

PORADNIK DLA INSPEKTORÓW

TOM 2

Infrastruktura kolejowa

Warszawa, 2023

Redakcja Naukowa

dr hab. inż. Adam Jabłoński, Prof. Uczelni

dr hab. inż. Marek Jabłoński, Prof. Uczelni

Autorstwo poszczególnych rozdziałów

Rozdz. 1 Budowa i eksploatacja infrastruktury kolejowej, Adam Jabłoński, Marek Jabłoński, Barbara Buksik

Rozdz. 2 Budowa i eksploatacja rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów kolejowych, Adam Jabłoński, Marek Jabłoński, Barbara Buksik

Rozdz. 3 Budowa i eksploatacja układów zasilania i sieci trakcyjnych, Adam Jabłoński, Marek Jabłoński, Wojciech Dzienis

Urząd Transportu Kolejowego

Al. Jerozolimskie 134

02-305 Warszawa

www.utk.gov.pl

NIP: 526-26-95-081



ISBN 978-83-65709-90-5

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI.....	3
WSTĘP.....	8
CEL I ZAKRES PORADNIKA.....	9
I. BUDOWA I EKSPLOATACJA INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ	10
1. Infrastruktura kolejowa jako kluczowy element systemu kolejowego	10
1.1. Klasyfikacja funkcjonalno-techniczna infrastruktury kolejowej niezbędnej do bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego	15
1.1.1. Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania.....	17
1.1.2. Podział infrastruktury kolejowej według jej przeznaczenia	22
1.2. Elementy nawierzchni torowej.....	27
1.2.1. Opis oraz zasady budowy nawierzchni podsypkowej (klasycznej) mającej zastosowanie w infrastrukturze kolejowej.....	28
1.2.1.1. Opis oraz zasady stosowania podsypki kolejowej.....	29
1.2.1.2. Opis oraz zasady stosowania podtorza kolejowego w infrastrukturze kolejowej...	32
1.2.1.3. Opis, budowa i eksploatacja szyn kolejowych.....	47
1.2.1.4. Opis oraz zasady stosowania przytwierdzenia szyn kolejowych do podkładów kolejowych	53
A. Opis oraz zasady stosowania przytwierdzeń bezpośrednich szyn kolejowych	55
B. Opis oraz zasady stosowania przytwierdzeń pośrednich szyn kolejowych	57
C. Opis oraz zasady stosowania przytwierdzeń sprężystych szyn kolejowych.....	59
D. Opis oraz zasady stosowania innych rozwiązań konstrukcyjnych związanych z realizacją przytwierdzeń szyn kolejowych	63
1.2.1.5. Opis oraz zasady stosowania podkładów kolejowych.....	64
A. Opis oraz zasady stosowania drewnianych podkładów kolejowych	67
B. Opis oraz zasady stosowania podkładów stalowych w infrastrukturze kolejowej...	70
C. Opis oraz zasady stosowania podkładów strunobetonowych.....	72
1.2.1.6. Opis oraz zasady stosowania łączenia szyn kolejowych.....	77
A. Opis oraz zasady stosowania połączeń klasycznych tubkowych szyn kolejowych.....	79
B. Opis oraz zasady stosowania spawania i zgrzewania szyn kolejowych.....	88
D. Opis oraz zasady stosowania szyn kolejowych przejściowych w infrastrukturze kolejowej.....	96
1.2.2. Opis oraz zasady budowy toru bezстыkowego w infrastrukturze kolejowej	97
1.2.3. Opis oraz zasady budowy nawierzchni kolejowej na przejazdach kolejowo-drogowych.....	105
1.2.4. Opis oraz zasady budowy nawierzchni bezpodsypkowej	118
1.2.5. Opis oraz zasady budowy nawierzchni na budowach inżynierskich	127

1.2.6.	Opis oraz zasady warunków widoczności pociągu	151
1.2.7.	Dokumentacja techniczno-eksploatacyjna kluczowego elementu infrastruktury kolejowej.....	162
1.3.	Opis oraz zasady budowy układu geometrycznego torów kolejowych w infrastrukturze kolejowej.....	170
1.3.1.	Opis układu geometrycznego toru kolejowego w planie schematycznym infrastruktury kolejowej.....	175
1.3.2.	Opis układu geometrycznego toru kolejowego w profilu (niwelety) infrastruktury kolejowej.....	186
1.3.3.	Opis skrajni kolejowej	188
1.4.	Opis oraz zasady stosowania diagnostyki nawierzchni kolejowej i toru kolejowego	194
1.4.1.	Zakres informacji ogólnych niezbędnych do profesjonalnej diagnostyki nawierzchni kolejowej i toru kolejowego	194
1.4.2.	Opis oraz zasady stosowania pomiarów i ocen nawierzchni kolejowej i toru kolejowego.....	197
1.4.3.	Opis oraz zasady dozorowania linii kolejowych	207
1.5.	Opis oraz zasady stosowania dokumentacji diagnostycznej nawierzchni kolejowej	210
1.5.1.	Opis oraz zasady stosowania książek kontroli stanu torów	210
1.5.2.	Zasady stosowania wyników wydruków z pomiarów wykonanych pojazdami pomiarowymi w procesie utrzymania infrastruktury kolejowej	215
1.5.2.1.	Opis oraz zasady wykorzystania drezyn pomiarowych do pomiaru stanu technicznego infrastruktury kolejowej.....	215
1.5.2.2.	Opis oraz zasady oceny, analizy i syntezy wyników wydruków z zastosowanego toromierza elektronicznego (wózkowego) w procesie oceny infrastruktury kolejowej.....	221
1.5.3.	Zasady nadzoru nad nieprawidłowościami w infrastrukturze kolejowej – wykaz i opis najczęściej występujących nieprawidłowości w infrastrukturze kolejowej	225
1.5.4.	Opis oraz zasady stosowania dokumentacji toru kolejowego bezстыkowego	230
1.5.5.	Opis oraz zasady oceny, analizy i syntezy wyników uzyskanych z zastosowania kart badania defektoskopowego szyn kolejowych.....	234
1.6.	Opis i zasady stosowania systemów pomiarowych w diagnostyce infrastruktury kolejowej...	237
1.6.1.	Opis oraz zasady stosowania drezyn pomiarowych w diagnostyce infrastruktury kolejowej.....	237
1.6.2.	Opis oraz zasady stosowania urządzeń ręcznych w diagnostyce infrastruktury kolejowej.....	239
1.6.2.1.	Opis oraz zastosowania toromierzy kolejowych w diagnostyce infrastruktury kolejowej.....	240
1.6.2.2.	Opis oraz zasady zastosowania strzałkomierzy w diagnostyce infrastruktury kolejowej.....	245
1.6.2.3.	Opis oraz zasady zastosowania suwmiarek do pomiarów szyn kolejowych.....	246
1.6.2.4.	Opis oraz zasady zastosowania innych narzędzi pomiarowych w diagnostyce infrastruktury pomiarowej	248
1.7.	Opis oraz zasady zastosowania specyficznych wymagania formalno-prawnych dla innych podmiotów kolejowych zwolnionych z obowiązku uzyskania autoryzacji jako zarządcy infrastruktury kolejowej	253

1.8. Zasady nadzoru na infrastrukturą kolejową. Przedstawienie wykazu najczęściej występujących nieprawidłowości w infrastrukturze kolejowej.....	255
II. BUDOWA I EKSPLOATACJA ROZJAZDÓW KOLEJOWYCH I SKRZYŻOWAŃ TORÓW KOLEJOWYCH.....	260
2. Opis i zastosowanie rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów kolejowych w infrastrukturze kolejowej.....	260
2.1. Opis i zasady stosowania dla rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów kolejowych	260
2.1.1. Zastosowanie różnych rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów kolejowych	260
2.1.2. Opis oraz zasady definiowania i zastosowania oznaczeń dla rozjazdów kolejowych.....	265
2.2. Zastosowanie rozjazdów kolejowych	271
2.2.1. Opis oraz zasady zastosowania zwrotnic kolejowych	271
2.2.2. Opis oraz zasady zastosowania krzyżownic i kierownic kolejowych	273
2.2.3. Opis oraz zasady zastosowania podrozjazdnic kolejowych.....	278
2.3. Opis oraz zasady stosowania skrzyżowań torów kolejowych	282
2.4. Opis oraz zasady stosowania urządzeń kolejowych niezbędnych do przestawiania i kontrolowania położenia ruchomych elementów rozjazdów kolejowych.....	285
2.4.1. Zastosowanie zamknięć nastawczych hakowych	285
2.4.2. Zastosowanie zamknięć nastawczych suwakowych	290
2.4.3. Zastosowanie innych rozwiązań konstrukcyjnych w rozjazdach kolejowych	293
2.4.4. Zastosowanie urządzeń do kontroli położenia iglic w rozjazdach kolejowych.....	296
2.5. Opis oraz zasady stosowania diagnostyki rozjazdów i skrzyżowań torów kolejowych.....	301
2.5.1. Opis oraz zasady stosowania pomiarów i oceny stanu rozjazdu i skrzyżowania torów kolejowych	303
2.5.2. Opis oraz zasady stosowania oględzin rozjazdów kolejowych.....	310
2.5.3. Opis oraz zasady stosowania badań technicznych rozjazdów kolejowych	311
2.6. Opis oraz zasady stosowania dokumentacji diagnostycznej badań rozjazdów kolejowych.....	312
2.6.1. Opis oraz zasady stosowania arkusza badania technicznego rozjazdów, skrzyżowań torów kolejowych.....	312
2.6.2. Opis oraz zasady stosowania dziennika oględzin rozjazdów kolejowych	317
2.7. Opis oraz zasady stosowania przyrządów i urządzeń pomiarowych w procesie zarządzania infrastrukturą kolejową	320
2.8. Opis oraz zasady stosowania zabezpieczenia rozjazdów kolejowych w terenie (np. przy uszkodzeniu, braku kontroli położenia) w infrastrukturze kolejowej	323
2.9. Opis oraz zasady projektowania i stosowania planów schematycznych układów torowych i dróg zwrotnicowych	325
III. UKŁADY ZASILANIA ELEKTROENERGETYKI KOLEJOWEJ SIECI TRAKCYJNEJ	337
3. Sieć trakcyjna w infrastrukturze kolejowej – założenia teoretyczne i formalno-prawne	337
3.1. Klasyfikacja funkcjonalno-techniczna elektroenergetyki kolejowej. Opis ogólnych informacji technicznych i organizacyjno- zarządczych w zakresie formułowania wymagań dotyczących kolejowej sieci trakcyjnej.	338
3.2. Rodzaje i poziomy napięć systemów trakcji elektrycznej w Europie	363
3.3. Typy sieci jezdnej w innych systemach zasilania	365
3.4. Systemy zasilania linii kolejowych w UE, maksymalne prądy pojedynczego pociągu.....	368

3.5. Zasilanie trakcyjne - składniki interoperacyjności. Weryfikacja WE podsystemu „Energia”	369
3.6. Powiązania pomiędzy instalacjami stałymi zasilania trakcyjnego i wyposażeniem trakcyjnym instalowanym w pojazdach trakcyjnych	372
3.7. Zasady zasilania sieci trakcyjnej, rozmieszczenie punktów zasilania	373
3.7.1. Zasady stosowania podstacji trakcyjnych w transporcie kolejowym.....	373
3.8. Opis oraz zasady stosowania elementów sieci jezdnej w infrastrukturze kolejowej	392
3.8.1. Fundamenty konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej.....	392
3.8.2. Opis oraz zasady stosowania przewodów jezdnych profilowanych.....	398
3.8.3. Opis oraz zasady stosowania lin nośnych	402
3.8.4. Opis oraz zasady stosowania izolatorów	404
3.8.5. Opis oraz zasady stosowania osprzętu.....	410
3.9. Opis oraz zasady stosowania sekcjonowania sieci trakcyjnej w infrastrukturze kolejowej	413
3.9.1. Opis oraz zasady stosowania rozjazdów sieciowych	421
3.9.2. Opis oraz zasady stosowania odłączników i rozłączników.....	422
3.10. Opis oraz zasady stosowania elementów konstrukcji i osprzętu sieci trakcyjnej w infrastrukturze kolejowej.....	427
3.11. Opis oraz zasady stosowania sieci powrotnej. Mechanizm prądów błądzących	430
3.12. Odzyskiwanie energii podczas hamowania – uwarunkowania rekuperacji.....	441
3.13. Opis i zasady stosowania sekcji separacji faz lub systemów.....	442
3.14. Opis oraz zasady stosowania kotwienia przewodów w sieci trakcyjnej	443
3.15. Opis i zasady stosowania zasad współpracy pantografu z siecią trakcyjną	447
3.16. Opis oraz zasady stosowania zabezpieczeń sieci trakcyjnej przed porażeniem.....	450
3.17. Opis oraz zasady stosowania diagnostyki i dokumentacji diagnostycznej sieci trakcyjnej....	456
3.17.1. Charakterystyka ogólna mechanizmów diagnozowania sieci trakcyjnej	457
3.17.2. Procesy diagnostyki sieci trakcyjnej.....	459
3.17.3. Dokumentacja sieci trakcyjnej wykorzystywana w diagnostyce sieci trakcyjnej	463
3.17.4. Zasady organizacji utrzymania sieci trakcyjnej w infrastrukturze kolejowej	463
3.17.5. Metodyka pomiarów sieci trakcyjnej.....	465
3.17.6. Zasady prowadzenia działań nadzorczych w zakresie budowy i utrzymania urządzeń zasilania kolejowego i sieci trakcyjnej	468
3.18. Opis i zasady stosowania rozwiązań niestandardowych.....	471
3.19. Przykładowe nieprawidłowości stwierdzone w trakcie kontroli utrzymania urządzeń zasilania kolejowego, sieci trakcyjnej.....	475
Zakończenie.....	477
Słownik najważniejszych pojęć użytych w Poradniku	478
Wykaz rysunków	492
Wykaz tabel	498
Wykaz zdjęć.....	501

Bibliografia.....	504
Literatura	504
Akty prawne.....	508
Dyrektywy europejskie	508
Rozporządzenia europejskie	508
Ustawy	508
Rozporządzenia krajowe.....	508
Normy	509
Instrukcje PKP PLK S.A.	511
Standardy techniczne PKP PLK S.A.	513
Strony internetowe	513
Indeks rzeczowy	515

WSTĘP

Szanowni Państwo,

Rozwój infrastruktury kolejowej w Polsce na przestrzeni ostatnich 20 lat istnienia Urzędu Transportu Kolejowego można określić jako skok cywilizacyjny w wielu jej obszarach. Zakrojony na szeroką skalę proces modernizacji linii kolejowych sprawił, że nowoczesne rozwiązania są aktualnie kluczowym aspektem funkcjonowania całego systemu kolejowego. Niezwykle istotne w tej kwestii jest stałe monitorowanie stanu bezpieczeństwa infrastruktury kolejowej w oparciu o wiedzę i doświadczenie związane z mechanizmami i zasadami działania jej poszczególnych elementów.



„Poradnik dla inspektorów” wydany przez Urząd Transportu Kolejowego pozwala na usystematyzowanie i zaktualizowanie wiedzy na temat tych dziedzin kolei, z którymi na co dzień pracują inspektorzy urzędu. Zmieniające się i zróżnicowane metody budowania, utrzymania i eksploatacji poszczególnych części linii kolejowych sprawiają, że wiedza w tym zakresie wymaga stałej aktualizacji.

Oddajemy w Państwa ręce II tom „Poradnika dla inspektorów” wydany w ramach projektu „Akademia Bezpieczeństwa Kolejowego (ABK)”. Ta kluczowa z punktu widzenia pracy inspektora publikacja pozwoli na usystematyzowanie wiedzy oraz poznanie szczegółów i przykładów w zakresie infrastruktury i sieci trakcyjnej, a w szczególności budowy i eksploatacji układu torowego, miejsca i roli zastosowania rozjazdów kolejowych, skrzyżowań torów kolejowych, a także sieci trakcyjnej w zarządzaniu infrastrukturą. Liczę, że ujęte w II tomie informacje pozwolą na rozwój Państwa wiedzy i przysłużą się do podnoszenia poziomu bezpieczeństwa transportu kolejowego w Polsce.

Życzę przyjemnej lektury

dr inż. Ignacy Góra

Prezes Urzędu Transportu Kolejowego

CEL I ZAKRES PORADNIKA

Celem Poradnika jest przekazanie syntetycznych informacji oraz wiedzy dotyczącej infrastruktury kolejowej, które mają przybliżyć inspektorom Urzędu Transportu Kolejowego oraz innym zainteresowanym stronom tę problematykę.

Przedmiotem Poradnika jest przedstawienie klasyfikacji, zasad budowy, sposobów eksploatacji i utrzymania infrastruktury kolejowej użytkowanej w warunkach polskich, w tym układów zasilania elektroenergetyki kolejowej sieci trakcyjnej.

Poradnik stanowi cenne narzędzie dla lepszego zrozumienia, uporządkowania wiedzy oraz wykorzystania jej w codziennej pracy specjalistów kolejowych zainteresowanych problematyką infrastruktury kolejowej.

Jego struktura ma charakter uporządkowany – najpierw przedstawiono kategoryzację funkcjonalno-techniczną infrastruktury kolejowej z różnych punktów widzenia, aby w dalszej kolejności opisać kluczowe elementy związane z jej budową, eksploatacją i utrzymaniem.

I. BUDOWA I EKSPLOATACJA INFRASTRUKTURY KOLEJOWEJ

Infrastruktura kolejowa i sieć trakcyjna stanowią kluczowe elementy kolejowego systemu transportowego wraz z operatorami oraz maszynami, jakimi są pojazdy kolejowe. Infrastruktura kolejowa i sieć trakcyjna współpracuje z innymi elementami kształtującymi pełny system transportowy, a więc między innymi podsystemami Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności (TSI). Wtedy znaczenia nabiera bezpieczna integracja między poszczególnymi podsystemami związana z bezpieczeństwem kolei oraz zgodność techniczna związana z interoperacyjnością kolei. W takiej perspektywie poznawczej szczególnego znaczenia nabierają specyficznie określone dla infrastruktury kolejowej i sieci trakcyjnej uwarunkowania o charakterze organizacyjno-zarządczym, techniczno-technologicznym oraz eksploatacyjnym.

1. Infrastruktura kolejowa jako kluczowy element systemu kolejowego

Podstawą sprawnie działającego systemu kolei jest infrastruktura kolejowa. **Infrastruktura kolejowa** to linie kolejowe oraz inne budowle, budynki i urządzenia wraz z zajętyymi pod nie gruntami, usytuowane na obszarze kolejowym, przeznaczone do zarządzania, obsługi przewozu osób i rzeczy, a także utrzymania niezbędnego w tym celu majątku zarządcy infrastruktury. Infrastruktura umożliwia prowadzenie przewozów przewoźnikom kolejowym i jest zarządzana przez zarządcę infrastruktury. Według przepisów prawa europejskiego w sprawie utworzenia jednolitego europejskiego obszaru kolejowego infrastruktura kolejowa składa się z elementów, które zostały wyszczególnione w tabeli poniżej. W skład infrastruktury kolejowej wchodzi następujące elementy, pod warunkiem, że tworzą część linii kolejowej, bocznic kolejowej lub innej drogi kolejowej, lub są przeznaczone do zarządzania nimi, obsługi przewozu osób lub rzeczy, lub ich utrzymania. Elementy infrastruktury kolejowej wymieniono w tabeli. Szczegóły przedstawiono w dalszej części Poradnika.

Tabela 1. Elementy infrastruktury kolejowej

Lp.	Elementy infrastruktury kolejowej
1.	powierzchnia gruntów
2.	nawierzchnia kolejowa
3.	tory i podtorze
4.	przejazdy kolejowo-drogowe
5.	perony pasażerskie i rampy towarowe
6.	drogi dostępu dla pasażerów i towarów
7.	obiekty inżynieryjne, mosty, przepusty i inne konstrukcje mostowe, tunele, przejścia nad i pod torami; mury oporowe i umocnienia skarp itp.
8.	urządzenia zabezpieczające, sygnalizacyjne i łącznościowe na szlaku, w stacjach i stacjach rozrządowych
9.	systemy oświetleniowe do celów ruchu kolejowego i bezpieczeństwa
10.	urządzenia przetwarzania i rozdziału energii elektrycznej na potrzeby zasilania trakcyjnego, podstacje, kable zasilające między podstacjami i przewodami jezdny, zawieszania łańcuchowe sieci trakcyjnej; trzecia szyna z konstrukcjami wsporczymi
11.	budynki wykorzystywane przez dział infrastruktury

Według polskiej ustawy o transporcie kolejowym skład infrastruktury kolejowej jest bardzo podobny. **Nawierzchnia torowa (kolejowa)** stanowi konstrukcję przystosowaną do przenoszenia na grunt obciążeń stałych i ruchomych związanych z ruchem pojazdów kolejowych. Składa się ona z toru, po którym poruszają się pojazdy kolejowe, elementów podporowych, elementów przytwierdzających i łączących oraz podsypki. **Torem kolejowym** nazywamy dwa równoległe toki szynowe ułożone w ustalonej odległości od siebie, stanowiące podstawowy układ nośny nawierzchni kolejowej, których układ geometryczny przystosowany jest do bezpiecznego ruchu pojazdów szynowych z prędkościami i naciskami określonymi parametrami techniczno-eksploatacyjnymi o rozstawie szyn (inaczej: rozstaw toru, prześwit toru) wynoszącym na liniach normalnotorowych 1435 mm wraz z określonymi empirycznie tolerancjami. Tor kolejowy na odcinkach prostych charakteryzuje jego szerokość i wzajemne położenie toków szynowych. Nominalna szerokość toru kolejowego w Polsce wynosi 1435 mm. Jest ona mierzona prostopadle do osi toru, między wewnętrznymi powierzchniami główek szyn 14 mm poniżej ich krawędzi tocznej. Szerokość ta obowiązuje na odcinkach prostych toru oraz na łukach o promieniu $R \geq 250$ m. W praktyce szerokości toru różnią się w granicach kilku milimetrów od podanej szerokości nominalnej. Wpływają na to warunki w jakich tor jest eksploatowany. Dopuszcza się odchylenia w granicach [-5; 10 mm].

Na odcinkach prostych toru kolejowego oraz na łukach o promieniu $R \geq 4000$ m, wysokość położenia powierzchni główek szyn powinna być taka sama. Dopuszczalną odchyłką jest wartość ± 4 mm.

W celu zmniejszenia niekorzystnych oddziaływań taboru na tor w łukach o promieniach 300 m i mniejszych, układa się przy toku wewnętrznych prowadnice zwane szyną odbojową. Są one wykonane ze zwykłych szyn lub kształtowników stalowych o specjalnym profilu. Prowadnice są przytwierdzone do podkładu przy szynie wewnętrznej. Prowadnice układa się na całej długości łuku kołowego i krzywych przejściowych, przedłużając je o najmniej 2 m na przyległą prostą, ze stopniowym odgięciem końców w kierunku do osi toru. Zobrazowanie tej sytuacji przedstawiono na zdjęciu.

Zdjęcie 1. Trzecia szyna założona w torze w ciasnym łuku



Przez **rozjazd** rozumie się specjalną konstrukcję wielotorową wykonywaną z szyn, kształtowników stalowych oraz innych elementów, umożliwiającą przejazd pojazdów kolejowych z jednego toru na drugi z określoną prędkością. **Rozjazdem podstawowym** jest rozjazd, którego konstrukcja umożliwia jego wygięcie według ściśle określonych, zależnych od siebie promieni, zarówno w torze zasadniczym jak i odgałęźnym. W wyniku wygięcia z rozjazdu podstawowego powstaje rozjazd łukowy. **Szyny kolejowe** stanowią podstawowy, najwyżej położony element konstrukcyjny nawierzchni kolejowej, bezpośrednio związany ze spokojnością i bezpieczeństwem jazdy. Przez **spokojność jazdy** rozumie się jazdę pociągu po torze kolejowym, którego

parametry geometryczne dla określonej prędkości nie powodują drgań na skutek przyspieszeń wpływających niekorzystnie na pasażera.

Podsypka to warstwa sypkiego gruboziarnistego kruszywa kamiennego o średnicy ziaren w przedziale [31,5 mm; 63,0 mm] i ostrych krawędziach. **Podtorze** to kolejowa budowla geotechniczna wykonana jako nasyp lub przekop wraz z urządzeniami ją zabezpieczającymi, ochraniającymi i odwadniającymi podlegającą oddziaływaniom eksploatacyjnym, wpływom klimatycznym oraz wpływom podłoża gruntowego zalegającego bezpośrednio pod podtorzem i w jego najbliższym otoczeniu. Do podtorza zaliczamy nasypy, przekopy (wykopy), budowle odwadniające oraz związane z nimi budowle inżynierskie, jak mury oporowe, przepusty, itd.

Rozstaw stanowi odległość między wewnętrznymi powierzchniami główek szyny i mierzony jest 14 mm poniżej górnej powierzchni szyn. Tory kolejowe są podstawowym układem nośnym i prowadzącym nawierzchni kolejowej. Przez **pociąg** rozumie się skład wagonów lub innych pojazdów kolejowych sprzęgniętych z czynnym pojazdem trakcyjnym albo pojazd trakcyjny osygnalizowany i przygotowany do jazdy lub znajdujący się w drodze. Istnieje pewna tolerancja, przy której pociągi o danym rozstawie kół mogą korzystać z toru innego rozstawu. Pociągi rozstawu 1435 mm mogły używać torów o prześwicie 1448 mm. Przy odpowiednio szerokich obręczach kół mogły też używać toru 1473 mm (dla ruchu w USA). W przypadku toru o prześwicie 1520 mm, możliwe jest korzystanie z toru o rozstawie 1524 mm (dla ruchu między Rosją i Finlandią). Jej układ geometryczny jest przystosowany do bezpiecznego ruchu pojazdów kolejowych, które poruszają się z prędkościami oraz naciskami przedstawionymi w postaci parametrów techniczno-eksploatacyjnych. Dla linii kolejowej parametry te ustala zarządca infrastruktury kolejowej, czyli podmiot wykonujący działalność polegającą na zarządzaniu infrastrukturą kolejową. **Przejazd kolejowo-drogowy** jest jednopoziomowym skrzyżowaniem toru kolejowego z drogą publiczną, innym niż przejście. **Przejazd kolejowo-drogowy obsługiwany z odległości** to przejazd kolejowo-drogowy, w którym miejsce obsługi jest oddalone od osi

przejazdu kolejowo-drogowego ponad 60 m, mierząc wzdłuż osi toru, lub nie jest zachowana widoczność z miejsca obsługi. Przejazd kolejowo-drogowy posiada swoją

szerokość przejazdu, czyli szerokość korony drogi. **Przejście kolejowe** jest skrzyżowaniem w jednym poziomie chodnika z torem przeznaczone wyłącznie dla ruchu pieszego, rowerowego lub pieszego i rowerowego. Przez **skrzyżowanie** rozumie się przecięcie linii kolejowej lub bocznic kolejowej z drogą. **Skrzyżowanie torów (w jednym poziomie)** jest specjalną konstrukcją wielotorową wykonywaną z szyn, kształtowników stalowych oraz innych elementów, umożliwiającą przejazd pojazdów kolejowych po przecinających się torach z określoną prędkością. Występuje również **skrzyżowanie wielopoziomowe**, czyli skrzyżowanie, na którym droga przechodzi nad albo pod linią kolejową lub bocznicą kolejową.

W celu dokładnego ułożenia toru i spokojności jazdy ważne jest odpowiednie dostosowanie układu torowego do układu geometrycznego torów kolejowych w infrastrukturze kolejowej. Istotna jest diagnostyka nawierzchni kolejowej i toru kolejowego w infrastrukturze kolejowej i implementacja dokumentacji diagnostycznej nawierzchni kolejowej czy dokumentacji toru kolejowego bezстыkowego z wykorzystaniem książek kontroli stanu torów i wydruków z pomiarów wykonanych pojazdami pomiarowymi w procesie utrzymania infrastruktury kolejowej. **Tor bezстыkowy** jest konstrukcją, w której szyny oraz toki szynowe w rozjazdach połączone są w odcinki o długości większej od 180 m. **Defektoskopia szyn** jest ciągłym badaniem szyn metodą ultradźwiękową za pomocą ręcznych defektoskopów szynowych lub wagonów defektoskopowych. Badania defektoskopowe szyn mają na celu wykrywanie wad powstających w szynach i złączach szynowych zgrzewanych i spawanych oraz ocenę ich szkodliwości. Jest to sporządzane w oparciu o wymagania formalno-prawne z wykorzystaniem nadzoru na infrastrukturą kolejową, by minimalizować najczęściej występujące nieprawidłowości w infrastrukturze kolejowej.

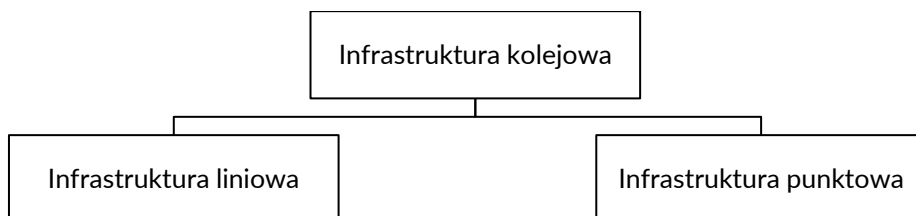
1.1. Klasyfikacja funkcjonalno-techniczna infrastruktury kolejowej niezbędnej do bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego

Transport kolejowy jest gałęzią transportu stosowaną w celu przewozu osób lub towarów. W tym celu wykorzystywana jest infrastruktura transportu kolejowego. Jej klasyfikacja funkcjonalno-techniczna niezbędna do bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego obejmuje:

- podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania,
- podział infrastruktury kolejowej według jej przeznaczenia funkcjonalnego.

Na rysunku przedstawiono podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania.

Rysunek 1. Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania



Pod względem sposobu funkcjonowania infrastruktury kolejowej, wyróżnia się kilka podziałów. Ich wyszczególnienie przedstawiono w tabeli.

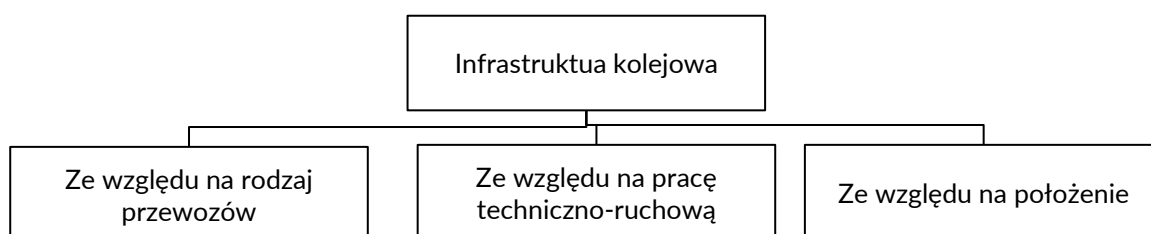
Tabela 2. Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania

Podział infrastruktury kolejowej			
Infrastruktura liniowa	pod względem szerokości torów	normalnotorowa	rozstaw szyn wynosi 1435 mm
		szerokotorowa	stosowany rozstaw szyn różni się w zależności od lokalizacji: <ul style="list-style-type: none"> • 1520 mm – Ukraina, Białoruś, pozostałe kraje byłego Związku Radzieckiego, • 1600 mm – Irlandia, • 1675 mm – Hiszpania
		wąskotorowa	600 mm, 750 mm, 1000 mm
	pod względem liczby torów	jednotorowa	
		dwutorowa	
		wielotorowa	
	nizinne	wzniesienia wynoszące od 5‰ do 10‰ o promieniach łuków od 400 m do 1200 m	

Podział infrastruktury kolejowej			
	pod względem ukształtowania terenu	podgórskie	wzniesienia wynoszące od 10‰ do 15‰ o promieniach łuków od 250 m do 600 m
		górskie	wzniesienia wynoszące powyżej 30‰ o promieniach łuków od 180 m do 300 m
Infrastruktura punktowa	stacje kolejowe, dworce kolejowe, urządzenia przeładunkowe, wagi kolejowe, place składowe, magazyny, rampy		

Na rysunku przedstawiono podział infrastruktury kolejowej według jej przeznaczenia funkcjonalnego.

Rysunek 2. Podział infrastruktury kolejowej według jej przeznaczenia funkcjonalnego



Pod względem przeznaczenia infrastruktura punktowa jest wykorzystywana do przeprowadzania procesu wysiadania i wsiadania pasażerów oraz ładunku i wyładunku towarów, jak m.in. stacje towarowe i pasażerskie, węzłowe, pośrednie, terminale służące do przeładunku i rozładunku. W skład infrastruktury kolejowej wchodzi m.in. wskazane elementy, pod warunkiem, że tworzą część linii kolejowej, bocznicy kolejowej lub innej drogi kolejowej, lub są przeznaczone do zarządzania nimi, obsługi przewozu osób lub rzeczy, lub ich utrzymania.

Tabela 3. Podział stacji kolejowych pod względem przeznaczenia

Stacje kolejowe		
ukierunkowane na rodzaj przewozów	pod względem pracy techniczno-ruchowej	ze względu na położenie
<ul style="list-style-type: none"> osobowe – przeznaczone wyłącznie dla ruchu pasażerskiego, towarowe – wykorzystywane wyłącznie dla ruchu towarowego, 	<ul style="list-style-type: none"> rozrządowe/manewrowe – służące do wykonywania operacji rozrządzenia i zestawiania pociągów towarowych, ładunkowe – służące do załadunku i rozładunku towarów, 	<ul style="list-style-type: none"> węzłowe – stacje, gdzie krzyżują się co najmniej trzy szlaki kolejowe, krańcowe – stacje początkowe i końcowe dla danej relacji pociągu, pośrednie – stacje znajdujące się na trasie relacji pociągu.

Stacje kolejowe		
<ul style="list-style-type: none"> osobowo-towarowe – przystosowane jednocześnie dla ruchu towarowego oraz dla ruchu pasażerskiego. 	<ul style="list-style-type: none"> przeładunkowe – służące do przeładunku towarów na trasach międzynarodowych, postojowe – służące do zestawiania składów pociągów, czynności eksploatacyjnych, naprawy, mycia min. 	

1.1.1. Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania

Zgodnie z przedstawionym wyżej podziałem sposobu funkcjonowania infrastruktury kolejowej, wyróżnia się różne elementy wskazane zarówno przez prawodawstwo europejskie odnoszące się do zagadnienia jednolitego europejskiego obszaru kolejowego, jak i krajowe obejmujące przepisy regulujące transport kolejowy. W skład tej infrastruktury kolejowej wchodzi wskazane elementy, pod warunkiem, że tworzą część linii kolejowej, bocznicy kolejowej lub innej drogi kolejowej, lub są przeznaczone do zarządzania nimi, obsługi przewozu osób lub rzeczy, lub ich utrzymania.

Tabela 4. Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania

Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania	
tory kolejowe	w tym rozjazdy i skrzyżowania torów, wchodzące w ich skład szyny, szyny żłobkowe, kierownice, odbojnice, prowadnice, zwrotnice, krzyżownice i inne elementy rozjazdów, podkłady kolejowe i przytwierdzenia, drobne elementy nawierzchni kolejowej, podsypka, w tym tłuczeń i piasek
obrotnice i przesuwnice	
podtorze	w szczególności nasypy i przekopy, systemy kanałów i rowów odwadniających, rowy murowane, ściany ostonowe, roślinność posadzona w celu ochrony skarp
obiekty inżynierskie	mosty, wiadukty, przepusty i inne konstrukcje mostowe, tunele, przejścia nad i pod torami, mury oporowe i umocnienia skarp
nastawnie, urządzenia sterowania ruchem kolejowym	W tym urządzenia zabezpieczające, sygnalizacyjne i łącznościowe na szlaku, w stacjach i stacjach rozrządowych, urządzenia służące do wytwarzania, przetwarzania i dystrybucji prądu elektrycznego do celów sygnalizacji i łączności; budynki, w których takie urządzenia lub instalacje się znajdują; przytorowe urządzenia kontroli bezpiecznej jazdy pociągów i wykrywania stanów awaryjnych w

Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania	
	przejeżdżającym taborze; hamulce torowe; urządzenia do ogrzewania rozjazdów
perony wraz z infrastrukturą umożliwiającą dotarcie do nich pasażerom, pieszo lub pojazdem, z drogi publicznej lub dworca kolejowego	
rampy towarowe	w tym w terminalach towarowych, wraz z drogami dowozu i odwozu towarów do dróg publicznych
drogi technologiczne i przejścia wzdłuż torów, mury ogradzające, żywopłoty, ogrodzenia, pasy przeciwpożarowe, zastony odśnieżne	
przejazdy kolejowo-drogowe i przejścia w poziomie szyn	w tym urządzenia i systemy służące zapewnieniu bezpieczeństwa ruchu drogowego i pieszego
systemy oświetleniowe do celów ruchu kolejowego i bezpieczeństwa	
urządzenia przetwarzania i rozdziału energii elektrycznej na potrzeby zasilania trakcyjnego	podstacje, kable zasilające pomiędzy podstacjami i przewodami jezdnyymi, sieć trakcyjna wraz z konstrukcjami wsporczymi, trzecia szyna z konstrukcjami wsporczymi
grunty, oznaczone jako działki ewidencyjne, na których znajdują się elementy wymienione wyżej	

Podział infrastruktury kolejowej według prawodawstwa europejskiego przedstawiono w tabeli.

Tabela 5. Podział infrastruktury kolejowej według prawodawstwa europejskiego

Podział infrastruktury kolejowej według prawodawstwa europejskiego	
powierzchnia gruntów	
tory i podtorze	w szczególności nasypy, przekopy, systemy kanałów i rowów odwadniających, rowy murowane, przepusty, ściany ostonowe, roślinność posadzona w celu ochrony skarp itd.; perony pasażerskie i rampy towarowe, w tym na stacjach pasażerskich i w terminalach towarowych; drogi technologiczne i przejścia wzdłuż torów; mury ogradzające, żywopłoty, ogrodzenia; pasy przeciwpożarowe; urządzenia do ogrzewania rozjazdów; skrzyżowania torów kolejowych itd.; ostony przeciwniegiowe
obiekty inżynierskie	mosty, przepusty i inne konstrukcje mostowe, tunele, przejścia nad i pod torami; mury oporowe i umocnienia skarp itd.
przejazdy kolejowe	w tym urządzenia służące zapewnieniu bezpieczeństwa ruchu drogowego
nawierzchnia kolejowa	w szczególności szyny, szyny żłobkowe, kierownice (odbojnice); podkłady kolejowe i przytwierdzenia, drobne elementy nawierzchni kolejowej, podsypka, w tym

Podział infrastruktury kolejowej według prawodawstwa europejskiego	
	tłuczeń i piasek; zwrotnice, krzyżownice i inne elementy rozjazdów itd.; obrotnice i przesuwnice (z wyjątkiem zastrzeżonych wyłącznie dla lokomotyw)
drogi dostępu dla pasażerów i towarów	w tym drogi dojazdowe i drogi dla pasażerów przybywających lub oddalających się pieszo
urządzenia zabezpieczające, sygnalizacyjne i łącznościowe na szlaku, w stacjach i stacjach rozrządowych	w tym urządzenia służące do wytwarzania, przetwarzania i dystrybucji prądu elektrycznego do celów sygnalizacji i łączności; budynki, w których takie urządzenia lub instalacje się znajdują; hamulce torowe
systemy oświetleniowe do celów ruchu kolejowego i bezpieczeństwa	
urządzenia przetwarzania i rozdziału energii elektrycznej na potrzeby zasilania trakcyjnego	podstacje, kable zasilające między podstacjami i przewodami jezdnymi, zawieszania łańcuchowe sieci trakcyjnej; trzecia szyna z konstrukcjami wsporczymi
budynki wykorzystywane przez dział infrastruktury	w tym pewna część instalacji służących pobieraniu opłat za przewóz

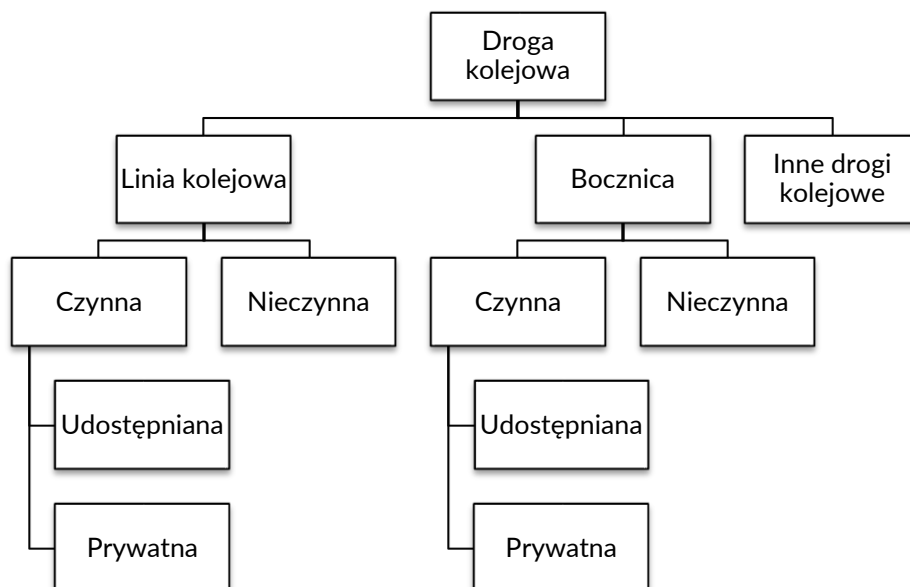
Zwrotnica rozjazdu to część zawierająca elementy ruchome, umożliwiające przejazd pojazdu kolejowego z jednego toru na drugi przy zachowaniu ciągłości toków szynowych; zwrotnica w rozjeździe zwyczajnym składa się z: opornicy prostej, iglicy łukowej, iglicy prostej i opornicy łukowej.

Każda z nich może być infrastrukturą czynną lub nieczynną. Czynna infrastruktura może być infrastrukturą udostępnianą lub infrastrukturą prywatną. Szczegółowy podział infrastruktury kolejowej znajduje się na rysunku nr 3.

Zarządca infrastruktury kolejowej określa status poszczególnych linii kolejowych i bocznic (dostępne, nieczynne, prywatne) w statucie sieci kolejowej:

- infrastruktura udostępniana - umożliwia przewoźnikom kolejowym korzystanie z usług, do świadczenia których obiekt został specjalnie przystosowany; w przypadku, gdy wymaga tego specyfika świadczonych usług, udostępnianie obiektu obejmuje również korzystanie z obiektu,
- infrastruktura nieczynna - infrastruktura kolejowa, na której zarządca infrastruktury kolejowej nie dopuścił ruchu kolejowego,
- infrastruktura prywatna - infrastruktura kolejowa wykorzystywana wyłącznie do realizacji własnych potrzeb jej właściciela lub jej zarządcy innych niż przewóz osób.

Rysunek 3. Podział infrastruktury kolejowej ze względu na status infrastruktury



Obiekt infrastruktury usługowej (w tym stacja pasażerska) może nie być udostępniany tylko wtedy, gdy jego operator określił go jako nieużywany. Wyróżnia się następujące obiekty infrastruktury usługowej (jeżeli istnieją) i dostępu do usług dostarczanych w tych obiektach (w tym dostęp do torów), jak pokazano w tabeli.

Tabela 6. Obiekty infrastruktury usługowej

Obiekty infrastruktury usługowej	
stacje pasażerskie, ich budynki i inne urządzenia	w tym tablice z informacjami dla pasażerów i dogodny punkt sprzedaży biletów
terminale towarowe	
stacje rozrządowe oraz urządzenia służące formowaniu składów pociągów	w tym urządzenia manewrowe
tory postojowe	
punkty zaplecza technicznego	z wyjątkiem punktów utrzymania naprawczego przeznaczonych dla pociągów dużych prędkości lub innych rodzajów taboru wymagających specjalistycznego zaplecza
inne stanowiska techniczne	w tym stanowiska do czyszczenia i mycia taboru
infrastruktura portów morskich i śródlądowych z dostępem do torów	
instalacje pomocnicze	
kolejowe stacje paliw i instalacje do tankowania na tych stacjach, za które opłaty są podawane na fakturach oddzielnie	

Usługi dodatkowe obejmują:

- a) prąd trakcyjny, za który opłaty są podawane na fakturach oddzielnie od opłat za użytkowanie urządzeń zasilania w prąd trakcyjny,
- b) podgrzewanie składów pociągów pasażerskich,
- c) umowy dopasowane do indywidualnych potrzeb klienta na:
 - sprawowanie kontroli nad przewozem towarów niebezpiecznych,
 - udzielanie pomocy w prowadzeniu pociągów specjalnych.

Usługi pomocnicze obejmują:

- a) dostęp do sieci telekomunikacyjnych,
- b) dostarczanie informacji uzupełniających,
- c) rewizję techniczną taboru,
- d) sprzedaż biletów w stacjach pasażerskich,
- e) utrzymanie naprawcze taboru świadczone w punktach zaplecza technicznego przeznaczonych dla pociągów dużych prędkości lub innych rodzajów taboru wymagających specjalistycznego zaplecza.

Wyposażenie techniczne linii kolejowej obejmuje konstrukcyjne elementy nawierzchni, podtorze, obiekty inżynieryjne oraz w szczególności następujące budowle i urządzenia:

- systemu sterowania ruchem kolejowym,
- związane z obsługą przewozu osób i rzeczy,
- zaplecza technicznego taboru kolejowego,
- zasilania elektrotrakcyjnego,
- telekomunikacyjne,
- zasilania elektroenergetycznego,
- sieci technicznych,
- związane ze skrzyżowaniem z drogami publicznymi w jednym poziomie,
- związane z osłoną antyawaryjną.

Linie kolejowe powinny być wyposażone w stałe sygnalizatory torowe (semafony i tarcze), które są ustawiane lub zawieszane przy torze kolejowym, informując tym samym obsługę pojazdu kolejowego o dopuszczalnej prędkości obowiązującej na odcinku za sygnalizatorem torowym. Na liniach kolejowych przystosowanych do dużych prędkości sygnalizacja torowa może być zastąpiona sygnalizacją kabinową

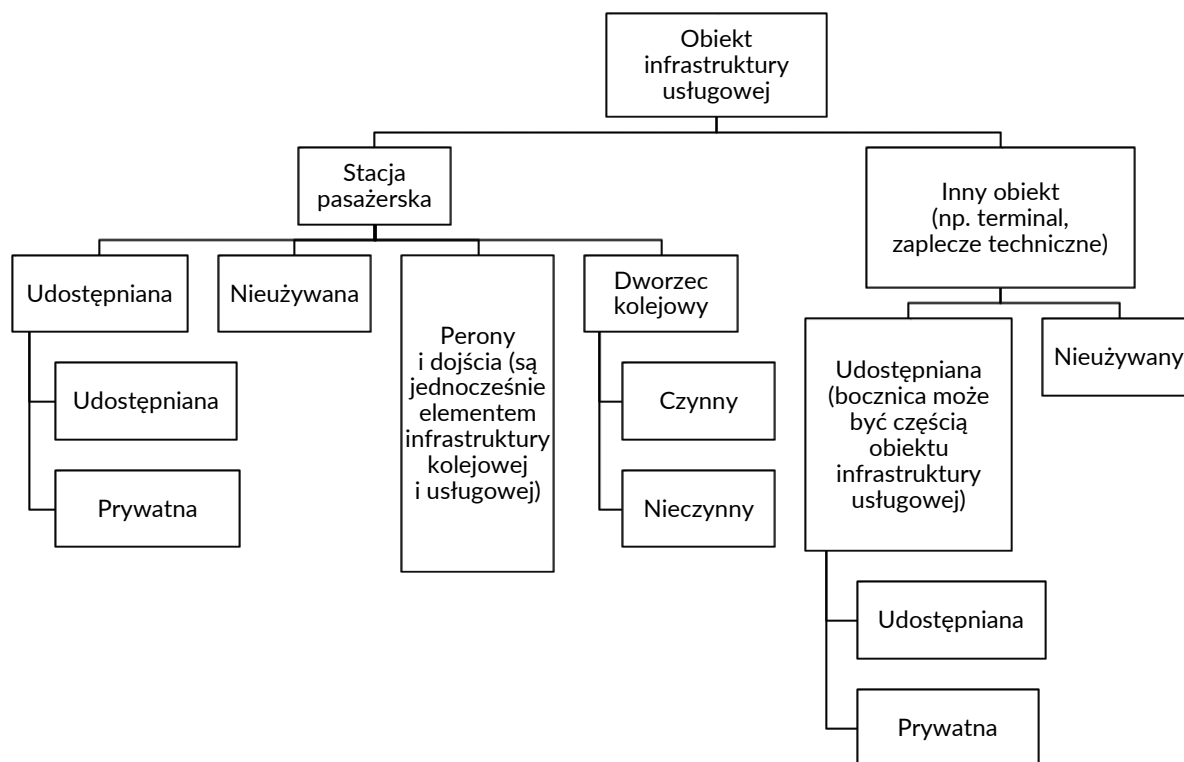
w pojeździe kolejowym. Linie kolejowe powinny być także wyposażone w znaki i sygnały drogowe widoczne w każdych warunkach atmosferycznych, informujące obsługę pojazdu kolejowego o kilometrażu, pochyleniu podłużnym i innych parametrach toru oraz oznaczające miejsca, na których obowiązuje inna prędkość niż ustalona parametrami eksploatacyjnymi dla danej linii oraz w urządzenia łączności pomiędzy posterunkami ruchu. **Profil podłużny linii kolejowej** to podstawa dla ukształtowania toru w płaszczyźnie pionowej; profil podłużny trasy jest wykonywany w skali skażonej, co oznacza, że skala pionowa jest inna niż skala pozioma; zawiera przekrój podłużny terenu (z naniesionymi różnego rodzaju przeszkodami) oraz tzw. niweletę toru, czyli przebieg osi toru w rzucie na płaszczyznę pionową.

1.1.2. Podział infrastruktury kolejowej według jej przeznaczenia

Infrastruktura kolejowa projektowana jest do ostatecznego przeznaczenia funkcjonalnego. Usługi prowadzone na poszczególnych elementach infrastruktury różnią się od siebie. Poprzez infrastrukturę usługową rozumie się obiekty budowlane wraz z gruntami, na których są usytuowane, oraz instalacjami i urządzeniami, przeznaczone w całości lub w części przeznaczone do świadczenia usług np. stacja pasażerska, terminal towarowy, stacja rozrządowa i stacja manewrowa (przeznaczone do zestawiania składów pociągów lub manewrów), punkt zaplecza technicznego, kolejowe stacje paliw, infrastruktura portów morskich i śródlądowych z dostępem do torów, instalacje pomocnicze.

Stacja pasażerska jest szczególnym przykładem obiektu infrastruktury usługowej obejmującym dworzec kolejowy lub perony wraz z infrastrukturą umożliwiającą pasażerom dotarcie do peronów. **Dworzec kolejowy** definiowany jest jako obiekt budowlany położony przy linii kolejowej, w którym znajdują się pomieszczenia przeznaczone do obsługi podróżnych korzystających z transportu kolejowego. Proces udostępniania przewoźnikom stacji pasażerskich przebiega na ogólnych zasadach określonych dla wszystkich obiektów infrastruktury usługowej ze względu na specyfikę stacji pasażerskiej, która wykorzystywana jest nie tylko przez samych przewoźników, ale także bezpośrednio przez ogół społeczeństwa. Operator obiektu infrastruktury usługowej określa w jego statucie czy jest on przeznaczony do udostępniania.

Rysunek 4. Podział infrastruktury kolejowej według jej przeznaczenia



Perony pasażerskie powinny spełniać wymagania przepisów techniczno-budowlanych i właściwych specyfikacji TSI INF oraz TSI PRM. Dobór układu peronowego wynika z uwarunkowań lokalnych. Do poziomego oznakowania peronów stosuje się specyfikacje TSI, polskie normy i karty UIC. Karty UIC opisują wymagania normatywne w zakresie wielu aspektów związanych z kolejnictwem. Zagadnienia infrastruktury zawarte są w grupie „7” kart UIC. Nie stosuje się urządzeń połączeń torowych tak, aby dzieliły krawędź peronową na odrębne długości użyteczne. Jeśli jest konieczne usytuowanie rozjazdu na długości krawędzi użytkowej, minimalny promień zwrotny rozjazdu wpływający na dodatki zwiększające skrajnię jest większy od 250 m. Przy torach przeznaczonych do ruchu pociągów z prędkością większą niż 200 km/h nie ma krawędzi peronowych. Wobec szerokości peronu stosuje się wymagania przepisów techniczno-budowlanych oraz specyfikacji TSI-INF (TSI Infrastruktura). Dla krawędzi peronowej w łuku stosuje się możliwie małe krzywizny i przechyłki oraz minimalizuje się liczbę elementów układu geometrycznego. Zachowane są przy tym rygory projektowania (w tym krzywych przejściowych na torach głównych zasadniczych i szlakowych). **Krzywa przejściowa** jest stosowana w projektowaniu dróg i linii kolejowych w celu uzyskania płynnego przejścia między odcinkiem prostym i łukiem.

Nominalna wysokość peronu uniwersalnego (bez wpływu krzywizn i przechytki) wynosi 0,76 m ponad główką szyny. Dla krawędzi peronu przy torze w łuku i/lub z przechytką projektową wysokość peronu powinna uwzględniać korekty wynikające ze skrajni budowli. Odmiany skrajni budowli to skrajnie budowli różniące się wielkością dodatków przestrzennych jakie zostały uwzględnione do obrysu referencyjnego. **Skrajnia budowli** to wolna przestrzeń określona linią wyznaczającą minimalne odległości pomiędzy pojazdem kolejowym a obiektami i urządzeniami infrastruktury kolejowej, niezbędne dla zapewnienia bezpiecznego i bezkolizyjnego prowadzenia ruchu pojazdów kolejowych. **Obrys referencyjny (profil referencyjny)** jest obrysem właściwym dla każdego typu skrajni, stanowiącym wspólną podstawę do opracowania zasad wymiarowania infrastruktury oraz taboru.

Różnice wysokości ciągów ruchu pieszego łączy się wykorzystując schody, pochylnie i bariery zabezpieczające zgodnie z zasadami projektowania architektonicznego oraz TSI PRM (Osoby o ograniczonej możliwości poruszania się transeuropejskiego systemu kolei konwencjonalnych i transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości). W przypadku budowy i modernizacji peronów wymagane jest stosowanie peronów uniwersalnych za wyjątkiem przypadków wskazanych w tabeli, które uzasadniają stosowanie peronów specjalnych. Warunki stosowania dla peronów specjalnych przedstawiono w tabeli.

Tabela 7. Perony specjalne – warunki stosowania

Wysokość nominalna peronu [m]	Dodatkowe wymagania do projektowania	Kryteria uzasadniające
0,96	-	Peron przeznaczony dla pociągów aglomeracyjnych
0,55	Wskazanie docelowego przystosowania do wysokości 760 mm bez naruszania ścianek peronowych i przebudów obiektów peronowych fundamentalnych	Zgodne stanowisko organizatorów przewozów wykorzystujący dany peron lub zgoda konserwatora w przypadku obiektu zabytkowego
0,38	Rozwiązania zamienne niezbędne niewyczerpujące w pełni tych, które należy wskazać w oparciu o analizy ryzyka: uwzględnienie w rejestrze infrastruktury. W przypadku przejść między peronami – zasady udostępniania zgodnie z regulaminem technicznym posterunku ruchu	Aspekty zabytkowe lub niezbędne przejście między peronami
0,22		

Długość użytkowa peronu jest zgodna z TSI-INF oraz przepisami mówiącymi o warunkach technicznych jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie. Wskaźniki zatrzymania czoła pociągu są usytuowane tak, aby zapewnić możliwie krótką trasę z peronu do pociągu. Wskaźnik zatrzymania czoła „W 4” przy peronie nie warunkuje możliwie najkrótszej trasy z peronu do pociągu. Zapewnia on wydostanie się pasażerom z wszystkich wagonów na peron. W celu obsługi pociągów o różnej długości stosuje się wskaźnik „W 32”, który w zależności od długości pociągu warunkuje miejsce zatrzymania czoła i jego zadaniem jest częściowo dopasowanie zatrzymania czoła do warunków obsługi pasażerów. W przypadku peronów o długości użytkowej krawędzi peronowych przekraczającej 200 m, stosuje się podział długości peronów na sektory (zgodnie z kartą UIC 413 Działania usprawniające podróż koleją). Parametry peronu odnoszą do ustalonej kategorii linii kolejowej wg TSI.

Przy projektowaniu wiat i zadaszeń stosuje się zasady projektowania konstrukcji określone w Eurokodach. Poprzez Eurokody rozumie się zestaw 10 pakietów Norm Europejskich do projektowania konstrukcji zawierających informacje o podstawach projektowania konstrukcji; oddziaływaniu na konstrukcje; projektowaniu konstrukcji z betonu, konstrukcji stalowych, zespolonych konstrukcji stalowo-betonowych, konstrukcji drewnianych, konstrukcji murowych; projektowaniu geotechnicznym, projektowaniu konstrukcji poddanych oddziaływaniom sejsmicznym i projektowaniu konstrukcji aluminiowych. Podział wiat peronowych ze względu na wielkość osłanianej przestrzeni przedstawiono na rysunku poniżej.

Wybrane ciągi ruchu pieszego stanowią trasę pozbawioną przeszkód w rozumieniu specyfikacji TSI PRM a wszystkie oddalone od ciągów posiadają i ułatwienia dla przemieszczania się osób z rowerami. W celu pokonania różnic wysokości, trasy pozbawione przeszkód poza stacjami z obsługą całodobową, wyposaża się w pochylnie zgodne ze specyfikacjami TSI oraz stosuje się rozwiązania pozwalające w przyszłości na zabudowę wind.

Poprzez **terminal towarowy** rozumie się obiekt budowlany lub zespół obiektów budowlanych obejmujący drogę kolejową, umożliwiający załadunek lub rozładunek wagonów lub integrację różnych rodzajów transportu w zakresie przewozów towarów.

Rysunek 5. Podział wiat peronowych ze względu na wielkość osłanianej przestrzeni

Podział wiat peronowych ze względu na wielkość osłanianej przestrzeni

Wiaty siedziskowe („przystankowe”)

- zadaszenie obejmuje siedziska, poręcz do odpoczynku na stojąco, miejsce na wózek inwalidzki oraz niewielką powierzchnię postoju podróżnych

Wiaty sektorowe

- zadaszenie obejmuje całą szerokość peronu, uwzględniającą całą szerokość zabudowy

Wiaty halowe otwarte

- zadaszenie obejmuje cały peron wraz z przyległymi torami i międzytorzami, lecz nie występują ściany boczne

Wiaty halowe zamknięte (hale)

- dach wiaty jest konstrukcyjnie połączony ze ścianami bocznymi osłony na całej długości peronu/peronów

Na stacjach rozrządowych umożliwiające jest zestawianie składów pociągów i wykonywanie manewrów, ponieważ stacja ta wyposażona jest w urządzenia do rozrządu wagonów. Na stacji manewrowej wykonywane są zadania w zakresie obsługi stacyjnych i liniowych punktów ładunkowych (stacji obsługiwanych), związane z przyjmowaniem, rozrządzaniem, zestawianiem i wyprawianiem pociągów towarowych.

Rampy i place ładunkowe urządza się na stacjach, na których prowadzona jest obsługa towarów. Minimalna łączna długość użyteczna placów ładunkowych przeznaczonych dla utrzymania powinna odpowiadać połowie długości użytecznej najdłuższego toru głównego dodatkowego. Pojedyncza krawędź placu ładunkowego posiada długość minimum 150 m.

Punktem zaplecza technicznego jest obiekt infrastruktury usługowej przystosowany specjalnie do wykonywania czynności utrzymaniowych i naprawczych dla danego typu lub typów pojazdów kolejowych oraz modernizacji taboru kolejowego, jak np. kanał rewizyjny czy hale naprawcze.

Kolejowe stacje paliw służą do tankowania lokomotyw. Udostępnianymi instalacjami pomocniczymi są np. instalacje sprężonego powietrza, przepływowe zbiorniki do gromadzenia odpadów czy stanowiska do wodowania pojazdów.

Zarządca infrastruktury kolejowej może podjąć decyzję o braku stosowania przepisów w obszarze udostępniania infrastruktury kolejowej i opłat za korzystanie z infrastruktury kolejowej w momencie, gdy:

- infrastruktura kolejowa stanowi element obiektu infrastruktury usługowej,
- infrastruktura kolejowa została uznana za lokalną infrastrukturę kolejową i nie ma żadnego strategicznego znaczenia dla funkcjonowania rynku kolejowego w decyzji wydanej przez Komisję Europejską,
- sieć kolejowa jest przeznaczona wyłącznie do prowadzenia przewozów wojewódzkich i lokalnych.

1.2. Elementy nawierzchni torowej

Projektowanie, budowa i eksploatacja układu torowego jako kluczowego komponentu infrastruktury kolejowej w kryterium bezpieczeństwa i interoperacyjności kolei porusza kwestie dotyczące:

- opisu, projektowania, budowy i eksploatacji nawierzchni podsypkowej (klasycznej) (tj. podsypki kolejowej w infrastrukturze kolejowej, podtorza kolejowego, szyn kolejowych, przytwierdzenia szyn kolejowych do podkładów kolejowych, podkładów kolejowych, łączenia szyn kolejowych),
- opisu, mechanizmów i zasad budowy toru bezстыkowego, nawierzchni kolejowej na przejazdach kolejowo-drogowych,
- nawierzchni bezpodsypkowej,
- nawierzchni na budowalch inżynierskich w infrastrukturze kolejowej.

Przez **nawierzchnię kolejową (torową)** rozumie się konstrukcję przystosowaną do przenoszenia na grunt obciążeń stałych i ruchomych związanych z ruchem pojazdów kolejowych, składającą się z toru lub rozjazdu, po którym poruszają się pojazdy kolejowe, elementów podporowych, elementów przytwierdzających i łączących oraz podsypki. Wśród elementów nawierzchni zostały wskazane rodzaje szyn kolejowych, przytwierdzeń szyn do podkładów, podkładów kolejowych, łączenia szyn, podsypki oraz podtorza. **Podkłady** zapewniają utrzymanie odpowiedniej szerokości toru, czyli utrzymują przymocowane do nich za pomocą przytwierdzeń szyny w odpowiedniej odległości. **Nawierzchnia bezpodsypkowa** jest nawierzchnią, w której stabilizacja układu geometrycznego toru oraz przenoszenie obciążeń stałych oraz ruchomych

wywołanych ruchem pojazdów, na podtorze lub obiekty inżynieryjne odbywa się bez udziału podsypki.

1.2.1. Opis oraz zasady budowy nawierzchni podsypkowej (klasycznej) mającej zastosowanie w infrastrukturze kolejowej

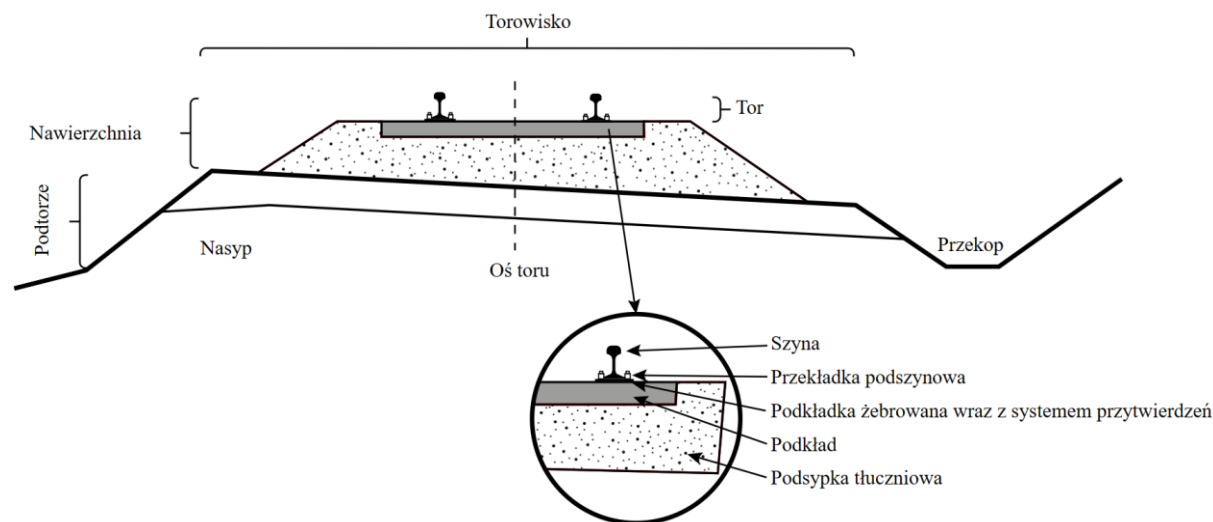
Pojazdy szynowe poruszają się po drodze zwanej nawierzchnią kolejową (torową). Na jej budowę składają się:

- tor kolejowy (szyny)/ rozjazd, po którym poruszają się pojazdy szynowe,
- elementy podporowe jakimi są podkłady lub podrozdżadnice,
- elementy przytwierdzające i łączące (m.in. złączki, systemy przytwierdzeń szyn do podkładów),
- podsypka.

Podstawową rolą nawierzchni kolejowej jest przeniesienie obciążenia eksploatacyjnego na podtorze.

Na rysunku przedstawiono przekrój poprzeczny nawierzchni kolejowej na podsypce z przedstawieniem wyżej wymienionych elementów.

Rysunek 6. Przekrój poprzeczny nawierzchni kolejowej na podsypce



Występują następujące rodzaje nawierzchni kolejowej, które zostały wyodrębnione ze względu na rodzaj tej konstrukcji:

- nawierzchnie podsypkowe (najczęściej stosowane),
- bezpodsypkowe (stosowane głównie w tunelach, na mostach, wiaduktach).

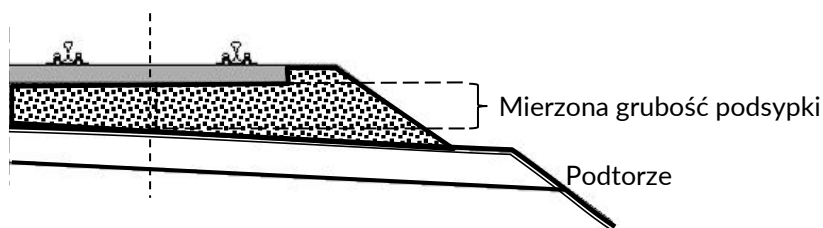
1.2.1.1. Opis oraz zasady stosowania podsypki kolejowej

Podsypką nazywamy warstwę sypkiego gruboziarnistego kruszywa kamiennego o średnicy ziaren w przedziale [31,5 mm; 63,0 mm] i ostrych krawędziach. Jest istotna w budowie nawierzchni kolejowej, ponieważ spełnia kilka następujących funkcji. Przede wszystkim zapewnia odpowiednią stateczność toru w planie, co przeciwdziała przesunięciom podłużnym i poprzecznym podkładów. Podsypka przejmuje naciski przekazywane przez podkłady i przenosi je równomiernie na torowisko. Dzięki temu zapewnia odpowiednią sprężystość toru i zapobiega jego odkształceniom pionowym czy nawet odkształceniom torowiska. Co istotne, przepuszcza wodę opadową i sprawia, że możliwe jest utrzymanie podkładów i torowiska w możliwie jak najsuchszym stanie.

Niezbędne zatem jest wykorzystywanie jako podsypki materiałów o odporności na ściskanie odpowiedniej do przenoszonych obciążeń, o odpowiednim uziarnieniu (tak, aby zawierały niewielką ilość ziaren płaskich, drobnych i o igiełkowatym kształcie). Podsypka jest wykonywana z tłucznia o uziarnieniu 31,5/50 mm lub 31,5/63 mm. Układanie podsypki na stabilnym, prawidłowo odwodnionym podtorzu, ukształtowanie właściwego profilu i rozmiarów przyzmy podsypki, a także jej dobre zagęszczenie i utrzymanie są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania podsypki. Najważniejszą cechą podsypki jest zdolność do rozłożenia obciążeń przekazywanych przez podkłady na znacznie większą powierzchnię. Należy zatem stosować materiały odporne na wpływy atmosferyczne (przede wszystkim na mróz) oraz materiały o odpowiednio małej rozkruszalności, które są odporne na uderzenia w momencie podbijania podkładów kolejowych.

W momencie obliczania potrzebnej grubości warstwy podsypki – poza rozstawem podkładów i kątem tarcia wewnętrznego materiału podsypki – należy uwzględnić, że nacisk kół nie rozkłada się jednakowo na wszystkie podkłady leżące pod szyną. Oznacza to, iż szyny, podkłady i podsypka nie są idealnie nieruchome w momencie wystąpienia naprężeń. Przyjmuje się, że grubość warstwy podsypki, która gwarantuje równomierny rozkład obciążeń na powierzchni torowiska oraz zapewnia ich wartość bezpieczną dla stabilności podłoża wynosi 0,20–0,35 m. Zakładana grubość podsypki jest mierzona w najwęższym miejscu pomiędzy podkładem, a podtorzem, biorąc pod uwagę kształt przekroju poprzecznego podtorza. Obrazuje to rysunek.

Rysunek 7. Przekrój poprzeczny nawierzchni kolejowej dla mierzonej grubości podsypki pod tokami szynowymi



Pomiary w torze zlokalizowanym na łuku z przechytką przeprowadza się pod tokami szynowymi położonymi bliżej środka łuku. W przypadku dwutorowej linii położonej na prostej pomiar jest wykonywany pod wewnętrznymi (położonymi bliżej osi torowiska) tokami szynowymi. Grubość warstwy podsypki pod podkładami betonowymi powinna być większa o 0,05 m niż pod podkładami drewnianymi przy założeniu tych samych warunków eksploatacyjnych. Jednak przy torach najniższej klasy technicznej, gdzie prędkość ruchu wynosi 30–40 km/h, a podkłady ułożone są co 0,60 m, zakłada się, że wystarczy warstwa podsypki o grubości 0,20 m. Zestawienie tych danych przedstawiono w tabeli.

Tabela 8. Podstawowe wymagania dla podsypki w zależności od rodzaju podkładów oraz kategorii linii kolejowych

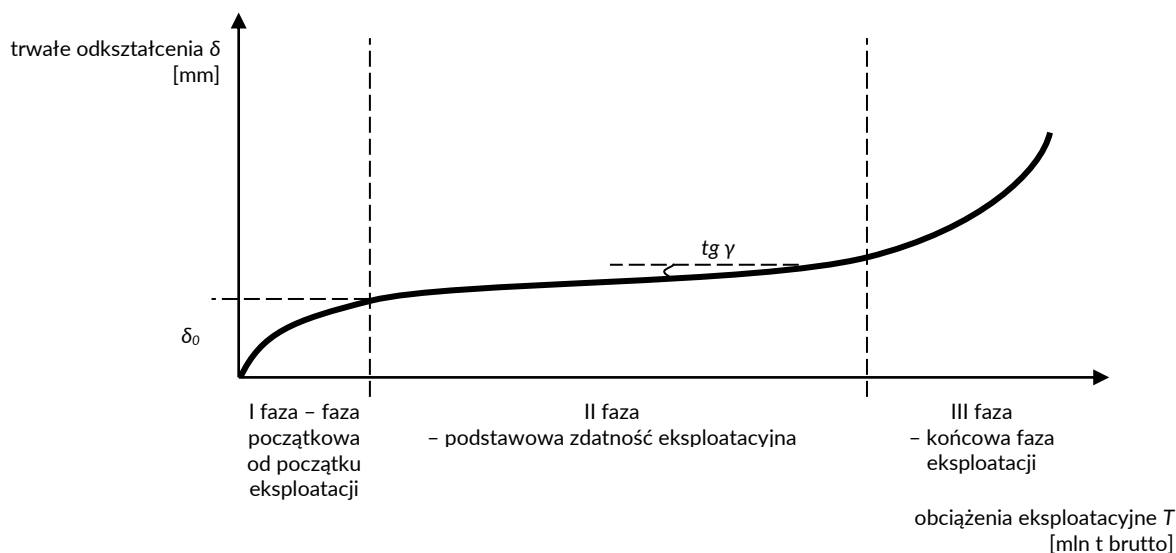
Kategoria linii kolejowych	Rodzaj podkładów					
	Drewniane			Betonowe		
	Uziarnienie tłucznia	Wytrzymałość skały [MPa]	Grubość warstwy tłucznia [cm]	Uziarnienie tłucznia	Wytrzymałość skały [Mpa]	Grubość warstwy tłucznia [cm]
Magistralna (0)	30/60	120	30	30/60	140	35
Pierwszorzędna (1)	30/60	100	30	30/60	120	35
Drugorzędna (2)	30/60	80	25/30	20/60	100	25/30
Znaczenia miejscowego (3)	20/60	-	20	20/60	-	20/30

Występujące obciążenie w podsypce, przekazywane przez podkłady, wywołuje naprężenie nieprzekraczające wartości 0,5 MPa. Podsypka jest wykonywana z tłucznia, który powstaje w wyniku kruszenia twardych skał o wytrzymałości na ściskanie 100-140 MPa. Zalicza się do nich skały bazaltowe, granitowe, sjenit oraz dolomit. Przy małym obciążeniu występującym w torach, stosuje się żwir, żużel, kliniec. Każdy z rodzajów podkładów w połączeniu z kategorią linii kolejowych generuje inne

podstawowe wymagania stawiane podsypce. Ich charakterystykę przedstawia tabela. Uwzględnia ona podkłady betonowe i drewniane, gdyż są one najczęściej stosowane. Poniżej na rysunku przedstawiono podstawowe wymagania dla podsypki w zależności od rodzaju podkładów oraz kategorii linii kolejowych.

Jak każdy materiał, również podsypka, ulega odkształceniom. Trwale odkształcenia podsypki stanowią główne źródło powstawania nierówności toru kolejowego. Wykres przedstawia kumulacyjną krzywą wskazującą relację trwałych odkształceń podsypki wobec obciążenia eksploatacyjnego.

Rysunek 8. Kumulacyjna krzywa przedstawiająca relację trwałych odkształceń podsypki wobec obciążenia eksploatacyjnego



Przydatność eksploatacyjną podsypki można podzielić na trzy fazy. Faza I występuje od początku eksploatacji, po podbiciu podkładów. Wymagana jest wtedy dodatkowa stabilizacja pod przejeżdżającymi pociągami, aż do osiągnięcia przeniesionego obciążenia na poziomie 20-100 tys. ton brutto. Do tego czasu występuje ograniczenie prędkości pociągów. Jednak w przypadku zastosowania stabilizatora zagęszczającego powierzchniowo pryzmę podsypki, zostaje usunięta potrzeba początkowej stabilizacji podsypki. W fazie II podczas podstawowej eksploatacji występuje stała intensywność narastania trwałych odkształceń, które wyrażone jest jako $\text{tg } \gamma \cong \text{const}$. Podczas eksploatacji podsypki zostaje ona zanieczyszczana, a jej nośność ulega zmniejszeniu. Zmniejsza się także jej

przepuszczalność wody. Kumulowanie odkształceń trwałych w fazie III intensywnie rośnie i wzrasta nieliniowo $\text{tg } \gamma \gg 0$. Należy wtedy oczyścić podsypkę.

1.2.1.2. Opis oraz zasady stosowania podtorza kolejowego w infrastrukturze kolejowej

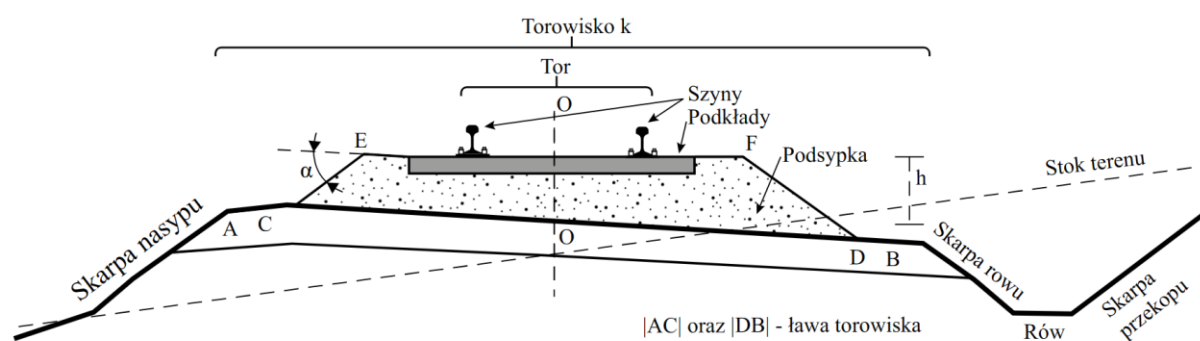
Oprócz podsypki kolejowej, podstawowym elementem infrastruktury kolejowej jest podtorze kolejowe. Stanowi ono fundament pod dobre i trwałe ułożenie nawierzchni kolejowej zapewniające jej stabilność oraz właściwe parametry techniczno-eksploatacyjne wynikające z zastosowanego typu nawierzchni oraz rodzaju i kategorii linii kolejowej. Ma za zadanie przejście statycznych i dynamicznych obciążeń nawierzchni kolejowej.

Budowa podtorza kolejowego

Podtorze kolejowe jest budowlą gruntową wykonaną jako nasyp lub przekop razem z urządzeniami ją zabezpieczającymi, ochraniającymi i odwadniającymi. Podlega oddziaływaniom eksploatacyjnym, wpływom klimatycznym oraz wpływom podłoża gruntowego zalegającego bezpośrednio pod podtorzem i w jego najbliższym otoczeniu. Przekrojem poprzecznym trasy w danym punkcie nazywa się rzut jej torowiska ziemnego na płaszczyznę pionową, prostopadłą do osi podłużnej trasy w planie. Na odcinkach krzywoliniowych trasy ta płaszczyzna rzutu jest skierowana wzdłuż promienia krzywizny trasy w danym punkcie. Górna część podtorza, która ma bezpośredni kontakt z nawierzchnią kolejową, nazywana jest torowiskiem. Boczne pochyłe powierzchnie nasypów lub przekopów nazywamy skarpami.

Na rysunku zaprezentowano przekrój poprzeczny podtorza kolejowego w nasypie.

Rysunek 9. Przekrój poprzeczny podtorza z elementami nawierzchni kolejowej w nasypie



Budowle podtorza w robotach ziemnych dzieli się na nasypy i przekopy.

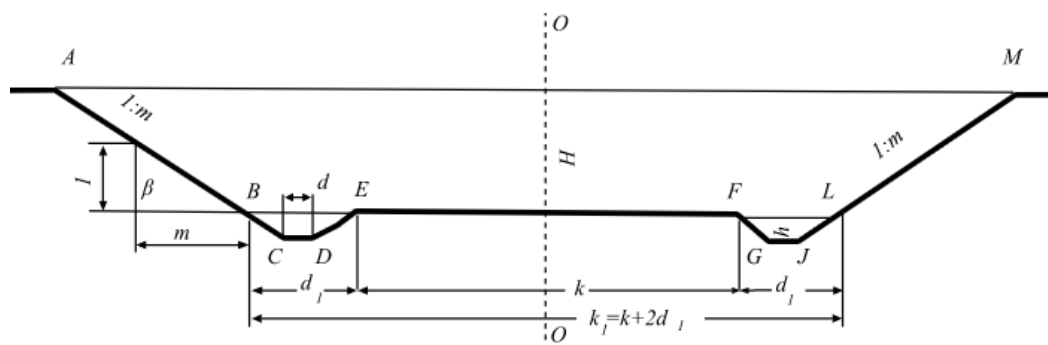
W nasypie rozróżnia się:

- oś – linia O-O,
- łąwa torowiska – odległość między AC oraz DB,
- koronę nasypu (torowisko) – powierzchnia górna – linia EF,
- podstawę nasypu – powierzchnia dolna – linia CD,
- skarpy nasypu – powierzchnie boczne – linie CE i DF,
- linie przecięcia się powierzchni skarp nasypu z powierzchnią korony – krawędzie korony (punkty E i F),
- linie przecięcia się skarp nasypu z powierzchnią terenu – krawędzie podstawy nasypu (punkty C i D).

Charakterystycznymi wielkościami przekroju torowiska ziemnego w nasypie są:

- wysokość h nasypu (różnica rzędnych punktów osiowych torowiska i podstawy nasypu),
- szerokość k korony nasypu (torowiska),
- wartość tangensa kąta pochylenia α skarp nasypu w stosunku do poziomu, którą określono jako stosunek wysokości skarpy do jej łąwy torowiska.

Rysunek 10. Przekrój poprzeczny podtorza kolejowego w przekopie



Na przekrój poprzeczny torowiska ziemnego w przekopie składają się:

- oś pionowa wykopu – linia O-O,
- powierzchnie korony wykopu (torowiska) – linia EF (korona wykopu jest zwykle ograniczona obustronnie rowami bocznymi – trapezy BCDE i FGJL),
- powierzchnie boczne wykopu – linie AC oraz JM to skarpy zewnętrzne przekopu, przy czym odcinki BC oraz JL tych skarp to skarpy zewnętrzne rowów bocznych,

- powierzchnie boczne (linie DE i FG) – skarpy wewnętrzne rowów bocznych,
- powierzchnia dolna rowów bocznych (linie CD i GJ) – dno rowu,
- krawędź korony wykopu (punkty E i F) – linie przecięcia na powierzchni skarp wewnętrznych rowów bocznych z powierzchnią korony,
- krawędzie górne wykopu (punkty A i M) – linie przecięcia się powierzchni skarp zewnętrznych wykopu z powierzchnią terenu,
- krawędzie dna rowu (punkty C i D oraz G i J) – linie przecięcia się powierzchni skarp rowu z powierzchnią jego dna,
- głębokość h – różnica rzędnych punktów osiowych powierzchni terenu i korony wykopu,
- szerokość k torowiska,
- wartość tangensa kąta pochylenia skarp zewnętrznych oraz skarp rowów bocznych,
- wymiary rowów bocznych, czyli szerokość dna d , głębokość h liczona od krawędzi korony wykopu oraz wartości tangensów kątów pochylenia skarp zewnętrznych i wewnętrznych.

Wymiary przekroju poprzecznego podtorza zależą od kategorii linii kolejowych, wymiarów podkładów, grubości warstwy podsypki torów oraz kształtu linii kolejowej w planie. Torowisko w przekroju poprzecznym ma zazwyczaj 4% pochylenia, aby następowało szybkie odprowadzenie wody powierzchniowej i ograniczało w ten sposób jej przenikanie w podtorze.

Wymiary geometryczne podtorza należy dostosować do wymagań eksploatacyjnych przy założeniu warunków obowiązującej skrajni budowli. Jednak mając na względzie przewidywany zasięg maszyn do napraw podtorza, nie należy lokalizować żadnych urządzeń podziemnych w strefie:

- co najmniej 2,20 m w obie strony od osi toru,
- do głębokości co najmniej 1,50 m od główki szyny w głąb podtorza.

Wyróżnia się dwa rodzaje przekrojów poprzecznych trasy:

- przekroje normalne – typowe przekroje poprzeczne torowiska ziemnego, stosowane na całej długości trasy lub na poszczególnych jej odcinkach; przedstawiają zasadnicze kształty oraz wymiary torowiska ziemnego; rysowane zwykle w skali 1:50 lub 1:100 z zaznaczeniem, na których odcinkach trasy dany typ przekroju ma być zastosowany, oraz określeniem zasadniczych wymiarów

Podtorze kolejowe podczas eksploatacji powinno zapewniać:

- wytrzymałość wymaganą dla danej kategorii linii,
- wymiary torowiska odpowiadające danej kategorii linii i niezmienny kształt bez względu na działanie klimatu i oddziaływania eksploatacyjne,
- minimalne odkształcenia trwałe i sprężyste powstające w wyniku oddziaływań dynamicznych,
- możliwość łatwego prowadzenia robót podtorzowych i innych prac wykonywanych w obrębie podtorza (robót nawierzchniowych, trakcyjnych, teletechnicznych itp.),
- zminimalizowane koszty budowy i eksploatacji,
- minimalne zakłócenia w krajobrazie i środowisku.

Nośność podtorza zależy od jego składu granulometrycznego, stopnia zagęszczenia i wilgotności. Im większy procentowy udział frakcji o większych średnicach ziaren, tym większa jest wytrzymałość podtorza. Wobec czego, górna warstwa podtorza powinna być wykonana z gruntów piaszczystych, a także dobrze zagęszczona i odwodniona. Charakterystykę granulometryczną gruntu przedstawiono w tabeli.

Tabela 9. Charakterystyka granulometryczna gruntu w podtorzu

Lp.	Nazwa frakcji	Zakres średnic ziaren [mm]	Rodzaj gruntu	Uwagi
1.	Kamienista	(40; ∞)	Niespoiste	Grunty o dużej nośności; dobrze zagęszczone i odwodnione nie wykazują odkształceń trwałych
2.	Żwir	(2; 40]		
3.	Piasek	(0,05; 2]		
4.	Pył	(0,002; 0,05]		
5.	Łł	[0,002; ∞)	Spoiste	Grunty składające się z produktów wietrzeni chemicznego glinokrzemianowych skał magmowych – nieprzepuszczalne dla wody

Jednak w rzeczywistości grunty złożone są z różnorodnego uziarnienia tworząc gliny:

- o dużej zawartości piasku – gliny piaszczyste,
- o większej zawartości ziaren pylastych – gliny pylaste.

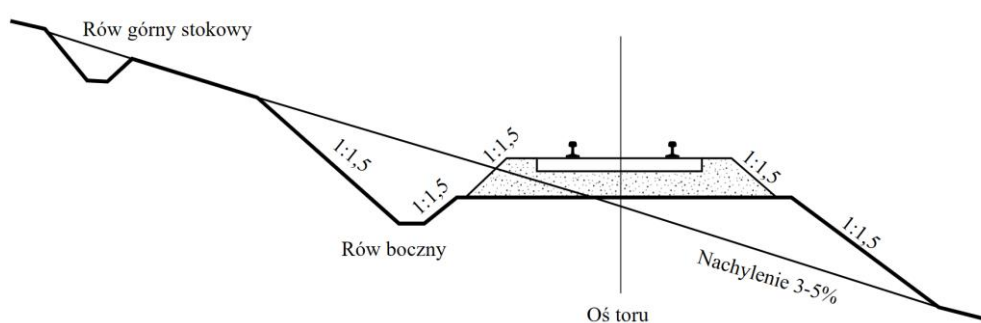
Możliwości stosowania poszczególnych materiałów do budowy podtorza przedstawiono w tabeli.

Tabela 10. Możliwości stosowania poszczególnych materiałów do budowy podtorza

Nasyp/ Przekop	Umiejscowienie	Głębokość [m] poniżej torowiska	Rodzaj materiału
Nasyp	dolne warstwy nasypów	poniżej 1,2 m	a) rozdrobnione skały i materiały gruboziarniste twarde i średnio twarde, b) żwiry i pospółki, również gliniaste, c) piaski grubo-, średnio- i drobnoziarniste naturalne i łamane, d) piaski gliniaste, gliny piaszczyste morenowe, e) żużle wielkopieczowe i inne metalurgiczne ze starych hałd, f) odsiewki kamienne.
	górne warstwy nasypów	do głębokości 1,2 m	a) żwiry i pospółki (również lekko gliniaste), b) piaski grubo-, średnio- i drobnoziarniste, c) odsiewki kamienne (czyste).
Przekop	grunty zalegające	do głębokości 1,2 m	a) żwiry i pospółki (również gliniaste), b) piaski grubo-, średnio-, i drobnoziarniste.

Budując nasypy zwraca się uwagę na stabilne i trwałe położenie nasypu na powierzchni terenu. Powierzchnia ta powinna być pozioma lub tylko nieznacznie pochylona. W przypadku większego pochylenia nasyp zabezpiecza się przed zsunięciem się po terenie. Przy pochyleniach terenu większym od 1:5, nasypy zabezpieczane są poprzez wycinanie w gruncie pod nasypem stopni o szerokości 1–2 m z pochyleniem 1:10 w kierunku pochyłości terenu. Zabezpieczenie nasypu na terenie o dużym pochyleniu przedstawiono na rysunku.

Rysunek 13. Zabezpieczenie nasypu na terenie o dużym pochyleniu



Skarpy podtorza muszą mieć pochylenie zapewniające stateczność. W przypadku skarpy o wysokościach większych od poniżej wskazanych należy poddać je szczególnej analizie, tj. większych niż:

- 12 m w gruntach kamienistych, żwirowych, pospółkach,
- 8 m w gruntach piaszczystych i piaszczysto-gliniastych,

- 6 m w gruntach gliniastych i ilastych oraz na obszarach objętych eksploatacją górnictwą i na terenie osuwiskowym.

Typowe pochylenia dla skarp posiadających mniejsze wysokości wynoszą:

1. W nasypie:

- piaski gliniaste drobne i pylaste, grunty kamienne, żwiry, piaski grube i średnie, pospółki – 1:1,5 (1:1,75 – w rejonach zbyt wilgoconych),
- piaski bardzo drobne równoziarniste (w tym również piaski wydymowe) – 1:2,
- odłamki skalne odporne na wietrzenie – 1:1,3.

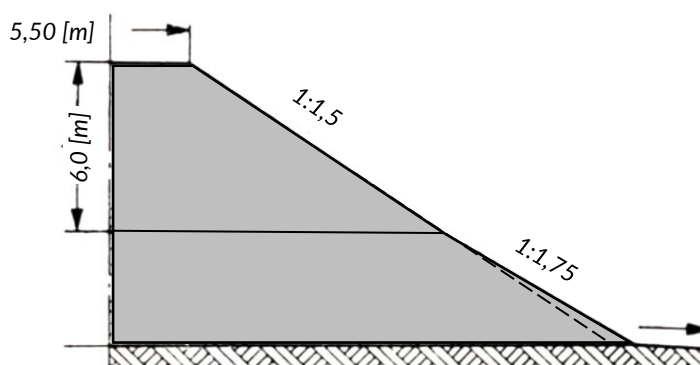
2. W przekopie:

- grunty piaszczyste i piaszczysto-gliniaste kamieniste, żwirowe, pospółki – 1:1,5,
- skały odporne na wietrzenie (lite i mało spękane) – 1:0,2.

Nasypy wysokie budowane są z wykorzystaniem dwóch metod ich zabezpieczenia:

- przez zmianę pochylenia skarp – pochylenie dolnej części skarpy jest łagodniejsze o 0,25 (jak wskazuje rysunek),

Rysunek 14. Budowa nasypu wysokiego metodą zmiany pochylenia skarp

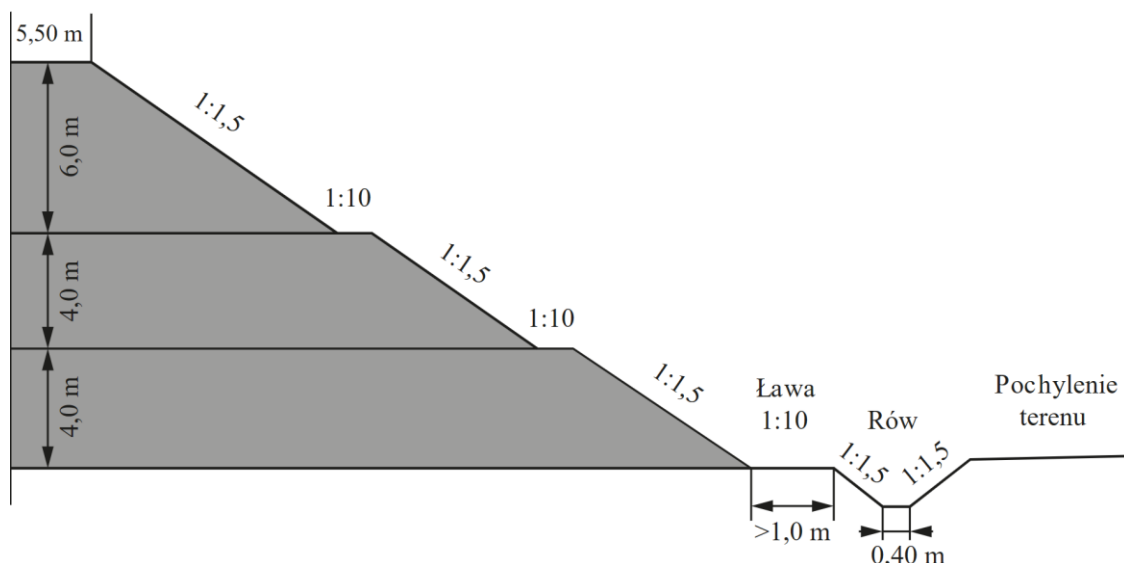


- przez zastosowanie ławy – wykonywane są stopnie o szerokości co najmniej 1 m i pochyleniu 1:10 (jak wskazuje rysunek poniżej).

Szerokość torowiska związana jest z:

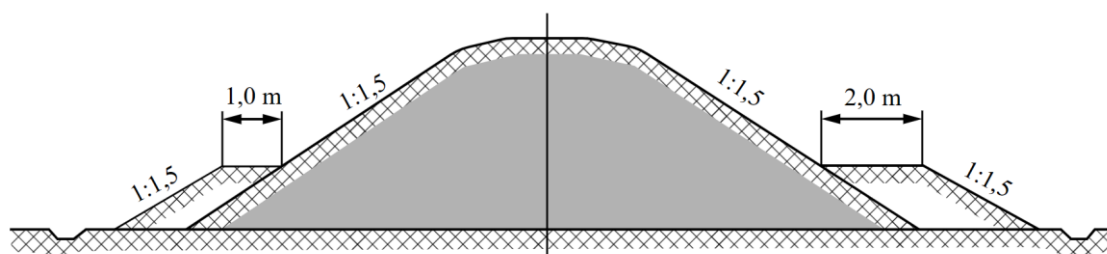
- na prostej – kategorią linii, rodzajem nawierzchni, skrajnią oraz wymaganą szerokością ławy torowiska,
- na łuku – dodatkowo wielkością przechyłki oraz poszerzeniem skrajni zależnym od promienia łuku poziomego i przechyłki, w tym również od zróżnicowania przechyłek w łukach zewnętrznych i wewnętrznych.

Rysunek 15. Budowa nasypu wysokiego metodą zastosowanie ławy



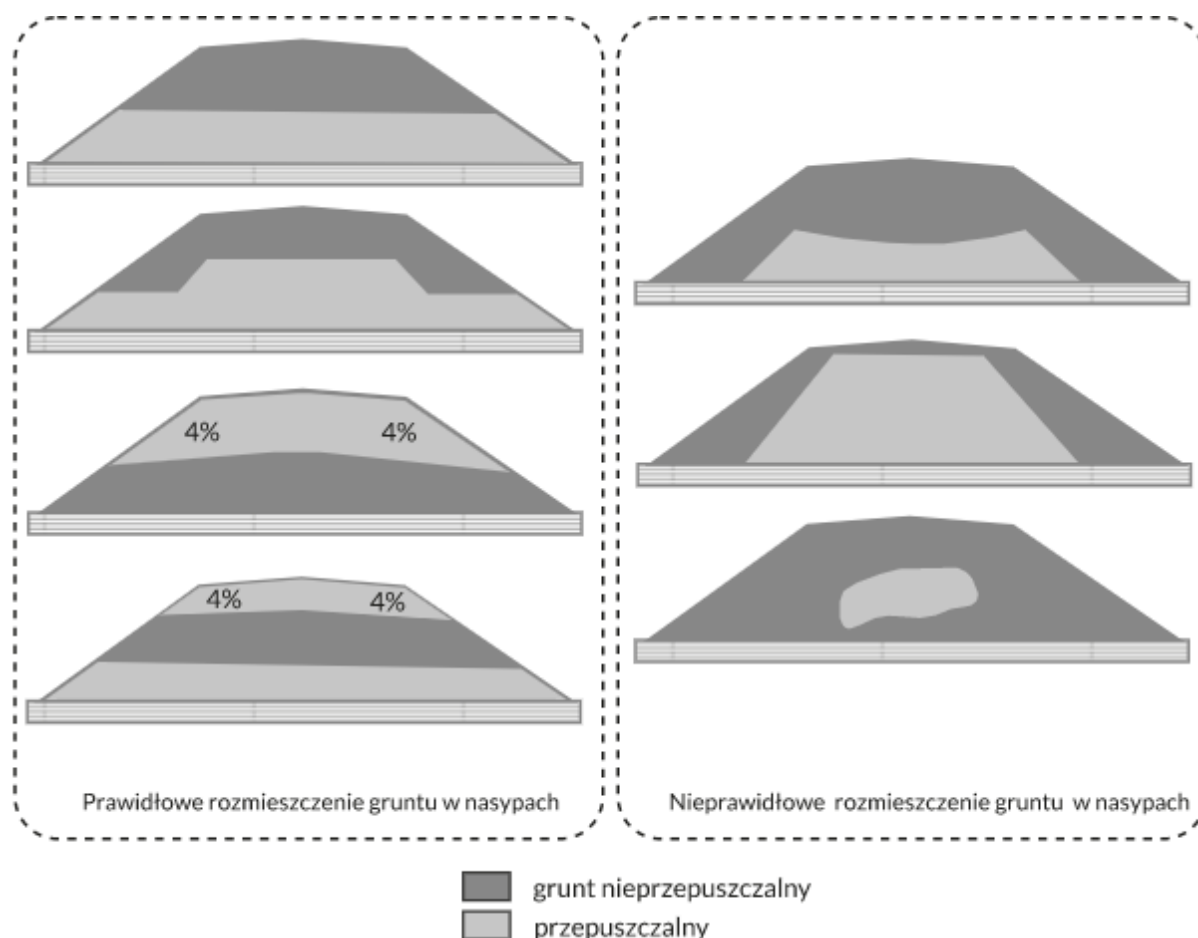
Jeżeli wystąpił nadmiar gruntu wydobytego z przekopów i nadaje się on do budowy nasypu, wtedy stosuje się boczne ławy, czyli przypory boczne u podstawy nasypu. Szerokość przypory wynosi 1–5 m. Przykład nasypu z przyporami bocznymi przedstawia rysunek.

Rysunek 16. Budowa przykład nasypu z przyporami bocznymi



Nasypy budowane są zwykle warstwowo. Grubość warstw zależy od rodzaju gruntu i metody jego zagęszczania, a grunty stosowane do ich budowy, w zależności od stopnia przepuszczalności wody, muszą być odpowiednio rozmieszczone w nasypie. Poniżej przedstawiono przykładowe prawidłowe oraz nieprawidłowe rozmieszczenia gruntów przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych.

Rysunek 17. Przykładowe prawidłowe oraz nieprawidłowe rozmieszczenia gruntów przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych w budowie nasypów



Występujące sposoby wzmocnienia podtorza i podłoża przedstawiono w tabeli.

Tabela 11. Sposoby wzmocnienia podtorza i podłoża

Sposoby wzmocnienia podtorza i podłoża	
Sposób	Opis
zabudowa warstwy ochronnej/geosyntetyków w podtorzu	polega na ułożeniu geowłókniny separacyjnej lub separacyjno-drenującej, a w przypadku słabych gruntów w podłożu czy naprawy wad zamiast grubej warstwy ochronnej (powyżej 0,45 m) można stosować geosiatkę; geosiatki zbudowane są z włókien poliestrowych pokrytych polietylenową powłoką, stosowane do zbrojenia jednokierunkowego lub dwukierunkowego,
darniowanie	<p>polega na pokryciu darnią powierzchni tak, aby darnina w sposób trwały związała się z podłożem systemem korzeniowym; Rozróżnia się trzy rodzaje darniowania:</p> <ul style="list-style-type: none"> - darniowanie w kratę (krzyżowe) - stosowane na skarpach (o wysokości ponad 3,5 m) większych przekopów i nasypów; wykonywane pasami nachylonymi do podstawy skarpy pod kątem 45°, krzyżującymi się tak, aby wytworzyły nie pokryte darnią kraty; okienka nie pokryte darnią wypełnia się ziemią urodzajną do górnej powierzchni darniny i obsiewa się odpowiednią mieszanką traw,

Sposoby wzmacniania podtorza i podłoża	
Sposób	Opis
	<ul style="list-style-type: none"> - darniowanie kożuchowe darniną trawiastą - stosowane przy zabezpieczaniu skarp, które w okresie wegetacyjnym nie są zatapiane lub są zatapiane na krótki okres (nie przekraczający 7 dni), wykonywane poziomymi pasami, - darniowanie na mur - stosowane na skarpach rowów w miejscach występowania osuwisk, wyrw, przewarstwień nawodnionych piasków i wysięków wód gruntowych oraz na skarpach niewielkich budowli ziemnych, kolejne warstwy darniny są nakładane na siebie. Styki płatów powinny się mijać,
hydroobsiew	proces obejmujący nanoszenie hydromechaniczne mieszanek siewnych, środków użyźniających i emulsji przeciwoerozyjnych w celu zabezpieczenia przeciwoerozyjnego, a następnie umocnienia biologicznego powierzchni gruntu, rekultywacji gruntów, stromych skarp, najszybszy z możliwych sposobów zazieleniania dużych powierzchni, nasiona traw lub kwiatów, nawozy, nanoszone są na glebę za pomocą hydropompy zakończonej dyszą, na małych powierzchniach służy do tworzenia trawników lub ich regeneracji,
wymiana gruntu	zastąpienie istniejącego gruntu nienośnego na grunt, którego parametry spełniają wymagania odnoszące się do obciążenia, które będzie na niego oddziaływać. Do gruntów słabonośnych zalicza się głównie grunty organiczne, grunty spoiste gliniaste,
stabilizacja cementem, wapnem gaszonym, popiołami	do stabilizacji cementem nadają się w zasadzie wszystkie grunty; wapno palone, hydratyzowane, hydrauliczne lub pokarbidowe jest przydatne do stabilizacji gruntów bardzo spoistych (w tym żwirów i pospótek gliniastych oraz piasków gliniastych),
Iniekcje cementowe	polegają na wprowadzeniu do projektowanej głębokości za pomocą techniki wiertniczej lub wibracyjnej rury wiertnicy zakończonej ostrzem, po czym formuje się podstawę kolumny iniekccyjnej przez wprowadzenie w podłoże założonej ilości stabilnego wypełniacza pod ciśnieniem zależnym od zagłębienia rury i rodzaju gruntów, a następnie wprowadza się pod ciśnieniem zaprawę iniekcyjną,
gwoździowanie skarpy	elementy wykorzystywane do zbrojenia i wzmacniania gruntu w celu poprawy jego stateczności oraz wytrzymałości na rozciąganie i ścinanie w procesie gwoździowania. Gwoździowanie jest metodą wgłębego zbrojenia gruntu. Polega na wytworzeniu w obrębie górotworu (skarpy wykopu, nasypu, zbocza) geokompozytu o znacznie wyższych – w stosunku do pierwotnych – parametrach wytrzymałościowych wzmacnianego ośrodka,
kotwy gruntowe z pokryciem powierzchni	kotwy są elementami przenoszącymi siły rozciągające na nośną warstwę gruntu; znajdują zastosowanie przy wykonywaniu głębokich wykopów czy stabilizacji skarp i zboczy; wiercone są z zastosowaniem medium umożliwiającego odprowadzenie poza otwór wiertniczy powstałego podczas procesu wiercenia urobku,
kolumny żwirowe, piaskowe, gruntowo-betonowe	wzmocnienie korony korpusu nasypu (trzonu) następuje z wykorzystaniem kolumn KSS (kolumny żwirowe), FSS (kolumny betonowe) lub KSS/FSS (kolumny żwirowo-betonowe) w siatce 1,5 x 1,4 do 2,0 x 1,5 m o średnicy nominalnej wynoszącej 60 cm i długości całkowitej od 6 do 7 m,
wibroflotacja (wibrozagęszczanie)	metoda wzmacniania gruntu niespoistego polegająca na wywołaniu zmiany układu ziaren pod wpływem drgań cyklicznych powodujących upłynnienie gruntu ziarnistego, czego efektem jest uzyskanie gęstszego ułożenia ziaren gruntowych i zmniejszenia objętości porów i wzmocnienie gruntu,
wibrowymiana	służy do budowy kolumn żwirowych wykonywanych za pomocą wibratora wgłębego zamontowanego na jednostce sprzętowej, np. koparki (do maksymalnej długości kolumn 7 m), palownicy (maksymalne długości kolumn równe 20 m) lub dźwigu gąsienicowego (maksymalne wykonane

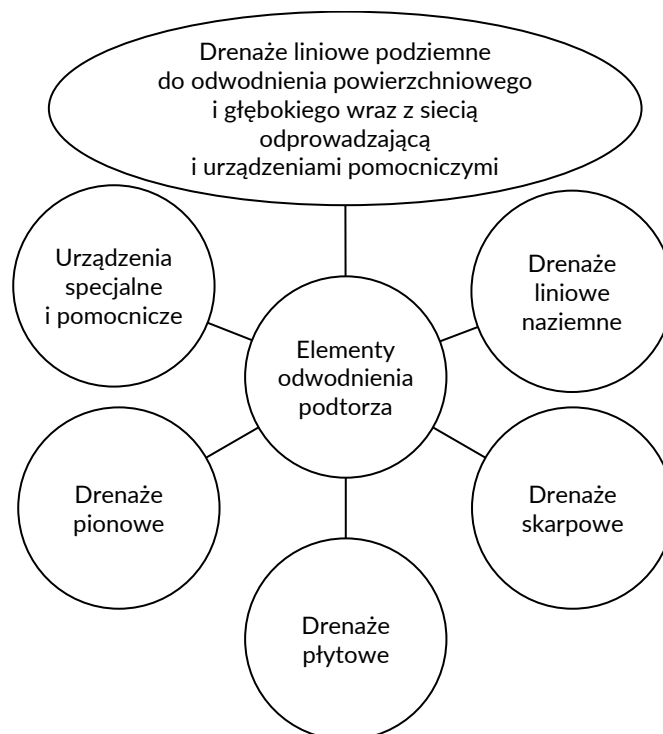
Sposoby wzmocnienia podtorza i podłoża	
Sposób	Opis
	kolumny o długości 40 m). Technologia wibrowymiany składa się z zagłębienia w grunt do głębokości projektowej, zasypu kruszywa, czyli wypełnienia kruszywem powstałej przestrzeni oraz dogęszczanie podanego kruszywa realizowane najczęściej co 0,5 m,
palowanie	służy do wzmocnienia/ zwiększenia stateczności skarp lub nasypów kolejowych lub zabezpieczeń osuwisk w ciągu linii kolejowych, polega na osadzeniu stałych pali w gruncie przy użyciu odpowiednich technologii.

Sposoby odwodnienia podtorza

Odwodnienie budowli w zakresie podtorza obejmuje wbudowanie niezbędnych urządzeń odwadniających oraz właściwe ułożenie przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych gruntów w budowli wraz z nadaniem budowli odpowiedniego kształtu. Grunty i inne materiały wbudowywane w podtorze powinny umożliwiać:

- odprowadzenie wód infiltrujących w podtorze i niedopuszczenie do ponownego ich przenikania,
- odprowadzenie (w razie potrzeby także przepuszczanie) niewielkich ilości wód opadowych spływających po powierzchni terenu lub podtorza,
- niedopuszczenie do podsiąkania wód podziemnych.

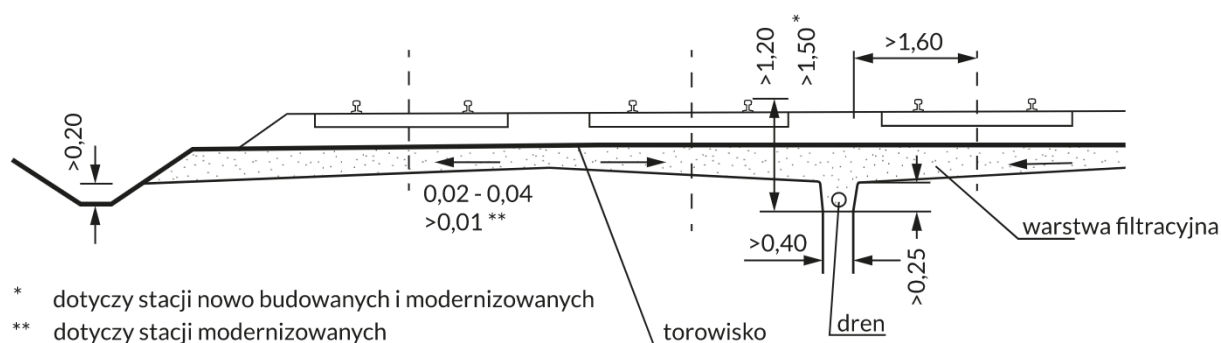
Rysunek 18. Elementy odwodnienia podtorza



Aby zastosować odpowiednie sposoby odwadniania i stosowane w tym celu konstrukcje, prowadzone są badania i analizy terenu, na podstawie których otrzymuje się wyniki biorąc pod uwagę przewidywaną skuteczność odwodnienia, jego koszty, możliwości utrzymaniowe, materiałowe, technologiczne, wpływ na środowisko itp. Na elementy odwodnienia podtorza składają się elementy jak pokazano na rysunku.

Podtorze odwadnia się powierzchniowo, czyli odpowiednio kształtując jego powierzchnię i stosując w miarę potrzeby pokrycia filtracyjne i szczelne, rowy i płytkie drenaże podziemne. Przykładowy schemat takiego odwodnienia przedstawia rysunek. Drenaże podziemne głębokie (niezamarzające zimą) służą do odprowadzania wód gruntowych.

Rysunek 19. Przekrój poprzeczny podtorza wraz z odwodnieniem



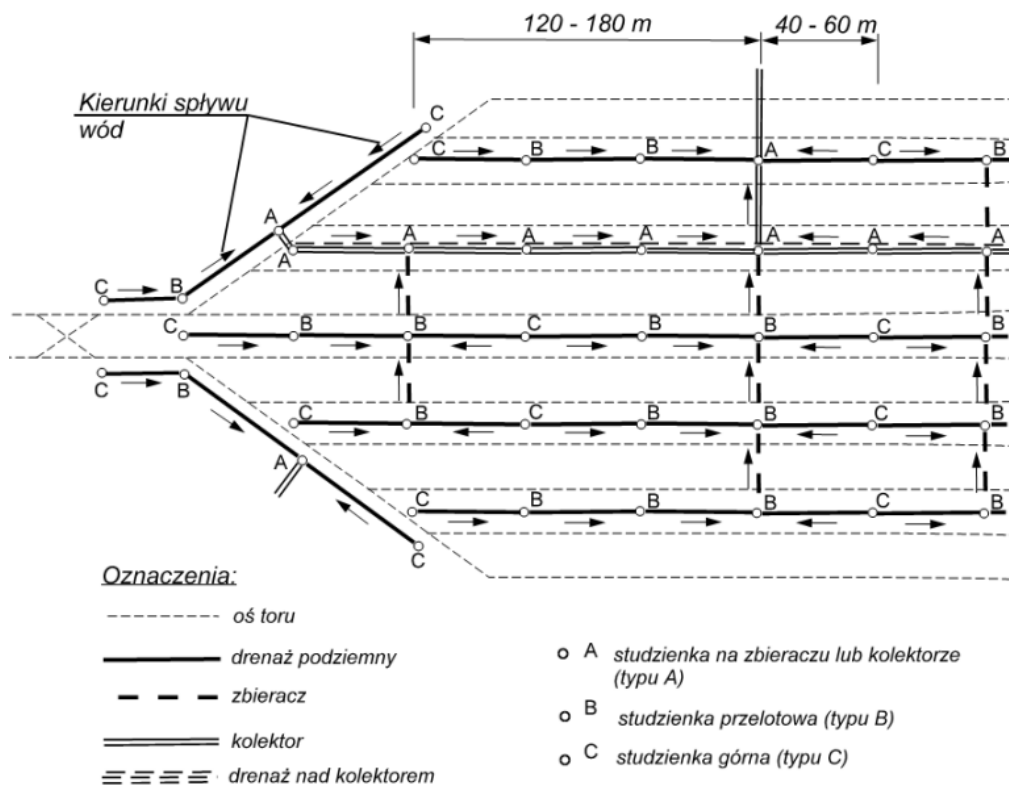
Rowy występujące w podtorzu są stosowane do zbierania i odprowadzania wód powierzchniowych:

- we wszystkich przekopach,
- przy górnych krawędziach przekopów od strony napływających wód,
- przy nasypach od strony dopływających wód,
- przy nasypach o wysokości do 0,6 m,
- w celu niewielkiego obniżenia poziomu wód gruntowych,
- w celu przeprowadzenia wód powierzchniowych przez stację lub odprowadzenia ich poza podtorze.

Przykładowo dla równi stacyjnych spływ wód powierzchniowych jest zapewniony przy użyciu drenażu płytowego, czyli nadaniu powierzchniom gruntu podtorza spadków poprzecznych, ułożeniu warstw filtracyjnych i odprowadzeniu przy użyciu tych warstw wód do drenaży zewnętrznych (np. rowów) i drenaży podziemnych wewnętrznych

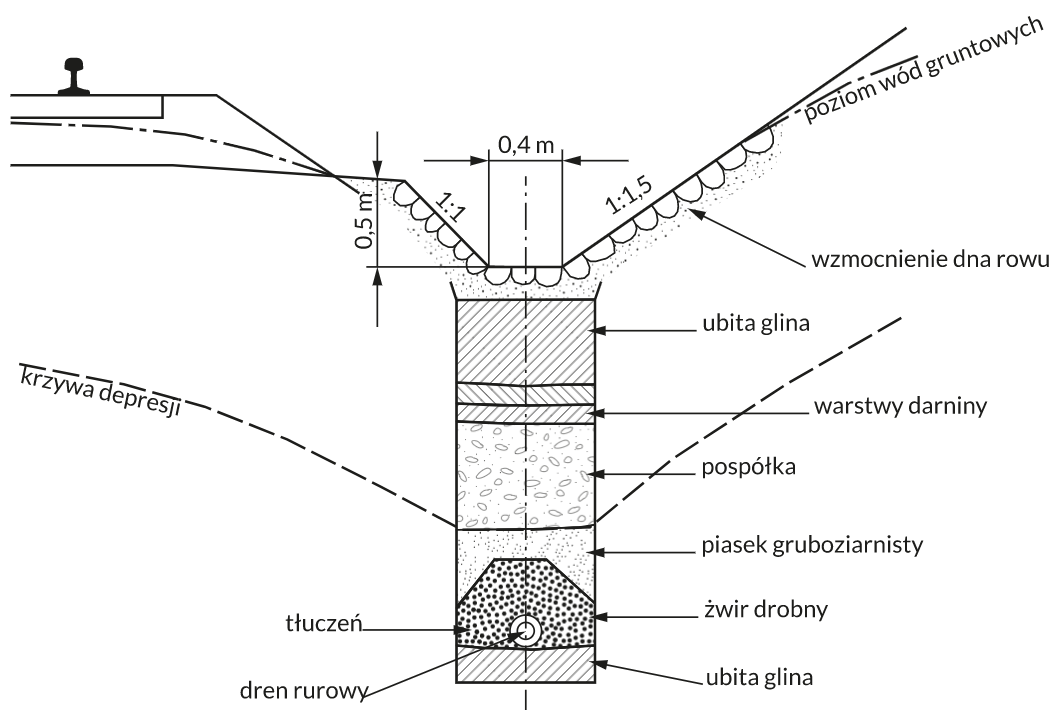
rozmieszczonych na co 2-4 międzytorzu. Drenaż podziemny płytki stosuje się zamiast rowów, gdy ich budowa nie jest wskazana ze względów eksploatacyjnych. Przykład takiego rozmieszczenia przedstawia poniższy rysunek. W uzasadnionych przypadkach można zastosować rowy kryte zamiast płytkiego drenażu podziemnego.

Rysunek 20. Przykładowy plan sieci odwadniającej na stacji



Drenaż podziemny głęboki jest stosowany jedynie wtedy, gdy wody gruntowe niekorzystnie wpływają na podtorze lub wbudowane w nim urządzenia i nie można ich odprowadzić za pomocą urządzeń odwodnienia powierzchniowego. Oznacza to, iż wykorzystywany jest, gdy warstwy wodonośne prowadzą wodę pod nasyp lub warstwy wodonośne są nachylone w stronę przekopu i zalegają nie głębiej niż 2 m od powierzchni terenu. Jeśli głębokość zalegania warstw wodonośnych jest większa, powinien zostać zastosowany drenaż punktowy lub przyporowy. Drenaż podziemny głęboki jest też stosowany przy osuszaniu górnych warstw podtorza w celu zapobiegania wysadzinom (w takim przypadku drenaż umieszcza się pod rowem lub zamiast rowu co przedstawiono na rysunku poniżej), przy osuszaniu terenów osuwiskowych oraz przy osuszaniu podłoży budynków i budowli inżynierskich.

Rysunek 21. Tradycyjny drenaż pionowy pod rowem bocznym

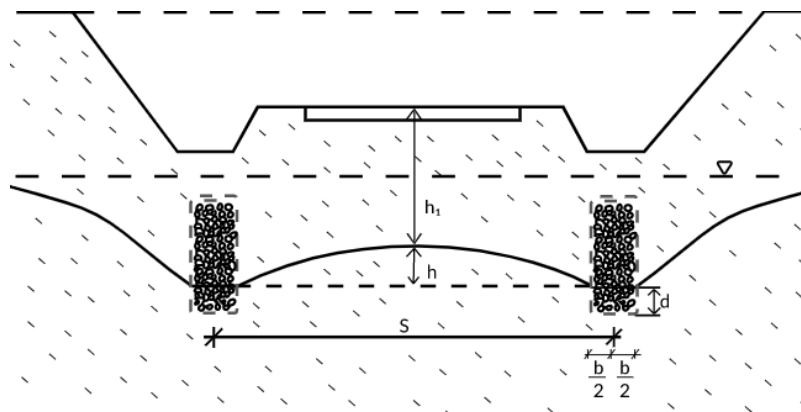


Drenaż pionowy stosowany jest, gdy:

- niezbędne jest znaczne czasowe obniżenie wód gruntowych,
- wskazane jest osuszenie przewilgoconych gruntów zalegających na dużych głębokościach,
- odwadniane grunty mają liczne przewarstwienia lub grunty warstw przypowierzchniowych,
- są mniej przepuszczalne niż warstw dalszych.

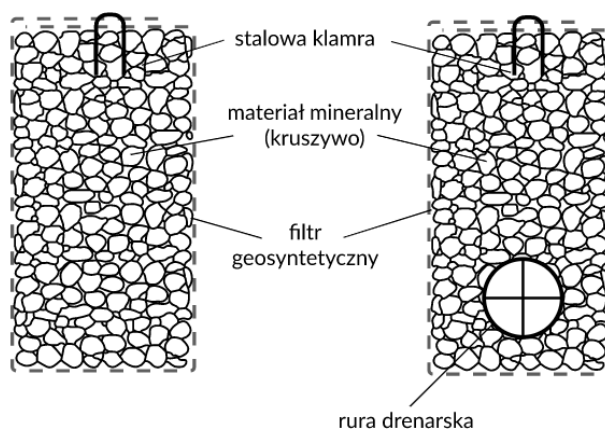
W celu obniżenia wysokiego zwierciadła wody gruntowej i redukcji napływu pionowego w warunkach występowania wód o zwierciadle napiętym stosuje się dreny francuskie. Obniżenie poziomu wód gruntowych można uzyskać pomiędzy dwoma równoległymi drenami posiadającymi rozstaw s . Drenaż francuski (inaczej podłużny lub poziomy), składa się z sącza wykonanego z materiału mineralnego (np. kruszywa, tłucznia) albo z elementów z tworzyw sztucznych, który jest otoczony materiałem geotekstylnym. Przykład takich drenów przedstawiono na rysunku.

Rysunek 22. Przykład równoległych drenów francuskich



Drenaż francuski może być zabudowany z wykorzystaniem rury drenażowej lub bez niej.

Rysunek 23. Przykład budowy drenażu z rurą drenażową lub bez rury drenażowej

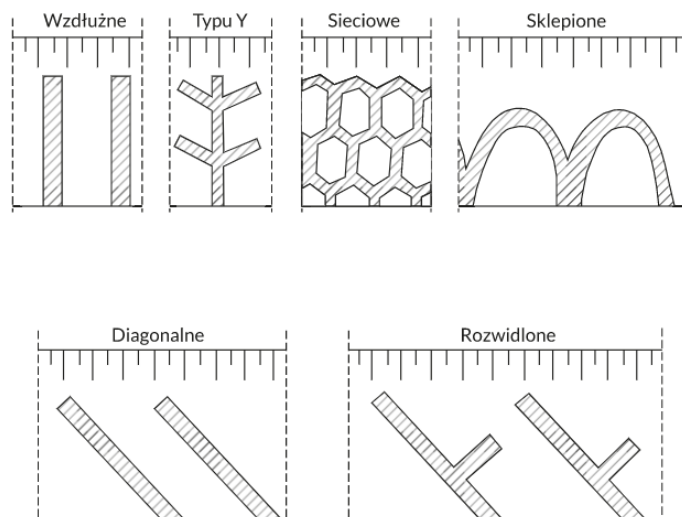


Schemat drenu francuskiego bez rury drenarskiej

Schemat drenu francuskiego z rurą drenarską

Istnieje również drenaż skarpowy płytki (sączki skarpowe) równomiernie rozłożony na powierzchni. Jest on stosowany w przypadku erozji skarp i występowania płytkich wyłuszczeń gruntu wskutek spływu wód opadowych i nieznacznych wypływów wód gruntowych oraz przemarzania gruntów. Przykład takiego drenażu zaprezentowano na rysunku poniżej.

Rysunek 24. Przykład drenażu skarpowego



Zamiast klasycznych filtrów z gruntów często stosowane są włókniny filtracyjne (np. geowłókniny, geosyntytyki), studnie absorpcyjne czy zbiorniki retencyjne.

1.2.1.3. Opis, budowa i eksploatacja szyn kolejowych

Szyny kolejowe stanowią podstawowy, najwyżej położony element konstrukcyjny nawierzchni kolejowej, bezpośrednio związany ze spokojnością i bezpieczeństwem jazdy. Mają za zadanie prowadzenie zestawów kołowych taboru kolejowego (tj. nadanie im właściwego kierunku jazdy) oraz przejęcie dynamicznych sił pionowych i poziomych pochodzących od zestawów kołowych i przekazanie ich na podkłady kolejowe. Ze względu na wielkość i intensywny charakter obciążeń pochodzących od kół taboru determinują, iż szyny muszą się odznaczać sprężystością, sporą trwałością eksploatacyjną, dużą wytrzymałością na zginanie i ścieranie, twardością z jednoczesnym zachowaniem ciągliwości.

Podstawowymi typami szyn kolejowych są: UIC60 (S60, 60E1), 49E1 (S49) i S42. Ostatni z wymienionych typów występuje głównie na bocznicach kolejowych. Każde z nich charakteryzują się odpowiednią funkcją, wykazują się różnicami w budowie oraz podstawowymi charakterystykami (tj. standardowe długości [m], masy [kg/m], powierzchnie przekroju [cm²], wskaźniki wytrzymałości [cm³], momenty bezwładności [cm⁴]). Wyróżnia się odmiany szyn w zależności od przeznaczenia (tj. do toru klasycznego K oraz do toru bezстыkowego S) oraz klasy szyn (klasa I i II). Każda z szyn posiada swoje główne oznaczenia (cechowanie; wklęsłe i wypukłe).

W kolejnictwie stosowane są szyny szerokostopowe typu Vignolesa. Na ich budowę składają się: główka szyny, szyjka szyny oraz stopka szyny. Przekrój szyny wywodzi się z dwuteownika, który pozytywnie wpływa na pracę pod obciążeniem zginającym.

Główka szyny bezpośrednio współpracuje z kołami taboru kolejowego, stąd też jej kształt musi być dopasowany do przekroju obrzeża koła. Uwzględnia prawidłowe toczenie kół podczas ruchu pojazdu oraz zużycie eksploatacyjne szyny i koła (zarówno pionowe jak i boczne).

Szyjka szyny stanowi część łączącą główkę szyny ze stopką szyny. Jej grubość musi zapewniać właściwą sztywność giętą, odporność na wyboczenie oraz uwzględniać ubytek grubości w wyniku korozji. Połączenie szyjki z główką i stopką musi być odpowiednie, aby zapobiegać koncentracji naprężeń. Uzyskuje się to przez stosowanie w tych miejscach promieni łuków nie mniejszych niż 6 m.

Stopka szyny zapewnia stabilne oparcie i przeniesienie obciążenia z kół taboru na podkład kolejowy. Stanowi też element przymocowany do podkładu.

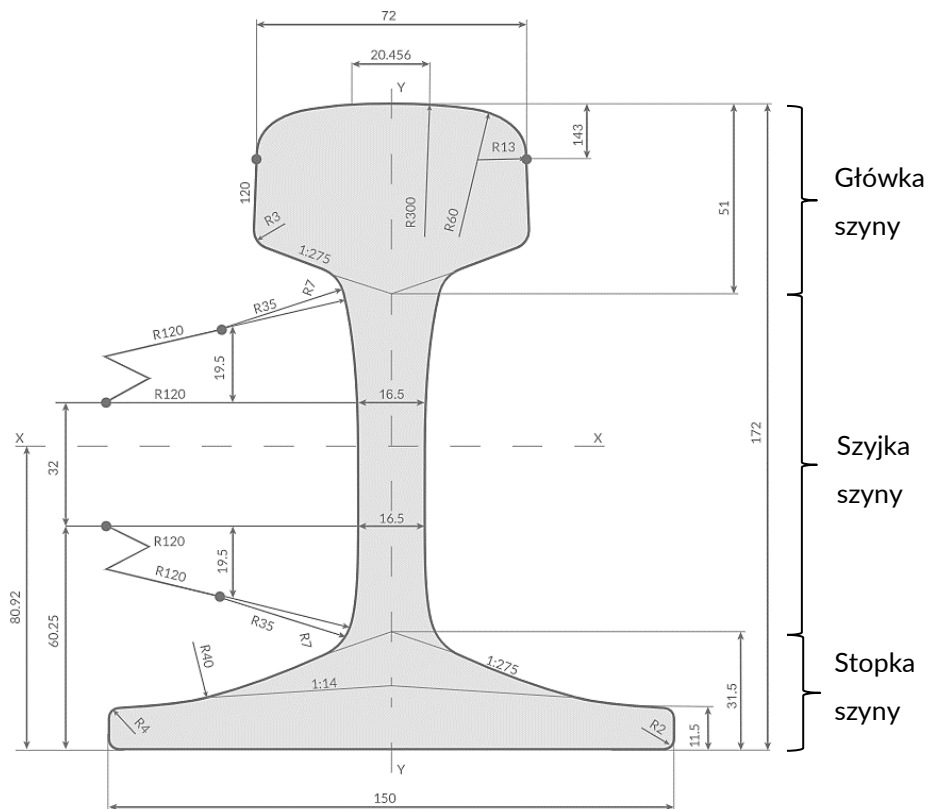
Podstawowym kryterium podziału szyn na typy jest masa 1 metra [m] szyny wyrażona w kilogramach [kg]. Stosuje się następujące typy szyn: 60E1 oraz 49E1. Są one w pełni kompatybilne z wytwarzanymi wcześniej i będącymi jeszcze w powszechnym użyciu szynami UIC60 oraz S49. Można jeszcze spotkać nieprodukowane już obecnie szyny S42 oraz lżejsze szyny licznych starszych typów, np. w torach linii drugorzędnych i znaczenia miejscowego oraz w torach stacyjnych.

Szyny 60E1 są walcowane na długość 25 m, a szyny 49E1 – 25 m i 30 m. Dzięki temu masa jednej szyny 60E1 jest w przybliżeniu równa masie jednej szyny 49E1. Odcinki toru z szynami spawanymi lub zgrzewanymi o długości większej niż 180 m uważa się za tor bezстыkowy. W Europie na potrzeby kolei dużych prędkości (ponad 250 km/h) rozpoczęto produkcję szyn walcowanych o długości 120 m i 180 m.

Najczęściej występująca szyna 60E1 jest szyną typu ciężkiego, która ma zastosowanie w torach linii magistralnych i pierwszorzędnych zelektryfikowanych, o dużym obciążeniu przewozami lub dużych prędkościach pociągów. Szyna UIC60, poza kosmetycznymi różnicami w szczegółach kształtu przekroju poprzecznego, różni się od szyny 60E1 nieznacznie większą masą, która wynosi 60,34 kg/m. Szyna 60E1 waży 60,21 kg/m. Poniżej na rysunku przedstawiono charakterystykę szyny 60E1. Parametry takiej szyny są następujące:

- masa 60,21 kg/m,
- pole powierzchni przekroju 76,70 cm²,
- momenty bezwładności: X-X 3038,30 cm⁴; Y-Y 512,30 cm⁴,
- wskaźniki wytrzymałości: X-X główka 333,60 cm³; X-X stopka 375,50 cm³; Y-Y szyjka 68,30 cm³.

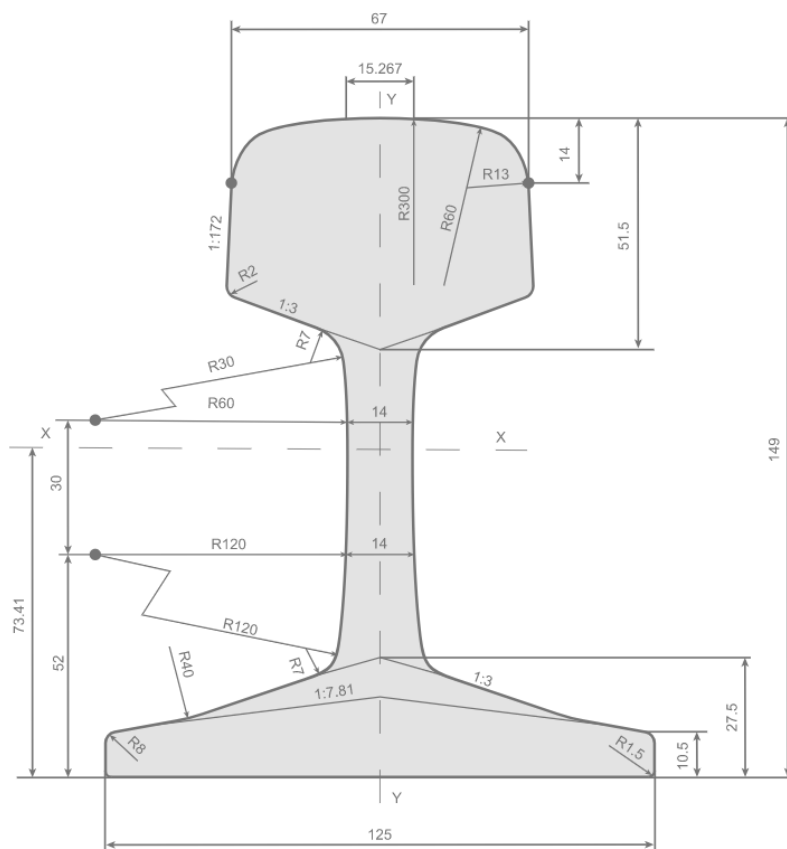
Rysunek 25. Przekrój poprzeczny szyny 60E1



W przypadku szyny 49E1 jest ona szyną typu średniego, przeznaczoną do zabudowy na liniach pierwszo-, a także drugorzędnych. Jej przekrój przedstawiono na poniższym rysunku, a jej parametry są następujące:

- masa 49,39 kg/m,
- pole powierzchni przekroju 62,92 cm²,
- momenty bezwładności: X-X 1816,00 cm⁴; Y-Y 319,10 cm⁴,
- wskaźniki wytrzymałości: X-X główka 240,30 cm³; X-X stopka 247,50 cm³; Y-Y szyjka 51,00 cm³.

Rysunek 26. Przekrój poprzeczny szyny 49E1



Nieprodukowaną obecnie, ale będącą jeszcze w eksploatacji jest szyna S42, która jest szyną typu lekkiego, przeznaczoną do torów linii drugorzędnych i znaczenia miejscowego. Jej podstawowe parametry to:

- masa 42,48 kg/m,
- wysokość 140 mm,
- szerokość stopki 125 mm,
- szerokość główki 168 mm.

Na rysunku zamieszczono przekrój poprzeczny obrazujący szynę S42.

Rysunek 27. Przekrój poprzeczny szyny S42

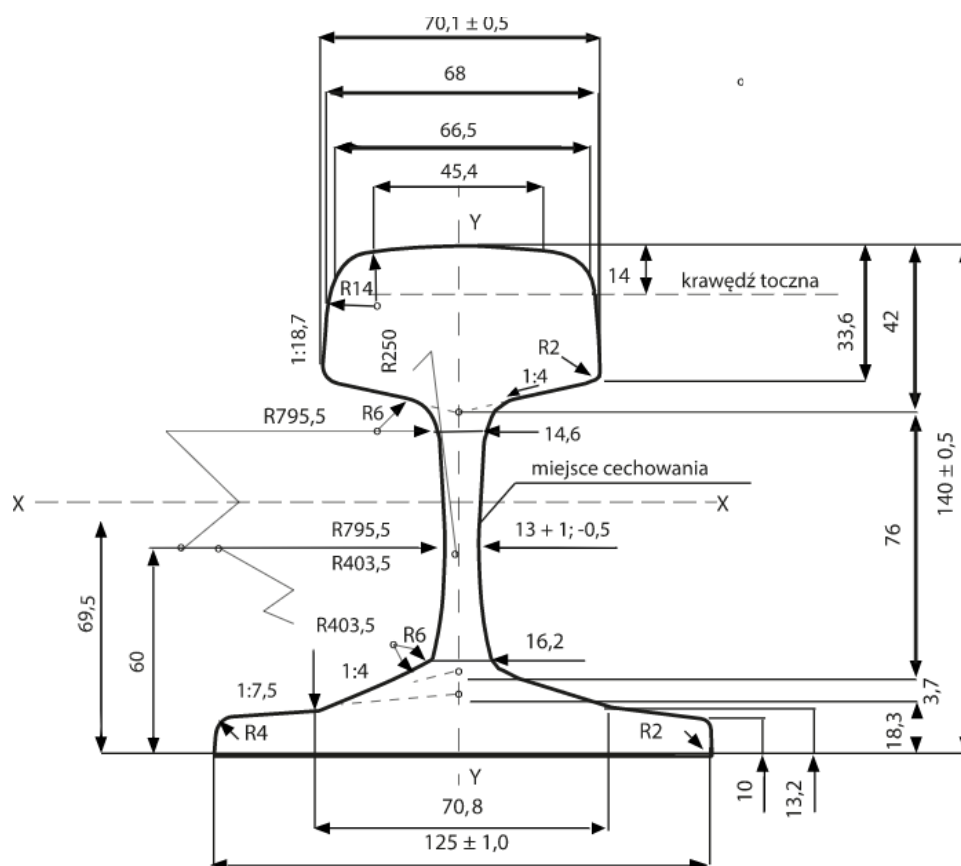


Tabela 12. Podstawowe wymagania dla szyn w zależności od kategorii linii kolejowych

Kategoria linii kolejowych	Rodzaj szyn
Magistralna (0)	Nowe 60E1 (S60), przejściowo nowe 49E1 (S49) (stosowane od klasy 2 torów, szyny starożyteczne – reprofilowane lub regenerowane)
Pierwszorzędna (1)	Nowe 60E1 (S60), nowe 49E1 (S49)
Drugorzędna (2)	Nowe 49E1 (S49), starożyteczne 60E1 (S60), 49E1 (S49), I rotacja
Znaczenia miejscowego (3)	Starożyteczne 49E1 (S49), I i II rotacja

Szyny wszystkich typów wytwarzane w Polsce są produkowane w dwóch odmianach:

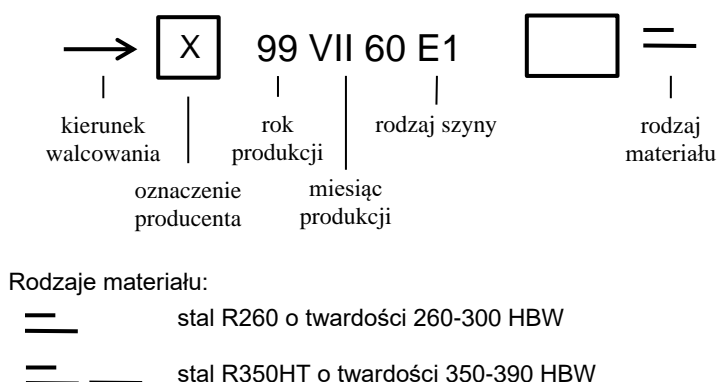
- „K” - dla toru klasycznego,
- „S” - dla toru bezстыkowego.

Na końcach sztyk szyn przeznaczonych dla toru klasycznego znajdują się otwory dla śrub łubkowych (cztero- lub sześciotworowych). **Łubki** służą do łączenia szyn, a są nimi stalowe elementy cztero- lub sześciotworowe, służące do połączenia dwóch końców odcinków szyn. Na każdym łączeniu występują w dwóch sztukach (po obu stronach sztyk szyn). W zależności od stopnia dokładności wykonania szyny dzieli się dodatkowo na klasy I i II:

- klasa I – szyny o normalnych właściwościach tworzywa, o normalnych odchyłkach wymiarów i o normalnej jakości powierzchni,
- klasa II – szyny o właściwościach tworzywa jak dla klasy I, lecz o zwiększonych odchyłkach wymiarów i o zwiększonej głębokości dopuszczalnych wad powierzchniowych.

Każda szyna w procesie produkcji otrzymuje na szyjce oznakowanie wypukłe informujące o producencie, typie szyn, rodzaju stali, dacie produkcji itp. (tzw. cechę szyny). Cechowanie informujące o danych technicznych szyny jest stosowane na szyjkach szyn. Powtarzane co 4 m długości szyny, jest wykonywane jako walcowanie wypukłe o wysokości znaków od 20 do 25 mm i wypukłości od 0,6 do 1,3 mm. Zawierają informacje na temat identyfikacji producenta, gatunku stali i znaku liniowego, ostatnich dwóch cyfr roku produkcji i miesiąca produkcji oraz oznaczenia typu i profilu szyny). Dłuższa linia znaku oznaczającego gatunek stali posiada długość 50 mm, a krótsza linia powinna mieć długość 25 mm. Przykład cechowania wypukłego przedstawiono na rysunku.

Rysunek 28. Przykład cechowania wypukłego szyn



Cechowanie wklęsłe jest wykonywane mechanicznie na gorąco przez wyciskanie stemplem. Znakowanie znajduje się na szyjce szyny, ale po przeciwnej stronie znaków wypukłych. Oznaczenia informują o: numerze wytopu (z którego została odwalcowana szyna), położeniu szyny w kęsisku (A, B ... Y) w przypadku podziału kęsiska oraz numeru żyły i położenia kęsiska w żyle. Zapis ten umieszcza się na środku szyjki szyny, co najmniej raz na 10 m, na głębokości od 0,5 do 1,5 mm, o wysokości 16 mm i nachyleniu 10°. Litera i cyfry muszą posiadać kształt płaski lub z zaokrąglonymi

narożami po obu stronach. Miejsce cechowania wyróżnione jest przez podkreślenie białym pasem. Przykład cechowania wklęsłego przedstawiono na rysunku.

Rysunek 29. Przykład cechowania wklęsłego szyn

L149 B 6 03			
kod	numer		
wytopu	żyły		
	położenie	położenie	
	szyny	kęsiska	
	w kęsisku	w żyły	

Na zdjęciu przedstawiono przykładową szynę z oznaczeniem cechowania wypukłego i cechowania wklęsłego w terenie.

Zdjęcie 2. Przykładowa szyna z oznaczeniem cechowania



1.2.1.4. Opis oraz zasady stosowania przytwierdzenia szyn kolejowych do podkładów kolejowych

Konstrukcja toru wymaga należytego przytwierdzenia szyn do podkładów. Szyny mocowane są do podkładów za pomocą złączek przytwierdzających, do których zalicza się: podkładki i przekładki szynowe, wkręty lub haki, śruby stopowe, łapki stopowe i pierścienie sprężyste.

Systemy przytwierdzeń szyn do podkładów czy złączki są elementami przytwierdzającymi i łączącymi. Zespoły złączek łączących ze sobą końce szyn stanowią złącze szynowe. Złączki występujące w nawierzchni kolejowej dzieli się na:

- przytwierdzenia szyn - konstrukcje mocujące szyny do podkładów,
- złącza szynowe - służą do połączenia końców sąsiednich szyn w torze,
- opórki przeciwpętlne - zapobiegają przesuwaniu się szyn względem podkładów w kierunku równoległym do osi toru lub zapobiegają przesunięciom podkładów w kierunku poprzecznym do osi toru.

Przytwierdzenia szyn mają za zadanie:

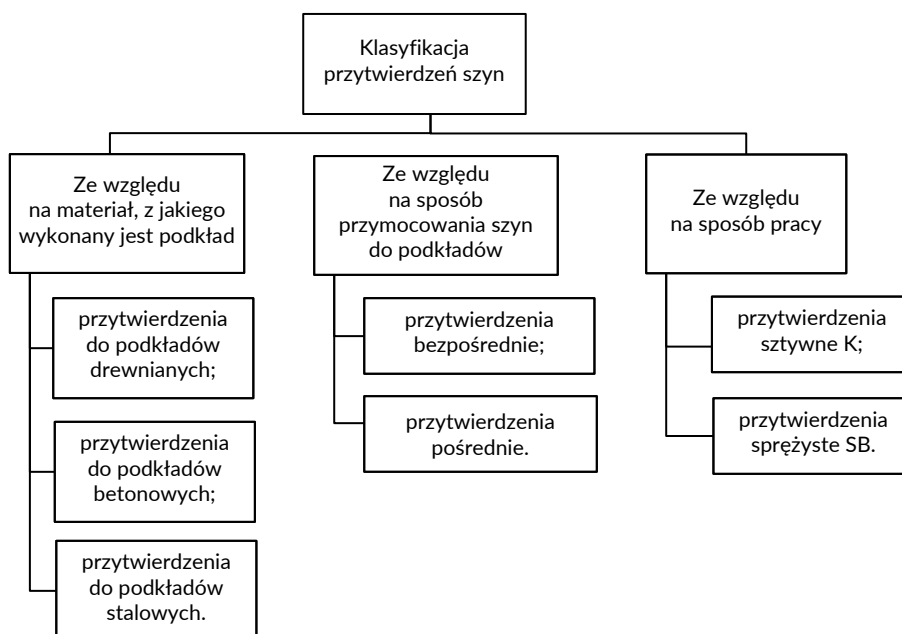
- trwałe połączenie szyn z podkładami,
- przyjmowanie wszystkich sił (pionowych, poziomych prostopadłych i równoległych do osi toru) pojawiających się w szynach kolejowych i przekazywanie ich na podkłady,
- zapobieganie przesunięciom szyn wzdłuż ich osi podłużnej,
- utrzymywanie (wspólnie z podkładami) wymaganego prześwitu toru,
- zapewnienie szynom wymaganego pochylenia w kierunku osi toru (dotyczy to przytwierdzeń do podkładów drewnianych i stalowych). Szyny w płaszczyźnie pionowej powinny być układane w pochyleniu skierowanym do osi toru o wartościach: 1:40 - w torach na podkładach betonowych i drewnianych z szynami typu UIC 60; 1:20 - w torach na podkładach betonowych i drewnianych z szynami typu S 49 i innymi.

Przytwierdzenia są klasyfikowane ze względu na materiał, z jakiego wykonany jest podkład, sposób przytwierdzenia szyny do podkładu oraz charakter pracy przytwierdzenia. Ich dokładna klasyfikacja została przedstawiona na rysunku.

Przytwierdzenie sztywne bezpośrednie stanowią najwcześniej stosowane przytwierdzenie kolejowe i przeznaczone do podkładów drewnianych. **Przytwierdzenie bezpośrednie** występuje wtedy, gdy szyna jest układana bezpośrednio na podkładzie i bezpośrednio do niego przytwierdzana lub w których między szyną a podkładem umieszczana jest stalowa podkładka, a element mocujący szynę do podkładki jest równocześnie elementem mocującym podkładkę do podkładu. Wzrost obciążeń spowodował wystąpienie potrzeby umieszczenia między szyną a podkładem elementu pośredniego, tzw. podkładki szynowej. Dzięki temu powstała najpopularniejsza stosowana wersja przytwierdzenia składająca się z podkładki podszynowej zaopatrzonej w niskie obrzeża, między którymi układana jest stopka szyny. Główną funkcją podkładki jest rozłożenie na większą powierzchnię nacisku przekazywanego

na podkład przez szynę obciążoną taborem kolejowym. Podkładka wraz z szyną jest przytwierdzana do podkładu za pomocą haków lub wkrętów przechodzących przez otwory w podkładce. Każde rodzaje przytwierdzeń posiadają swoje zalety i wady. Charakterystyka rodzajów przytwierdzeń została opisana szczegółowo w punktach poniżej.

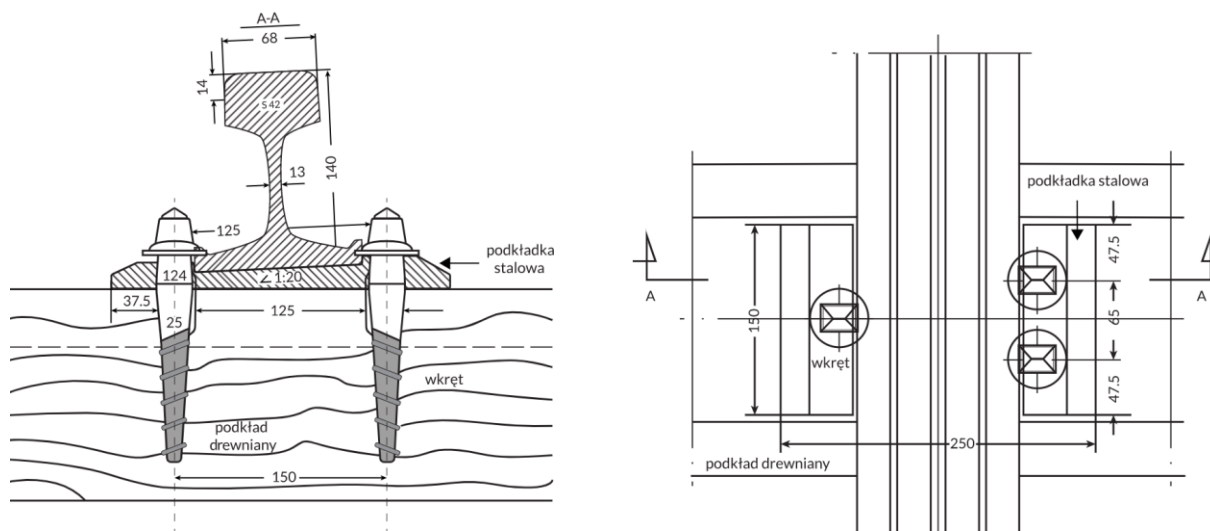
Rysunek 30. Klasyfikacja przytwierdzeń szyn



A. Opis oraz zasady stosowania przytwierdzeń bezpośrednich szyn kolejowych

Przytwierdzenia bezpośrednie stanowią bardzo rzadko występujące już przytwierdzenie szyn kolejowych. Stosowane było tylko na liniach o znaczeniu miejscowym, gdzie występują małe prędkości jazdy pociągów oraz małe natężenie ruchu. Z powodzeniem jest nadal stosowana na kolejach wąskotorowych. **Kolej wąskotorowa** jest koleją, której szyny mają rozstaw mniejszy niż normalny (tj. 1435 mm). Przytwierdzenie bezpośrednie występuje, gdy szyna jest układana bezpośrednio na podkładzie i bezpośrednio do niego przytwierdzana lub w których między szyną a podkładem umieszczana jest stalowa podkładka, a element mocujący szynę do podkładki jest równocześnie elementem mocującym podkładkę do podkładu. Mocowanie to składa się trzech wkrętów: dwóch po stronie wewnętrznej toru i jednego po stronie zewnętrznej. Schemat takiego przytwierdzenia zaprezentowano dla szyny S42.

Rysunek 31. Schemat przytwierdzenia bezpośredniego do szyny S42



Poniżej przedstawiono w formie zdjęcia przykładowe występowanie przytwierdzenia bezpośredniego w terenie.

Zdjęcie 3. Przykładowe występowanie przytwierdzenia bezpośredniego w terenie



Wadą przymocowań bezpośrednich jest luzowanie się wkretów, co powoduje nieprawidłowe przymocowanie szyny. Jest to przytwierdzenie słabsze w porównaniu z przytwierdzeniem pośrednim, nie zapewnia stałego docisku szyny do podkładu. **Przytwierdzenie pośrednie** występuje, gdy między szyną a podkładem umieszczana jest podkładka, gdzie inne elementy mocują szynę do podkładki, a inne – podkładkę do podkładu. W wyniku drgań i falowań szyny powstających pod wpływem oddziaływań kół taboru następuje stopniowe poluzowanie wkretów, a w konsekwencji iniekcja wody i zanieczyszczeń i biodegradacja podkładu.

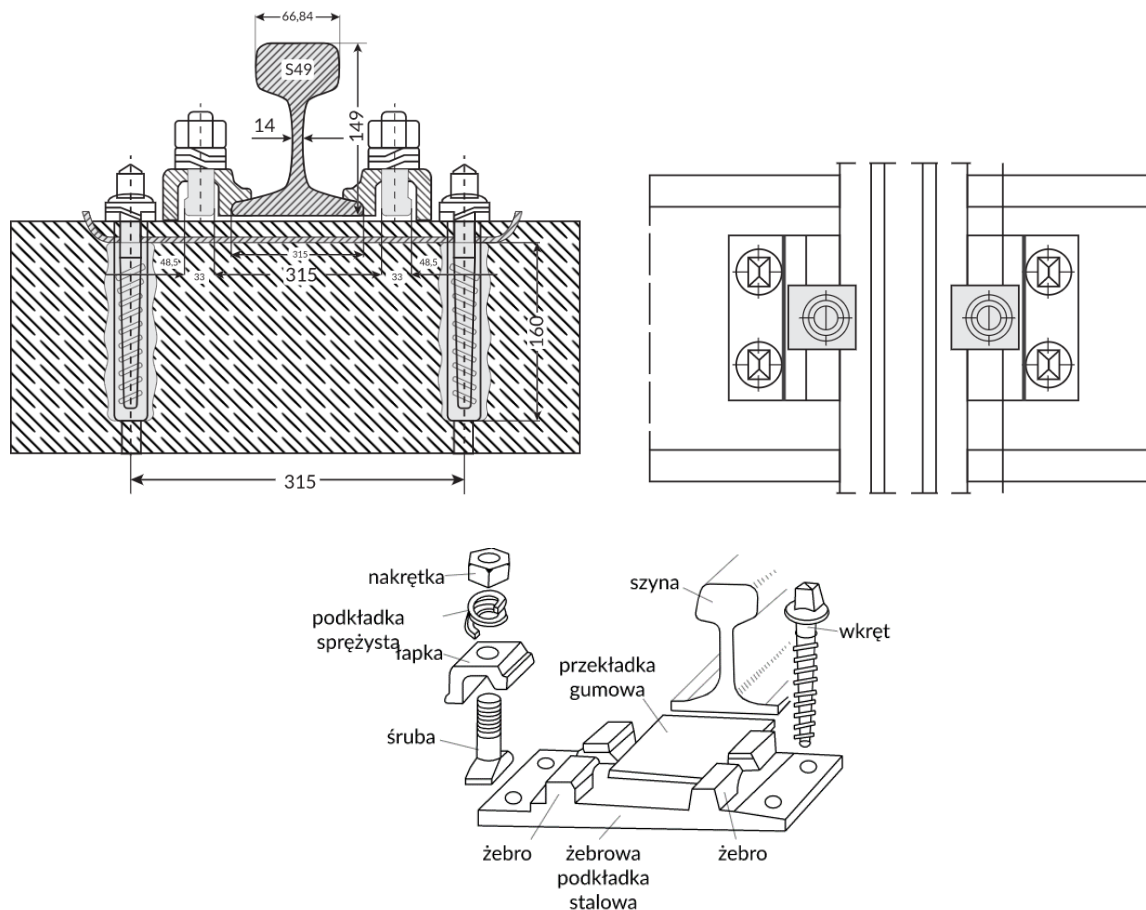
B. Opis oraz zasady stosowania przytwierdzeń pośrednich szyn kolejowych

Najczęściej występującym przytwierdzeniem jest przytwierdzenie pośrednie typu K szyny UIC60 (60E1) do podkładów betonowych. Innym przytwierdzeniem jest także przytwierdzenie typu KS z łapką Skl.

Wzrost nacisków osiowych oraz prędkości pociągów doprowadziły do zwiększania się naprężenia w poszczególnych częściach przytwierdzeń, szczególnie we wkrętach. Konieczność ich zmniejszenia i równomiernego rozłożenia na wszystkie elementy przytwierdzenia spowodowały powstanie przytwierdzenia pośredniego typu K (zwane również przytwierdzeniem klasycznym). Mocowanie szyn w sposób sztywny dalej powoduje transfer drgań. Początkowo służyło do mocowania do podkładów drewnianych, ale w późniejszym okresie zmodernizowano je i przystosowano do mocowania szyn do podkładów betonowych. Jednocześnie jest to stary, stopniowo wycofywany sposób przymocowania. Taki sposób jest trudny do montażu oraz niemożliwy do automatyzacji. Na rysunku zaprezentowano schemat przytwierdzenia pośredniego typu K wraz z wymiarami, następnie rzut z góry na ten typ mocowania, a także dokładne przedstawienie poszczególnych elementów i ich lokalizacji w mocowaniu typu K.

Podkładka żebrowa służy do przyjmowania obciążenia ze stopki szyny i przekazywania ich na podkład. Zaopatrzona jest od góry w dwa żebra o rozstawie dostosowanym do szerokości stopki szyny. W żebrach znajdują się otwory dostosowane do główki śruby stopowej. Podkładka ta jest mocowana do podkładu za pomocą wkrętów (czterech do podkładów drewnianych, dwóch do betonowych). W przytwierdzeniach szyn 49E1 do podkładów betonowych oraz szyn 60E1 (bez względu na materiał podkładów) pod łbem wkrętu umieszcza się podkładkę sprężystą. Przekładka z gumy/ tworzywa sztucznego lub przekładka drewniana jest układana między żebrami podkładki, pod stopką szyny. Umożliwia równomierne rozkład naprężeń między stopką szyny a podkładką żebrową oraz zapewnia odpowiedni opór przeciw przesunięciom szyny wzdłuż osi toru. Śruby stopowe z nakrętkami oraz łapki służą do przymocowania stopki szyny do podkładki żebrowej. Pod nakrętką śruby stopowej umieszczana jest podkładka sprężysta (inaczej pierścień sprężysty) w celu zapewnienia sprężystości połączenia.

Rysunek 32. Schemat przytwierdzenia pośredniego typu K do podkładu betonowego



Poniżej przedstawiono w formie zdjęcia przykładowe występowanie w terenie przytwierdzenia pośredniego typu K.

Zdjęcie 4. Przykładowe występowanie w terenie przytwierdzenia pośredniego typu K



Występuje kilka wariantów przytwierdzenia pośredniego typu K w zależności od:

- rozmiaru i liczby otworów na wkręty – podkładki do przytwierdzeń w podkładach drewnianych posiadają cztery otwory i większą powierzchnię, podkładki do podkładów betonowych są mocowane dwoma wkrętami,
- rozstawu żeber utrzymujących stopkę szyny i będących gniazdem dla łbów śrub stopowych, gdzie w podkładkach pod szyny 49E1 wynosi 127 mm, a pod szyny 60E1 – 152 mm,
- pochylenia powierzchni podkładki między żebrami – w przytwierdzeniu do podkładów drewnianych wynosi ono 1:20 dla szyn 49E1 lub 1:40 dla szyn 60E1, podkładki do podkładów betonowych są płaskie (w tym wypadku poprzeczne pochylenie szyn do osi toru jest wykonywane przez odpowiednie ukształtowanie górnej powierzchni podkładu,
- kształtu krawędzi prostopadłych do osi podkładu – podkładki Ps60 i Ps49 (przeznaczone do podkładów betonowych INBK-7, INBK-8 oraz PS-83) mają w przekroju poprzecznym półkolisty kształt krawędzi, dostosowany do zagłębienia w górnej powierzchni tych podkładów.

Wadą przytwierdzenia typu K jest skomplikowana konstrukcja z dużą liczbą części składowych oraz brak możliwości wstępnego uzbrojenia podkładów w bazach montażowych polegające na tym, że możliwe było jedynie przykręcenie podkładek żebrowych do podkładu. Inną skazą jest utrata cech funkcjonalnych (przede wszystkim sprężystości) w wyniku zanieczyszczenia pierścieni sprężystych lub poluzowania się nakrętek na śrubach stopowych czy też pęknięcia szyn w miejscach przytwierdzeń. Występuje wtedy konieczność konserwacji przytwierdzeń i dokręcania śrub oraz wkrętów. **Konserwacja drogi kolejowej** obejmuje usuwanie usterek oraz wykonywanie drobnych napraw nawierzchni i podtorza kolejowego.

C. Opis oraz zasady stosowania przytwierdzeń sprężystych szyn kolejowych

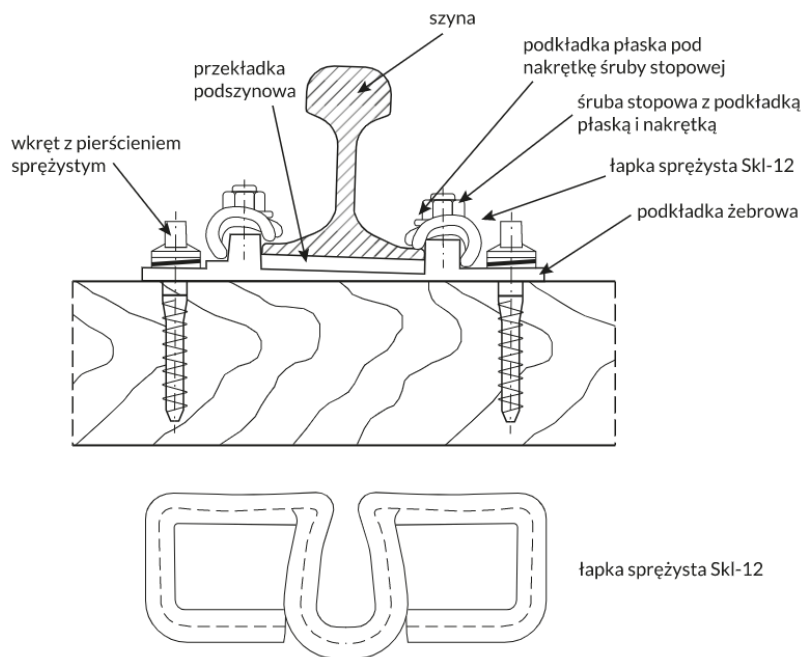
Modernizacja przytwierdzenia typu K polegająca na zastąpieniu łapek i pierścieni sprężystych specjalnymi klamrami. W ten sposób powstało przytwierdzenie KS z łapką Skl 12, które składa się z następujących elementów:

- przekładki podszynowej,
- podkładki żebrowej identycznej jak w przytwierdzeniu klasycznym typu K,

- dwóch łapek sprężystych Skl-12 ze stali sprężynowej, dociskających stopkę szyny do podkładki żebrowej,
- dwóch śrub stopowych z podkładkami płaskimi i nakrętkami, mocujących łapkę sprężystą do podkładki żebrowej i zapewniających właściwą siłę docisku stopki szyny do podkładki żebrowej za pośrednictwem pierścienia sprężystego,
- czterech wkrętów z podwójnymi pierścieniami sprężystymi, mocujących podkładkę żebrową do podkładu.

Takie mocowanie jest modelem przymocowania przejściowego między typem K a mocowaniem sprężystym. Poniżej na rysunku zaprezentowano schemat budowy przytwierdzenia KS z łapką Skl-12 wraz z wymienionymi wyżej elementami.

Rysunek 33. Schemat przytwierdzenia pośredniego typu KS z łapką Skl-12 do podkładu drewnianego



Takie mocowanie ma wiele zalet. Pozwala ono na dokręcania śrub stopowych, jest odporne na znaczne ugięcia szyn, a także nie wymaga czyszczenia. Charakteryzuje się zwiększonym oporem na przesunięcia podłużne szyny oraz obrót szyny wzdłuż własnej osi. Konstrukcja łapki Skl-12 jest uniwersalna, gdyż jest przystosowana do przytwierdzania szyn typu 60E1 i 49E1. Mocowanie takie pozwala na wstępny montaż wszystkich elementów przytwierdzenia do podkładów jeszcze przed wykonywaniem prac torowych w terenie. Po ułożeniu takich uzbrojonych podkładów

w miejscu wbudowania, lokuje się stopkę szyny między żebrami podkładki, luzuje się nakrętkę śruby stopowej, przestawia łapkę Skl-12 z położenia transportowego w położenie robocze i dokręca nakrętkę śruby stopowej. W torze bezстыkowym regulacja naprężeń również polega na poluzowaniu nakrętek na śrubach stopowych.

Zdjęcie 5. Przykładowe występowanie przytwierdzenia pośredniego typu KS z łapką Skl-12 w terenie



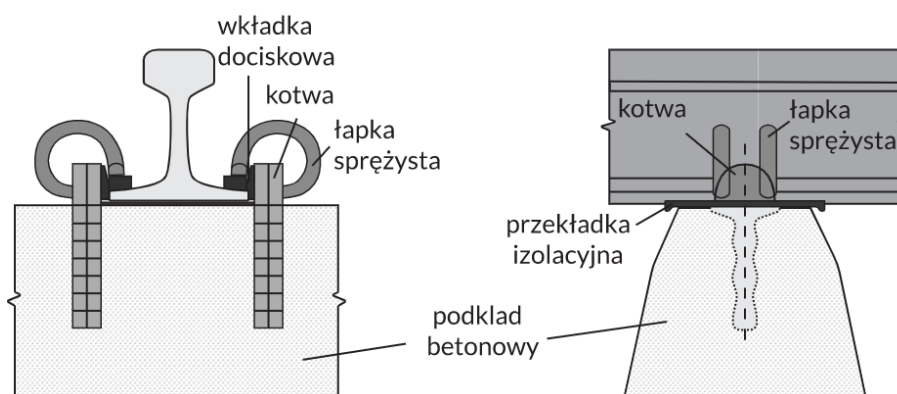
W związku z powyższym, przytwierdzenie pośrednie typu KS z łapką Skl-12 charakteryzują się mniejszą liczbą części składowych, dużą trwałością przy równoczesnym zmniejszeniu nakładów na utrzymanie nawierzchni. Utrzymuje szerokości toru w czasie eksploatacji w wąskim przedziale dopuszczalnych tolerancji oraz równomiernie dociska szyny do podkładu.

Nowszym rodzajem przytwierdzenia szyn do podkładów jest przytwierdzenie sprężyste typu SB szyny UIC60 (60E1). Na podkładach strunobetonowych są stosowane przytwierdzenia sprężyste typu SB. Tego typu mocowanie jest stosowane wyłącznie dla takich podkładów. Jest to jeden z najnowocześniejszych typów przytwierdzeń stosowanych na liniach kolejowych. Charakteryzuje się szybkim i prostym montażem. Amortyzuje drgania pochodzących od taboru oraz stanowi izolację elektryczną ograniczającą do minimum trakcyjne prądy błądzące.

W skład przytwierdzenia SB wchodzi łapka sprężysta, przekładka podszynowa, wkładka dociskowa oraz kotwy. W tym mocowaniu szyna usadowiona jest na powierzchni podszynowej pomiędzy kotwami mocującymi (zatopionymi na stałe w podkładzie w odpowiednich odległościach) i mocowana za pomocą łapki sprężystej SB, która z jednej strony jest zakotwiczona w kotwie mocującej, z drugiej strony

sprężycie dociskająca od góry stopkę szyny). Wobec tego do różnych szyn muszą być stosowane podkłady z kotwami o odpowiednim rozstawie. W każdym podkładzie zamontowane są cztery kotwy – po dwie dla szyny. Sama stopka szyny jest odizolowana od łapki sprężystej i kotew mocujących za pomocą elastycznej przekładki poliamidowej. Służy ona do zmniejszenia przenoszenia drgań, a dodatkowo szyna jest elektrycznie odizolowana od elementów mocowania.

Rysunek 34. Schemat przytwierdzenia bezpośredniego sprężystego SB do podkładu betonowego



Poniżej przedstawiono przykładowe występowanie przytwierdzenia bezpośredniego sprężystego SB do podkładu betonowego w terenie.

Zdjęcie 6. Przykładowe występowanie przytwierdzenia bezpośredniego sprężystego SB do podkładu betonowego w terenie



Utrzymanie toru z przytwierdzeniem SB sprowadza się jedynie do wymiany pojedynczych uszkodzonych łapek sprężystych oraz wkładek izolacyjnych.

D. Opis oraz zasady stosowania innych rozwiązań konstrukcyjnych związanych z realizacją przytwierdzeń szyn kolejowych

Występuje kilka różnego rodzaju kształtów łapek sprężystych, konstruowanych jako przytwierdzenia pośrednie, jak i bezpośrednie.

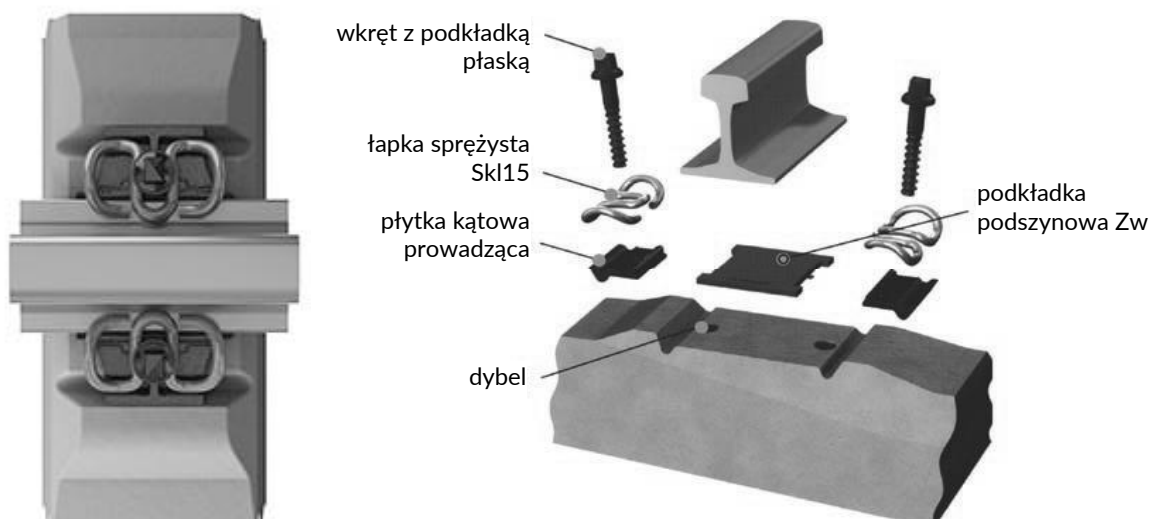
Wyróżnia się kilka przytwierdzeń sprężystych typu SB różniących się szczegółami kształtu pierścienia sprężystego oraz masą: SB-3, SB-4 i SB-7.

Przytwierdzenie w odmianie SB posiada następujące cechy charakterystyczne:

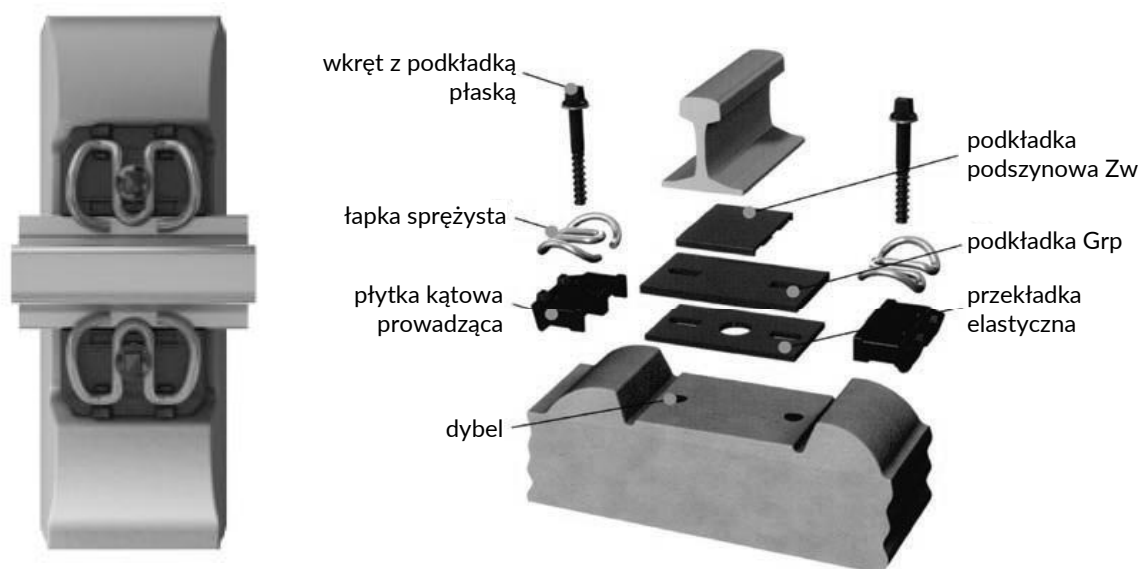
- obecność łapek sprężystych różnego kształtu - mocują stopkę szyny do podkładki żebrowej (w przytwierdzeniu pośrednim) lub bezpośrednio do podkładu (w przytwierdzeniu bezpośrednim),
- brak konieczności demontażu przytwierdzeń podczas regulacji naprężeń w torze bezстыkowym (wystarczające jest poluzowanie wkrętów),
- możliwość przymocowania elementów przytwierdzenia do podkładów bezpośrednio w wytwórni podkładów oraz bardzo łatwe zapięcie przytwierdzenia w miejscu wbudowania podkładu w nawierzchnię,
- mocowanie łapki sprężystej za pomocą wkrętu wkręcanego w dybel osadzony w podkładzie lub nakrętki i śruby stopowej,
- w wypadku przytwierdzeń bezpośrednich – zagłębienie konstrukcji przytwierdzenia w górnej powierzchni podkładu betonowego i uwolnienie dybli oraz wkrętów od oddziaływań sił poziomych równoległych do osi podkładów (siły te są przekazywane bezpośrednio na podkład).

Innym popularnym systemem przytwierdzeń jest system W14, który jest zastosowany m.in. w warszawskim metrze. Istnieje także przytwierdzenie System 300 z łapką Sk15, które jest przeznaczone do nawierzchni niekonwencjonalnych, charakteryzujące się dużymi możliwościami regulacji położenia toru w samym przytwierdzeniu. Poniżej zamieszczono schematy budowy przytwierdzenia W14 oraz Systemu 300.

Zdjęcie 7. Schematy budowy przytwierdzenia W14 oraz Systemu 300



budowa przytwierdzenia W14



budowa przytwierdzenia System 300

Każdy rodzaj przytwierdzenia szyn do podkładów w odpowiedni sposób i w ostateczności o podobnej konstrukcji, stanowi bezpieczny element konstrukcyjny w infrastrukturze kolejowej.

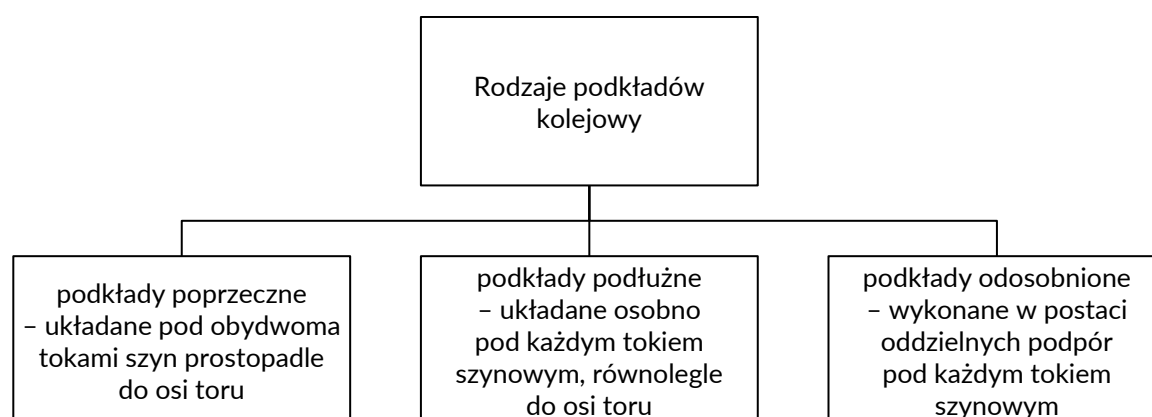
1.2.1.5. Opis oraz zasady stosowania podkładów kolejowych

Ważnym elementem konstrukcyjnym nawierzchni kolejowej, oprócz przytwierdzeń szyn oraz samych szyn, są podkłady kolejowe, do których są mocowane szyny kolejowe. Podkłady kolejowe zapewniają utrzymanie odpowiedniej szerokości toru, czyli utrzymują przymocowane do nich za pomocą przytwierdzeń szyny

w odpowiedniej odległości. Przejmują z szyn siły pionowe, poziome poprzeczne do osi toru oraz poziome działające wzdłuż osi toru i przekazują je na podsypkę. Wśród podkładów kolejowych wyróżnia się podkłady drewniane, betonowe (żelbetowe/strunobetonowe) i stalowe układane w sposób poprzeczny, podłużny lub odosobniony.

Podkłady betonowe zapewniają właściwe pochylenie poprzeczne szyn i są układane w odpowiedniej odległości od siebie (dalej: rozstaw). Rozstaw podkładów zależy od wymaganych parametrów eksploatacyjnych (m.in. nacisków osiowych, natężenia przewozów i maksymalnej szybkości pociągów). Na terenie Polski rozstaw podkładów jest w granicach 0,60-0,80 m pomiędzy osiami podkładów. Liczba podkładów na 1 km toru jest różna i zależy od konstrukcji toru i jego klasy technicznej - jest funkcją rozstawu podkładów oraz konstrukcji toru kolejowego. Wobec czego ich liczba waha się w granicach od 1233 do 1720 sztuk. Wyróżnia się następujące trzy rodzaje podkładów kolejowych, których podział wyszczególniono na rysunku.

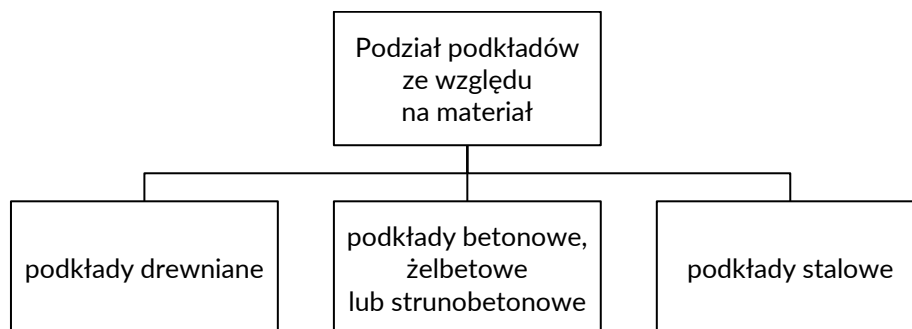
Rysunek 35. Rodzaje podkładów kolejowych



W Polsce stosuje się powszechnie dwa pierwsze rodzaje podkładów. Drewniane podkłady podłużne stosowane były dla szerokotorowych linii kolejowych o rozstawie 2140 mm m.in. w Wielkiej Brytanii na niektórych starszych mostach podtorowych czy w miejscach, w których wymagany jest łatwy drenaż lub dostęp pod pojazdami szynowymi w celu konserwacji torowiska.

W nawierzchni podsypkowej stosowane są podkłady poprzeczne, przy których uzyskuje się najbardziej równomierny rozkład ciśnienia spodu podkładu na górną powierzchnię podsypki. Podział podkładów ze względu na materiał został przedstawiony na rysunku.

Rysunek 36. Podział podkładów ze względu na materiał



Każdy z tych rodzajów podkładów posiada swój podział i charakterystykę, co zaprezentowano w tabeli.

Tabela 13. Stosowana zabudowa typów podkładów

Typ podkładów	Charakterystyka
strunobetonowe	ciężkie (o masie co najmniej 260 kg i długości nominalnej 2600 mm – np. PS-93, PS-94)
	średnie (o masie co najmniej 240 kg i długości nominalnej 2500 mm – np. PS-83)
	specjalne przeznaczone do stosowania w rozjazdach i skrzyżowaniach torów (podrozjazdnice), (np. SP-93, SP06a), w torach wyposażonych w odbojnice (np. PS-94M, PS-93M) oraz w torach wyposażonych w prowadnice i/lub z poszerzeniem toru (np. SP-06a/K)
drewniane	wykonane z drewna twardego – kształt E1 z grupy: 2 (IB), 4 (IIB), 6 (IIIB)
	drewniane specjalne wykonane z drewna twardego przeznaczone do stosowania w rozjazdach i skrzyżowaniach torów (podrozjazdnice) (z grupy 3 (BI)); na obiektach inżynieryjnych z otwartym pomostem (bez podsypki tłuczniowej) – mostownice typ I (240 x 220 mm), typ II (270 x 240 mm), typ III (300 x 260 mm)
stalowe specjalne	zapewniające zwiększenie stateczności toru bezстыkowego (typ Y (epsilon), np. St98Y, itp.)
	obniżające wysokości konstrukcyjnej nawierzchni (typ skorupowy, np. St82K, Sw9, itp.)
	możliwe do zastosowania w rozjazdach i skrzyżowaniach torów (jako obudowa zamknięć nastawczych oraz dodatkowego wyposażenia rozjazdu (podrozjazdnice skrzynkowe)
kompozytowe specjalne	przeznaczone do stosowania, jako rozwiązanie alternatywne dla podpór drewnianych

W torach i rozjazdach (będącymi połączeniami torów) należy stosować typ podkładów i podrozjazdnic, który jest właściwy dla danej klasy torów. **Podrozjazdnica** jest zbliżona budową do standardowych podkładów, lecz są od nich odpowiednio dłuższe, tak że rozchodzące się tory rozjazdu spoczywają parami na podrozjazdnicach. Podrozjazdnice strunobetonowe są produkowane w kompletach nazywanych

doborami i przeznaczone są do montażu na nich części stalowych rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów. Jeden dobór składa się z podrozjazdnic o różnej długości i rozstawie dybli, przeznaczonych do jednego typu rozjazdu lub skrzyżowania torów. Podrozjazdnice tego samego doboru wyprodukowane w tym samym okresie czasu z tego samego materiału i przy tych samych parametrach technologicznych produkcji stanowią partię podrozjazdnic.

Podkładów stalowych nie zaleca się stosować w torach z przechytką większą od 100 mm, chyba że na odcinku ich zabudowy zastosowano chemiczną stabilizację podsypki. Z racji na możliwość występowania procesów korozyjnych, w obrębie przejazdów kolejowo-drogowych oraz w odległości mniejszej niż 6 m od skrajnych elementów nawierzchni przejazdu dopuszcza się ich zastosowanie tylko za zgodą właściwego terenowo Zakładu Linii Kolejowych oraz pod warunkiem pokrycia ich powłoką antykorozyjną przez producenta.

Na całej długości torów szlakowych, głównych oraz pozostałych stosuje się podkłady jednego typu.

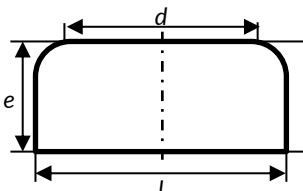
A. Opis oraz zasady stosowania drewnianych podkładów kolejowych

Drewniane podkłady kolejowe mają kształt belki o przekrojach poprzecznych prostokątnych lub zbliżonych do trapezu. Podkłady drewniane są obecnie stosowane coraz rzadziej, nie tylko ze względów ekologicznych. Aktualnie mogą zostać stosowane tylko wtedy, gdy wystąpią ograniczenia konstrukcyjne (np. obiekty inżynieryjne) i uniemożliwią zastosowania nawierzchni na podkładach strunobetonowych. Jednak podkłady te posiadają także swoje wady (np. są podatne na spękania wzdłużne). W związku z tym dla ich wzmocnienia stosuje się specjalne stalowe obejmy ściskające. Podkłady drewniane są wykonywane z drewna twardego (np. buk, dąb) lub miękkiego (np. sosna). Drewno używane do podkładów jest specjalnie impregnowane środkami, które je zabezpieczają przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi i efektami, które pojawiają się w wyniku ich działania. Przykładem takiego środka impregnującego może być kreozot. Mimo impregnatów podkłady drewniane nie są zbyt żywotne dlatego odchodzi się od ich stosowania. W zamian, w nowopowstających odcinkach torowych wykorzystuje się podkłady betonowe.

Największą odporność na gnicie i wytrzymałość na zgniatanie oraz odpowiednie mocowanie wkrętów przytwierdzenia wykazuje drewno dębowe. Jednak jest ono

drewnem kosztownym i trudno osiągalnym, wobec czego jest wykorzystywane wyłącznie do produkcji podrozdnic do rozjazdów leżących w torach o $V_{max} \geq 100$ km/h. Podkłady z drewna bukowego w przypadku braku odpowiedniej impregnacji szybko butwieją, co prowadzi do ich niskiej żywotności. Najczęściej stosowane były podkłady i podrozdnicze z drewna sosnowego. Poniżej na rysunku przedstawiono wymiary podkładów drewnianych odpowiadające poszczególnym typom.

Tabela 14. Wymiary podkładów odpowiadające poszczególnym typom

			
Typ podkładu	Szerokość płaszczyzny dolnej l [mm]	Wysokość e [mm]	Szerokość płaszczyzny górnej d [mm]
E1 grupa 2	260	150	260
E1 grupa 4	240	150	240
E1 grupa 6	240	140	240

Podkłady posiadają swoją zalecaną trwałość graniczną. Jej wartości przedstawiono w tabeli.

Tabela 15. Zalecana trwałość graniczna podkładów drewnianych ze względu na użyty materiał i klasę torów kolejowych

Rodzaj podkładu drewnianego	Klasy torów kolejowych	
	0, 1, 2	3, 4, 5
Sosnowe	18 lat	21 lat
Bukowe	22 lata	25 lat
Azobe, dębowe	30 lat	33 lata

O trwałości podkładów drewnianych decydują nie tylko rodzaj drewna, ale również sposób nasycania i użyte do tego środki, typ szyn, rodzaj przytwierdzeń, rodzaj podsypki i podtorza oraz stan utrzymania nawierzchni (zwłaszcza stan podsypki), obciążenie linii i wielkość oddziaływań dynamicznych, warunki atmosferyczne oraz klimatyczne.

Zaletami podkładów drewnianych są: mała masa, dobre tłumienie drgań i mała emisja hałasu, brak destrukcyjnego wpływu na podsypkę, możliwość regeneracji rozkalibrowanych otworów na wkręty oraz możliwość ich wykorzystania w torze układanym na podtorzu o złej jakości.

Wadą podkładów drewnianych są: znaczny koszt podkładów (jako wyrobów drewnianych), niska odporność na przemieszczenia w torze, mała odporność na czynniki atmosferyczne oraz wgniatanie podkładek żebrowych w podkłady.

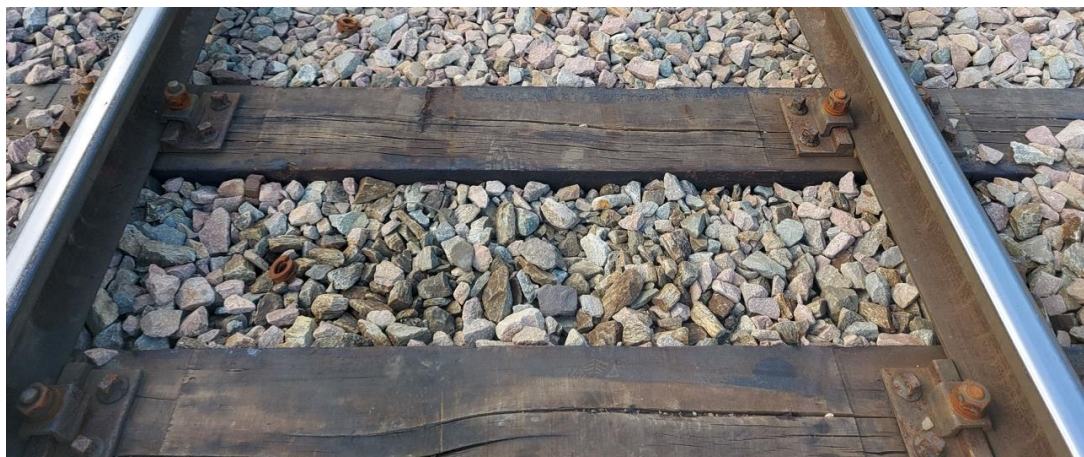
Podkłady drewniane ze względu na kształt przekroju poprzecznego dzielą się na:

- podkłady belkowe – o najwyższej jakości, wykonywane z pni o większej średnicy o powierzchniach obrabianych mechanicznie,
- podkłady obłe – otrzymywane z pni drzew o mniejszej średnicy, obróbka mechaniczna obejmuje jedynie wierzch oraz spód podkładów, a zaokrąglenia bocznych powierzchni przekroju są naturalnymi zaokrągleniami pnia po okorowaniu.

Tabela 16. Kształty i wymiary typów podkładów drewnianych

Kształt podkładu	Typ podkładu	Wymiary podkładu					
		a [mm]	b [mm]	c [mm]	d [mm]	Długość [mm]	Powierzchnia przekroju [cm ²]
Belkowe	I B	260	150	160	110	2 600	370
	II B	240	150	160	110	2 600	344
	III B	240	140	160	100	2 500	308
Obłe	II O	240	150	160	-	2 600	355
	III O	240	140	160	-	2 500	302
	IV O	220	140	160	-	2 500	292

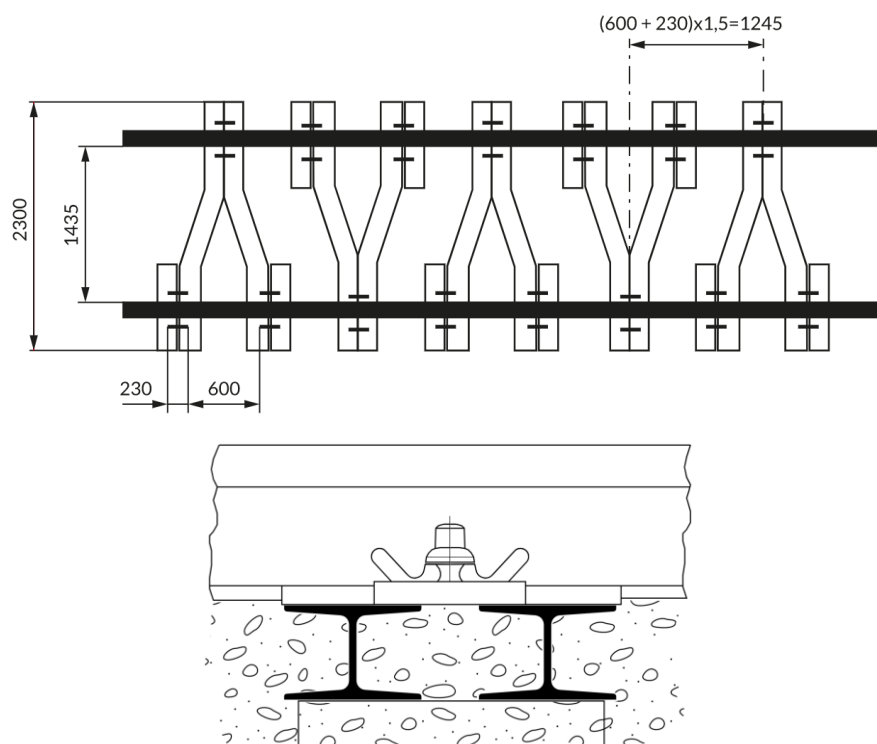
Zdjęcie 8. Przykładowe zdjęcie przedstawiające podkłady drewniane terenie



B. Opis oraz zasady stosowania podkładów stalowych w infrastrukturze kolejowej

Najbardziej znanymi podkładami stalowymi są podkłady typu Ypsilon, które jednak są najrzadziej stosowane.

Rysunek 37. Charakterystyka podkładów stalowe typu Ypsilon



Podkłady stalowe posiadają swoje zalety jak i wady. Zostały one przedstawione w tabeli.

Tabela 17. Zalety i wady podkładów stalowych

Zalety	Wady
duża trwałość i minimalne wymagania związane z utrzymaniem torowiska	wysoka cena
dobrze utrzymywanie szerokości toru	problemy z izolacją toków szynowych
stabilność toru	trudności z utrzymaniem toru z wykorzystaniem automatycznych podbijarek torowych
bardzo niska wysokość konstrukcyjna nawierzchni	
wysoki opór przeciwko przesunięciom poprzecznym i podłużnym toru (dzięki wypełnieniu wnętrza podkładu przez podsypkę)	
możliwość zastosowania w łukach o małym promieniu	

Co do zasady podkłady typu Y wykorzystywane są przede wszystkim w trudnych warunkach terenowo-gruntowych i mają zastosowanie dla:

- torów kolejowych podsypkowych - możliwość montażu wszystkimi metodami (dla nowo budowlanych linii oraz dla modernizowanych wykonanych z podkładów belkowych,
- tuneli - niska wysokość konstrukcji (mniejszy przekrój porzeczny),
- zwrotnic - obszar w okolicach zwrotnic,
- stref przejściowych - jako rozwiązania standardowe albo specjalne dla indywidualnych przypadków,
- wąskich prześwitów - każda szerokość toru może być realizowana poprzez zmiany długości głównych podpór,
- torów zębatych - zębátka może być umieszczona w dolnej pozycji dzięki spawaniu lub śrubowaniu,
- kolei górskich adhezyjnych (klasyczny napęd przyczepnościowy), kolei wąskotorowych.

Podkłady stalowe typu Y mogą być wykorzystywane w następujących warunkach:

- prędkość pociągów nie może być większa niż 160 km/h,
- tor bezстыkowy może być układany w łukach kołowych o promieniach $R \geq 190$ m,
- występuje wiele łuków kołowych o promieniach powyżej 300-400 m,
- ograniczenia terenowe nie pozwalają na zastosowanie podkładów betonowych z aktualnie obowiązującymi wymiarami przyzmy podsypki.

Jeden podkład stalowy typu „ypsydon” waży w przybliżeniu 132 kg. Posiada długość 230 cm i wysokość 95 mm. Na 1 kilometr toru składa się 803 sztuki podkładów (co daje dwa razy mniejszą wartość w porównaniu z ilością podkładów belkowych na 1 km wynoszącą 1666). Szerokość toru z wykorzystaniem podkładów stalowych typu Y wynosi 2600 mm (300 + 2000 + 300). Potrzebna wysokość warstwy podsypki wynosi 395 mm.

C. Opis oraz zasady stosowania podkładów strunobetonowych

Pod względem typu zbrojenia wyróżnia się podkłady betonowe:

- żelbetowe – wykonane są ze zbrojonego betonu, o dłuższej żywotności w porównaniu do podkładów drewnianych,
- strunobetonowe – wykonane ze zbrojonego betonu (beton sprężony); zbrojone 8 prętami o średnicy 7 mm; najczęstsze oznaczenia podkładów strunobetonowych: BS65, BS66, PS83, PS94, INBK-3, INBK-4, INBK-7, INBK-8. Ze względu na kształt dzielą się na:
 - a) podkłady blokowe BI-3 – składa się z dwóch bloków żelbetowych połączonych stalowym łącznikiem lub dwoma łącznikami,
 - b) belkowe – najczęściej stosowane; ma kształt odpowiednio wyprofilowanej belki wykonanej ze zbrojonego betonu,
 - c) płyty betonowe – stosowane w przypadkach, gdy nie jest możliwe zastosowanie podkładów; zbrojone płyty, do których szyny przytwierdzone są śrubowo lub śrubowo-sprężyście.

W eksploatacji podkładów żelbetowych wadą jest powstawanie rys i pęknięć występujących w wyniku drgań pochodzących od przejeżdżających pociągów, prowadzących do uszkodzeń podkładów, a w konsekwencji konieczności ich wymiany. Wpływają one niekorzystnie na beton. Największe i niebezpieczne drgania występują w miejscach łączenia są ze sobą szyn kolejowych metodą tubkową, ponieważ występuje przerwa międzyszynowa będące źródłem stukotu. Stąd w miejscach łączeń szyn występują podkłady drewniane, które amortyzują drgania i zapobiegają uszkodzeniom i wymianie podkładów żelbetowych. Obecnie stosowane są podkłady strunobetonowe (betonowe, strunowe).

Zdjęcie 9. Przykładowe podkłady kolejowe typu PS83



Odkształcenia profilu pryzmy podsypki oraz zmniejszanie się jej objętości i przepuszczalności powodować mogą bardzo poważne skutki oraz zmniejszenie czy utratę zdolności eksploatacyjnej całej nawierzchni podsypki. Zanieczyszczenie podsypki prowadzi do utraty jej przepuszczalności, a brak odprowadzania wody poza pryzmę podsypki (np. do warstwy filtracyjnej podtorza) - w wyniku oddziaływań dynamicznych ze strony poruszającego się taboru - prowadzi do mieszania się warstw podsypki i podtorza z wodą gromadzącą się pod podkładami. To prowadzi do tworzenia się wytrysków błotnych, zwanych wychlapami. Po utracie swoich właściwości przez podsypkę, następuje wzrost zużycia elementów nawierzchni kolejowej (tj. szyn, złączek i podkładów) i pogłębianie się z deformacji toru.

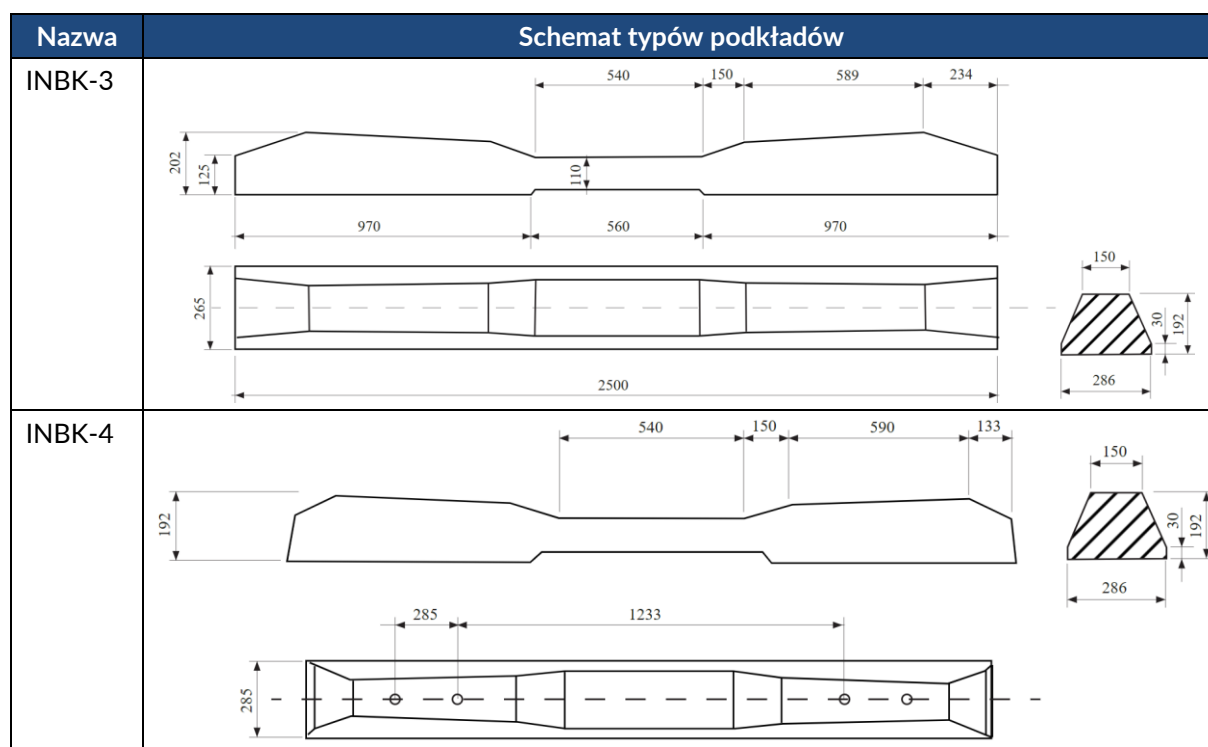
W podkładach strunobetonowych zbrojenie podkładu na czas zalewania betonem jest rozciągane (struna), a po zastygnięciu betonu zwalnia się naciąg i następuje sprężenie betonu. Dzięki temu zabezpiecza się podkład torowy przed pęknięciami. W stanie nieobciążonym w podkładzie występują naprężenia ściskające. Po stopniowym przykładaniu obciążenia początkowo maleją naprężenia ściskające, a później pojawiają się naprężenia rozciągające. Podkłady strunobetonowe przystosowane do przytwierdzeń typu K posiadają wbudowane dyble do wkrętów. Te przystosowane do przytwierdzeń typu SB posiadają wbudowane kotwy do mocowania sprężyny. Początkowo podkłady te były dostosowane do przytwierdzenia klasycznego typu K. Aktualnie produkowane są głównie podkłady do przytwierdzenia sprężystego SB.

Tabela 18. Charakterystyki podkładów betonowych eksploatowanych na terenie Polski

Rodzaj podkładu	Typ podkładu	Wymiary [mm]		Masa [kg]
		Długość L	Szerokość B	
Betonowy blokowy	BI-3	2240	300	210
Strunobetonowy	INBK-3	2500	265	225
	INBK-4	2300	286	215
	INBK-7	2500	300	250
	INBK-8	2500	286	240
	PS-83	2500	300	250
	PS-93	2600	300	320
	PS-94	2600	300	300
	PS-94M	2600	300	335

Poniżej przedstawiono schemat wymienionych typów podkładów.

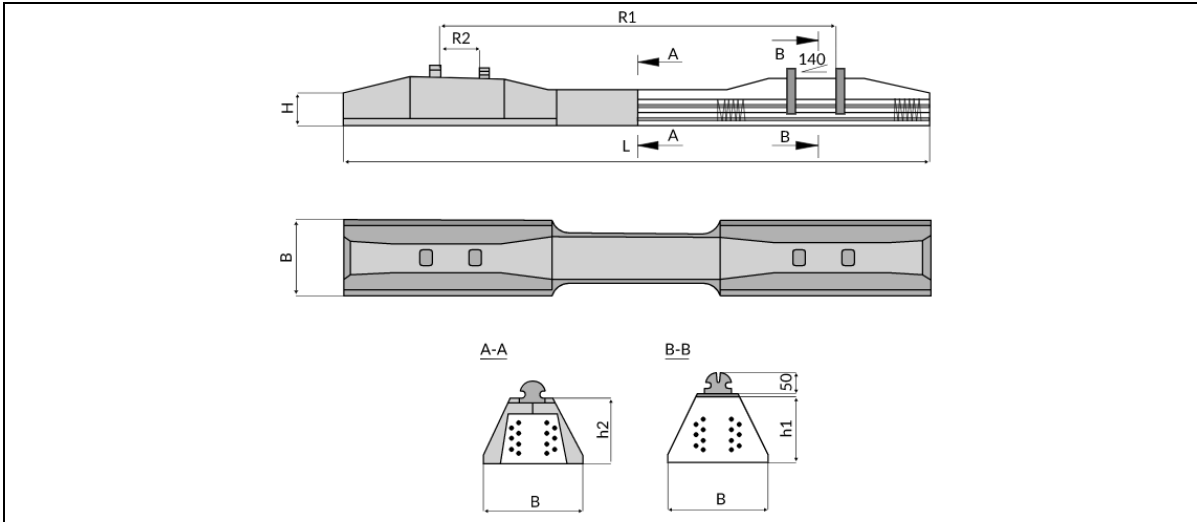
Rysunek 38. Przykładowe rysunki poszczególnych typów podkładów



Nazwa	Schemat typów podkładów
INBK-7	
INBK-8	
PS-83	
PS-94	

Poniżej przedstawiono szczegółowe wymiary dla przykładowych typów podkładów PS-83 i PS-94 dla przytwierdzenia sprężystego SB i rodzaju szyn 49E1 i 60E1. Na rysunku przedstawiono także legendę wraz z oznaczeniami literowymi zaprezentowanymi na rysunku.

Tabela 19. Szczegółowe wymiary dla przykładowych typów podkładów PS-83 i PS-94 dla przytwierdzenia sprężystego SB i rodzaju szyn 49E1 i 60E1

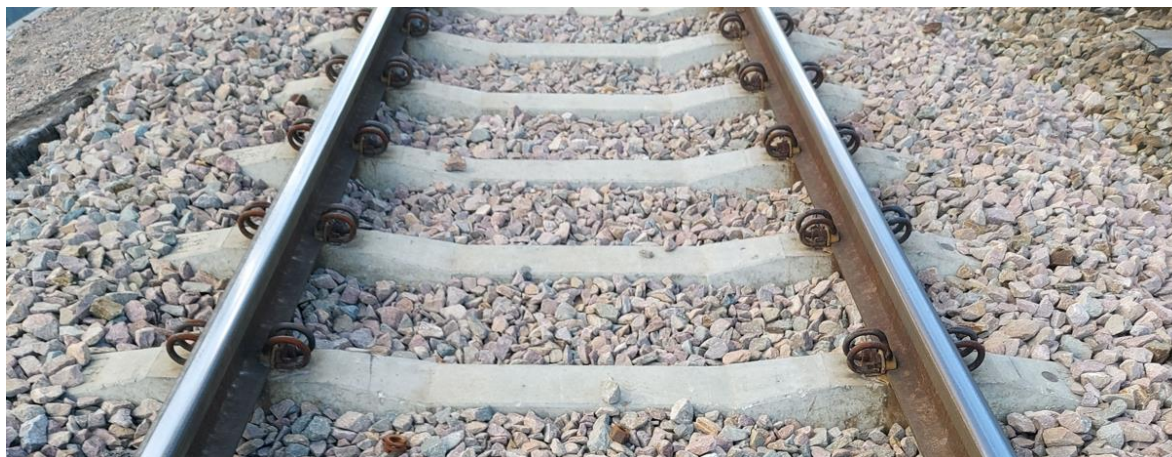


Typ podkładu strunobetonowego	Wymiary [mm]							Masa [kg]
	L	H	B	R1	R2	h1	h2	
PS-83/SB/49E1	2500	156	300	1656	148	205,5	210,5	235
PS-83/SB/60E1	2500	156	300	1687	173	205,5	210,5	235
PS-94/SB/49E1	2600	210	300	1654,1	145,5	228,9	235	300
PS-94/SB/60E1	2600	210	300	1685,4	170,5	228,9	235	300

Jednocześnie występuje różnica w mocowaniu szyn na podkładach strunobetonowych oraz budowie samego podkładu w przypadku typu INBK-7 przystosowanego do przymocowania typu K oraz typu PS-94 przystosowanego do przytwierdzenia sprężystego SB. Stosowanie na odcinku linii różnych typów podkładów betonowych jest dopuszczalne pod warunkiem, że mieszczą się one w tym samym standardzie konstrukcyjnym nawierzchni i są dostosowane do tego samego rodzaju przytwierdzenia.

Podkłady betonowe są obecnie w powszechnym użyciu. Posiadają wiele zalet, m.in.: możliwość doboru konstrukcji podkładu do konkretnych wymagań, długi okres eksploatacji w torze, niską cenę, łatwość wytwarzania, niewielką wrażliwość na pęknięcie, bardzo duży opór przeciwko przesunięciom toru.

Zdjęcie 10. Przykładowe zdjęcie przedstawiające podkłady betonowe w terenie



Wadami podkładów betonowych są mała odporność uderowa powodująca ich masowe niszczenie w wypadku wykolejenia pociągu. Destrukcyjnie wpływają także na podsypkę w wyniku oddziaływań dynamicznych, generując rozkruszanie ziaren podsypki pod stopą podkładu. Jednocześnie beton i zbrojenie podkładów są narażone na korozję. Intensywność tego zjawiska zależy m.in. od prądów błędzących czy materiałów wysypujących się z nieszczelnych wagonów. Z biegiem czasu maleje mrozoodporność podkładów (po 10 latach eksploatacji zmniejsza się ona o 25–30%). Z racji występowania różnorodności typów i odmian podkładów betonowych, zmienności warunków eksploatacyjnych i utrzymania nawierzchni w dużym stopniu wpływają na nieprecyzyjne określenie ścisłych wartości ich trwałości. Jednak przyjmuje się, że dla klasy torów 0, 1, 2 zalecana trwałość graniczna podkładów betonowych wynosi 35 lat, a dla klasy torów 3, 4, 5 to 40 lat.

1.2.1.6. Opis oraz zasady stosowania łączenia szyn kolejowych

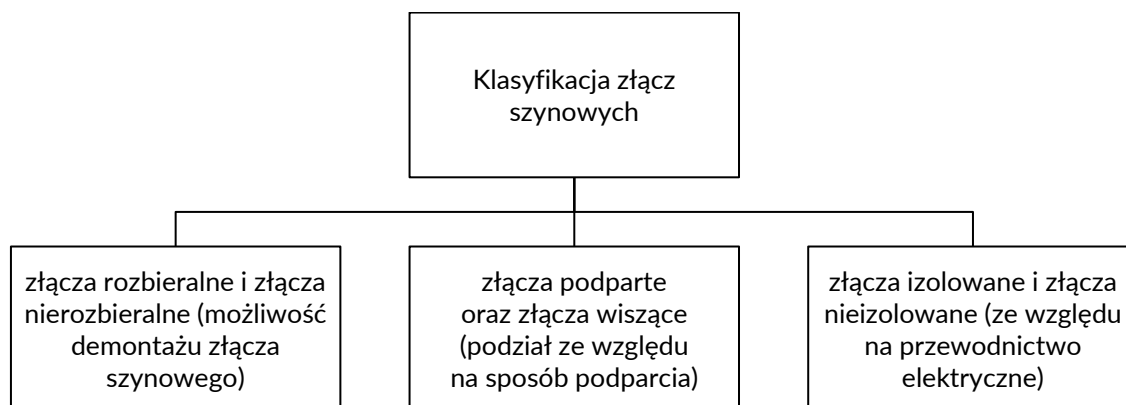
Konstrukcja toru wymaga należytego wzajemnego połączenia poszczególnych odcinków szyn między sobą. Końce sąsiednich szyn jednego toku szynowego łączone są ze sobą za pomocą złącza szynowego. W skład złącza szynowego wchodzi następujące elementy konstrukcyjne:

- para łubków cztero- lub sześciootworowych - obejmują z obu stron końce łączonych szyn,
- śruby łubkowe z nakrętkami - przechodzą przez otwory w łubkach i szynach, za pomocą których złącze jest skręcane,

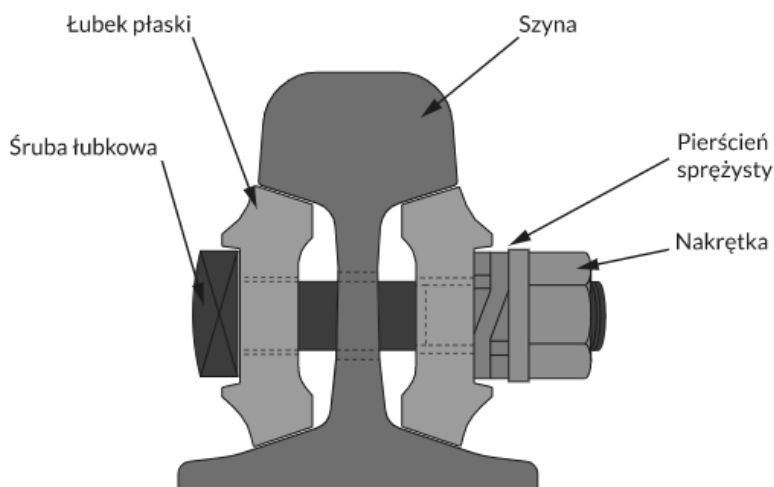
- pierścienie sprężyste pod nakrętki śrub łubkowych (w złączach klejono-sprężonych zamiast pierścieni sprężystych stosuje się podkładki płaskie),
- w złączach klejono-sprężonych – para wkładek izolacyjnych umieszczanych między łubkami a szyną, wkładka izolacyjna wstawiana między końce szyn oraz tuleje izolacyjne na śruby łubkowe.

Klasyfikację złącz szynowych przedstawiono na rysunku.

Rysunek 39. Klasyfikacja złącz szynowych



Rysunek 40. Przekrój złącza szynowego



W Polsce stosowane są wyłącznie łubki płaskie. Łubki do łączenia różnych typów szyn różnią się wymiarami i szczegółami przekroju poprzecznego. Końce łączonych szyn są obcinane prostopadle do osi szyny, a styki w obu tokach szynowych są wykonywane w jednej linii prostopadłej do osi toru.

Łubki czterootworowe stosujemy tylko jako złącza podparte na podkładach podzłączowych drewnianych. Łubki wzmocnione sześćootworowe stosujemy jako złącza klasyczne „wiszące” przy nominalnym rozstawie podkładów.

Łączenie szynowe podparte to miejsce łączenia znajduje się na linii przylegania dwóch zbliżonych do siebie podkładów drewnianych. **Łączenie szynowe wiszące** to miejsce łączenia, które znajduje się między podkładami, gdzie koniec każdej szyny oparty jest na osobnym podkładzie.

Utrzymanie złącz szynowych jest kosztowne i wymaga okresowego przeprowadzania wielu czynności polegających na dokręcaniu śrub łubkowych, czyszczeniu komór, ręcznym podbijaniu podkładów podzłączowych czy regulacji luzów między końcami szyn.

A. Opis oraz zasady stosowania połączeń klasycznych łubkowych szyn kolejowych

Szyny mogą być łączone w sposób klasyczny: złącze szyn wiszące oraz złącze szyn podparte. Do każdego rodzaju złącza przedstawiono schemat obrazujący typ złącza (zrzut z boku i z góry dla złącza szyn wiszącego oraz złącza szyn podpartego – łącznie dwa schematy). Opisano także izolowane złącza łubkowe dzielące toki szynowe na odcinki niezależne elektrycznie.

W przypadku złącza podpartego, które wykonywane są wyłącznie na podkładach drewnianych, elementami ich konstrukcji są elementy klasycznego przytwierdzenia typu K oraz:

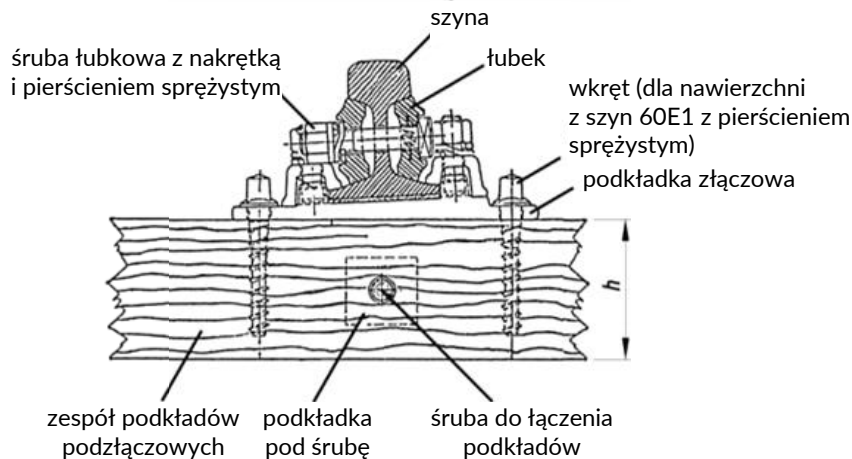
- zespół podkładów podzłączowych - zbudowany z dwóch połączonych ze sobą śrubami podkładów drewnianych, które umieszcza się pod końcami szyn, tak, aby przerwa między szynami wypadła w osi zespołu,
- złączowa podkładka żebrowa - przykręcana czterema parami wkrętów do podkładów podzłączowych, dwiema parami do każdego z podkładów (w nawierzchni z szyn 60E1 pod wkrętami umieszczane są jeszcze pierścienie sprężyste),
- dwie przekładki podszynowe – umieszczane pod stopkami szyn, między żebrami podkładki podzłączowej,
- para łubków czterootworowych – obejmujące końce szyn na wysokości szyjki szyny i skręconych za pomocą czterech śrub łubkowych z nakrętkami i pierścieniami sprężystymi (po dwie śruby na każdy koniec szyny),

- cztery łapki i śruby stopowe z pierścieniami sprężystymi i nakrętkami – za ich pomocą końce szyn są przytwierdzane do podkładki złączowej.

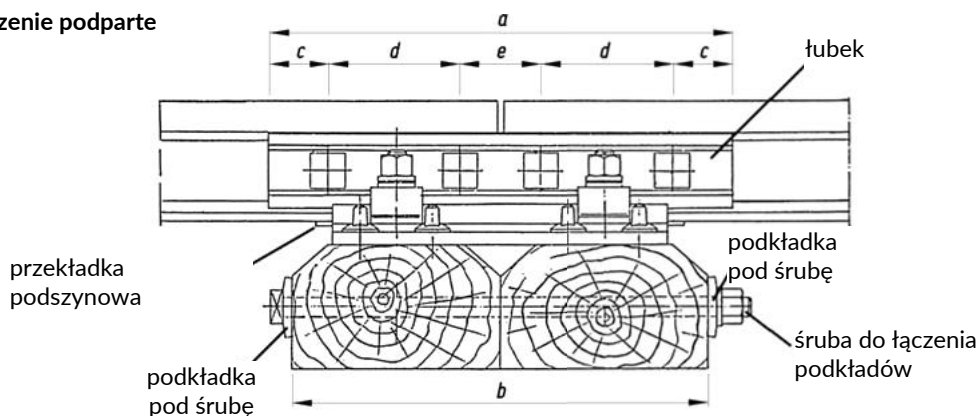
Na rysunku przedstawiono przykładowy schemat złącza podpartego nieizolowanego. Podczas badania i regulacji złącz należy zachować wymagane wartości luzów.

Rysunek 41. Złącze podparte nieizolowane – ogólny schemat, widok z boku i z góry

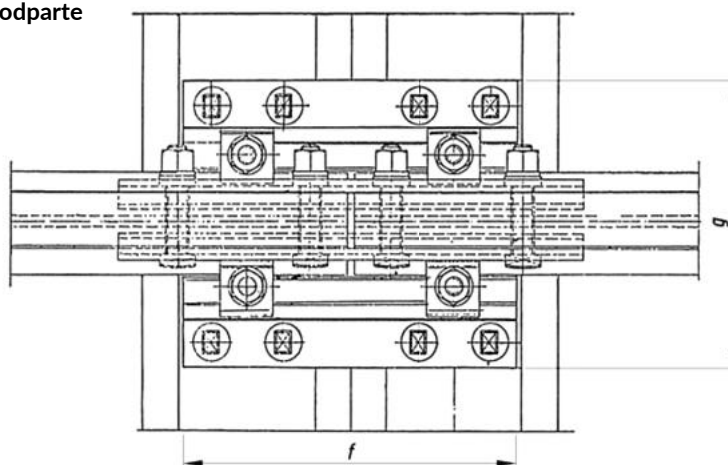
Ogólny schemat łączenia



Widok z boku na łączenie podparte



Widok z góry na łączenie podparte



Schematy złącza podpartego nieizolowanego, złącza podpartego izolowanego oraz złącza wiszącego izolowanego klejono-sprężonego przedstawione poniżej posiadają także opis litery długości poszczególnych elementów w formie literowej. Oznaczają one podstawowe wymiary złącz szynowych przedstawionych na rysunkach. Są one następujące:

Tabela 20. Podstawowe wymiary złącz szynowych - podpartego nieizolowanego, podpartego izolowanego oraz wiszącego izolowanego klejono-sprężonego

Typy szyn	Wymiary [mm]							
	a	b	c	d	e	f	g	h
Złącze podparte nieizolowane								
60E1	610	520	75	165	130	420	270	150
49E1	580	520	75	165	100	420	345	150
Złącze podparte izolowane								
60E1	610	520	75	165	130	160	310	150
49E1	580	520	75	165	100	160	345	150
Złącze wiszące izolowane klejono-sprężone								
60E1	940	600	76,5	165	127	160	310	-
49E1	920	595	75	165	100	160	345	-

Zdjęcie 11. Złącze podparte nieizolowane w terenie

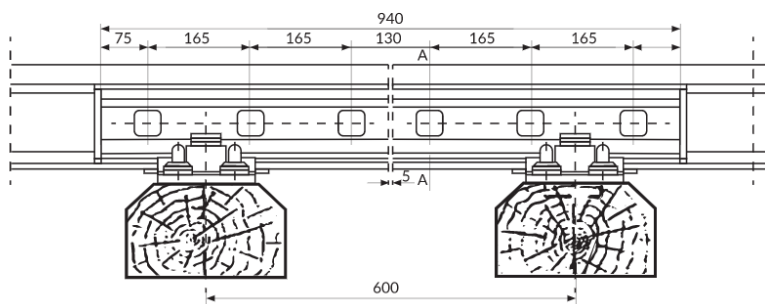


Złącze wiszące nieizolowane stosuje się do połączenia szyn ze sobą na stałe łubkami wzmocnionymi i sześcioma śrubami łubkowymi przy nominalnym rozstawie

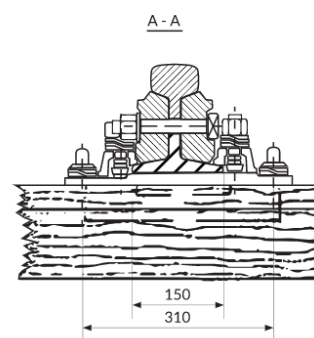
podkładów. Konstrukcja złącza powinna mieć zachowane luzy umożliwiające zmianę długości szyn pod wpływem zmian temperatury. Wartości wymaganych luzów zależne są od długości szyny oraz jej temperatury.

Rysunek 42. Złącze nieizolowane wiszące do szyn 60E1 – ogólny schemat, widok z boku i z góry

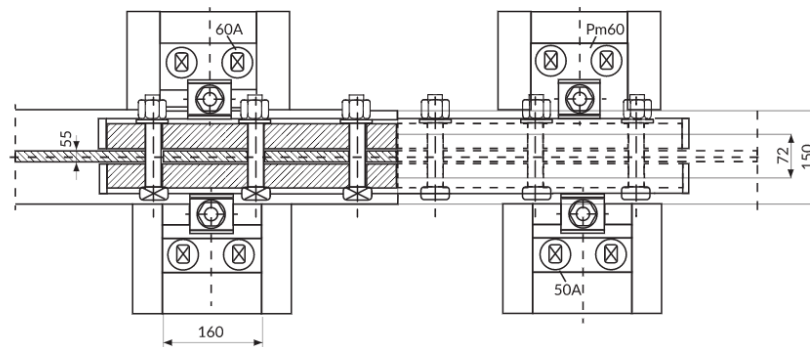
Widok z boku na łączenie podparte



Ogólny schemat łączenia

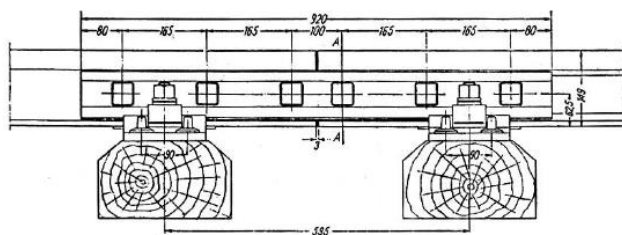


Widok z góry na łączenie podparte

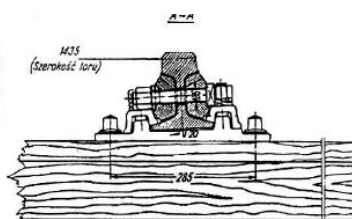


Rysunek 43. Złącze nieizolowane wiszące do szyn 49E1 – ogólny schemat, widok z boku i z góry

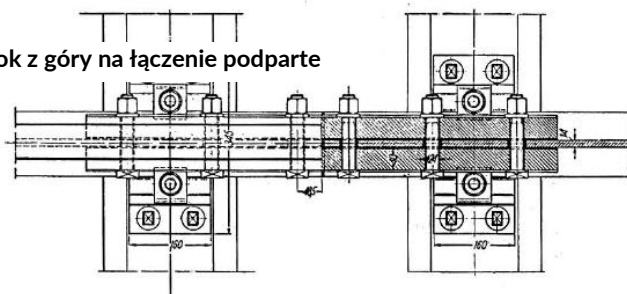
Widok z boku na łączenie podparte



Ogólny schemat łączenia



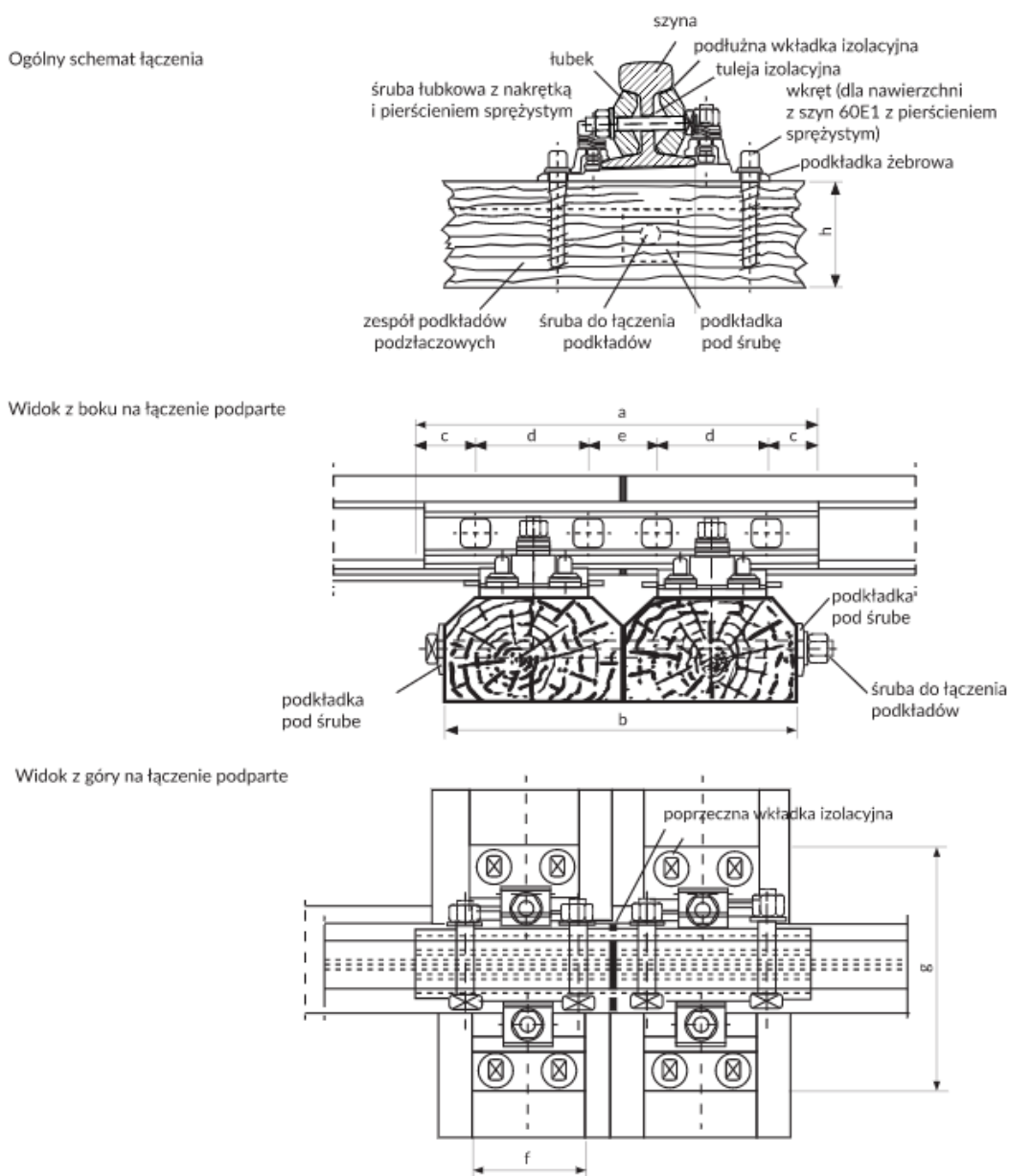
Widok z góry na łączenie podparte



Złącze podparte izolowane jest wykonane w podobny sposób co złącze podparte nieizolowane, przy czym:

- w przerwie między końcami szyn umieszczana jest poprzeczna wkładka izolacyjna o kształcie przekroju szyny,
- między szynami a odpowiednio sfrezowanymi łubkami umieszcza się podłużną wkładkę izolacyjną z tekstolitu,
- na każdym podkładzie podłączowym zamiast podkładki złączowej umieszcza się normalną podkładkę żebrową,
- na śruby łubkowe nakładane są tuleje izolacyjne.

Rysunek 44. Złącze podparte izolowane – ogólny schemat, widok z boku i z góry



Na zdjęciu zaprezentowano złącze podparte izolowane w terenie.

Zdjęcie 12. Złącze podparte izolowane w terenie

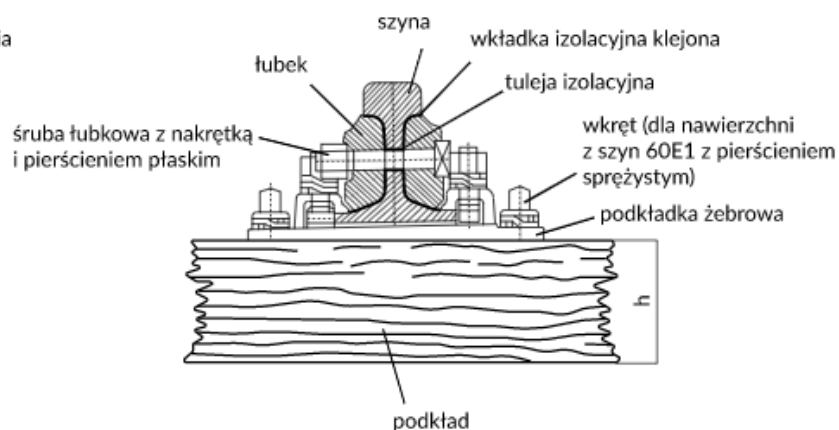


Taka konstrukcja złącza zapobiega przewodzeniu prądu elektrycznego i ma zastosowanie w urządzeniach sterowania ruchem pociągów. Jednak wadą takich złącz jest ich niska trwałość. Toteż najczęściej można spotkać się w powszechnym użyciu ze złączem izolowanym wiszącym klejono-sprężonym, które są układane na podkładkach o standardowym rozstawie. Ten typ złącza posiada następujące elementy:

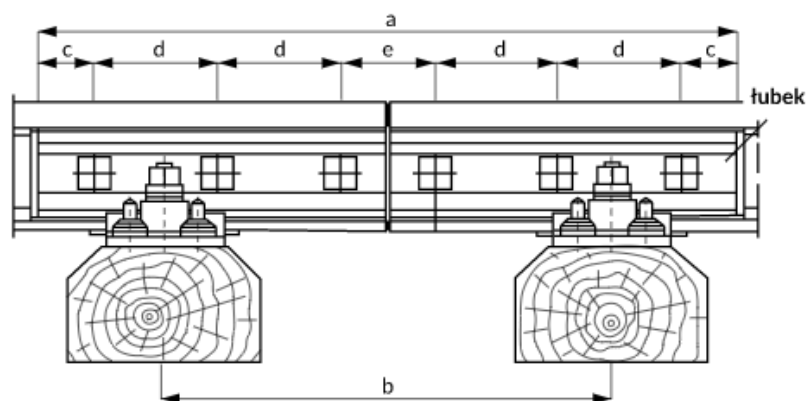
- poprzeczna wkładka izolacyjna o kształcie przekroju poprzecznego szyny, wkładana między łączone końce szyn,
- para sześciotworowych łubków o zwiększonym, wzmocnionym przekroju poprzecznym, obejmującym końce szyn,
- izolacyjne wkładki podłużne wykonane z kilku warstw tkaniny szklanej, umieszczone między szyną a łubkami i sklejonych klejem z żywicy epoksydowej,
- śruby łubkowe z podkładkami płaskimi i nakrętkami umieszczone w tulejach izolacyjnych łubkowych.

Rysunek 45. Złącze izolowane wiszące klejono-sprężone – ogólny schemat, widok z boku i z góry

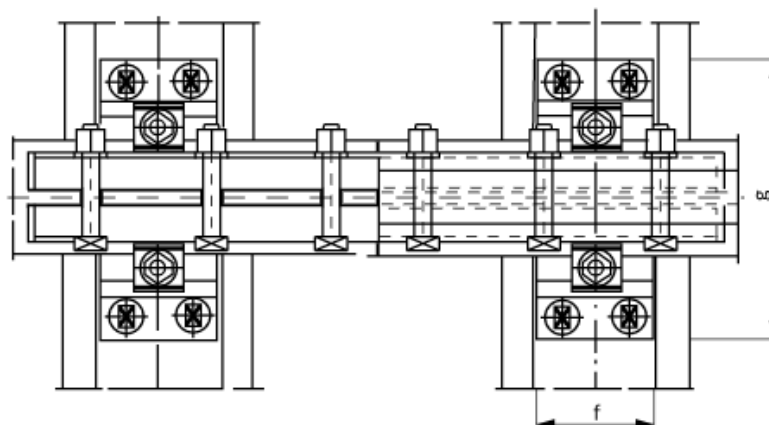
Ogólny schemat łączenia



Widok z boku na łączenie wiszące



Widok z góry na łączenie wiszące



Podstawowe wymiary złącz izolowanych wiszących klejono-sprężonych przedstawia tabela.

Tabela 21. Wymiary złączy izolowanych wiszących klejono-sprężonych

Typ szyny	Wymiary [mm]							
	a	b	c	d	e	f	g	h
Złącze podparte nieizolowane								
60E1	610	520	75	165	130	420	370	150
49E1	580	520	75	165	100	420	345	150
Złącze podparte izolowane								
60E1	610	520	75	165	130	160	310	150
49E1	580	520	75	165	100	160	345	150
Złącze wiszące izolowane klejono-sprężone								
60E1	940	600	76,5	165	127	160	310	-
49E1	920	595	75	165	100	160	345	-

Na zdjęciach zaprezentowano zdjęcia złącza izolowanego wiszącego klejono-sprężonego.

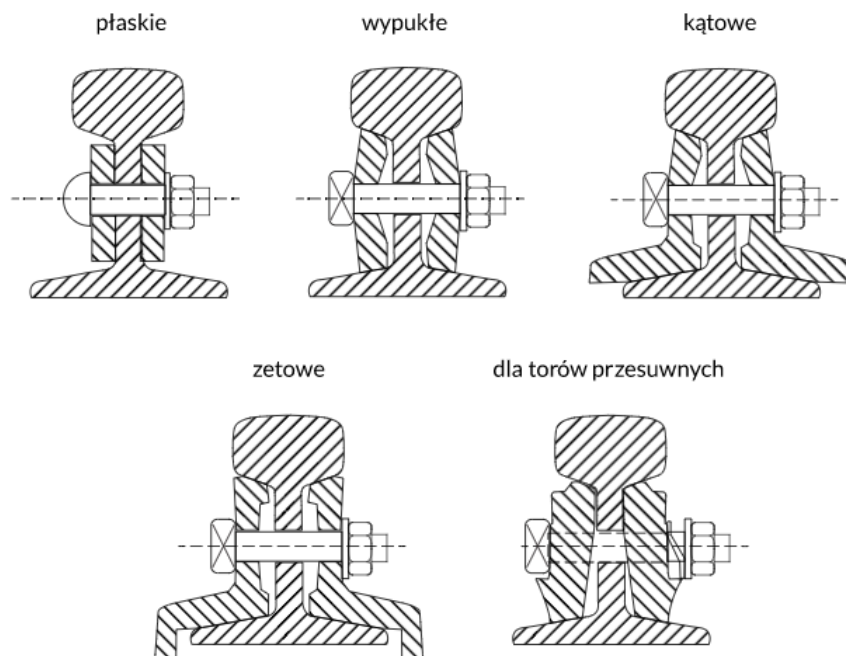
Zdjęcie 13. Złącze izolowane wiszące klejono-sprężone w terenie



Złącza wiszące klejono-sprężone są stosowane w torze zabudowanym na podkładach drewnianych, betonowych i stalowych, zaś złącza podparte zawsze wykonywane są na podkładach drewnianych belkowych nawet jeśli nawierzchnia na pozostałej długości szyn jest umieszczona na podkładach betonowych. Prowadzi to do niejednorodności nawierzchni. Jeśli dodatkowo tor jest przymocowywany do podkładów betonowych za pomocą przytwierdzenia bezpośredniego sprężystego SB, występuje także niejednorodność przytwierdzenia. Oznacza to łącznie brak jednorodności technologii montażu toru.

Wyróżnia się kilka typów łubków złączowych ze względu na kształt przekroju poprzecznego: płaskie, wypukłe, kątowe, zetowe i dla torów przesuwnych, co przedstawiono na rysunku.

Rysunek 46. Typy łubków



Łubki płaskie są to łubki o kształcie zbliżonym do kształtu sztaby stalowej, przystosowanej do dobrego przylegania do łączonych szyn. Posiadają przekrój symetryczny na całej długości łubka względem osi poziomej, przechodzącej przez środek ciężkości. Zaletą łubków płaskich jest symetryczność przekroju i identyczność w położeniu osi obojętnej łubka i osi obojętnej szyny. Wadami tych łubków są: mały przekrój łubka płaskiego w stosunku do przekroju szyny, słabość złącza i duże naprężenie w łubkach.

Łubki kątowe mają u dołu ramię dodatkowe, nachylone pod kątem zbliżonym do prostego właściwego łubka i służą do zwiększenia momentu bezwładności łubka. Zaletą tego rodzaju łubków jest znacznie większa sztywność w kierunku poprzecznym do osi toru, zdolność opierania się siłom poziomym. Do wad należy zaliczać niesymetryczność przekroju, znacznie niższe położenie osi obojętnej łubków niż osi obojętnej szyny.

Zetowe (fartuchowe) łubki mają dodatkowe poziome dolne ramię załamane się po raz drugi, tworząc między podkładami przyłączowymi pionowy występ.

Zwieszający się występ dolnego ramienia może być oparty o podkłady i znacznie skuteczniej przeciwdziała wędrowaniu szyn niż w łubkach kątowych, co jest zaletą łubków zetowych. Wady łubka zetowego są następujące: niesymetryczność przekroju, bardzo niskie położenie osi obojętnej, brak ciągłości tej osi wskutek niejednakowego przekroju na całej długości i występowanie dzięki temu dodatkowych naprężeń w miejscach przejścia od pełnego przekroju do osłabionego, bardzo znaczne naprężenia na brzegach łubków i większa trudność wyrobu niż łubków zwykłych. W pobliżu otworów złączowych (częste są wypadki pęknięcia łubków sześciotworowych przy drugim lub piątym otworze, w wyniku zmiany przekroju na linii przechodzącej przez środek otworu). Łubki kątowe i zetowe (inaczej fartuchowe) są już nieużywane.

B. Opis oraz zasady stosowania spawania i zgrzewania szyn kolejowych

Łączenie szyn kolejowych może być wykonywane przy pomocy kilku metod. Ich podział przedstawiono na rysunku.

Rysunek 47. Metody łączenia szyn kolejowych



W nowoczesnej nawierzchni kolejowej szyny łączone są przy pomocy zgrzewania łukowo-elektrycznego oraz spawania termitowego. Zgrzewanie łukowo-elektryczne jest stosowane w przypadku produkcji szyn długich na potrzeby budowy i utrzymania toru bezстыkowego. Szyny długie walcowane dostarczone z huty na budowę bezpośrednio przez producenta są zgrzewane w odcinki o max. długości 120 m. Następnie są zgrzewane w torze zgrzewarkami torowymi lub po wbudowaniu w tor są spawane za pomocą specjalnej mieszanki termitowej w miejscu ułożenia. Na zdjęciu przedstawiono przykład takiego spawu termitowego.

Zdjęcie 14. Przykład spawu w terenie



Metoda spawania łukiem elektrycznym jest wykorzystywana bardzo rzadko, głównie w przypadku miejsc trudno dostępnych i w celu wykonania złącza tymczasowego. Zgrzewanie szyn posiada pewne wymagania:

- zgrzewanie można prowadzić, gdy temperatura szyn jest wyższa niż $+5^{\circ}\text{C}$. Gdy temperatura szyn jest niższa i mieści się w przedziale ($+5^{\circ}\text{C}$; -10°C), należy wstępnie podgrzać końce łączonych szyn na długości 2 m z każdej strony do temperatury ($+15^{\circ}\text{C}$; $+20^{\circ}\text{C}$). Szyn nie należy zgrzewać przy temperaturze poniżej -10°C ,
- szyny zgrzewa się „parami” z zachowaniem jednej bocznej powierzchni roboczej główki szyny odpowiednio tzw. „prawej lub lewej”. Po zgrzewaniu na obu końcach szyny długiej krawędź jezdną zostaje oznaczona żółtą niezmywalną farbą na długości do ok. 1000 mm w odległości 500 mm od miejsca zgrzewania,
- znaki wypukłe szyn powinny znajdować się po jednej stronie szyny zgrzanej,
- końce sąsiednich szyn zgrzewanych powinny być ustawione w zgrzewarce w taki sposób, aby po zgrzaniu różnice wysokości szyn (wynikające z tolerancji walcowania) występowały tylko na dolnej powierzchni stopki; na bocznej powierzchni roboczej główki szyny nie powinny występować przestawienia (przesunięcia) większe od 0,3 mm,
- szyny powinny być umieszczone w zgrzewarce centralnie do przylegających elektrod,

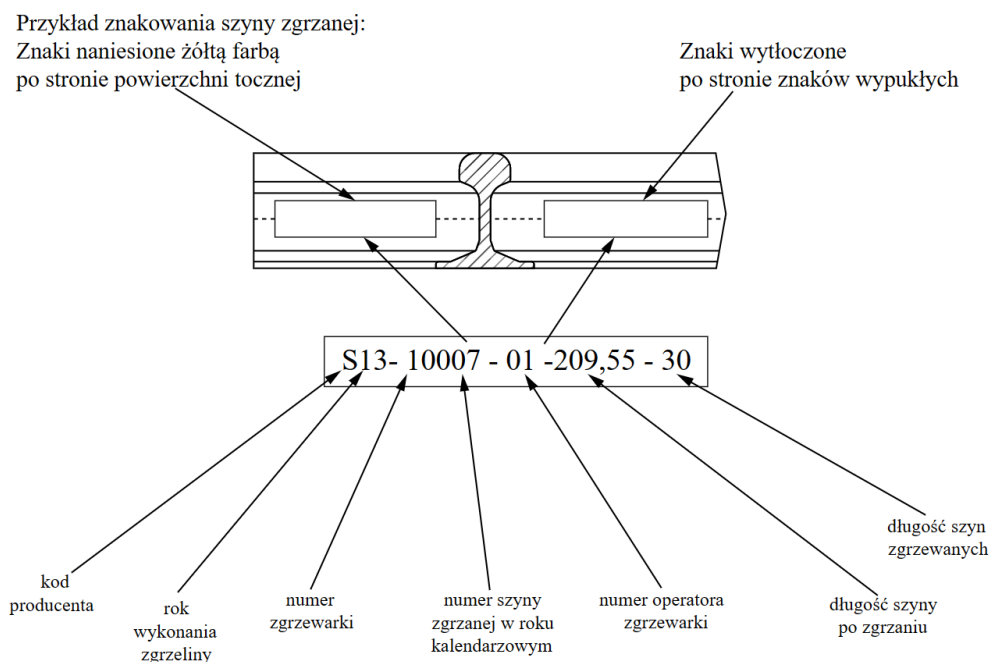
- elektrody powinny przylegać całą powierzchnią do oczyszczonej powierzchni szyny,
- każda zgrzewarka powinna posiadać przynajmniej jeden system rejestracji parametrów zgrzewania: w formie graficznej (wykresy) i/lub formie liczbowej określające parametry procesu zgrzewania.

Szyny powinny być zgrzewane z odcinków minimum 30 m. Szyna zgrzewana z szyn ze stali gatunku R260 powinna mieć długość minimum 180 m, a ze stali gatunku R350HT - minimum 120 m.

Znakowanie szyn polega na naniesieniu żółtą niezmywalną farbą (na szyjkę szyny, po stronie powierzchni roboczej) lub wytłoczeniu informacji na powierzchni szyjki szyny w odległości około 1,5 m od każdego końca szyny zgrzanej. Znaki wytłoczone powinny być wykonane wytłaczarką pneumatyczną na szyjce szyny w strefie występujących naprężeń neutralnych, po stronie znaków wypukłych. Powinny być czytelne mieć wysokość 16 mm, zaokrąglone naroża, kształt płaski o szerokości 1-1,5 mm i głębokość 0,5-1,0 mm. Litery i cyfry powinny mieć kąt pochylecia 10° od pionu. Znakowanie powinno być wykonane w jednej linii i powinno przedstawiać:

- znak producenta: Skarżysko Kamienna – S, Kędzierzyn-Koźle – K, Bydgoszcz – B, Chorzów – C,
- dwie ostatnie cyfry danego roku,
- 5 cyfrowy numer: cyfra nieparzysta – (1) - oznaczająca zgrzewarkę 1, cyfra parzysta – (2) zgrzewarkę 2; cztery pozostałe cyfry – numer szyny zgrzanej w danym roku kalendarzowym,
- numer operatora zgrzewarki,
- długość szyny po zgrzaniu (należy uwzględnić skrócenie się szyn podczas procesu zgrzewania, odcinki szyn wycięte do prowadzenia próby statycznego zginania i wycięte wadliwe zgrzeiny),
- długości szyn zgrzewanych.

Rysunek 48. Przykład znakowania szyny zgrzanej



Na rysunku zapis oznacza: szynę 7 (0007) zgrzewaną w Skarżysku-Kamiennej (S) w 2013 r. (13) do długości 209,55 m (209,55) z odcinków o długości 30 m (30) na zgrzewarce numer 1 (1) przez operatora zgrzewarki nr 1 (01).

Proces zgrzewania powinien być prowadzony urządzeniem automatycznym, z zaprogramowanym ciągiem i zgodnie z Dokumentacją Techniczno-Ruchową danej zgrzewarki. Parametry zgrzewania powinny być monitorowane i rejestrowane w trakcie procesu zgrzewania. Poszczególne złącza zgrzane powinny mieć przypisane parametry rejestrowane.

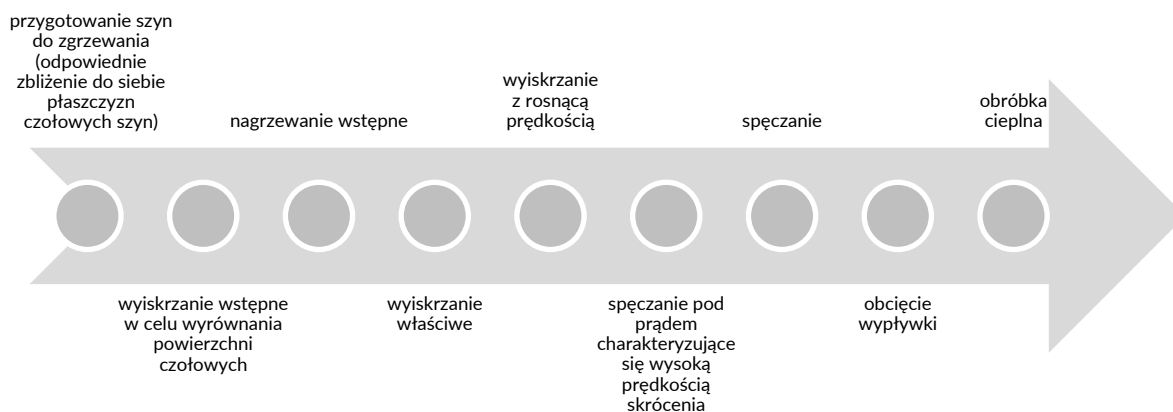
Zgrzewanie szyn

Zgrzewanie szyn jest potoczną nazwą zgrzewania doczołowego oporowego iskrowego szyn. Jest to proces, w którym następuje trwałe połączenie poprzez nagrzanie oporowe obszaru styku zgrzewanych szyn przy pomocy wyiskrzania ciekłego metalu z obszaru styku w wyniku przepływu prądu, a następnie wywarcie docisku spęczania. Zabieg ten zapewnia – poprzez nagrzanie oporowe – regulację tempa chłodzenia złącza lub odpowiednich zabiegów obróbki cieplnej.

Zgrzewanie szyn w torze jest wykonywane z użyciem pojazdów dwudrogowych lub mobilnych maszyn, które poruszają się wyłącznie po szynach. Proces spajania powinien być prowadzony urządzeniami automatycznymi z programowanym ciągiem

technologicznym oraz zgodnie z normami dotyczącymi zgrzewania szyn. Proces zgrzewania obejmuje kilka faz, które zostały przedstawione na rysunku.

Rysunek 49. Fazy procesu zgrzewania szyn kolejowych



Jednak program zgrzewania nie musi zawierać wszystkich faz, a zgrzewanie szyn może przebiegać przy różnych parametrach natężenia prądu, czasu i siły docisku spęczniania.

Zdjęcie 15. Przykładowe zdjęcie zgrzewarki szyn



Po spawaniu szyn następują badania kwalifikacyjne zgrzein zatwierdzające, które są przeprowadzane jako badania kontrolne jakości procesu zgrzewania. Badania przeprowadza się na złączach wykonanych na nowych szynach o profilu 60E1 przez uprawnione laboratorium, które działa w zatwierdzonym systemie zarządzania jakością i spełnia co najmniej wymagania normy dotyczącej systemu zarządzania jakością. Badania kwalifikacyjne są wykonywane co kilka lat dla każdej zgrzewarki.

Spawanie termitowe

Złącze spawane powstaje w procesie spalania mieszanki termitowej, sproszkowanego glinu i tlenków żelaza oraz innych metali. Metody spawania termitowego są następujące: SoWoS, PLA, SkV, SkV-Elite, HPW (ang. High Performance Weld), a także metody spawania szyn podsuwnicowych (SKS), łączenia szyn o różnych przekrojach (SRE) oraz naprawy uszkodzeń powierzchni tocznej szyn kolejowych (HWR i THR).

Metody te ze względu na odległość pomiędzy powierzchniami czołowymi łączonych szyn, dzielą się na standardowe z normalnym luzem spawalniczym o szerokości 25 mm i naprawcze – z szerokim luzem o wielkościach: 50, 68 i 75 mm.

Metoda spawania termitowego SoWoS bez nadlewu, z górnym wstępnym podgrzaniem końców łączonych szyn, charakteryzuje się koniecznością podgrzania końców szyn do temperatury 1000°C, a ocena stopnia nagrzania odbywa się wzrokowo na podstawie barwy żarzenia. Subiektywna ocena stopnia nagrzania może jednak prowadzić do niedogrzenia, przegrzenia lub nadtopienia końców szyn i formy. Powstałe wady często kwalifikują złącze do wycięcia. W wielu krajach metoda ta została ograniczona lub wycofano ją z użycia.

Metoda SkV z krótkim czasem podgrzania Proces technologiczny spawania szyn termitem z użyciem prefabrykowanych suchych form obejmuje:

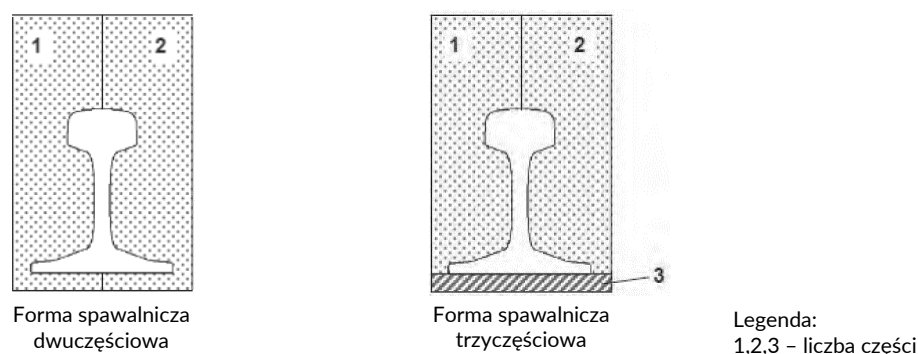
- przygotowanie i ustawienie styku szyn do spawania,
- założenie i uszczelnienie formy,
- napełnienie i ustawienie tygła,
- podgrzewanie końców szyn,
- spawanie (reakcja i spust),
- zdjęcie formy i obróbka złącza.

Metoda SkV i SkV Elite jest powszechnie stosowana na całym świecie, nawet na kolejach dużych prędkości.

Metody spawania termitowego THR (ang. THERMIT Head Repair) lub HWR (ang. Head Wash Repair) służą do naprawy uszkodzenia powierzchni tocznej główki szyny (np. typu squat). Takie uszkodzenia jednak najczęściej są naprawiane za pomocą napawania łukiem elektrycznym. Proces spawania przebiega w obu przypadkach bardzo podobnie, a różnica wynika ze sposobu przygotowania szyny do naprawy. Wymiary

uszkodzenia nie mogą przekraczać następujących wartości (w odniesieniu do nowej szyny 60E1): głębokość – 25 mm, długość – 75 mm i szerokość – cała główka. Proces technologiczny spawania szyn termitem z użyciem prefabrykowanych suchych form obejmuje przygotowanie i ustawienie styku szyn do spawania; założenie i uszczelnienie formy; napełnienie i ustawienie tygła; podgrzewanie końców szyn; spawanie (reakcja i spust) oraz zdjęcie formy i obróbkę złącza. Na szynę jest nakładana, dopasowywana i uszczelniana forma spawalnicza. W zależności od zastosowanej metody formy mogą się składać z dwóch lub trzech części. Połówki form muszą być uszczelnione względem siebie i szyny specjalną pastą lub piaskiem uszczelniającym.

Rysunek 50. Przykład form spawalniczych



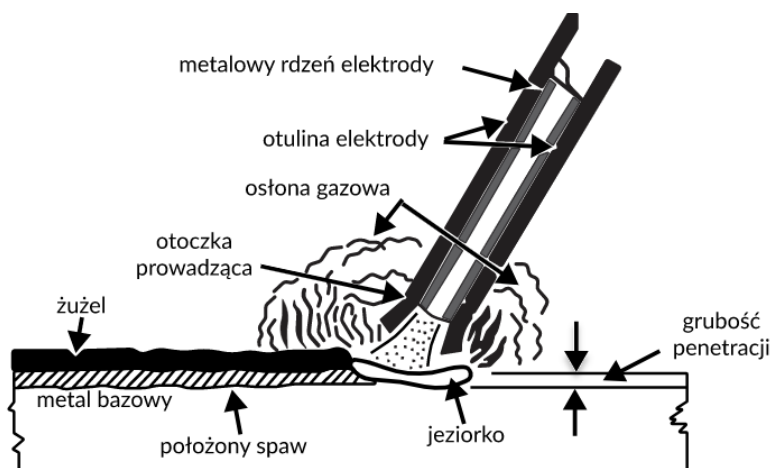
Po zakończeniu działania termitu obejmujące mocujące formy zdejmuje się po upływie określonego czasu od momentu wlewu. Nadmiar materiału spawalniczego na główce szyny należy ściąć za pomocą obcinarki hydraulicznej wyposażonej w odpowiednie noże tnące. Nadlew na stopce jest pozostawiany do ostygnięcia i dopiero później usuwany poprzez opukiwanie młotkiem. Szlifowanie spoiny jest wykonywane za pomocą szlifierki torowej po całkowitym schłodzeniu spoiny. Przeprowadzane jest przed przywróceniem ruchu i oddaniem do eksploatacji. Istnieje możliwość szlifowania gorącej spoiny, której temperatura przekracza 200°C. Zmniejsza to zużycie tarcz szlifierskich, a także przyspiesza prace. Zabronione jest chłodzenie spoiny czynnikami zewnętrznymi (wiatrakami czy wodą), ponieważ może to doprowadzić do powstania pęcherzy. Po oszlifowaniu spoiny sprawdzana jest prostoliniowość złącza, zgodnie z odpowiednią instrukcją spawania szyn termitem lub normą dotyczącą spawania termitowego szyn. Następnie następuje oznakowanie złącza szynowego –

na zewnętrznej powierzchni główki szyny wybija się numer spawacza, miesiąc i dwie ostatnie cyfry roku wykonania złącza.

Spawanie łukiem elektrycznym

Spawanie łukowe elektrodą otuloną (ang. Manual Metal Arc Welding - MMA) jest procesem, w którym trwałe połączenie uzyskuje się przez stopienie ciepłem łuku elektrycznego topliwiej elektrody otulonej i materiału spawanego. Łuk elektryczny jarzy się między końcem pokrytej otuliną metalowej elektrody a spawanym materiałem. Krople stopionego metalu elektrody, przenoszone poprzez łuk do płynnego jeziorka spawanego metalu, są chronione przed wpływem atmosfery przez gazy wydzielające się wskutek rozkładu otuliny elektrody. Topiąca się otulina tworzy na powierzchni jeziorka żużel, który chroni krzepnący metal spoiny przed wpływem atmosfery.

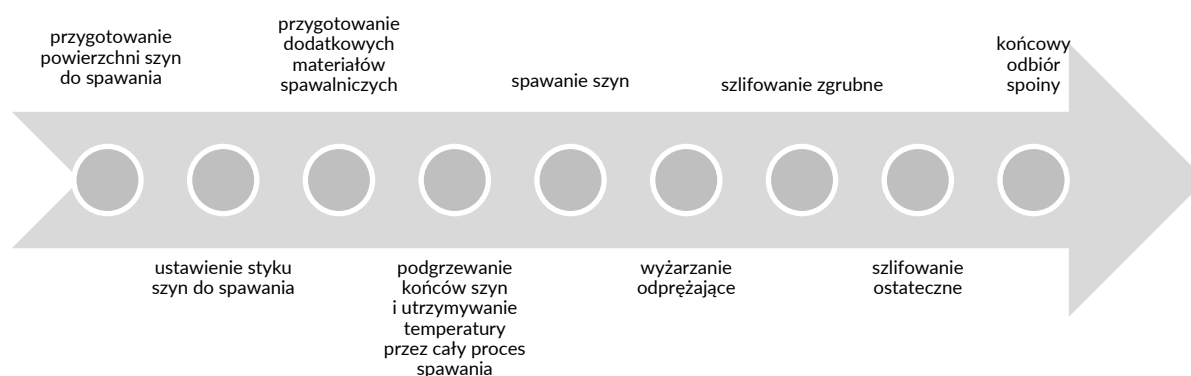
Rysunek 51. Schemat spawania łukiem elektrycznym



W procesie spawania łukiem elektrycznym istotne są: rzetelne przestrzeganie parametrów procesu spajania szyn, precyzyjne prowadzenie elektrody oraz dokładne usuwanie żużlu z powierzchni zakończonych ściegów. Wykonane połączenie musi bowiem stanowić jednolitą ciągłość z łączonymi szynami.

Technologia spawania szyn łukiem elektrycznym elektrodami składa się z następujących kilku etapów prac, które przedstawiono na rysunku.

Rysunek 52. Fazy procesu spawania łukiem elektrycznym



Złącza szynowe spawane łukiem elektrycznym elektrodą zasadową można wykonywać w szynach nowych i staroużytecznych typu 60E1 i 49E1 ze stali gatunków R260 i R350HT według normy dotyczącej regeneracji szyn z wykorzystaniem spawania łukiem elektrycznym.

C. Opis oraz zasady stosowania szyn kolejowych przejściowych w infrastrukturze kolejowej

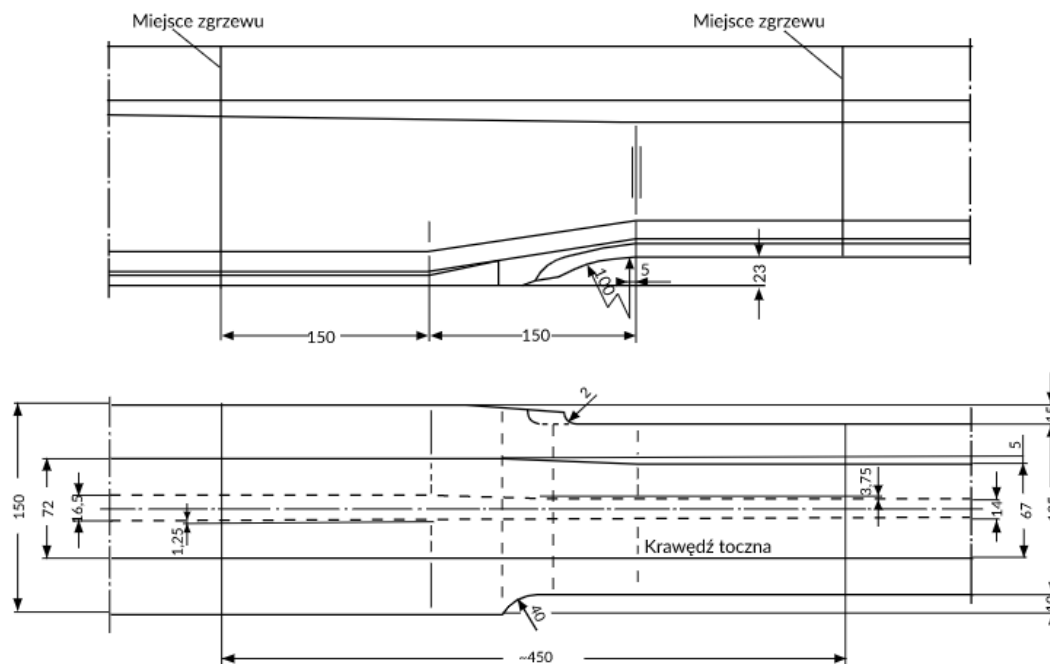
Łączenie szyn typów UIC60 (60E1) i S49 (49E1) jest wykonane z wykorzystaniem szyn przejściowych. Do połączeń innych typów szyn oraz w czasie wykonywania robót wymiany nawierzchni, dopuszcza się stosowanie łubków przejściowych.

Łubek przejściowy służy do łączenia szyn różnego typu. Obecnie na torach PKP PLK S.A. łubka przejściowego można stosować jedynie tymczasowo w trakcie wykonywania robót. W przypadku konieczności zmiany typu szyny należy stosować:

- szyny przejściowe (szyna o profilu 60 E1 przekuta do profilu 49E1 połączona za pomocą zgrzeiny),
- spoinę termitową przejściową 49E1/60E1.

Szyna przejściowa składa się z trzech elementów: odcinka szyny o profilu 60E1, odkuwki o długości 450 mm (przejście z profilu 60E1 do 49E1) i odcinka szyny o profilu 49E1. Wszystkie trzy elementy zgrzewane są elektrooporowo. Ze względu na konieczność zachowania prostoliniowości krawędzi tocznej główki szyny, szyna przejściowa nie jest symetryczna, w związku z czym jest wykonywana jako lewa i prawa.

Rysunek 53. Rysunek konstrukcyjny szyny przejściowej UIC60/S49 (60E1/49E1)



Na zdjęciu zaprezentowano szynę przejściową w terenie.

Zdjęcie 16. Szyna przejściowa



1.2.2. Opis oraz zasady budowy toru bezстыkowego w infrastrukturze kolejowej

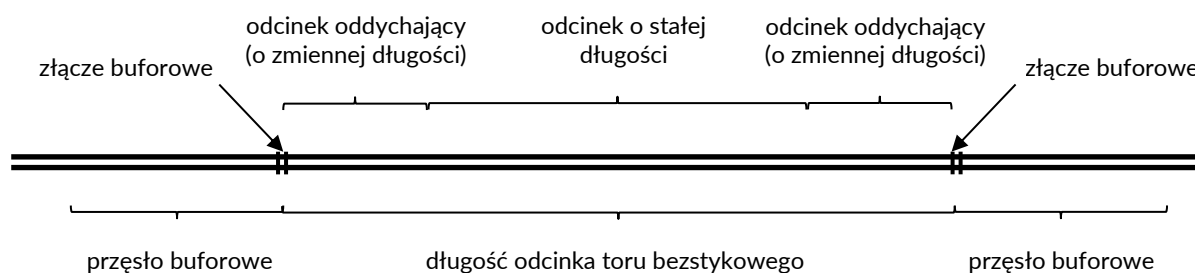
Torem bezстыkowym nazywamy konstrukcję, w której szyny w torze prostym, a także tuki szynowe w rozjazdach, połączone są techniką spawalniczą w odcinki o długości większej od 180 m. Można ją stosować we wszystkich klasach torów, przy zachowaniu odpowiednich wymagań technicznych. Na liniach wielkich prędkości może być stosowany jedynie tor bezстыkowy. Na potrzeby wbudowania w tor bezстыkowy szyny 60E1 (szyna typu ciężkiego) są zgrzewane w odcinki o długości 300 m i większej.

Szyny długie walcowane produkowane bezpośrednio przez producenta w hucie są o max. długości 120 m. Dostarczone tej długości szyny na budowę zgrzewane są w torze zgrzewarkami torowymi.

W torze bezстыkowym ułożonym z takich szyn występuje kilkakrotnie mniej zgrzein, co ma znaczenie dla trwałości i niezawodności nawierzchni. W torze bezстыkowym złącza łukowe zastąpiono połączeniami spawanymi lub zgrzewanymi. Szyny łączą się za pomocą zgrzewania łukowo-elektrycznego oraz spawania termitowego. W zakładach, w których wytwarzane są tzw. szyny długie na potrzeby budowy i utrzymania toru bezстыkowego stosowana jest metoda zgrzewania łukowo-elektrycznego. Dzięki brakowi klasycznych złącz jakość geometrii toru jest znacznie wyższa, a deformacje tworzą się wolniej, co daje większą żywotność toru przy mniejszych kosztach utrzymania. Te zalety powodują, że tor bezстыkowy jest obecnie podstawową konstrukcją nawierzchni kolejowej.

Na rysunku przedstawiono schemat toru bezстыkowego.

Rysunek 54. Schemat toru bezстыkowego



Poprzez **odcinki oddychające** rozumie się końcowe odcinki toru bezстыkowego, na długości których (w prawidłowo utrzymanym torze) występują zmiany długości szyny wywołane zmianami temperatury. **Przęsłem buforowym** jest przęsło toru klasycznego przylegające bezpośrednio do toru bezстыkowego. **Złącze buforowe** to miejsce połączenia toru bezстыkowego z torem klasycznym, wykonane w postaci klasycznego, łukowego złącza szynowego.

Szyny przeznaczone dla torów bezстыkowych, po przywiezieniu na miejsce zostają wbudowane w torze i spawane termitowo w jeszcze dłuższe odcinki. W konsekwencji w takim rodzaju toru, poza obciążeniem ze strony ruchu taboru kolejowego, pojawia się

nowy rodzaj obciążeń – obciążenia termiczne. Obciążenia te nie są spotykane w torze klasycznym.

Przytwierdzenie szyn toru bezстыkowego powinno być wykonane w **temperaturze neutralnej** (+15°C do +30°C) tj. temperaturze szyny przy której nie występuje siła podłużna, temperatura, przy której w szynie nie występują naprężenia (czyli panuje stan beznaprężeniowy). Wykonuje się je w taki sposób, aby temperatura neutralna, przy której zeruje się siła podłużna, wynosiła $23^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$. Temperatura ta powinna być utrzymywana przez cały okres eksploatacji toru bezстыkowego, weryfikowana co najmniej raz w roku na podstawie pomiaru punktów stałych oraz przeglądu nawierzchni i podtorza. **Punkty stałe** służą do prowadzenia prostej odniesienia, wobec której wykonywany jest pomiar odległości do punktu bazowego na szynie. Punkty stałe lokalizuje się jedynie w strefie centralnej po obu tokach toru bezстыkowego (nie bliżej niż ok. 100 m od styku). Jeśli tor bezстыkowy posiada długość większą niż 1 km, na torze występują dwa punkty stałe na jednej szynie długiej przed jej zgrzaniem w odległości ok. 50 m od końców szyny. Dla toru bezстыkowego krótszego niż 1 km punkty stałe pojawiają się w odległości 50-200 m od siebie (w zależności od warunków lokalnych). Punkty bazowe oznaczane są poprzez nacinanie na bocznej, zewnętrznej płaszczyźnie główki szyny lub nabijane punktakiem lub oznaczane farbą olejną koloru białego (lub innego koloru).

Pierwszy pomiar punktu stałego wykonuje się bezpośrednio po ułożeniu szyny i przytwierdzeniu jej podkładów w trakcie procesu technologicznego układki toru bezстыkowego i pomiar ten wpisuje się do dziennika pomiarów. Od dokładności pierwszego pomiaru zależy wiarygodność późniejszych pomiarów, które wykonuje się raz w roku. Po wykonaniu pomiarów punktów stałych weryfikuje się temperaturę neutralną, wyznaczając wartości przemieszczeń. Na podstawie tych danych sporządza się wykres pełzania, oblicza wartość zmiany temperatury odpowiadającej zmianie sił podłużnych, oblicza się aktualną temperaturę neutralną. Na podstawie aktualnej temperatury neutralnej podejmuje się decyzje czy należy przeprowadzić regulację sił podłużnych. Przeprowadzenie regulacji sił podłużnych uzależnione jest od stanu podsypki oraz różnicy temperatur neutralnych pomiędzy kolejnymi rocznymi pomiarami.

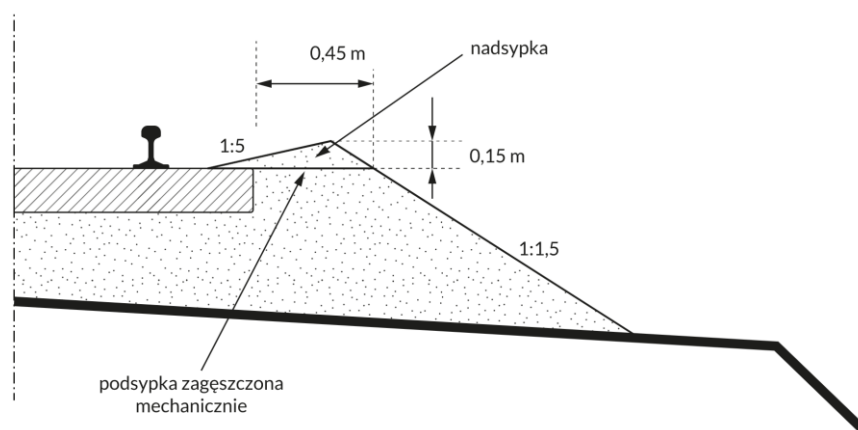
Ograniczenia występujące w kontekście kształtu geometrii toru bezстыkowego w planie i profilu są następujące:

- a) tor bezстыkowy nie może zaczynać się i kończyć na krzywej przejściowej;
- b) najmniejszy promień łuku poziomego toru bezстыkowego powinien wynosić:
 - w torach głównych i głównych dodatkowych wszystkich kategorii linii – 500 m w torze na podkładach drewnianych i 450 m na podkładach betonowych,
 - we wszystkich torach stacyjnych – 300 m;
- c) pochylenia podłużne linii kolejowej z torem bezстыkowym nie mogą przekraczać 12‰.

Nawierzchnia toru bezстыkowego musi spełniać następujące warunki:

- a) przytwierdzenie sprężyste lub typu K powinno zapewnić docisk jednej łapki do szyny siłą minimum 8 kN (dla przytwierdzenia sprężystego docisk jest zapewniony przez konstrukcję łapki; dla przytwierdzenia K jest to szczelina 1 mm pomiędzy zwojami pierścieni sprężystych),
- b) szerokość pryzmy podsypki tłuczniowej (niezależnie od kategorii linii) wynosi co najmniej 0,45 m od czoła podkładów; w przypadku nie stosowania maszynowego zagęszczania podsypki – wykonywana jest nadsypka co pokazano na rysunku).

Rysunek 55. Nadsypka w torze bezстыkowym



Rozpatrując zagadnienie stateczności toru bezстыkowego można wyodrębnić dwie podstawowe grupy czynników oddziałujących na tor:

- czynniki wywołujące wyboczenie torów – zaliczamy do nich podłużne siły ściskające wynikające ze zmian temperatury, odkształceń górniczych terenu,

początkowe nierówności toru w płaszczyźnie pionowej i poziomej, siły od dynamicznego oddziaływania taboru na tor, pełzanie toru pod przejeżdżającym taboru, drganie toru wywołane ruchem pociągów,

- czynniki przeciwdziałające wyboczeniu – opór poprzeczny i podłużny podsypki i sztywność toru na zginanie.

W szynach toru bezстыkowego występują następujące naprężenia działające wzdłuż osi szyn:

- od obciążenia termicznego,
- od zginania (pod wpływem obciążenia taboru kolejowym),
- powstające na skutek pełzania toków szynowych (podłużnych przemieszczeń szyn lub szyn wraz z podkładami),
- własne (resztkowe).

Najistotniejsze są naprężenia termiczne oraz zaburzające je naprężenia od pełzania toków szynowych, gdyż wpływają one na zachowanie stateczności toru bezстыkowego. Regulacja naprężeń w torze bezстыkowym polega na wykonaniu rozprężania toru polegającego na zdjęciu przytwierdzeń, wycięciu szyny i rozluźnieniu oraz ponownym przytwierdzeniu i przyspawaniu szyny i można ją wykonać metodą:

- swobodną - polega na umożliwieniu szynom niewymuszonej zmiany ich długości, w wymaganej temperaturze szyn, która wynosi 23°C (zakres tolerancji od -3°C do +3°C),
- wymuszoną – polega na wygenerowaniu siły podłużnej w każdym z toków szynowych, co wpływa na zmianę stanu naprężeń toru bezстыkowego.

Wybór metody regulacji naprężeń jest zależny od warunków technicznych i termicznych. Warunki atmosferyczne uniemożliwiają zastosowanie metody swobodnej. W praktyce częściej stosowana jest metoda wymuszona.

Przed przystąpieniem do regulacji naprężeń metodą swobodną polega na początek na upewnieniu się, że wymagana temperatura szyny jest w przedziale 20-26°C i pozostanie w tym zakresie temperatury do zakończenia robót, czyli ponownego przytwierdzenia szyn do podkładów. Następnie wykonywane jest przecięcie szyn z wykorzystaniem piły tarczowej, by nie generować zbędnego obciążenia termicznego w szynie. Potem następuje odpięcie szyn z przytwierdzeń do podkładów. Wykonywane są od miejsca przecięcia w kierunku odcinka oporowego.

Oba toki szynowe unoszone są nad podkłady i podparte na rolkach. W celu wydłużenia szyn, zwiększa się prześwit w miejscu przecięcia. Rolki mogą być wykonane z gładkich prętów stalowych (o średnicy 6 mm) rozmieszczonych w odległościach umożliwiających swobodną zmianę długości szyny, czyli np. co 10 metrów. Po zakończeniu procesu rozciągania, wydłużony odcinek szyny odcinany jest przy użyciu piły tarczowej z uwzględnieniem luzu spawalniczego. Łączy się toki szynowe, usuwa rolki i przytwierdza się szyny do podkładów (jednocześnie uwzględniając temperaturę wymaganą). Przytwierdzenie obu toków wykonywane jest równocześnie w tym samym kierunku. Informacje o lokalizacji spawów wraz z temperaturą, w jakiej były wykonane, oraz o kierunku montażu złączy wraz z temperaturą, umieszcza się w metryce toru bezстыkowego.

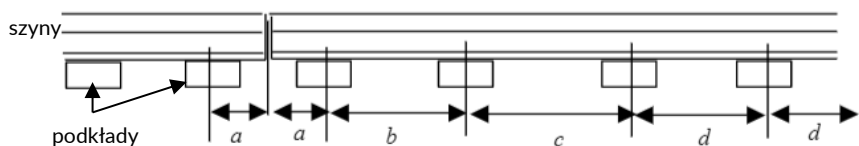
W metodzie wymuszonej regulacji naprężeń, tj. termicznej regulacji naprężeń, siła podłużna w toku szynowym jest generowana przy użyciu naprężaczy hydraulicznych. Toki szynowe mogą być naciągane jednostronnie lub obustronnie. Stosowana jest, gdy temperatura szyn jest niższa od temperatury wymaganej. Po przecięciu i odpięciu złączy, toki szynowe są podnoszone na rolkach. Wydłużenie szyn uzyskuje się używając podgrzewarek szynowych. Regulacja naprężeń w torze bezстыkowym sposobem jednostronnego naciągu wykonywana jest w łukach o promieniu $R < 1000$ m. Maksymalna długość odcinka nie może być dłuższa niż 500 m. Jeżeli temperatura zabudowy toru bezстыkowego jest niższa od temperatury wymaganej, po przecięciu toków szynowych, odcinek szyny jest wycinany (w każdym z toków szynowych), a szyny są dociągane na odległość luzu spawalniczego i połączone końcami obu toków szynowych. Szyny podgrzewane są do uzyskania wartości temperatury wymaganej, po czym następuje zapięcie przytwierdzeń - równocześnie w obu tokach szynowych. Regulacja naprężeń w torze bezстыkowym sposobem obustronnego naciągu stosowana jest w torze prostym oraz w łukach o promieniu $R > 1000$ m (jednak na długości odcinka nie dłuższym niż 800 m). Przecięcia szyn dokonywane są w środku odcinka regulowanego. Po odpięciu złączy na regulowanym odcinku toru bezстыkowego, instalowane są naprężacze hydrauliczne. Naprężacze te dociągają końce toków szynowych na odległość luzu spawalniczego. Podczas naciągania toków szynowych kontrolowane są przemieszczenia szyn w lokalizacjach punktów stałych. Połączenia toków szynowych wykonywane są z założonymi naprężaczami szynowymi

podczas działania wygenerowanej siły podłużnej w każdym z toków szynowych. Naprężacze szynowe demontowane są po zredukowaniu temperatury spoiny do 250°C.

Każdy tor bezстыkowy musi mieć swoją metrykę, w której zawarte są dane o konstrukcji nawierzchni, terminie i warunkach budowy oraz informacje o temperaturach w jakich następowało przytwierdzenie szyn długich do podkładów i łączenie szyn długich.

Na poniższym rysunku przedstawiono rozmieszczenie podkładów w torze dla toru bezстыkowego. Dla torów klasycznych wartości te takie same, wobec czego obie grupy torów znalazły się w tej samej tabeli.

Tabela 22. Rozmieszczenie podkładów w torze

Widok z boku: 

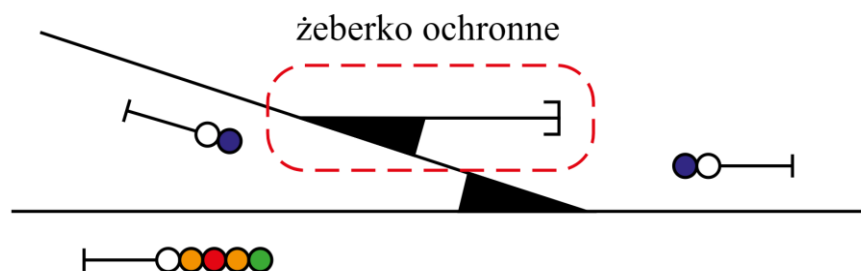
Przystykowe w torach klasycznych i stykach toru bezстыkowego - a, b, c
Na prześle - d

Klasa toru	Długość szyny [m]	Rozstaw podkładów [m]				Liczba podkładów	
		Przystykowe w torach klasycznych i stykach toru bezстыkowego			Na prześle	Na prześle w torze klasycznym	Na 1 km toru bezстыkowego
		a	b	c	d		
0, 1, 3, 4, 5	25	0,298	0,550	0,550	0,600	43	1 720
	30		0,605	0,600	0,600	51	1 700
2, 3, 5	25		0,550	0,605	0,650	40	1 600
	30		0,525	0,530	0,650	48	1 600
2, 3, 4, 5	25		0,655	0,700	0,700	37	1 480
	30		0,705	0,700	0,700	44	1 466
3, 5	25		0,630	0,700	0,750	35	1 400
	30		0,600	0,605	0,750	42	1 400
3, 4	25		0,670	0,735	0,800	33	1 320
	30		0,705	0,800	0,800	39	1 300
5	25		0,730	0,850	0,850	31	1 240
	30		0,730	0,800	0,850	37	1 233

Z racji tego, iż na obiektach inżynieryjnych nie można stosować złączy szynowych, tor kolejowy na całej długości obiektu oraz na odcinku przejściowym za skrzydłami przyczółków powinien być układany z szyn zgrzewanych (jako tor bezстыkowy).

Na końcu toru kolejowego w celu uniemożliwienia wyjechania z toru nie połączonego z innym torem umieszcza się konstrukcję budowlaną zwaną kozłem oporowym. Tor specjalnego przeznaczenia zakończony kozłem oporowym służącym do zabezpieczenia drogi przebiegu dla pociągów od najechania z boku przez inne pociągi lub pojazdy kolejowe nazwany jest **żeberkiem ochronnym**.

Rysunek 56. Żeberko ochronne zakończone kozłem oporowym



W torach mogą być stosowane następujące rodzaje kozłów oporowych:

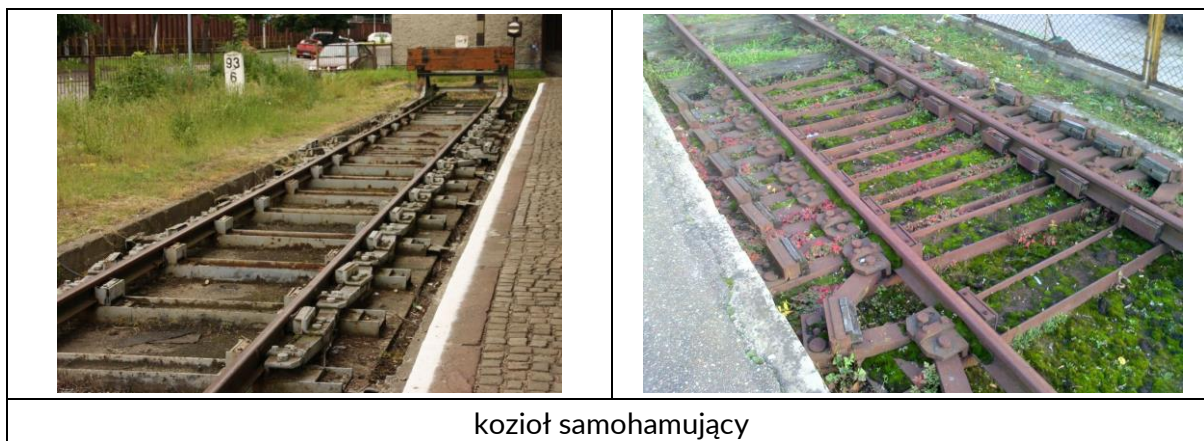
- kozły stalowe szynowe lub wykonane z kształtowników,
- kozły betonowe,
- kozły samohamujące.

Na zdjęciach zaprezentowano kozły betonowe i samohamujące.

Zdjęcie 17. Kozioł betonowy oraz kozioł samohamujący



kozioł betonowy



kozyt samohamujący

Kozyt oporowy amortyzuje działanie siły w przypadku najechania na niego taboru. Hamowanie pojazdu rozpoczyna się przy jego wjeździe na warstwę żwirowej zasypki (bądź też piasku) przed nim. Zasypka ta zabezpiecza przed uszkodzeniem pojazdu, ładunku oraz kozła oporowego. Poduszka piaskowa lub żwirowa występuje jedynie przy kozłach szynowych lub betonowych. Każdy z zamontowanych kozłów oporowych musi posiadać swoją dokumentację techniczną. Istotnymi i najważniejszymi kwestiami tych budowli w zakresie Poradnika jest ogólna wiedza na temat rozróżnienia tych budowli. Betonowy kozioł oporowy jest zbudowany na ławie torowej z żelbetu zgodnie z projektem budowlanym. Jest on posadowiony 100 m przed miejscem niebezpiecznym typu urwisko/ulica. Kozioł oporowy samohamujący zbudowany jest z elementów stalowych, które są początkowo złożone. Proces hamowania odbywa się w sposób kontrolowany, na drodze pochłaniania energii kinetycznej rozpędzonego pojazdu. Energia ta jest rozpraszana przez układy cierne, na których wsparte jest urządzenie hamujące. Po zahamowaniu pociągu przy użyciu tego kozła, „łańcuchy” kozła rozwijają się na całą swoją długość. Są posadowione na końcach torów oraz przy peronach w stacjach. Istnieją również inne rozwiązania związane z pochłanianiem energii kinetycznej do wyhamowania pojazdu kolejowego i oparte w większości na działaniu ciernym.

1.2.3. Opis oraz zasady budowy nawierzchni kolejowej na przejazdach kolejowo-drogowych

W celu zapewnienia bezpiecznego przekraczania toru kolejowego przez pojazdy drogowe oraz pieszych linia kolejowa powinna być wyposażona w przejazdy i przejścia. Ich kategorie i rodzaje są dostosowane do natężenia ruchu kolejowego i drogowego. Jednak na ważnych drogach i liniach kolejowych o dużym natężeniu ruchu dąży się

do budowy wiaduktów. Wiadukty są budowane w miejscach, gdzie linie kolejowe mają prędkość ponad 160 km/h.

Przejazdem kolejowym nazywamy jednopoziomowe skrzyżowanie toru kolejowego z drogą publiczną. Jeżeli z torem krzyżuje się chodnik, wtedy takie skrzyżowanie nazywa się przejściem kolejowym. Przejazdy i przejścia umożliwiają bezpieczne przekraczanie linii kolejowych.

Przejazd kolejowy musi spełniać wiele warunków technicznych, dotyczących widoczności, oświetlenia, pochylenia drogi przy podjeździe do przejazdu oraz kąta skrzyżowania drogi z torem. Na przejazdach kolejowych stosowane są urządzenia zabezpieczające (rogatki i półrogatki) oraz ostrzegawcze (sygnalizacja świetlna i dźwiękowa). Na przejazdach obsługiwanych z odległości stosuje się nadzór telewizji przemysłowej. **Rogatki** są zespołem urządzeń złożonym z napędu rogatekowego i drąga rogatekowego zamykającym ruch drogowy na przejeździe kolejowo-drogowym lub przejściu.

Konstrukcja nawierzchni drogowej na przejeździe kolejowo-drogowym powinna być wykonana przy użyciu tych samych rozwiązań technicznych i materiałowych na całej długości przejazdu kolejowo-drogowego i uwzględniać natężenie ruchu drogowego. Podtorze w rejonie przejazdu powinno być odwodnione w sposób zapewniający odpływ wód opadowych. Należy unikać lokalizowania przejazdów w torach położonych w łukach poziomych z przechyłką oraz na krzywych przejściowych. W celu swobodnego przejścia obrzeży kół taboru kolejowego przez przejazd stosuje się przy obu szynach w przejeździe żłobki o głębokości minimum 38 mm (przy największym dopuszczalnym zużyciu pionowym szyny) oraz odpowiednich ich szerokościach uzależnionych od tego czy tor w przejeździe jest na odcinku prostym czy w łuku i tak:

- a) na prostych i łukach o promieniu $R \geq 350$ m – co najmniej 67 mm,
- b) w łukach o promieniu $350 \text{ m} > R \geq 250$ m – co najmniej 75 mm,
- c) w łukach o promieniu $R < 250$ m – co najmniej 80 mm.

W przypadku przebudowy drogi inwestor musi dostosować nawierzchnię drogową na przejeździe kolejowo-drogowym do parametrów technicznych przebudowywanej drogi. Skrzyżowania projektuje się tak, aby wyeliminować szkodliwe oddziaływanie drgań na budynki usytuowane w bezpośrednim sąsiedztwie skrzyżowań oraz drgania i hałas, na który będą narażeni ludzie przebywający w tych budynkach.

Do chodników i ścieżek rowerowych na przejeździe kolejowo-drogowym lub przejściu stosuje się przepisy techniczno-budowlane dotyczące dróg publicznych. W obrębie przejazdu kolejowo-drogowego, chodnik oraz ścieżka rowerowa nie może być wyższa niż krawędź jezdni. Nawierzchnię jezdni, chodnika i ścieżki rowerowej w obrębie przejazdu kolejowo-drogowego wyróżnia się za pomocą oznakowania poziomego lub stosując kontrastujące ze sobą kolory nawierzchni. W przypadku wydzielonych chodników oraz ścieżek rowerowych, można dokonać ich zabezpieczenia jak dla przejść kategorii E. Przejść nie lokalizuje się na odcinkach toru w łuku o promieniu mniejszym niż 350 m, a przejazdu kolejowo-drogowego nie projektuje się w obrębie rozjazdów kolejowych.

W przypadku dróg gruntowych na dojeździe do przejazdu kolejowo-drogowego stosuje się nawierzchnię gruntową ulepszoną na długości co najmniej 10 m, licząc od skrajnej szyny z każdej strony przejazdu, a gdy są usytuowane na przejazdach obejmujących dwa lub więcej torów – również na międzytorzach. Jeżeli spadek drogi w stronę przejazdu kolejowo-drogowego przekracza 5%, długość tę należy powiększyć o 10 m. Jeśli po nich przebiegają trasy wojskowych pojazdów gąsienicowych, na długości 30 m od skrajnych szyn szerokość jezdni o nawierzchni co najmniej ulepszonej powinna wynosić co najmniej 4,5 m, a korony drogi – 7 m.

Żłobki na przejazdach kolejowo-drogowych powinny spełniać łącznie następujące warunki:

- 1) umożliwiać swobodne przejście obrzeży kół pojazdu szynowego pomiędzy nawierzchnią drogową na przejeździe kolejowo-drogowym ułożoną wewnątrz toru a szynami;
- 2) szerokość mierzona 14 mm poniżej górnej powierzchni główki szyny dla linii kolejowych normalnotorowych i 10 mm dla linii kolejowych wąskotorowych, osiągnięta przez właściwe ułożenie nawierzchni drogowej, powinna wynosić nie mniej niż:
 - a) 60 mm – w torach prostych i na łukach o promieniu 350 m lub większym,
 - b) 70 mm – na łukach o promieniu 250 m do 350 m,
 - c) 80 mm – na łukach o promieniu mniejszym niż 250 m.

Szerokość żłobka określona może być zwiększona, jeżeli żłobek ma formę rozszerzającą się ku górze.

3) głębokość żłobka przy największym dopuszczalnym zużyciu szyny, mierzona od powierzchni główki szyny, powinna być nie mniejsza niż 38 mm.

Sumaryczne szerokości żłobków mogą być zwiększone o dopuszczalne tolerancje szerokości toru, jednak nie więcej niż 35 mm.

Konstrukcja podtorza w rejonie przejazdu kolejowo-drogowego:

- 1) powinna być taka sama jak na odcinkach przyległych i spełniać wszystkie warunki techniczne dla podtorza na szlaku lub równi stacyjnej, z tym że w przypadku uzasadnionym warunkami miejscowymi można stosować wzmocnienie podtorza,
- 2) powinna zapewniać odprowadzenie wód spod nawierzchni przejazdu kolejowo-drogowego i przepływ wód w ciągach odwodnieniowych wzdłuż toru, z tym, że konstrukcja odwodnienia przejazdu kolejowo-drogowego może być, po uzgodnieniu z zarządcą drogi, zintegrowana z odwodnieniem drogi.

Na drodze w obrębie przejazdu kolejowo-drogowego, w przypadku dużego natężenia ruchu na drodze lub nachylenia jej w kierunku toru, stosuje się zabezpieczenie przed:

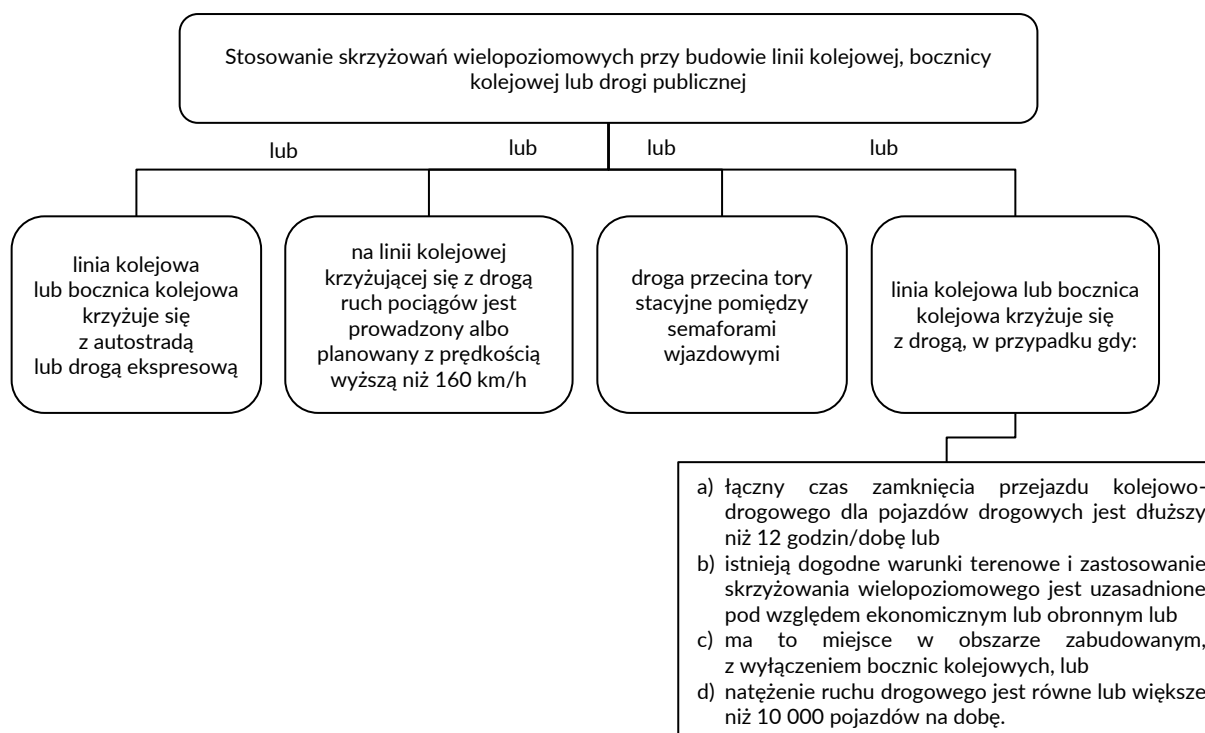
- 1) splotem wody i błota z drogi na przejazd kolejowo-drogowy,
- 2) przenikaniem błota do podsypki pomiędzy szynami i nawierzchnią na przejeździe kolejowo-drogowym.

Projekt budowy lub przebudowy skrzyżowań linii kolejowych z drogami publicznymi podlega uzgodnieniu z właściwym zarządcą drogi i zarządcą kolei.

Skrzyżowania takie są stosowane przy przebudowie linii kolejowej, bocznic kolejowej lub drogi publicznej, w przypadkach, o których mowa w powyższych przypadkach (oprócz pkt c i d). Przepisów nie stosuje się do skrzyżowań przebudowywanych lub przenoszonych w związku z tymczasową zmianą trasy drogi publicznej lub linii kolejowej dla drogi przecinającej tory stacyjne pomiędzy semaforami wjazdowymi i dla linii kolejowej lub bocznic kolejowej krzyżujących się z drogą.

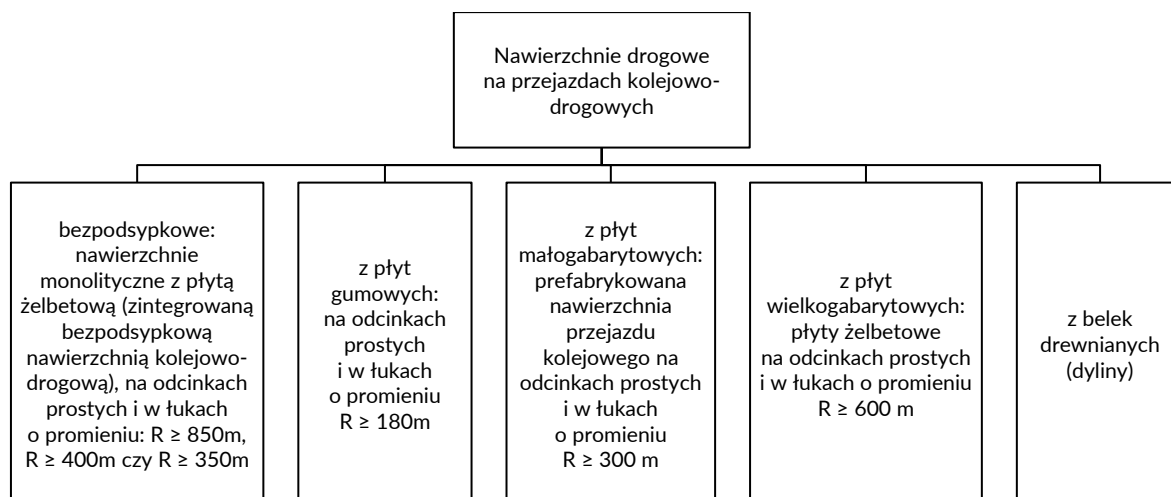
Przy budowie nawierzchni przejazdowych wykorzystywane są beton oraz guma lub materiały gumopodobne czy materiały niekonwencjonalne, jak np. polietylen, stal pokryta tworzywem epoksydowym i elastomery. Istotnym jest odpowiednia trwałość nawierzchni przejazdów i komfort jazdy pojazdów samochodowych.

Rysunek 57. Przypadki stosowania skrzyżowań wielopoziomowych przy budowie linii kolejowej, bocznic kolejowej lub drogi publicznej



Wykaz aktualnie stosowanych w Polsce nawierzchni drogowych na przejazdach kolejowo-drogowych przedstawiono na rysunku.

Rysunek 58. Aktualnie stosowane w Polsce nawierzchnie drogowe na przejazdach kolejowo-drogowych



Przy doborze właściwej konstrukcji nawierzchni drogowej na przejazdach kolejowo- drogowych należy wziąć pod uwagę warunki lokalne oraz parametry

związane z ruchem drogowym i kolejowym. Przykład nawierzchni z belek drewnianych (dyliny) na przejeździe tymczasowym zaprezentowano na zdjęciu.

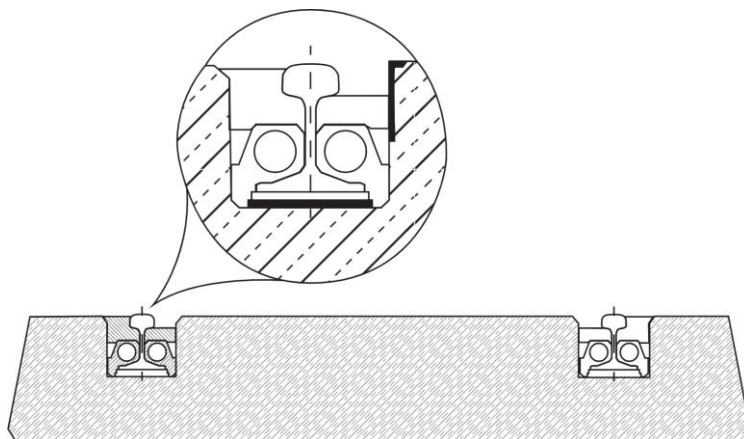
Zdjęcie 18. Przykład nawierzchni z belek drewnianych (dyliny) na przejeździe tymczasowym



1) Zintegrowana bezpodsypkowa nawierzchnia kolejowo-drogowa z płyt żelbetowych

Są różne rodzaje nawierzchni bezpodsypkowych na przejazdach kolejowo-drogowych. Przykładem może być zintegrowana bezpodsypkowa nawierzchnia kolejowo-drogowa składająca się z dwóch podstawowych komponentów: prefabrykowanej płyty żelbetowej z ukształtowanymi kanałami szynowymi oraz szyn w otulinie, zabudowanych w kanałach szynowych (w systemie ERS). Standardowe długości płyt prefabrykowanych wynoszą 3 m, 4 m oraz 6 m. System takiej nawierzchni ma zastosowanie na liniach jednotorowych lub wielotorowych, w zakresie wszystkich klas o szerokości 1435 mm lub 1520 mm, dla szyn kolejowych 49E1 (S49) i 60E1 (UIC60), na odcinkach prostych lub w łukach o promieniu minimalnym $R \geq 350$ m, $R \geq 400$ m lub $R \geq 850$ m.

Rysunek 59. Schemat prefabrykowanej płyty żelbetowej



Na zdjęciu przedstawiono przykład prefabrykowanej płyty żelbetowej w terenie.

Zdjęcie 18. Przykład prefabrykowanej płyty żelbetowej w terenie



2) System gumowych płyt

System stanowi grupa gumowych płyt przeznaczonych do wykorzystania na przejazdach kolejowo-drogowych, przejściach dla pieszych.

Podstawowymi elementami składowymi nawierzchni przejazdowej są:

- płyta gumowa,
- krawężnik żelbetowy (zwykły lub drenażowy),
- poduszka amortyzująca,
- element spinający (drażek naprężający) płyty,
- stalowy klin zabezpieczający,
- kątowna nakładka przeciwpoślizgowa.

W zależności od przeznaczenia miejsca ułożenia płyt w nawierzchni przejazdu rozróżnia się:

- płyty przejazdowe wewnętrzne,
- płyty przejazdowe zewnętrzne,
- płyty przejazdowe zewnętrzne układane na międzytorzu.

Płyty gumowe są dwuwarstwowe. Warstwa zewnętrzna wykonana jest z gumy wysokiej klasy odpowiadającej właściwościami gumie wykorzystywanej do produkcji opon samochodowych. Warstwa wewnętrzna zbudowana jest z mieszanki wulkanizacyjnej o zmniejszonych wymaganiach wytrzymałościowych. Na powierzchni jezdnej płyt znajdują się nacięcia tworzące romboidalną siatkę dla zwiększenia przyczepności kół pojazdów samochodowych. Dodatkowo powierzchnia jezdna płyt zawiera mineralny wypełniacz, czyli korund.

Płyty zewnętrzne od strony toru oparte są na stopce szyny, zaś od strony drogi kołowej opierają się na krawężniku żelbetowym lub bezpośrednio na odpowiednio przygotowanym podłożu. Płyty wewnętrzne dzięki poduszkom osłonowym opierają się obydwoma bokami przylegającymi do szyn na stopkach szyn. Stalowe uchwyty oporowe mocowane na stopce szyny przy skrajnych płytach z obu stron przejazdu zabezpieczają przed przesuwaniem się płyt. Płyty są ze sobą połączone przy pomocy prętowych elementów spinających. W celu zapewnienia centrycznego umieszczenia płyt na podkładzie oraz uniemożliwienia ich przesuwania się, na co 8-10 podkład zakłada się kątową nakładkę przeciwpoślizgową.

Rodzina płyt gumowych przeznaczona jest do stosowania na przejazdach kolejowo-drogowych, przejściach dla pieszych, na liniach jednotorowych lub wielotorowych, w następującym zakresie wszystkich powszechnie używanych szerokości, dla szyn kolejowych dowolnego typu, na każdym typie podkładu (dla podkładów drewnianych dodatkowe przekładki polietylenowe) z każdym typem systemu przytwierdzeń, na odcinkach prostych, na krzywych przejściowych lub w łukach o promieniu min. 25 m.

Wyróżnia się następujące odmiany płyt gumowych:

- a) do dużych obciążeń:
 - dla przejazdów kolejowo-drogowych o dużym natężeniu ruchu pojazdów wszystkich kategorii; kompaktowe płyty jednostkowe: wewnętrzne o szerokości

600 mm lub 1200 mm i zewnętrzne o szerokości 1200 mm; płyty przeznaczone do układania na podkładach o rozstawie 0,6 m,

Zdjęcie 19. Płyty gumowe do dużych obciążeń w terenie



- system płyt zewnętrznych o szerokości 1200 mm, projektowany do współpracy z płytami wewnętrznymi o szerokości 1200 mm; przeznaczony do największych obciążeń, a w szczególności do dużego obciążenia ruchem ciężkich pojazdów samochodowych,
- system płyt wewnętrznych o szerokości 600 mm lub 1200 mm, dla przejazdów kolejowo-drogowych, po których poruszają się rowerzyści, osoby na wózkach inwalidzkich, piesi z wózkami dziecięcymi i walizkami na kółkach; rowek szynowy zamyka wymienny element, który wkładany jest bez demontowania płyty wewnętrznej; przeznaczony dla prędkości pociągów do 110 km/h.

b) dla małych obciążeń:

- dla przejazdów kolejowo-drogowych o obciążeniu średnim do dużego (w zależności od nawierzchni torowej); płyty wewnętrzne i zewnętrzne o szerokości 900 mm, wzmocnione włókniną w obszarze połączeń pióro-wpust; płyty przeznaczone do układania na podkładach o dowolnym rozstawie; nie wymaga żadnych bloków wypełniających i dlatego jest systemem szczególnie ekonomicznym,

Zdjęcie 20. Płyty z płyt gumowych dla małych obciążeń w terenie



- dla przejść dla pieszych i przejazdów rowerowych, do stosowania w obrębie dworców, przystanków, zajezdni i obiektów przemysłowych; płyty wewnętrzne i zewnętrzne o szerokości 900 mm, posiadające po swojej spodniej stronie specjalne jamy, dzięki czemu są lżejsze; rowki szynowe są wąskie, dostosowane dla pieszych, rowerzystów, wózków dziecięcych i wózków inwalidzkich; stosowany na drogach ewakuacyjnych w tunelach i metrze.

Zdjęcie 21. Płyty z płyt gumowych dla pieszych i przejazdów rowerowych w terenie



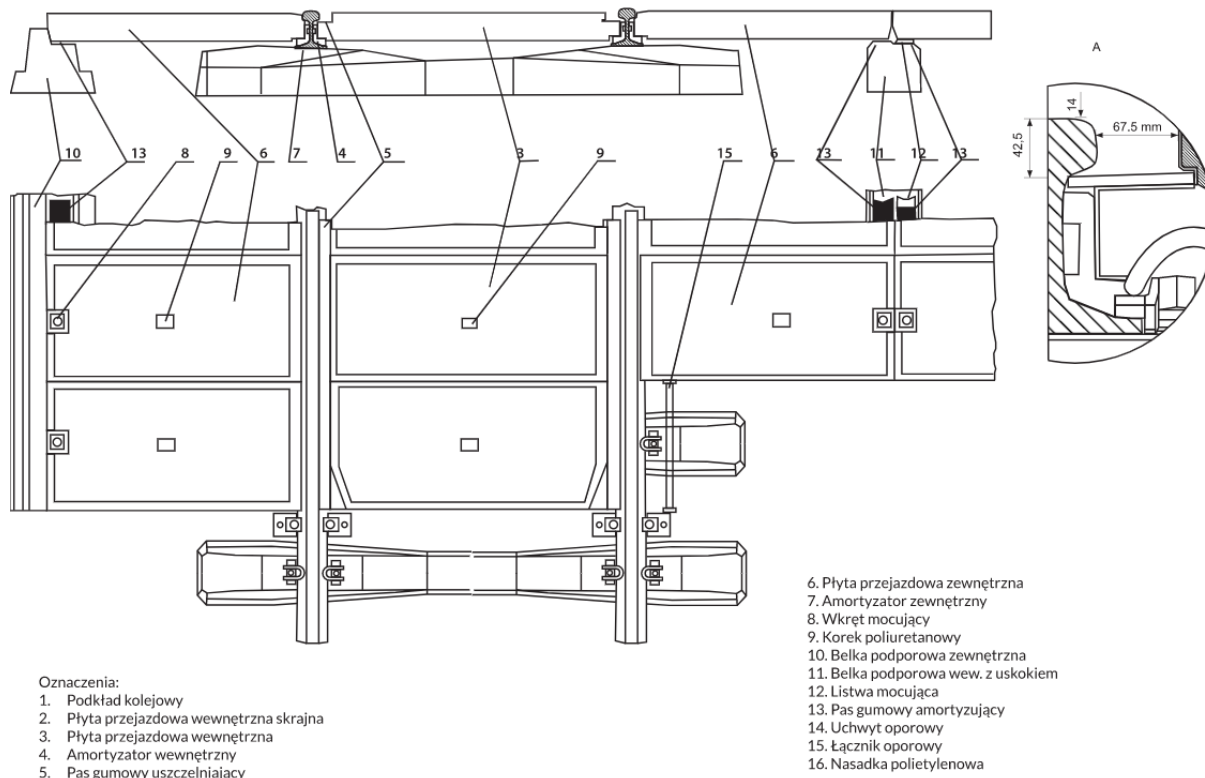
3) Prefabrykowana nawierzchnia przejazdu kolejowego

Prefabrykowana nawierzchnia przejazdu kolejowego składa się z:

- płyt przejazdowych (wewnętrznych skrajnych, wewnętrznych i zewnętrznych),
- belek podporowych (wewnętrznych, zewnętrznych, zewnętrznych krawężnikowych),

- amortyzatorów polimerowych gumowych lub poliuretanowych (pod płytę wewnętrzną S49 i UIC60; pod płytę zewnętrzną S49 i UIC60),
- pasów gumowych amortyzujących, pasów gumowych uszczelniających (S49, UIC60).

Rysunek 60. Prefabrykowana nawierzchnia typu „Mirosław” przejazdu kolejowego



Płyty przejazdowe zewnętrzne od strony toru są oparte na stopce szyny przez amortyzatory polimerowe, a od strony drogi - poprzez gumowy pas amortyzujący na belce podporowej, do której są przykręcone za pomocą wkrętu mocującego. Płyty przejazdowe wewnętrzne z obu stron wspierają się na stopkach szyn poprzez amortyzatory polimerowe. Stalowe uchwyty oporowe zabezpieczają przed przesuwaniem się płyt i są mocowane na stopce szyny przy skrajnych płytach z obu stron przejazdu. Płyty przejazdowe są obramowane na całej długości kątownikiem stalowym lub odpowiednio wyprofilowanym kształtownikiem z blachy stalowej. Przejazd tego typu może zostać zabudowany z zastosowaniem typowych maszyn torowych (wózki motorowe z żurawikami) lub drogowymi. Wymiana uszkodzonego elementu przejazdu nie narusza położenia elementów sąsiednich. Konstrukcja

przejazdu umożliwia wykonywanie typowych robót utrzymania nawierzchni z zastosowaniem ciężkich maszyn torowych np. podbijarki.

Płyty przeznaczone są do zastosowania w nawierzchni kolejowej (przejazdy kolejowo-drogowe); na liniach jednotorowych lub wielotorowych, przy minimalnej odległości między osiami torów kolejowych 4,00 m lub przy odległości między osiami torów tramwajowych wynoszących 2,90 m, 3,10 m, 3,90 m lub 4,10 m, w torach kolejowych wszystkich klas o szerokości 1000 mm, 1435 mm lub 1520 mm, dla szyn kolejowych 49E1 (S49) i 60E1 (UIC60), na podkładach kolejowych drewnianych, strunobetonowych lub stalowych typu Y, z systemem przytwierdzeń klasycznym typu K lub sprężystym typu SB lub KS, na odcinkach prostych lub w łukach o promieniu minimalnym $R \geq 350$ m.

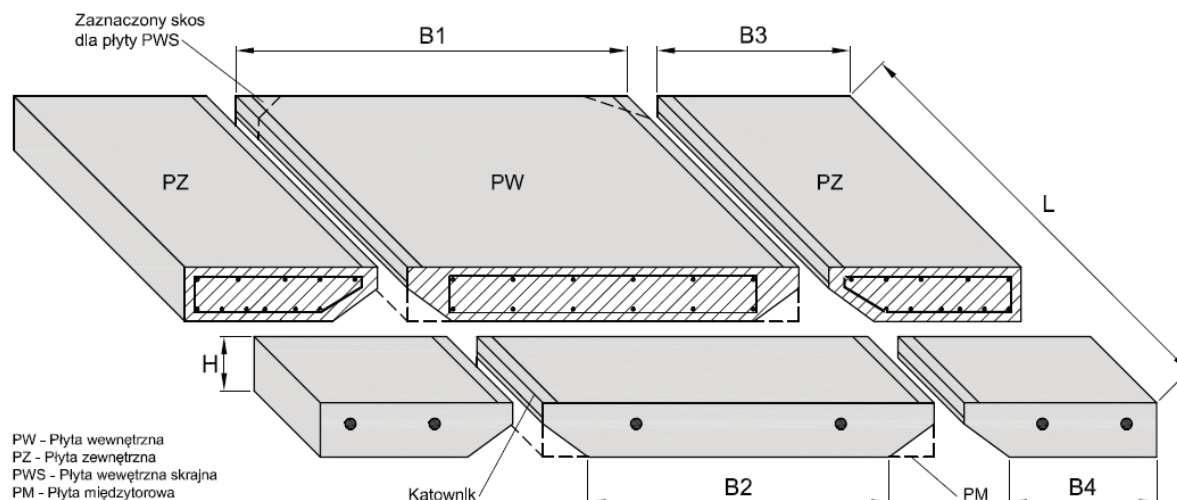
4) Płyty żelbetowe

System płyt żelbetowych składa się z płyt żelbetowych, wielkogabarytowych, tj.:

- płyt wewnętrznych (PW),
- płyt zewnętrznych (PZ),
- płyt wewnętrznych skrajnych (PWS),
- płyt międzytorowych (PM).

Wymiary płyt są standaryzowane w zależności od szerokości toru oraz obciążenia przejazdu. Krawędzie płyt są zabezpieczone kątownikami stalowymi. Płyty żelbetowe przeznaczone są do zastosowania w nawierzchni kolejowej (przejazdy kolejowo-drogowe), na liniach jednotorowych lub wielotorowych, w torach kolejowych wszystkich klas o szerokości 1435 mm lub 1520 mm, dla szyn kolejowych 49E1 (S49) i 60E1 (UIC60), na podkładach drewnianych lub strunobetonowych z każdym typem systemu przytwierdzeń, na odcinkach prostych lub w łukach o promieniu minimalnym $R \geq 600$ m.

Rysunek 61. Schemat budowy płyt żelbetowych



Każde z typów nawierzchni ma swoje wady i zalety. Ich charakterystykę przedstawiono w tabeli.

Tabela 23. Zalety i wady poszczególnych rodzajów nawierzchni na przejazdach kolejowo-drogowych

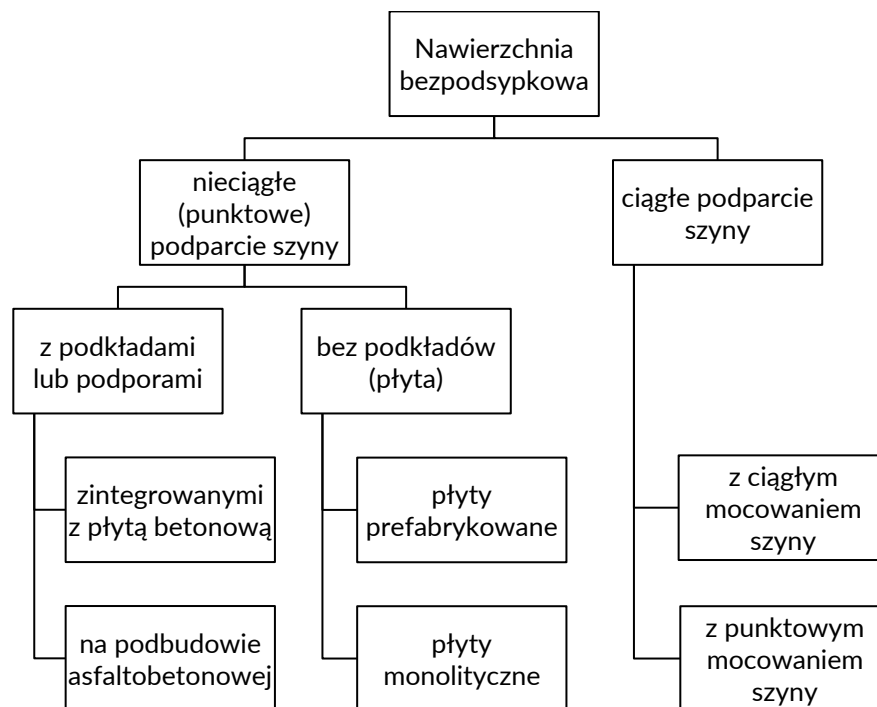
Rodzaj nawierzchni	Zalety	Wady
Bezpodsypana	<ul style="list-style-type: none"> - wysoka trwałość i stabilność, - brak wzajemnych przemieszczeń, odkształceń nawierzchni drogowej z nawierzchnią kolejową w obrębie przejazdu kolejowo-drogowego 	<ul style="list-style-type: none"> - różnica sztywności nawierzchni na przejeździe kolejowo-drogowym oraz sztywności nawierzchni poza przejazdem, - niewielkie możliwości demontażu nawierzchni
Z płyt gumowych	<ul style="list-style-type: none"> - obniżony poziom wibracji i hałasu, - możliwość wykorzystania elementów recyklingowych, - różnorodność elementów dostosowanych do indywidualnych zastosowań (w obrębie rozjazdów kolejowych, dla przejść dla pieszych, dróg rowerowych, zwiększonych obciążeń itd.) 	<ul style="list-style-type: none"> - ryzyko zwiększonej podatności tworzyw sztucznych na warunki zewnętrzne (temperatura, promieniowanie UV), - powstawanie trwałych odkształceń i zużycia nawierzchni
Z płyt małogabarytowych	<ul style="list-style-type: none"> - łatwy i szybki montaż i demontaż, - duża trwałość i wytrzymałość podstawowych elementów przy zachowaniu niedużej masy 	<ul style="list-style-type: none"> - spora liczba elementów, - nierównomierne obciążenie płyt w przypadku przejazdów zlokalizowanych pod kątem do osi drogi
Z płyt wielogabarytowych	<ul style="list-style-type: none"> - łatwy montaż i demontaż (przy konieczności użycia ciężkiego sprzętu), - niewielka liczba elementów, 	<ul style="list-style-type: none"> - ogromny poziom wibracji i hałasu, - pokaźna masa elementów, - brak współpracy nawierzchni drogowej z nawierzchnią kolejową

Rodzaj nawierzchni	Zalety	Wady
	- niższy koszt wykonania w porównaniu do innych rozwiązań	(powstawanie deformacji, w tym klawiszowanie, przesunięcia płyt), - niska estetyka

1.2.4. Opis oraz zasady budowy nawierzchni bezpodсыpkowej

Nawierzchnią bezpodсыpkową nazywamy nawierzchnię, w której stabilizacja układu geometrycznego toru oraz przenoszenie obciążeń stałych oraz ruchomych wywołanych ruchem pojazdów, na podtorze lub obiekty inżynieryjne odbywa się bez udziału podsypki. Ogólny podział rozwiązań konstrukcyjnych nawierzchni bezpodсыpkowej został pokazany na rysunku.

Rysunek 62. Podział konstrukcji nawierzchni bezpodсыpkowej



Podbudową w nawierzchni bezpodсыpkowej jest główna warstwa nośna, kształtująca i stabilizująca układ geometryczny toru, wykonana zwykle z betonu zbrojonego, jako konstrukcja warstwowa (w nawierzchni bezpodсыpkowej stanowi zamiennik podsypki).

W przypadku nawierzchni bezpodсыpkowej dla promienia łuku o wartości $R \geq 150$ m, dopuszcza się projektowanie szerokości toru o wartości nominalnej.

Istnieje możliwość eliminacji nawierzchni podsypkowej na rzecz nawierzchni bezpodsypkowej. Można ją zastosować:

- dla stanowisk postojowych do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych przewożących towary niebezpieczne,
- na długich mostach – stalowa nawierzchnia jest ułożona na mostownicach,
- w tunelach – szyny są przytwierdzone do podłoża betonowego, które nie ulega odkształceniom,
- na podłożu gruntowym – w przypadku warunków geotechnicznych i hydrogeologicznych gwarantujących pełną stabilność podłoża szynowego.

Utrzymanie takiej nawierzchni podlega głównie na wymianie zużytych szyn i złącz przytwierdzających.

Jeżeli nawierzchnia ma być zabudowywana na odcinkach poza przejazdami kolejowo-drogowymi oraz stanowiskami do awaryjnego odstawiania uszkodzonych wagonów kolejowych należy zapewnić możliwość regulacji szerokości toru w zakresie co najmniej ± 5 mm oraz położenia toru w płaszczyźnie pionowej w zakresie co najmniej +20 mm, oraz ustalić sztywność elementów sprężystych indywidualnie do rodzaju zastosowanej nawierzchni (zalecane ugięcie szyny $0,8 \div 1,5$ mm). Należy zapewnić podtorze i podłoże – o parametrach zapewniających przeniesienie obciążeń pionowych oraz poziomych z nawierzchni bezpodsypkowej na budowlę ziemną przy nieprzekroczeniu dopuszczalnych odkształceń – podbudowa dla nawierzchni bezpodsypkowej powinna być projektowana indywidualnie. Należy też uwzględnić w projekcie obiektu inżynierskiego – interakcje pomiędzy nawierzchnią bezpodsypkową, a konstrukcją obiektu. Konstrukcja nawierzchni bezpodsypkowej powinna spełniać następujące wymagania ogólne, które przedstawiono w tabeli.

Zakłada się, że projektowany okres użytkowania nawierzchni bezpodsypkowej powinien wynosić co najmniej 50 lat. Tory w nawierzchni bezpodsypkowej powinny być wykonywane, jako bezстыkowe z wyłączeniem lokalizacji, w których wymagane jest zastosowanie przyrządów wyrównawczych.

Konstrukcję ze zbrojeniem nieciągłym można stosować na warstwie nośnej związanej spoiwem hydraulicznym (cementem) lub na tłuczniowej warstwie nośnej. Odmiany te różnią się przede wszystkim grubością poszczególnych warstw.

Tabela 24. Wymagania ogólne konstrukcji nawierzchni bezpodсыpkowej

Wymagania ogólne konstrukcji nawierzchni bezpodсыpkowej
a) ujęte w normach dotyczących systemów nawierzchni bezpodсыpkowych,
b) całkowita wysokość konstrukcji nawierzchni bezpodсыpkowej zasadniczo nie powinna przekraczać 800 mm,
c) całkowita masa nawierzchni na jednostkę długości nie powinna przekraczać 2,0 t/m,
d) prądy błędzące nie mogą wpływać w sposób istotny na trwałość konstrukcji, a elementy zbrojenia powinny być uziemione,
e) zapewniać prawidłowe odprowadzenie wody (pochylenia, kanały odwadniające),
f) być wyposażona w strefy przejściowe pomiędzy nawierzchnią podсыpkową i bezpodсыpkową lub pomiędzy dwoma różnymi typami nawierzchni bezpodсыpkowej,
g) zapewniać widoczność powierzchni bocznej szyny w całym przekroju oraz z obydwu stron (nie dot. przejazdów kolejowo-drogowych),
h) zapewniać przestrzeń umożliwiającą wykonanie połączeń szyn w formie spoin termitowych lub zgrzein (nie dot. przejazdów kolejowo-drogowych),
i) zapewniać możliwość zabudowy odbojnic oraz przyrządów wyrównawczych (dot. obiektów inżynierskich),
j) zapewniać możliwość zabudowy konstrukcji odciążającej w przypadku wystąpienia awarii (dot. obiektów inżynierskich).

Rozwiązania konstrukcyjne z podparciem ciągłym (typy ERS itp.) są stosowane w zróżnicowanych warunkach eksploatacyjnych linii kolejowych: przejazdy kolejowo-drogowe o intensywnym ruchu (znacznym obciążeniu), miejskie linie kolejowe i tramwajowe, tunele, linie specjalistyczne o różnym przeznaczeniu (np. terminale kontenerowe o intensywnym ruchu samochodowym) oraz linie kolejowe, na których występuje niebezpieczeństwo podmycia nawierzchni przez wody gruntowe. Zapewniają równomierne przekazywanie obciążeń (w sposób ciągły oraz znacznie zmniejszają poziom hałasu).

Nawierzchnia bezpodсыpkowa

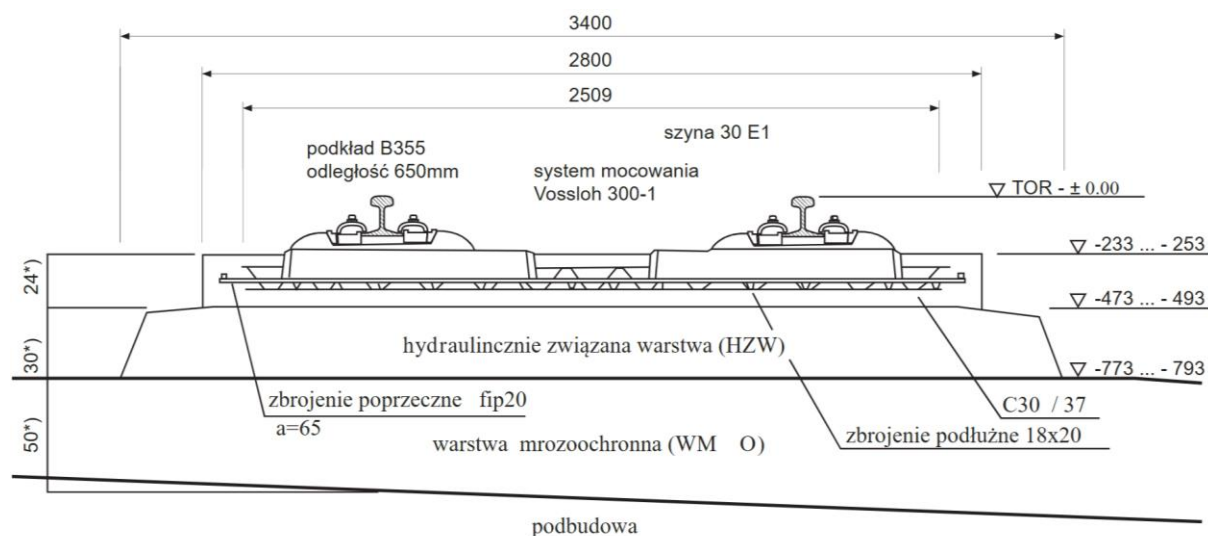
Monolityczny system bezpodсыpkowy można stosować na wszystkich typach podłoża, może on być układany zarówno na gruncie, moście czy też w tunelu. Elementami składowymi tego systemu są: szyny, dwublokowe podkłady betonowe z dźwigarami kratowymi, elastyczne przytwierdzenie szyn, betonowa warstwa nośna oraz dodatkowo hydraulicznie związana warstwa nośna wykonana z chudego niezbrojonego betonu. Do pozytywnych cech systemu należą:

- możliwość dostosowania do wszystkich rodzajów konstrukcji i podłoża poprzez wylewaną na budowie warstwę nośną toru,
- duża precyzja wykonania geometrii toru poprzez zastosowanie prefabrykowanych podkładów betonowych,

- niezawodność będąca wynikiem rozwoju technologicznego betonowej warstwy nośnej toru dla różnorodnych warunków klimatycznych i standardów betonu,
- optymalizacja kosztów oraz niezawodności dzięki wykorzystaniu wysokiej jakości prefabrykowanych betonowych podkładów w krytycznej strefie podparcia szyny,
- elastyczny, łatwy proces instalacji oparty na prostych powtarzalnych czynnościach, zarówno dla ręcznego jak i automatycznego sposobu postępowania.

Poniżej na rysunku przedstawiono:

Rysunek 63. Przykładowy schemat budowy nawierzchni bezpodsypkowej



*)zależy od położenia i warstwy nośnej

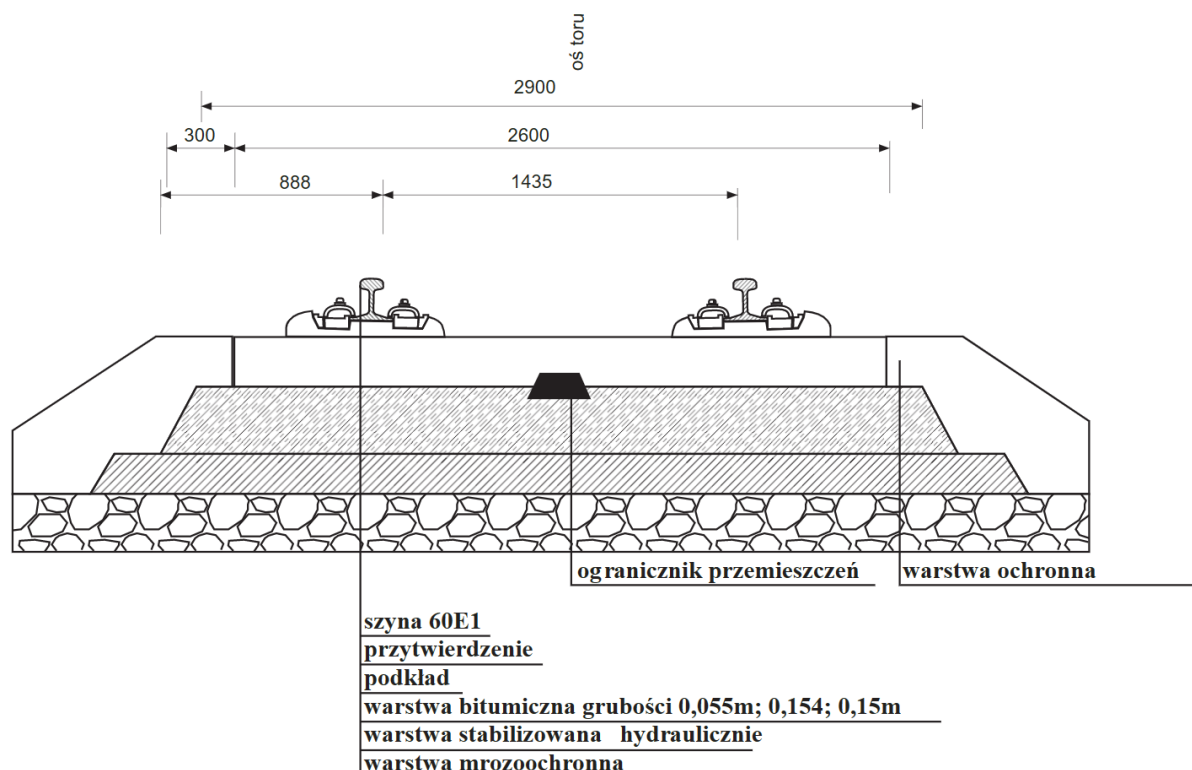
System ten umożliwi również wykonywanie rozjazdów i stref przejściowych w tej samej technologii i może być stosowany do prędkości 300-350 km/h, przy maksymalnej przechyłce równej 180 mm. System posiada świadectwo dopuszczenia wydane przez UTK.

System asfaltowej nawierzchni bezpodsypkowej

Nawierzchnia bezpodsypkowa charakteryzuje się asfaltową podbudową o grubości warstwy 0,30–0,35 m, na której spoczywają betonowe podkłady monoblokowe. Podkłady te są połączone z warstwą asfaltową elementami o kształcie bloczka, który pełni funkcję mocującą. Oznacza to, że jest zaprojektowany w taki sposób, by przenosić do warstwy asfaltu siły poprzeczne i podłużne, zapobiegając przy tym przemieszczaniu podkładów. Zaletą jest możliwość zmniejszenia wysokości

konstrukcyjnej nawierzchni, co jest bardzo przydatne w przypadku zastosowania w tunelach. Odznacza się szczególną łatwością i szybkością montażu.

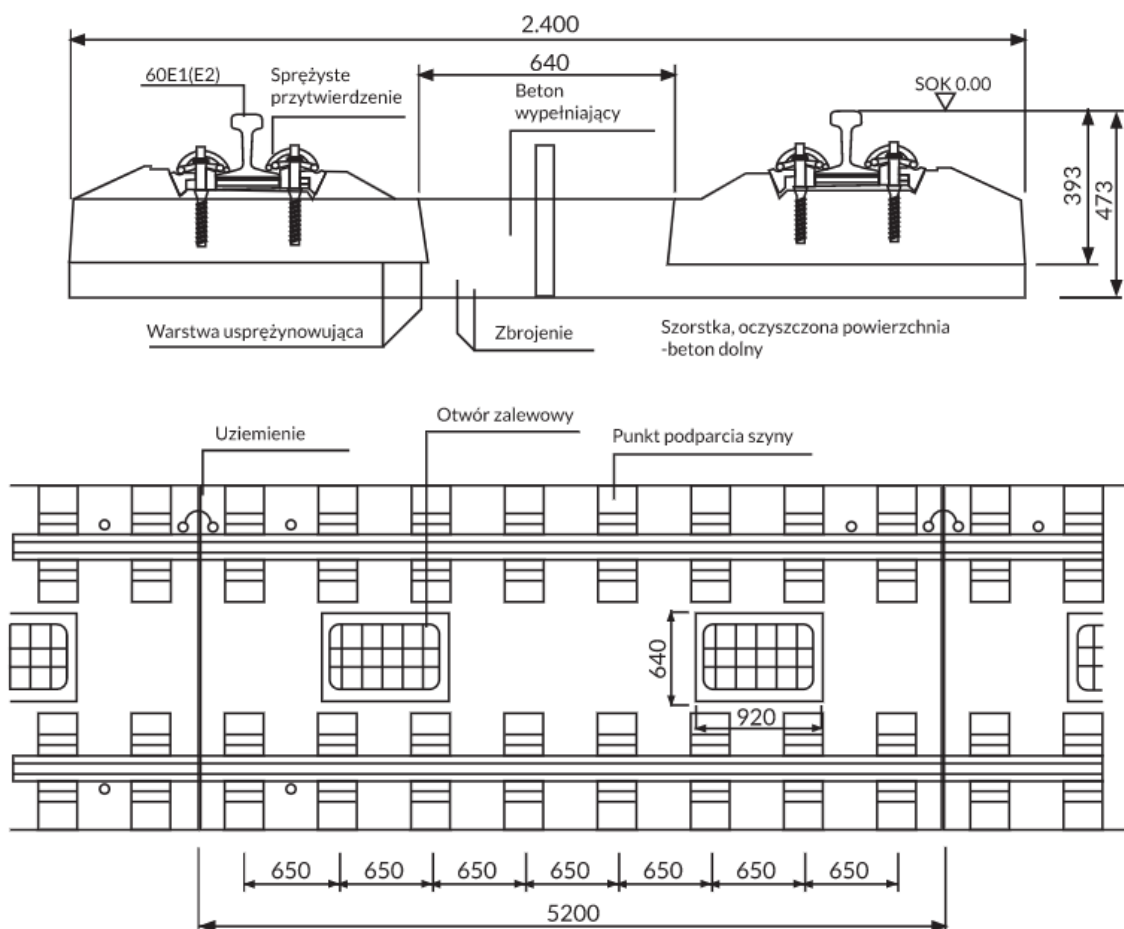
Rysunek 64. Schemat budowy nawierzchni bezpodsypkowej



Nawierzchnia z prefabrykatów

Głównym elementem nawierzchni jest sprężyste posadowiona płyta torowa o grubości 16 cm (lub 24 cm). Płyta torowa jest wykonywana jako luźno zbrojony prefabrykat o długości maksymalnie 5,16 m. Na długości płyty w odległości 65 cm umiejscowionych jest 8 par zintegrowanych przytwierdzeń. Przestrzeń pomiędzy płytą dolną i jezdnią oraz w stożkowym otworze w płycie jest wypełniana specjalną sprężystą warstwą rozdzielającą (specjalnym betonem wypełniającym). Dzięki temu następuje zmniejszenie drgań emitowanych do podłoża. W przypadku konieczności naprawy płyty wystarczy rozdzielić płytę dolną i górną, co wymaga dużo mniejszych nakładów finansowych i zaangażowania technologicznego. Poniżej przedstawiono przykład schematu budowy nawierzchni tego typu.

Rysunek 65. Schemat budowy nawierzchni bezpodsypkowej z prefabrykatów



W tabeli zaprezentowano zalety i wady nawierzchni bezpodsypkowej zbudowanej z prefabrykatów.

Tabela 25. Zalety i wady nawierzchni bezpodsypkowej z prefabrykatów

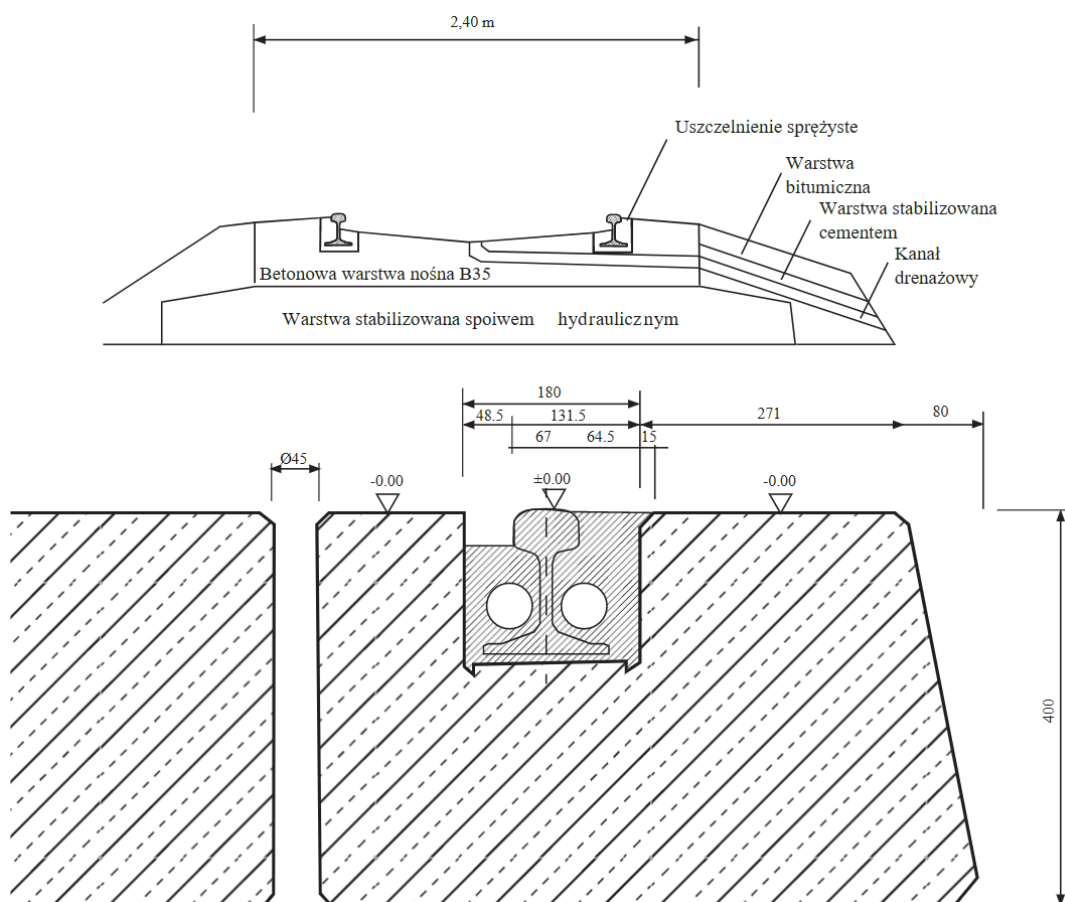
Zalety nawierzchni	Wady nawierzchni
<ul style="list-style-type: none"> - stabilność nawierzchni, - brak konieczności podbijania i oczyszczania podsypki, - niższy koszt utrzymania w stosunku do nawierzchni klasycznej, - eliminacja problemów odkształceń toru oraz tzw. wietrzenia podsypki, - brak występowania problemów ukształtowania geometrycznego toru, - brak występowania zjawiska typowego dla dużych prędkości – kruszenia się ziaren podsypki (tłuczni) w wyniku oddziaływań dynamicznych, - okres eksploatacji nawierzchni bezpodsypkowej szacowany na około 60 lat. 	<ul style="list-style-type: none"> - zdecydowanie wyższy hałas emitowany przez przejeżdżające pociągi (o około 5 dB), - skomplikowany montaż oraz konieczne wysokie nakłady inwestycyjne przy ich budowie, - zmiana położenia toru w planie i profilu jedynie w ramach korekty systemu mocowania szyny, który wynosi maksymalnie kilka centymetrów w pionie i poziomie, - bardzo skomplikowane i znacznie utrudnione naprawy nawierzchni bezpodsypkowych ze względu na złożony charakter samej konstrukcji (odbudowa toru o konstrukcji klasycznej trwa od kilku do kilkudziesięciu godzin, natomiast minimalny czas odbudowy nawierzchni niekonwencjonalnej zajmuje ok. 50 godzin, w zależności od zastosowanej konstrukcji).

Nawierzchnia z masy zalewowej

Elementem wypełniającym niniejszej nawierzchni są proste rury z tworzywa sztucznego, a elementem mocującym jest masa zalewowa. Pod stopką szyny zastosowano podkładkę elastyczną, aby ograniczyć drgania i hałas. Szyny są mocowane i utrzymywane przez dwuskładnikową mieszankę elastyczną bez dodatkowych elementów mocujących. Montowane są wzdłużnie w kanale płyty na specjalnych elastycznych podkładkach. Materiał ten łączy w sobie specyfikę korka naturalnego z polimerami. Nawierzchnia ta jest stosowana na liniach dużych prędkości. System nawierzchni z masy zalewowej charakteryzuje się:

- mniejszym zużyciem szyn,
- zmniejszeniem emisji hałasu,
- minimalizacją części używanych,
- krótkim czasem budowy,
- zatopionymi i wbudowanymi szynami.

Rysunek 66. Schemat budowy nawierzchni bezpodsypkowej z masy zalewowej



Nawierzchnia zintegrowanej bezpodsypkowej nawierzchni kolejowo-drogowej

System zintegrowanej bezpodsypkowej nawierzchni kolejowo-drogowej stosowaną na przejazdach i przejściach dla pieszych. Podstawowym elementem tej nawierzchni jest wielkogabarytowa prefabrykowana płyta żelbetowa z ukształtowanymi kanałami szynowymi. Jako element mocujący szynę w kanałach szynowych stosuje się system szyny w otulinie (ERS).

System Edilon LC-L jest stosowany na przejazdach eksploatowanych w warunkach najcięższego ruchu kolejowego i samochodowego z maksymalnymi naciskami osi pojazdów szynowych: 221 kN, a pojazdów samochodowych: 140 kN. Charakteryzuje się on:

- małą zmiennością właściwości eksploatacyjnych elementów systemu w czasie,
- uzyskaniem wymaganej dokładności (do 1 mm) w położeniu wysokościowym szyny,
- dużą wytrzymałością na coraz cięższe pojazdy,
- odpornością na wpływ czynników atmosferycznych,
- jednolitym osiadczeniem toru i jezdni,
- zmniejszeniem oddziaływań dynamicznych na konstrukcję drogi szynowej i otoczenie, wywołanych przez przejeżdżające pojazdy,
- brakiem deformacji pionowych szyn względem jezdni – równa powierzchnia jezdni,
- redukcją wibracji dzięki ciągłemu, sprężystemu mocowaniu szyn,
- krótkim czasem ich wbudowania (nawet w ciągu jednonocnych zamknięć torowych) dzięki częściowej prefabrykacji elementów przejazdu i zastosowania płyt o optymalnych długościach dostosowanych do szerokości pasów ruchu na jezdni,
- eliminacją destrukcyjnego działania wody dzięki szczelności pomiędzy główką szyny i podbudową oraz w miejscach łączenia płyt,
- minimalnymi kosztami utrzymania,
- wysoką izolacją elektryczną i ochroną przed prądami błądzącymi.

Nawierzchnia posiada też wady, a są nimi: niejednorodne skokowe zmiany sztywności podparcia i osiadania toru na przejeździe i odcinkach przyległych (nawierzchnia klasyczna) w przekroju podłużnym nawierzchni kolejowej.

Prefabrykowane płyty żelbetowe są standardowo produkowane o długościach 3 m, 4 m i 6 m. Nawierzchnia może być stosowana na liniach jedno- lub wielotorowych, na odcinkach prostych i w łukach o promieniu: $R \geq 850$ m, $R \geq 400$ m, $R \geq 350$ m.

Problem nierównomiernego osiadania toru i jezdni oraz uciążliwego klawiszowania płyt, występującego przy zabudowie przejazdu płytami tradycyjnie stosowanymi jest rozwiązany dzięki zintegrowaniu nawierzchni kolejowej i drogowej.

Nawierzchnia z torowej płyty nośnej wraz z ukształtowanymi w niej kanałami szynowymi

Nawierzchnia ta składa się z torowej płyty nośnej wraz z ukształtowanymi w niej kanałami szynowymi oraz systemu przytwierdzenia szyn. System ten jest przeznaczony do stosowania w transporcie kolejowym, na bocznicach kolejowych, terminalach kontenerowych, magazynach, placach ładunkowych czy portach.

Występują dwa rodzaje torowych płyt nośnych tego typu: z przeznaczeniem do zabudowy na terenach otwartych oraz do zabudowy w obiektach zadaszonych. W zależności od oczekiwanego obciążenia istnieją płyty o grubości 32 i 38 cm.

Charakterystyczny kształt trapezu o długości 260 cm z jednego boku i 257 cm z drugiego boku, umożliwia układanie płyt na odcinkach prostych oraz w łukach o promieniu ≥ 100 m, przy zachowaniu minimalnych szczelin między sąsiednimi płytami.

Przytwierdzenia szyn zastosowano bezpośrednio w płycie dzięki czemu umożliwia ułożenie toku szynowego od razu po posadowieniu płyty i bez potrzeby długotrwałego zalewania i tężenia substancji żywicznych, które otulają szynę. Dzięki temu czas wyłączenia przejazdu kolejowego z eksploatacji trwa zaledwie kilka godzin. Montaż może być realizowany w każdych warunkach atmosferycznych. Nie ma konieczności pracochłonnego i kosztownego wycinania szyny ze spoiny żywicznej, co pozwala na szybki demontaż szyn.

Część przestrzeni między szynami a płytami wypełnia się specjalnym drobnoziarnistym żwirem. Pozostałą przestrzeń wypełnia się żywicą, co znacznie ogranicza koszty montażu i eksploatacji. System zintegrowanej nawierzchni torowej w oparciu o te płyty pozwala na pełne zatopienie szyn w otulinie. Dzięki temu płyta jest pozbawiona zagłębień dla systemu mocowania przytwierdzeń szyn. Istnieje możliwość bardzo precyzyjnego układania obok siebie, dzięki prostopadłemu układowi ścian bocznych i wysokiej dokładności wykonania. Daje to gwarancję szczelności.

Zaletą stosowania płyt jest uproszczone postępowanie przy uzyskaniu stosownych zezwoleń oraz spełnienie wymagań jakościowych i wytrzymałościowych dzięki odpowiedniemu wykonaniu wraz ze wszystkimi certyfikatami i dokumentami potwierdzającymi jakość produktu zgodnie z wymogami przepisów kolejowych

i budowlanych. Płyty te posiadają odpowiednią chropowatość powierzchni chroniącą przez poślizgiem, łatwe odwodnienie nawierzchni przejazdu oraz wysoką odporność na ścieranie powierzchni. Redukują hałas, wibracji i ograniczenie oddziaływań dynamicznych, a także charakteryzują się wysoką precyzją montażu i estetyką gotowego wyrobu.

1.2.5. Opis oraz zasady budowy nawierzchni na budowach inżynierskich

Specyficznym rodzajem podtorza kolejowego są **kolejowe obiekty inżynieryjne**. Występują one w miejscach przechodzenia linii kolejowej przez tereny o intensywnym zagospodarowaniu przestrzennym oraz przeszkody wodne i terenowe. Rodzaje budowli inżynierskich wymieniono w tabeli.

Tabela 26. Rodzaje budowli inżynierskich

Budowla inżynierska	Opis
most	obiekt inżynieryjny umożliwiający przeprowadzenie linii kolejowej nad przeszkodami wodnymi jak: rzeki, strumienie, kanały, jeziora, zatoki morskie, zalewy rzeczne itp., o szerokości w świetle pod co najmniej jednym przęsłem większej od 3 m
wiadukt	obiekt inżynieryjny umożliwiający przeprowadzenie linii kolejowej nad przeszkodami innymi niż przeszkody wodne, o szerokości w świetle pod co najmniej jednym przęsłem większej od 3 m
przejście pod torami	obiekt inżynieryjny, którego szerokość w świetle jest większa niż 3 m, usytuowany w obrębie stacji kolejowej lub związany funkcjonalnie ze stacją albo z przystankiem kolejowym, umożliwiający przeprowadzenie ciągu ruchu pieszego lub ciągu transportu bagażu oraz przesyłek pod linią kolejową
przepust	obiekt inżynieryjny umożliwiający przeprowadzenie linii kolejowej nad przeszkodami o szerokości w świetle pojedynczego otworu mniejszej lub równej 3 m
tunel liniowy	obiekt inżynieryjny umożliwiający przeprowadzenie linii kolejowej pod powierzchnią terenu
kładka dla pieszych	obiekt inżynieryjny umożliwiający przeprowadzenie nad linią kolejową lub inną przeszkodą ciągu ruchu pieszego
ściana oporowa	obiekt inżynieryjny mający na celu zabezpieczenie skarp nasypu lub przekopu linii kolejowej

Konstrukcja, stateczność i nośność obiektów inżynieryjnych powinny spełniać wymagania Polskich Norm i przepisów UIC. Konstrukcja i usytuowanie obiektów inżynieryjnych powinny zapewnić utrzymanie niwelety toru, zgodne z ukształtowaniem drogi szynowej.

Standard konstrukcyjny nawierzchni toru na obiekcie inżynieryjnym powinien odpowiadać wymaganiom klasy, do jakiej tor został zakwalifikowany. W przypadku

modernizacji linii lub odcinka linii z wyłączeniem z zakresu prac obiektu inżynierskiego, nawierzchnię kolejową na tym obiekcie należy dostosować do standardu konstrukcyjnego toru układanego przed i za obiektem, przy czym:

- a) w przypadku obiektów z pomostem otwartym, zaleca się stosować mostownice kompozytowe,
- b) w przypadku obiektów z korytem balastowym w którym grubość warstwy podsypki pod podkładem nie spełnia wymagań standardu konstrukcyjnego zaleca się stosować podkładki podpodkładowe o funkcji ochronnej.

Rozjazdy i skrzyżowania torów w obrębie obiektów inżynierskich są projektowane poza strefami przejściowymi pomiędzy podtorzem gruntowym, a obiektem inżynierskim, chyba, że zaprojektowane strefy przejściowe spełniają łącznie następujące wymagania:

- a) minimalizację różnicy osiadań toru przed i na obiekcie,
- b) minimalizację różnicy sprężystego ugięcia nawierzchni toru przed i na obiekcie,
- c) płynną zmianę sztywności toru w strefie przejściowej.

Każdorazowo umieszczenie rozjazdu lub skrzyżowania torów na obiekcie inżynierskim musi być uwzględnione w obliczeniach konstrukcji obiektu. Na obiektach inżynierskich nie należy stosować złączy szynowych klasycznych (łubkowych). Pierwszy styk szynowy powinien być oddalony od obiektu o co najmniej 10 m od teoretycznego punktu podparcia przęsła na skrajnej podporze.

W celu uniknięcia niekorzystnych oddziaływań dynamicznych na stykach szyn, tor kolejowy na całej długości obiektu inżynierskiego oraz na odcinku 6 m (liczonych od przyczółków) powinien być torem bezstykowym, a przy długościach mniejszych niż 180 m - z szyn spawanych lub zgrzewanych. Oś toru w płaszczyźnie poziomej na obiekcie powinna się pokrywać z osią podłużną obiektu. Maksymalne przesunięcie osi toru względem osi przęsła, nie wymagające analizy projektowej, wynosi 35 mm. Jednak jeśli przesunięcie jest większe niż 35 mm, wymagane jest uwzględnienie w obliczeniach statycznych konstrukcji nośnej obiektu.

Na obiektach inżynierskich o rozpiętości przęsła 30 m i większej, tor kolejowy powinien być ułożony na każdym przęsle z obustronnym wzniesieniem do środka przęsła odpowiadającym wzniesieniu konstrukcyjnemu przęsła o strzałce równej wielkości ugięcia trwałego od obciążenia stałego i połowie strzałki od obciążenia

ruchomego. Na przęsłach, które wzniesienia konstrukcyjnego nie posiadają, wzniesienie toru powinno być wykonane przez dobór siodełek o odpowiednich wysokościach lub dobór mostownic. Jeśli rozpiętość przęseł jest mniejsza niż 30 m, tor może być układany w profilu podłużnym linii kolejowej obowiązującym na tym odcinku.

Jeżeli obiekt inżynierski jest usytuowany w łuku lub krzywej przejściowej, tor jest ułożony z zachowaniem odpowiedniej przechyłki i właściwych ramp przechyłkowych. **Rampa przechyłkowa** to odcinek przejściowy o zmiennej przechyłce stosowany na toku zewnętrznym toru kolejowego. W torach położonych na mostownicach przechyłka toru jest uzyskiwana przez konstrukcyjne podniesienie podłużnic lub zastosowanie odpowiednich siodełek, z tym że:

- a) przy przechyłce do 50 mm - stosuje się mostownice o odpowiednio większej wysokości,
- b) przy przechyłce ponad 50 mm, jeżeli nie zastosowano konstrukcyjnego podniesienia podłużnic - stosuje się siodełka o odpowiedniej wysokości na podłużnicy lub pasie dźwigara pod tokiem zewnętrznym.

Na obiektach inżynierskich z torem ułożonym na mostownicach lub bezpośrednio przymocowanych do konstrukcji obiektu o długości dylatacyjnej:

- 1) większej niż 60 m - dla przęseł stalowych,
- 2) większej niż 90 m - dla przęseł betonowych,

powinno się stosować przyrządy wyrównawcze umieszczone nad łożyskami ruchomymi zgodnie z projektem technicznym obiektu; na liniach dwutorowych przyrządy wyrównawcze układa się tak, aby normalny ruch pociągów odbywał się z ostrza przyrządu. **Przyrządem wyrównawczym (dylatacyjnym)** nazywamy konstrukcję stanowiącą część nawierzchni kolejowej, umożliwiająca względny przesuw dwóch przyległych szyn, przy zachowaniu prawidłowego prowadzenia i podparcia zestawu kołowego. Długością dylatacyjną nazywamy:

- a) rozpiętość teoretyczna przęsła - na obiektach jednoprzęsłowych,
- b) rozpiętość teoretyczna każdego z przęseł oddzielnie - na obiektach wieloprzęsłowych z dźwigarami swobodnie podpartymi, gdy na filarach występują wyłącznie pary łożysko stałe i łożysko ruchome,
- c) suma rozpiętości teoretycznych przęseł sąsiadujących z filarem, na którym znajdują się dwa łożyska ruchome - na obiektach wieloprzęsłowych z dźwigarami swobodnie

- podpartymi, gdy na filarach występują na przemian para łożysk stałych i para łożysk ruchomych,
- d) odległość od podpory stałej do końca wspornika - na obiektach o konstrukcji belki wspornikowej,
 - e) odległość od łożyska stałego do osi najodleglejszego łożyska ruchomego - na obiektach wieloprzęstowych z belkami ciągłymi.

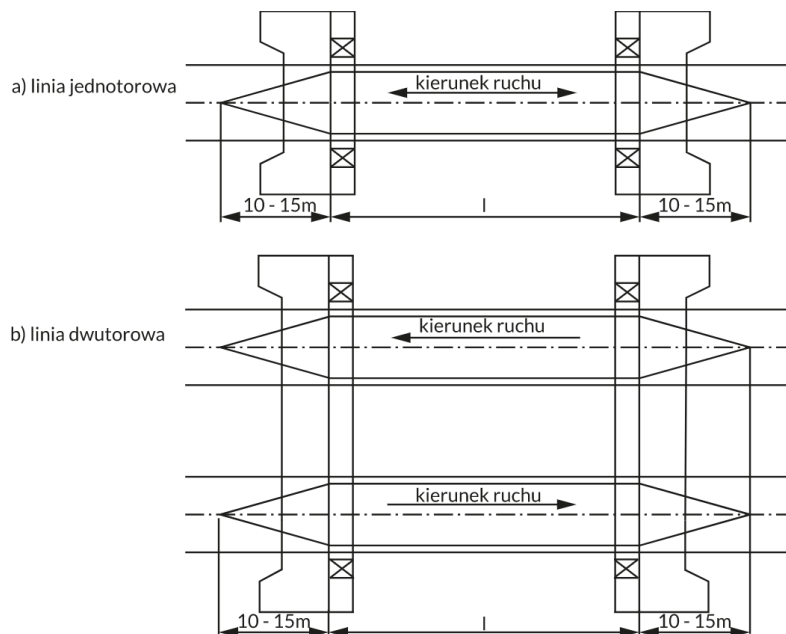
W celu przeciwdziałania skutkom wykolejenia się taboru na i pod obiektem inżynieryjnym:

- 1) na obiektach inżynieryjnych, których długość przekracza 20 m,
- 2) na obiektach inżynieryjnych o długości 6-20 m, z wyjątkiem obiektów z jazdą górą, posiadających nawierzchnię na podsypce, usytuowanych:
 - a) w łukach o promieniu mniejszym od 350 m oraz na krzywych przejściowych przylegających do tych łuków,
 - b) w torach na stacjach,
 - c) na nasypach o wysokości ponad 4 m,
- 3) pod obiektami inżynieryjnymi, których podpory znajdują się w odległości mniejszej niż 2,5 m od osi toru,

układa się odbojnice z szyn starych użytecznych, kształtowników stalowych lub innych konstrukcji na całej jego długości wewnątrz toru. Szerokość żłobka między główkami szyny a odbojnicami w odległości 190 mm-210 mm. Przeciwdziałają one ujemnym skutkom w przypadku wykolejenia się taboru w miejscach szczególnie niebezpiecznych. Zakończenie części dziobowej odbojnic jest wykonane w formie bezpośredniego połączenia ze sobą szyn odbojnicowych lub kształtowników bez stosowania dziobów z drewna.

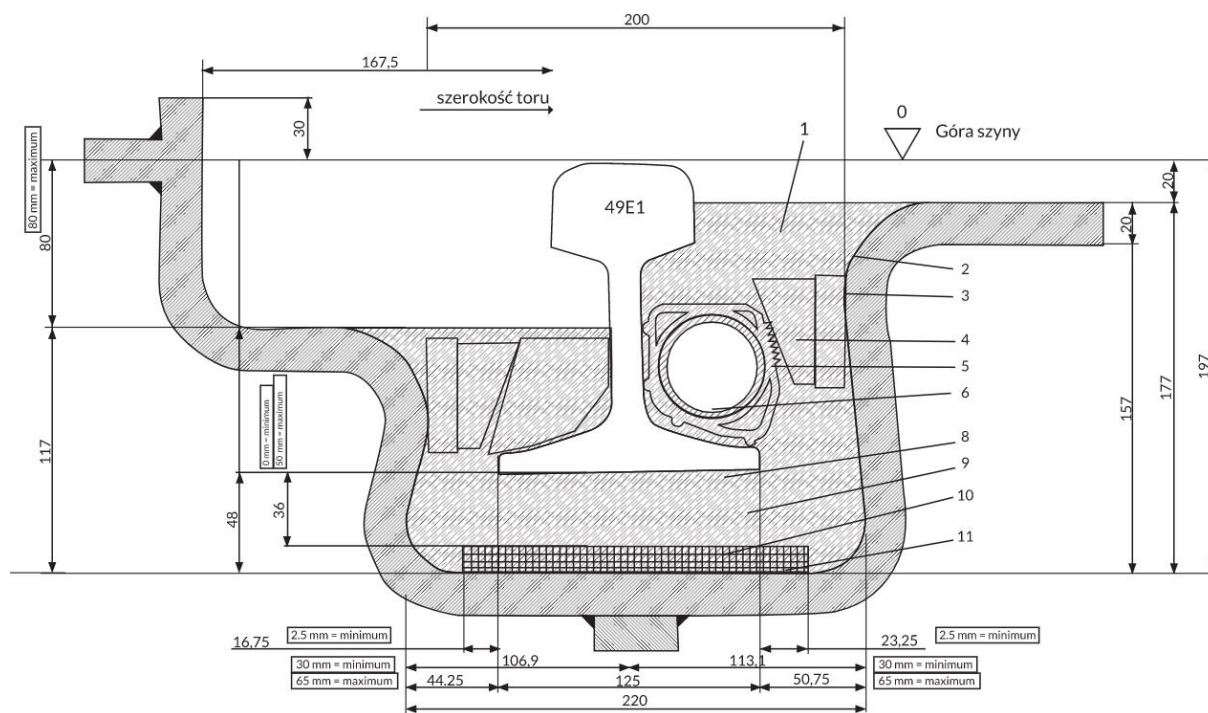
Odbojnice stosuje się wtedy, gdy długość toru na obiekcie jest większa niż 20 m oraz pod obiektami inżynieryjnymi, których podpory znajdują się w odległości mniejszej niż 2,5 m od osi toru. W uzasadnionych przypadkach (tor na mostownicach oraz obiekt w obrębie stacji lub bezpośrednie sąsiedztwo nasypów o wysokości powyżej 4 m i łuk poziomy toru mniejszy niż 350 m).

Rysunek 67. Schemat układania odbojnic na obiektach inżynierskich



Poniżej przedstawiono przykładowy schemat kształtowania kanału szynowego systemu szyny w otulinie ERS na mostach stalowych i betonowych zintegrowanych z pasem górnym dźwigara.

Rysunek 68. Przykładowy schemat kształtowania kanału szynowego systemu szyny w otulinie ERS na mostach stalowych i betonowych zintegrowanych z pasem górnym dźwigara



Przęsła mostów i wiaduktów ze względu na możliwość ruchu dzielą się na:

- 1) ruchome – przęsła posiadające wbudowane na stałe, specjalne urządzenia umożliwiające poruszanie przęsła (obrotowe, podnoszone, przesuwane, zwodzone, itp.),
- 2) nieruchome - przęsła nieposiadające wbudowanych na stałe, specjalnych urządzeń umożliwiających poruszanie przęseł.

Ze względu na materiał dźwigarów głównych, dzielą się na:

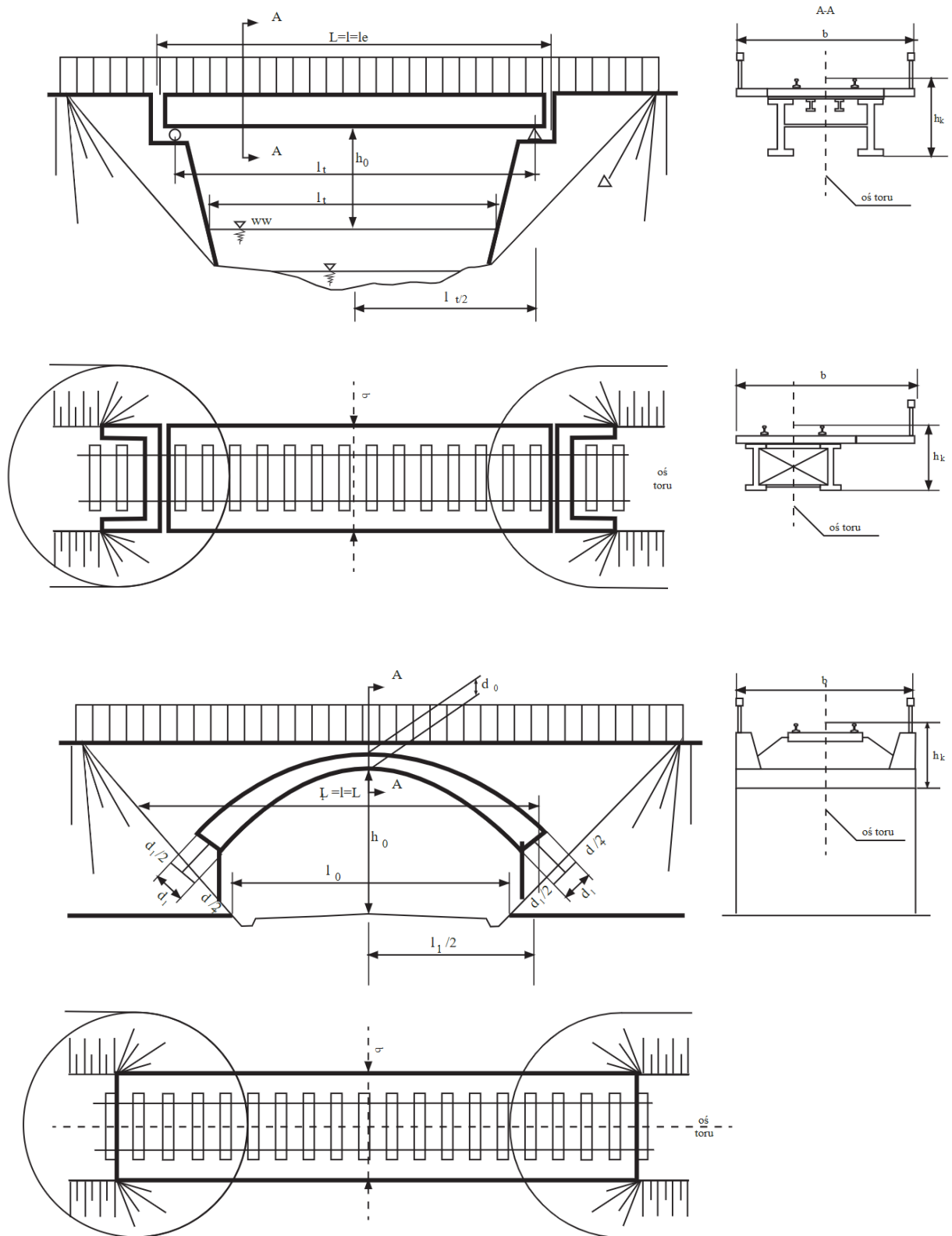
- 1) stalowe - przęsła o dźwigarach głównych wykonanych ze stali (lub żeliwa) oraz przęsła o dźwigarach stalowych zespolonych z płytą pomostu z betonu zbrojonego,
- 2) masywne - przęsła o dźwigarach głównych wykonanych z betonu niezbrojonego, zbrojonego lub sprężonego, kamienia, cegły; do grupy przęseł masywnych zalicza się także przęsła o dźwigarach głównych z obetonowanymi kształtownikami stalowymi,
- 3) inne - przęsła o dźwigarach głównych innych niż stalowe lub masywne,
- 4) niejednorodne - zawierające przęsła różniące się rodzajem materiału dźwigarów głównych.

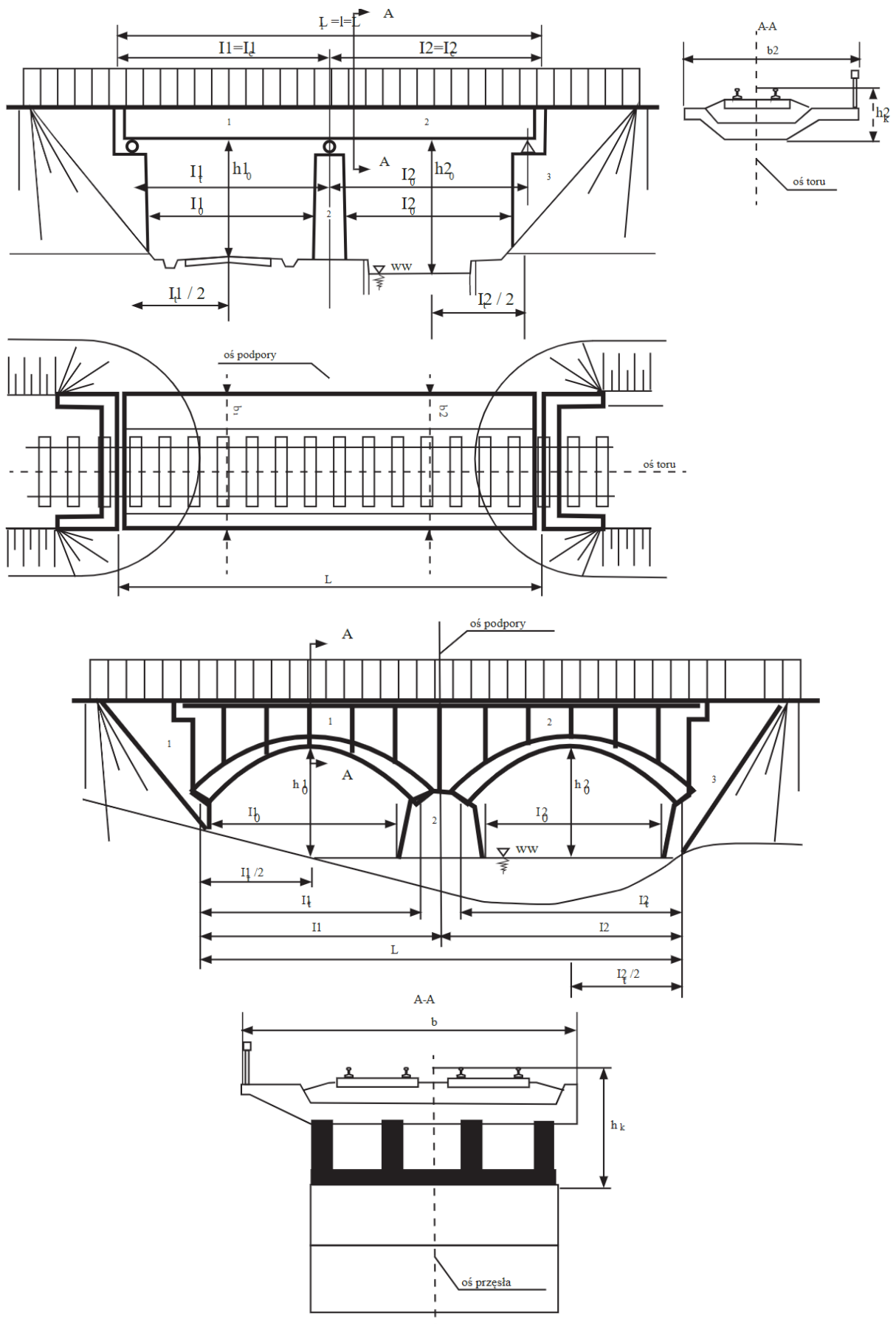
Ze względu na ukształtowanie w planie dzielą się na:

- 1) prostokątne - przęsła o zarysie w planie w kształcie prostokąta,
- 2) ukośne - przęsła o zarysie w planie w kształcie równoległoboku,
- 3) zakrzywione - przęsła o zarysie w planie w kształcie wycinka pierścienia kołowego,
- 4) nieregularne - przęsła o innym zarysie w planie niż wymienione w podpunktach 1), 2) i 3).

Na rysunku przedstawiono schematy budowy mostów i wiaduktów.

Rysunek 69. Przykładowe schematy budowy mostów i wiaduktów





gdzie:

l - długość przęsła,

l_e - długość eksploatacyjna przęsła - łączna długość torów usytuowanych na przęśle,

l_t - rozpiętość teoretyczna przęsła,

b - szerokość całkowita przęsła - odległość między zewnętrznymi krawędziami przęsła mostu lub wiaduktu w planie, mierzona prostopadle do osi przęsła w połowie jego rozpiętości teoretycznej,

h_k - wysokość konstrukcyjna przęsła - różnica rzędnych niwelety najniżej usytuowanego toru i najniższego punktu konstrukcji przęsła, w połowie rozpiętości teoretycznej przęsła,

l_0 - szerokość w świetle pod przęsłem - najmniejsza na szerokości przęsła mostu lub wiaduktu odległość między podporami przęsła, mierzona w poziomie, równoległe do osi przęsła - zależnie od przeszkody - na poziomie: a) niwelety drogi lub linii kolejowej, b) stuletniej wody, c) powierzchni terenu,

h_0 - wysokość w świetle pod przęsłem - mierzona w pionie odległość w połowie rozpiętości teoretycznej przęsła między najniższym punktem konstrukcji przęsła a najwyższym punktem przeszkody,

a - pole powierzchni przęsła w planie - pole powierzchni określane w obrysie zewnętrznych krawędzi pomostu/przęsła mostu lub wiaduktu.

Parametrami geometrycznymi charakteryzującymi most oraz wiadukt są:

- 1) długość obiektu (L) - suma długości (l) poszczególnych przęseł obiektu,
- 2) długość eksploatacyjna obiektu (L_e) - suma długości eksploatacyjnych (l_e) poszczególnych przęseł obiektu,
- 3) pole powierzchni obiektu w planie (A) - suma pól powierzchni w planie (a) poszczególnych przęseł obiektu.

Budowa mostów powinna spełniać następujące wymagania. Światło mostów ustala się na podstawie obliczeń hydrologicznych dla maksymalnego przepływu rocznego wody o prawdopodobieństwie wystąpienia przepływu miarodajnego nie większym niż:

- 1) 0,5% - dla linii magistralnych i pierwszorzędnych,
- 2) 0,1% - dla pozostałych linii,

przy zachowaniu niniejszych kwestii:

- a) spód konstrukcji mostu jest wzniesiony ponad poziom wody maksymalnie spiętrzonej nad wodami śródlądowymi nieżeglownymi co najmniej:
- 1,00 m - na wodach uznanych za spławne oraz na ciekach niespławnych,
 - 0,50 m - na pozostałych wodach nieżeglownych,
 - 1,50 m - na wodach uznanych za żeglowne, pod przęsłami nieżeglownymi;
- b) spód konstrukcji mostu (przęseł) nad ciekami żeglownymi jest wzniesiony ponad najwyższy poziom wody żeglownej zgodnie z wymogami danej klasy drogi wodnej;
- c) górna powierzchnia ciosu podłożyskowego podpory mostu kolejowego jest wzniesiona co najmniej 0,50 m powyżej poziomu maksymalnej wody spiętrzonej;
- d) ze względu na warunki spływu lodów w wieloprzęsłowych mostach, co najmniej jedno przęsło w korycie głównym cieku ma rozpiętość nie mniejszą niż 1/5 szerokości lustra wody przy jej średnim stanie.

Światło wiaduktów kolejowych nad drogami publicznymi odpowiada wymaganiom skrajni drogi odpowiedniej dla danej klasy drogi, a w przypadku przebudowy wiaduktu nie jest ono mniejsze niż przed przebudową. Nad liniami kolejowymi odpowiada kolejowej skrajni budowli, z uwzględnieniem wymogów trakcji elektrycznej, oraz na liniach określonych przez zarządcę infrastruktury - wymogom przewozu ładunków z przekroczoną skrajnią taboru.

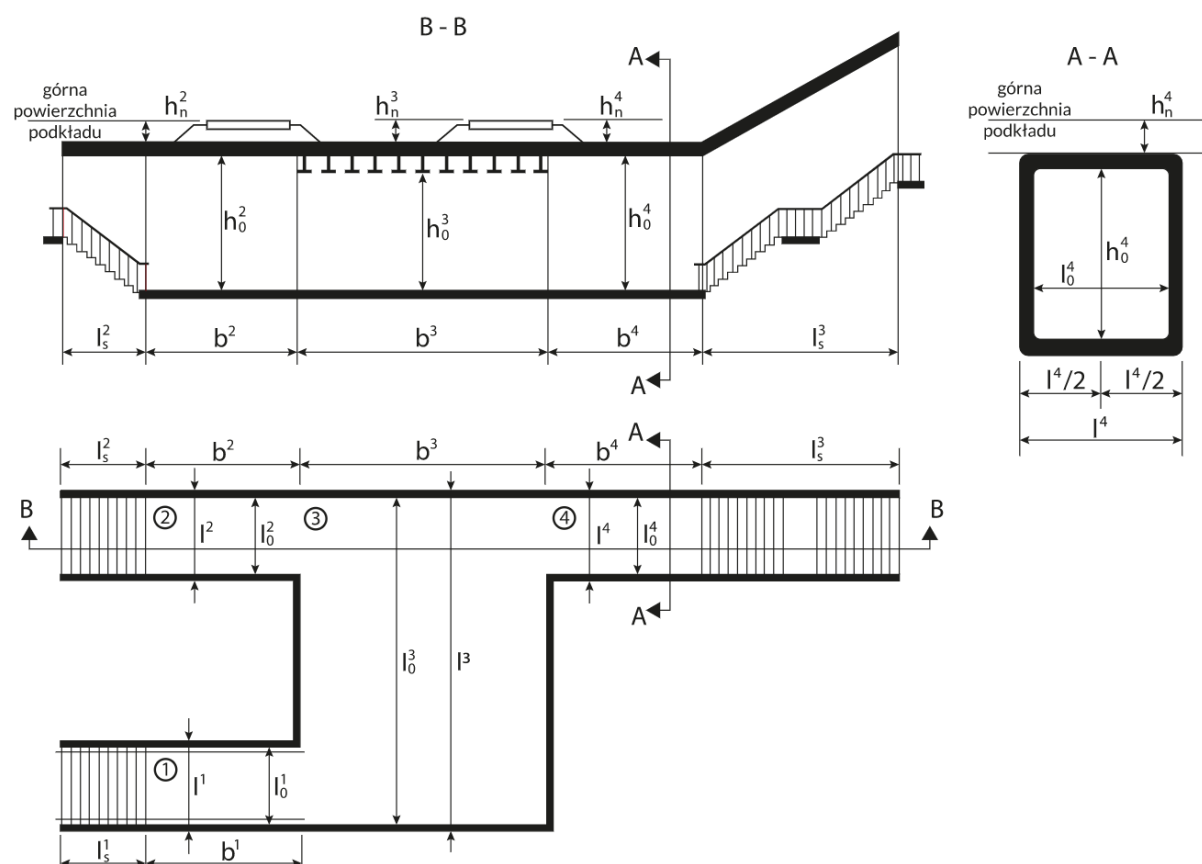
Jeśli mosty i wiadukty posiadają długość większą niż 15 m, wydzielone są obustronne chodniki o szerokości przynajmniej 0,75 m.

Przejścia pod torami

W przejściach pod torami, do celów ewidencyjnych, należy rozróżniać części składowe przejścia, jednorodne pod względem konstrukcyjnym i eksploatacyjnym. Jeżeli przejście pod torami składa się z dwóch lub więcej oddzielnych (zdylatowanych) konstrukcji dla różnych ciągów pieszych to każdą z nich należy ewidencjonować jako oddzielny obiekt.

Przykładowy schemat budowy przejścia pod torami przedstawia rysunek.

Rysunek 70. Przykładowy schemat budowy przejścia pod torami



Parametrami geometrycznymi charakteryzującymi poszczególne części składowe przejścia pod torami są:

- l - długość części przejścia pod torami - odległość między zewnętrznymi krawędziami konstrukcji części przejścia, mierzona poziomo wzdłuż osi toru,
- l_e - długość eksploatacyjna części przejścia pod torami - łączna długość torów usytuowanych na rozpatrywanej części przejścia pod torami,
- b - szerokość części przejścia pod torami - odległość między punktami przecięcia osi części przejścia z pionowymi płaszczyznami prostopadłymi do tej osi, przechodzącymi przez najbardziej wysunięte punkty konstrukcji części przejścia, mierzona wzdłuż osi części przejścia na poziomie powierzchni przeznaczony do ruchu; do szerokości części przejścia nie należy wliczać schodów i pochylni,
- l_0 - szerokość w świetle części przejścia - najmniejsza na długości rozpatrywanej części przejścia pod torami odległość między ścianami przejścia, mierzona w poziomie na wysokości powierzchni przeznaczony do ruchu,

h_0 - wysokość w świetle części przejścia pod torami - najmniejsza na długości rozpatrywanej części przejścia pod torami odległość między powierzchnią przeznaczoną do ruchu a konstrukcją stropu przejścia, mierzona w pionie w połowie szerokości przejścia pod torami,

h_n - wysokość naziomu nad częścią przejścia pod torami - najmniejsza mierzona w pionie odległość między konstrukcją wydzielonej części przejścia pod torami a górną powierzchnią podkładu,

a - pole powierzchni części przejścia pod torami w planie - pole powierzchni określane w obrysie zewnętrznych krawędzi części przejścia pod torami.

Natomiast parametrami geometrycznymi charakteryzującymi przejście pod torami są:

L - długość obiektu - suma długości (l) poszczególnych części przejścia pod torami (bez schodów i pochylni),

L_s - długość schodów i pochylni - suma długości poziomych rzutów wszystkich schodów i pochylni obiektu,

L_e - długość eksploatacyjna obiektu (L_e) - suma długości eksploatacyjnych (l_e) poszczególnych części przejścia pod torami (bez schodów i pochylni),

A_s - pole powierzchni schodów i pochylni w planie - suma pól powierzchni rzutów poziomych wszystkich schodów i pochylni obiektu,

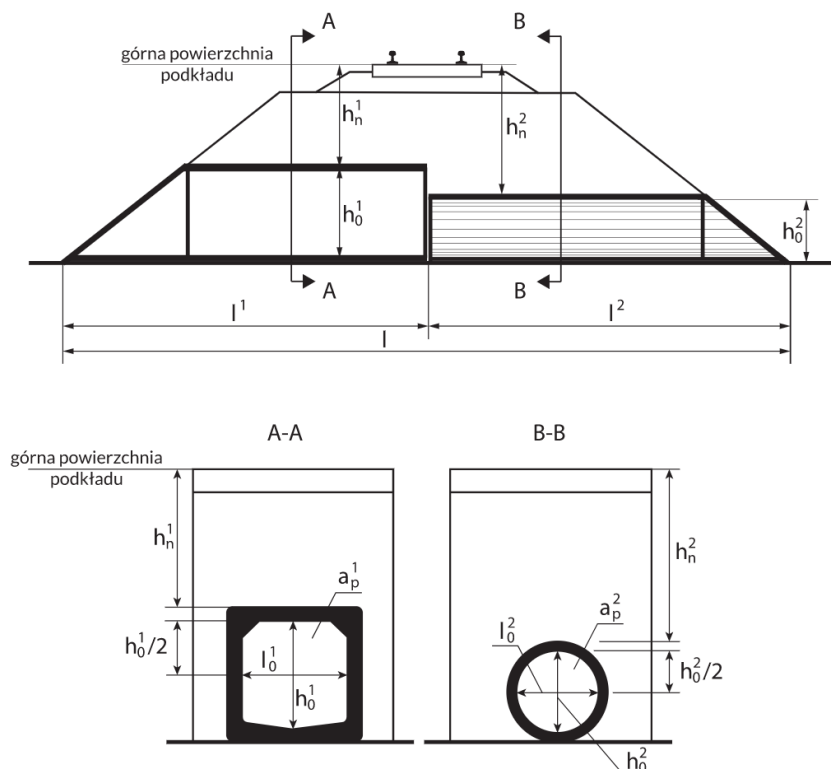
A - pole powierzchni obiektu w planie - suma pól powierzchni w planie (a) poszczególnych części obiektu oraz pola powierzchni schodów i pochylni (A_s).

Przepusty

W przepustach rozróżnia się części składowe przepustu, jednorodne pod względem konstrukcyjnym i eksploatacyjnym. Służy to do celów ewidencyjnych. Podział na części może dotyczyć podziału na długości przepustu lub też na szerokości przepustu.

Jeżeli przepust składa się z dwóch lub więcej oddzielnych konstrukcji - zdylatowanych w kierunku równoległym do ich osi - to każdą z nich należy ewidencjonować jako oddzielny obiekt. Na rysunku przedstawiono przykładowy schemat budowy przepustu.

Rysunek 71. Przykładowy schemat budowy przepustu



Parametrami geometrycznymi charakteryzującymi poszczególne części składowe przepustu są:

l - długość części przepustu - odległość między punktami przecięcia osi części przepustu z pionowymi płaszczyznami prostopadłymi do tej osi, przechodzącymi przez najbardziej wysunięte punkty konstrukcji części przepustu, mierzona wzdłuż osi przepustu na poziomie dna przepustu,

l_e - długość eksploatacyjna części przepustu - iloczyn długości części przepustu (l) i liczby otworów w rozpatrywanej części przepustu,

l_0 - szerokość w świetle części przepustu - najmniejsza na długości rozpatrywanej części przepustu odległość między wewnętrznymi powierzchniami zewnętrznych ścian przepustu, mierzona w poziomie w połowie wysokości w świetle rozpatrywanej części,

h_0 - wysokość w świetle części przepustu - najmniejsza na długości rozpatrywanej części przepustu odległość między dnem przepustu a jego stropem, mierzona w pionie w osi tej części,

h_n - wysokość naziemu nad częścią przepustu - najmniejsza mierzona w pionie odległość między konstrukcją wydzielonej części przepustu a górną powierzchnią podkładu,

a - pole powierzchni części przepustu w planie - iloczyn szerokości w świetle części przepustu (l_0) i długości części przepustu (l),

a_p - pole powierzchni przekroju poprzecznego części przepustu - pole powierzchni przekroju poprzecznego (prostokątnego do osi przepustu) wszystkich otworów części składowej przepustu, mierzone w połowie jej długości.

Przepust charakteryzuje się następującymi parametrami geometrycznymi:

L - długość obiektu - suma długości (l) poszczególnych części przepustu,

L_e - długość eksploatacyjna przepustu - suma długości eksploatacyjnych (l_e) poszczególnych części przepustu,

A - pole powierzchni obiektu w planie - suma pól powierzchni w planie (a) poszczególnych części obiektu.

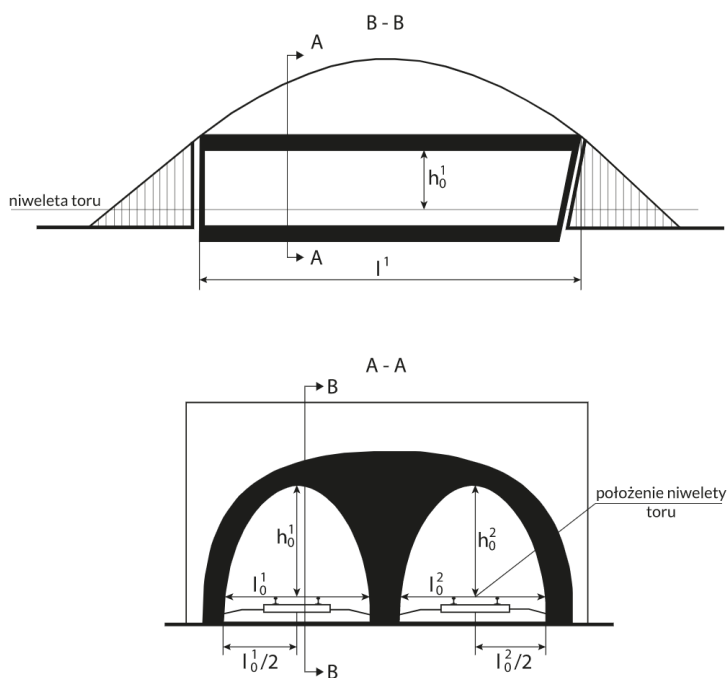
Tunele liniowe

W tunelach liniowych rozróżnia się do celów ewidencyjnych części składowe tunelu, jednorodne pod względem konstrukcyjnym i eksploatacyjnym. Podział na części może dotyczyć podziału na długości tunelu (np. różne rozwiązania konstrukcyjne), jak i na szerokości tunelu (np. różne konstrukcje dla każdego toru na linii wielotorowej). Jeżeli na linii wielotorowej przejście tunelowe składa się z dwóch lub więcej oddzielnych (zdylatowanych) konstrukcji tunelowych to każdą z nich należy ewidencjonować jako oddzielny obiekt.

Kwestie odnoszące się do warunków, którym powinny podlegać tunele liniowe zawarte są w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 1303/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie aspektu „Bezpieczeństwo w tunelach kolejowych” systemu kolei w Unii Europejskiej (z późn. zm.).

Na rysunku przedstawiono przykładowy schemat budowy tunelu liniowego.

Rysunek 72. Przykładowy schemat budowy tunelu liniowego



Parametrami geometrycznymi charakteryzującymi poszczególne części składowe tunelu liniowego są:

l - długość części tunelu - odległość między punktami przecięcia osi części tunelu z pionowymi płaszczyznami prostopadłymi do tej osi, przechodzącymi przez najbardziej wysunięte punkty konstrukcji części tunelu, mierzona wzdłuż osi tunelu na poziomie niwelety linii kolejowej,

l_e - długość eksploatacyjna części tunelu - suma długości torów usytuowanych w rozpatrywanej części tunelu,

l_0 - szerokość w świetle części tunelu - najmniejsza na długości rozpatrywanej części tunelu odległość między wewnętrznymi powierzchniami zewnętrznych ścian tunelu, mierzona w poziomie na wysokości niwelety toru,

h_0 - wysokość w świetle części tunelu - najmniejsza na długości rozpatrywanej części tunelu odległość między poziomem niwelety toru a konstrukcją tej części tunelu, mierzona w pionie w połowie szerokości tunelu w świetle,

a - pole powierzchni części tunelu w planie - iloczyn szerokości w świetle części tunelu (l_0) i długości części tunelu (l).

Tunel liniowy charakteryzuje się następującymi parametrami geometrycznymi:

L - długość obiektu - suma długości (l) poszczególnych części tunelu,

L_e - długość eksploatacyjna obiektu - suma długości eksploatacyjnych (l_e) poszczególnych części tunelu,

A - pole powierzchni obiektu w planie - suma pól powierzchni w planie (a) poszczególnych części obiektu.

Konstrukcja tunelu liniowego nie powinna ograniczać prędkości jazdy pociągów, konstrukcyjnych warunków układania nawierzchni kolejowej i odwodnienia oraz zawieszenia sieci trakcji elektrycznej. Szerokość skrajni budowli w tunelu liniowym odpowiada wymogom danej linii kolejowej, powiększonej:

- 1) nie mniej niż o 400 mm z każdej strony - dla linii jednotorowej,
- 2) nie mniej niż 300 mm z każdej strony - dla linii dwutorowej.

Tunel liniowy o długości większej niż 50 m posiada nisze o wymiarach nie mniejszych niż: szerokość 1,50 m, wysokość 2,00 m i głębokość 0,60 m, rozmieszczonych przemiennie po obu stronach toru w odległościach nie większych niż 25 m. Tunel liniowy o długości ponad 200 m powinien mieć ponadto instalację wentylacyjną oraz oświetlenie zapewniające średnie natężenie światła nie mniejsze niż 3 luksy. Tunel liniowy posiada urządzenia odwadniające do odprowadzenia wody z tunelu.

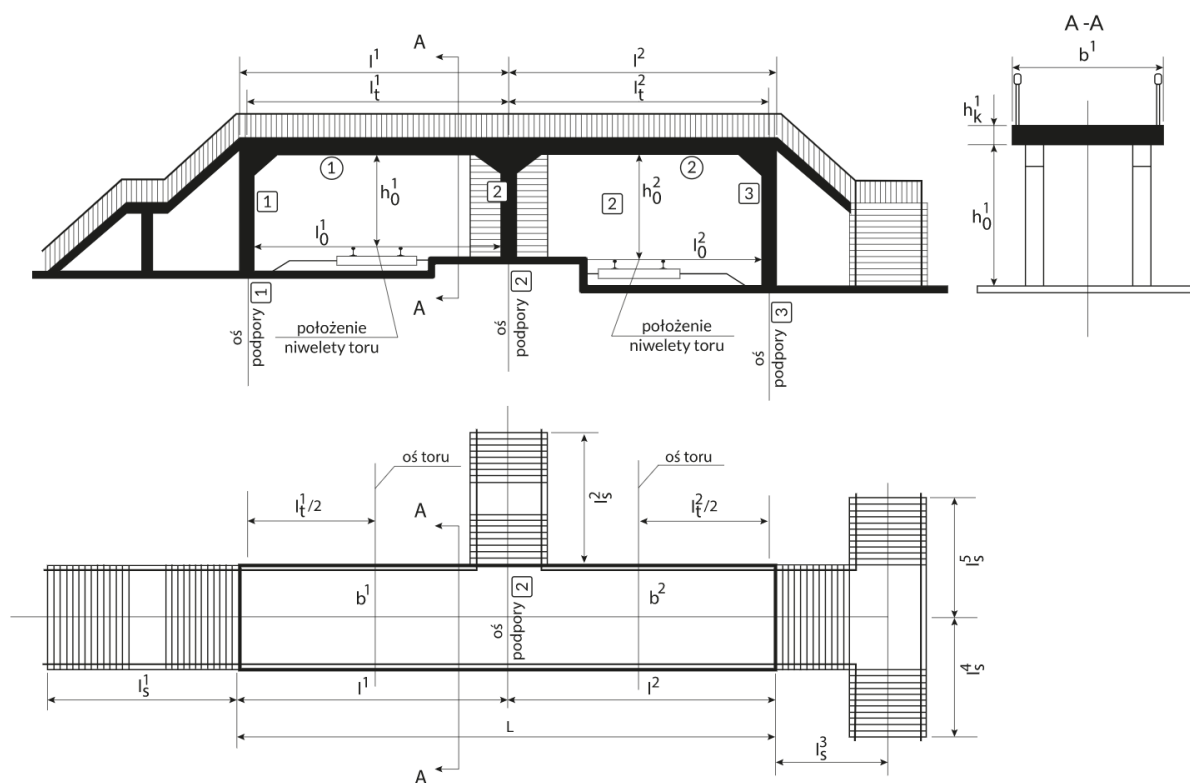
Kładki dla pieszych

Do celów ewidencyjnych, w kładkach dla pieszych rozróżnia się części składowe w postaci podpór i przęseł. Ze względu na ukształtowanie w planie, przęsła kładek dzielą się na:

- 1) prostokątne - przęsła o zarysie w planie w kształcie prostokąta,
- 2) ukośne - przęsła o zarysie w planie w kształcie równoległoboku,
- 3) zakrzywione - przęsła o zarysie w planie w kształcie wycinka pierścienia kołowego,
- 4) nieregularne - przęsła o innym zarysie w planie niż wymienione w podpunktach 1), 2) i 3).

Na rysunku przedstawiono przykładowy schemat budowy kładki dla pieszych.

Rysunek 73. Przykładowy schemat budowy kładki dla pieszych



Parametrami geometrycznymi charakteryzującymi przęsto kładki dla pieszych są:

- l - długość przęsta,
- l_e - długość eksploatacyjna przęsta - równa długości przęsta (l),
- l_t - rozpiętość teoretyczna przęsta,
- b - szerokość całkowita przęsta - odległość między zewnętrznymi krawędziami przęsta w planie, mierzona prostopadłe do osi przęsta w połowie jego rozpiętości teoretycznej,
- h_k - wysokość konstrukcyjna przęsta - różnica rzędnych niwelety nawierzchni kładki dla pieszych i najniższego punktu konstrukcji przęsta, w połowie rozpiętości teoretycznej przęsta,
- l_0 - szerokość w świetle pod przęstem - najmniejsza na szerokości przęsta odległość między podporami przęsta, mierzona w poziomie, równoległe do osi przęsta - zależnie od przeszkody - na poziomie: a) niwelety drogi lub linii kolejowej, b) stuletniej wody, c) powierzchni terenu,
- h_0 - wysokość w świetle pod przęstem - mierzona w pionie odległość w połowie rozpiętości teoretycznej przęsta między najniższym punktem konstrukcji przęsta a najwyższym punktem przeszkody,

a - pole powierzchni przęsła w planie - pole powierzchni określone w obrysie zewnętrznych krawędzi pomostu/przęsła.

Kładka dla pieszych charakteryzuje się następującymi parametrami geometrycznymi:

L - długość obiektu - suma długości (l) poszczególnych przęseł obiektu,

L_s - długość schodów i pochylni - suma długości poziomych rzutów schodów i pochylni mierzonych w ich osiach,

L_e - długość eksploatacyjna obiektu - suma długości obiektu (L) oraz długości schodów i pochylni (L_s),

A_s - pole powierzchni schodów i pochylni - suma pól powierzchni rzutów poziomych wszystkich schodów i pochylni obiektu,

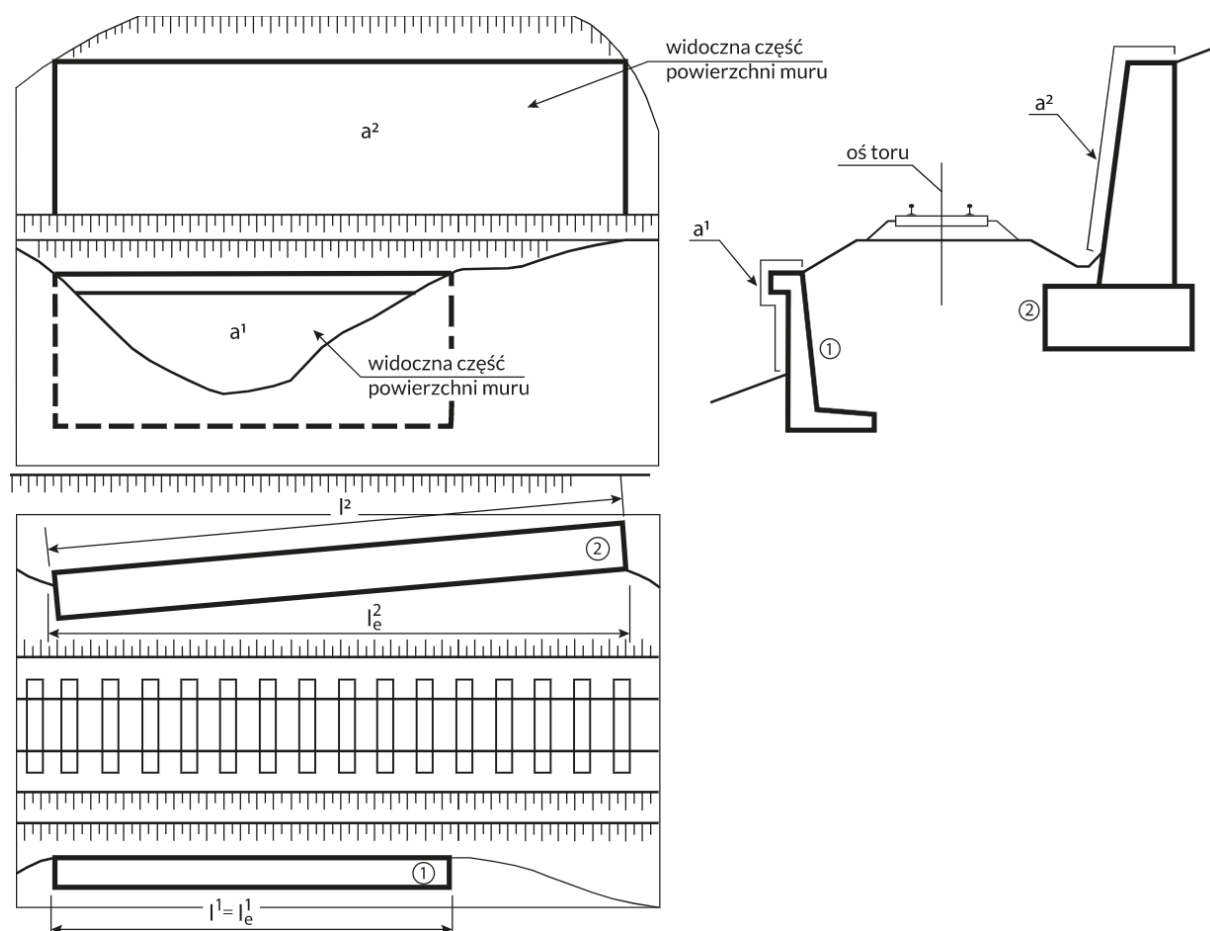
A - pole powierzchni obiektu w planie - suma pól powierzchni w planie (a) poszczególnych przęseł obiektu oraz pola powierzchni schodów i pochylni (A_s).

Ściany oporowe

W celach ewidencyjnych w ścianach oporowych rozróżnia się części składowe ściany oporowej, jednorodnej pod względem konstrukcyjnym i eksploatacyjnym. Podział na części może dotyczyć podziału na długości ściany (np. różne konstrukcje wzdłuż linii) jak i na strony linii kolejowej wzdłuż której usytuowany jest ściana (np. różne rozwiązania konstrukcyjne). Obiekt inżynierski stanowi ściana oporowa, której widoczna powierzchnia jest równa lub większa od 20 m². W przypadku ścian oporowych odcinkowych z przerwami za jeden obiekt uważa się ciąg ścian o przerwach poniżej 10 m. Ściany o mniejszej powierzchni nie są zaliczane do oddzielnych obiektów inżynierskich.

Na rysunku przedstawiono przykładowy schemat budowy ścian oporowych.

Rysunek 74. Przykładowy schemat budowy ścian oporowych



Parametrami geometrycznymi charakteryzującymi poszczególne części składowe ściany oporowej są:

l - długość części ściany oporowej - długość części składowej ściany oporowej, mierzona wzdłuż ściany,

l_e - długość eksploatacyjna części ściany - długość rzutu prostopadłego części składowej ściany oporowej na oś toru,

a - pole powierzchni widocznej części ściany oporowej - pole powierzchni części składowej ściany oporowej usytuowanej powyżej powierzchni terenu (rozwiniecie na płaszczyźnie wszystkich widocznych powierzchni ściany).

Podstawowe parametry geometryczne charakteryzujące ścianę oporową to:

L - długość obiektu - suma długości (l) poszczególnych części ściany oporowej,

L_e - długość eksploatacyjna ściany oporowej - suma długości eksploatacyjnych (l_e) poszczególnych części ściany oporowej,

A - pole powierzchni widocznej obiektu - suma pól powierzchni widocznej (a) poszczególnych części składowych obiektu.

Konstrukcje tymczasowe

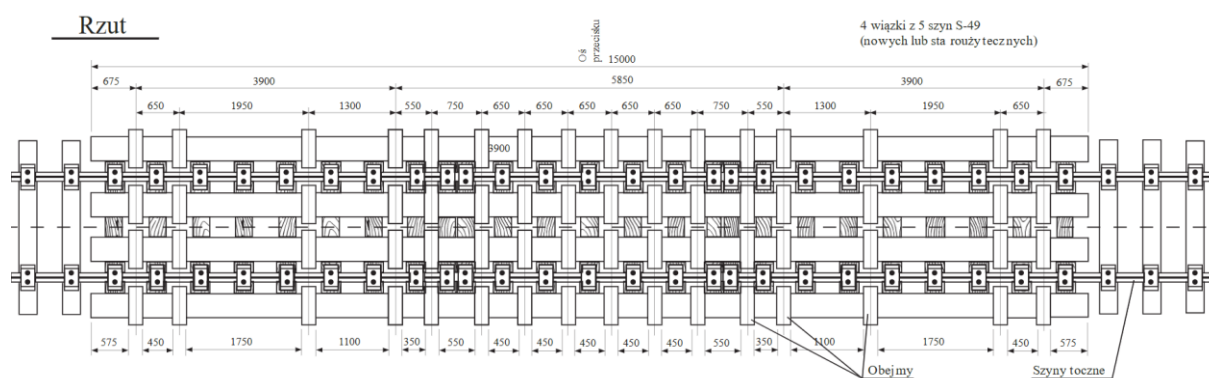
Konstrukcje tymczasowe nazywamy konstrukcje nie spełniające w pełni wymagań eksploatacyjnych, stosowane w celu zapobieżenia awariom, doraźnego usuwania skutków awarii lub dla umożliwienia prowadzenia robót utrzymaniowych przy zachowaniu ciągłości ruchu kolejowego.

Do konstrukcji tymczasowych zalicza się:

- 1) szynowe konstrukcje odciążające (usytuowane w obrębie nawierzchni kolejowej),
- 2) tymczasowe konstrukcje obiektów inżynierskich.

Konstrukcje odciążające z szyn pełnią rolę dźwigarów nośnych. Jako podparcie można użyć po dwa podkłady lub po dwie podrozejzdnice typu IB połączone śrubami, wbudowane w odległości 2 m z obu stron osi przewiertu. Na wiązki można użyć szyn staroużytecznych S49 o dopuszczalnym zużyciu do 10 mm. Powinny to być szyny o jednakowym zużyciu. Między podkładami podporowymi na długości pasma odciążanego i w co trzecim polu poza podkładami podporowymi umieszcza się belki poprzeczne kątowników 2*200*100mm oraz chomąta rozmieszczone w każdym polu. Konstrukcja odciążająca powinna spełniać wymagania normy branżowej BN-73/8939-04, czyli normy o konstrukcjach odciążających pod czynnymi torami kolejowymi.

Rysunek 75. Przykład torowiska złożonego z 4 wiązek zbudowanych z 5 szyn typu S49



Tymczasowe konstrukcje oporowe z gruntu zbrojonego pozwalają na prowadzenie prac etapowych, umożliwiając tym samym nieprzerwaną pracę frontu robót. Materiały geosyntetyczne, z jakich są formowane, dostosowane są

do krótkotrwałej pracy tego typu konstrukcji. Jeżeli jest wymagane rozebranie konstrukcji tymczasowej po czasie budowy, jest to dużo prostsze i tańsze niż w przypadku konstrukcji monolitycznych, ścianek szczelnych itp. Konstrukcje tymczasowe wykorzystywane są do prowadzenia różnego typu tymczasowych objazdów drogowych czy kolejowych oraz w przypadku konieczności etapowania prac związanych np. z budową przyczółków w ciągu istniejącego szlaku komunikacyjnego.

Konstrukcja odciążająca jest konstrukcją nośną dwudzielną. Składa się z dwóch zasadniczych elementów montażowych w postaci skrzynkowych dźwigarów głównych. Każda z dwóch zamkniętych skrzynek stanowi dwie spawane blachownice, z wgłębieniem w formie korytka w górnej części dla umieszczenia szyny tocznej.

Inną konstrukcją odciążającą jest konstrukcja nośna pełnościenna blachownica. Jazda odbywa się góra, bezpośrednio na dźwigarach bez użycia mostownic. Szyny mocowane są do podkładek stalowych, które połączone są na śruby do blach przyspawanych na pasie górnym.

Występuje też konstrukcja nośna zbudowana z dwóch zasadniczych elementów montażowych w postaci skrzynkowych dźwigarów spawanych o pochyłych środnikach i wgłębieniach korytkowych do bezpośredniego mocowania szyn tocznych.

Etapy budowy konstrukcji obiektu inżynierskiego wymaga z reguły dodatkowego podpierania elementów konstrukcyjnych obiektu, aż do momentu uzyskania przez niego wystarczających parametrów nośności i/lub odkształcalności oraz stateczności. W tym celu stosowane są m.in. podparcia zabezpieczające stropy. Dodatkowe podpory stropowe spełniają dwie podstawowe funkcje: przenoszą poza projektowe obciążenia od podpieranych wyżej stropów i składowanych na nich tymczasowo ładunków (deskowania, palety materiału, stal zbrojeniowa, maszyny itp.) oraz zabezpieczają przed niepożądanym osiadaniem stropów o niewystarczającej sztywności betonu (przrastającej wolniej niż wytrzymałość na ściskanie). Innym przypadkiem stosowania podpór zabezpieczających jest przygotowanie stropów do przejazdu lub pracy ciężkich maszyn i pojazdów np. żurawi, betonowozów itp.

Przykładem tymczasowego zabezpieczenia stateczności elementów konstrukcyjnych jest wyparcie ścian wspornikowych, na których zawieszono pomosty robocze z deskowaniem. Aby przenieść bezpiecznie siły generowane przez pomosty od obciążeń ciężarem własnym i wiatrem, stosuje się dodatkowe wysokoosne wypory

z mocnymi stopkami w każdym z punktów kotwienia. Kotwie połączone są śrubowo bezpośrednio do stopek na ścianach i przekazują obciążenia na stopki zakotwione do stropu poniżej.

Odpowiednie zabezpieczenie obiektów w stanach awaryjnych wymaga często specjalistycznego sprzętu. Odpowiednie zabezpieczenie obiektów w stanach awaryjnych wymaga często specjalistycznego sprzętu pomimo bardzo krótkiego dostępnego czasu reakcji. Zwłaszcza kiedy awarii ulega fragment konstrukcji przenoszący znaczne obciążenia. Przykładem może być awaria słupów żeliwnych podczas remontu wiaduktu kolejowego. Po spękaniu podłużnym słupów, w czasie remontu istnieje możliwość wypełnienia ich dla wzmocnienia betonem. Spękanie to może być wynikiem rozsadzenia w czasie niskich temperatur na skutek różnic rozszerzalności materiałów.

Przyrządy wyrównawcze

Przyrządem wyrównawczym (dylatacyjnym) nazywamy konstrukcję stanowiącą część nawierzchni kolejowej, umożliwiającą względny przesuw dwóch przyległych szyn, przy zachowaniu prawidłowego prowadzenia i podparcia zestawu kołowego.

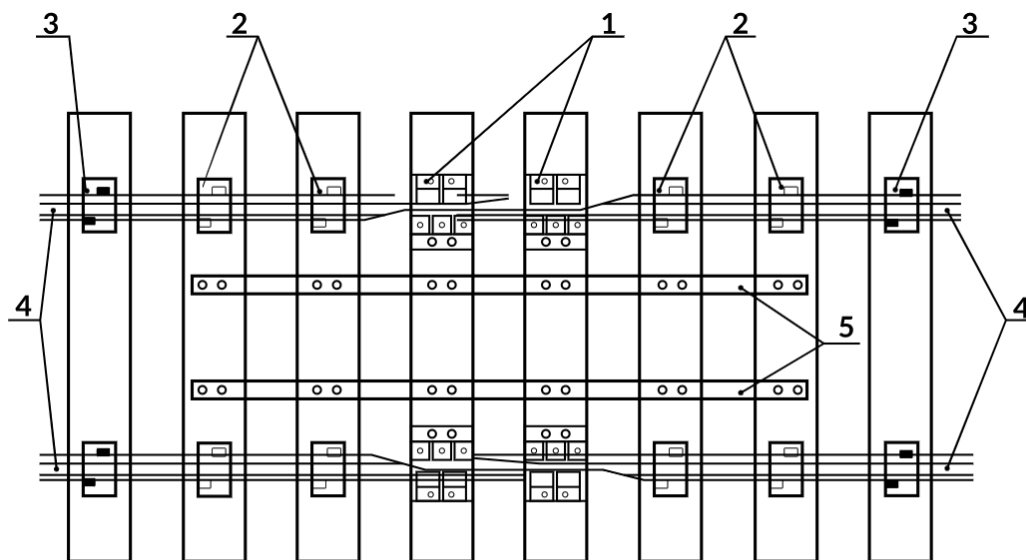
Przyrządy wyrównawcze należy stosować tylko jeżeli efekty oddziaływań dodatkowych spowodowane interakcją tor-obiekt (przemieszczenia oraz naprężenia w szynie) przekraczają wartości dopuszczalne ujęte w normie dotyczącej oddziaływania na konstrukcje i obciążenia ruchomego mostów i odpowiednich kart UIC lub dobowe zmiany długości przęsła są większe od $\Delta L > 15$ mm.

Jeśli długość dylatacyjna dla obiektów jest równa lub większa od 60 m, decyzję o potrzebie zabudowy (lub braku takiej potrzeby) przyrządów wyrównawczych, każdorazowo należy poprzeć obliczeniami interakcji tor-obiekt. Na rysunku poniżej przedstawiono schemat budowy przyrządu wyrównawczego z ciągłą krawędzią toczną dla małych wartości odkształceń.

Przyrządy wyrównawcze układa się wyłącznie na prostych odcinkach toru. Budowa przyrządu wyrównawczego powinna być dostosowana do ruchu zasadniczego pociągów w celu zwiększenia żywotności oraz uniknięcia uszkodzeniu ruchomej iglic przyrządu. Ruch pociągów powinien odbywać się „z ostrza” a nie „na ostrze”. **Jazda „na ostrze”** jest przejazdem pojazdu szynowego przez zwrotnicę od strony iglic.

Natomiast jazda „z ostrza” to przejazd pojazdu szynowego przez zwrotnicę od strony krzyżownicy.

Rysunek 76. Schemat budowy przyrządu wyrównawczego z ciągłą krawędzią toczną dla małych wartości odkształceń



- | | | | |
|---|--|---|---------------------------------|
| 1 | siodełko ślizgowe | 4 | szyny ruchome |
| 2 | przytwierdzenie o obniżonej sile docisku | 5 | stabilizator rozstawu podkładów |
| 3 | standardowe przytwierdzenie | R | punkt referencyjny |

W zależności od zapewnianej możliwości przesuwu wyróżnia się trzy typy przyrządów wyrównawczych:

- dla małych wartości odkształceń (± 30 mm) – przyrządy wyrównawcze bagnetowe,
- dla średnich wartości odkształceń (± 100 mm) – przyrządy wyrównawcze z ciągłą krawędzią toczną (pojedynczy i podwójny),
- dla dużych wartości odkształceń ($> \pm 250$ mm) – przyrządy wyrównawcze z szyną pomostową.

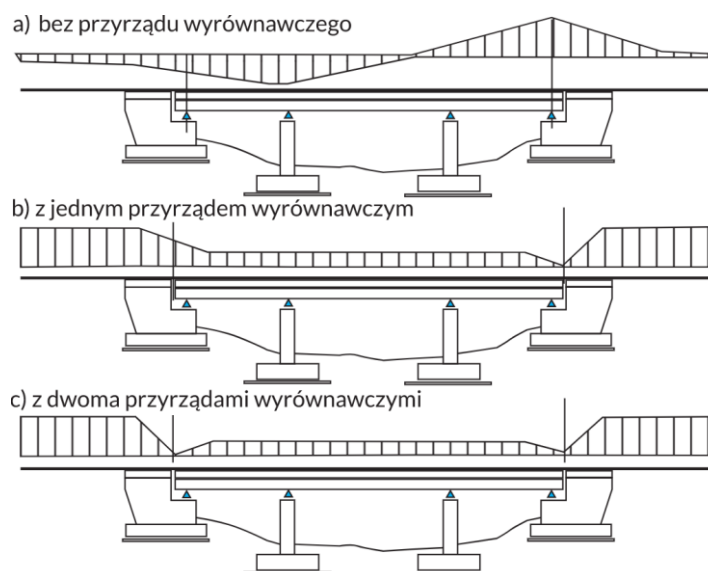
Graniczne wartości ich stosowania zależą nie tylko od maksymalnego przesuwu i długości dylatacyjnej, ale także od kąta nachylenia iglicy oraz prędkości jazdy pociągów, która przekłada się na maksymalne dopuszczalne poszerzenia toru.

Podczas budowy mostów kolejowych zakłada się, że tor na pomoście ma przebiegać w sposób ciągły. Unika się stosowania przyrządów wyrównawczych. Jednak w momencie, gdy jest to niemożliwe, zabudowuje się jeden lub dwa przyrządy.

Dzięki ich montażowi dąży się do uniknięcia możliwości pęknięcia szyn na skutek rozciągania lub wybożenia toru w wyniku nadmiernego ściskania.

Na rysunku przedstawiono schematy rozkładu dodatkowych naprężeń w szynach na moście w zależności od występowania przyrządu wyrównawczego i ich liczby.

Rysunek 77. Schematy rozkładu dodatkowych naprężeń w szynach na moście w zależności od występowania przyrządu wyrównawczego i ich liczby



Na zdjęciu przedstawiono przykładowy przyrząd wyrównawczy na moście.

Zdjęcie 22. Przykładowy przyrząd wyrównawczy na moście



Przed zastosowaniem przyrządów wyrównawczych rozważa się inne rozwiązania eliminujące potrzebę ich zastosowania, m.in.: długości przęseł, zmianę rozstawu podpór, sztywności pomostu, czy też zastosowanie systemu przytwierdzenia szyn

o zredukowanym oporze podłużnym. Dopuszcza się stosowanie przyrządów wyrównawczych o przesuwie nie większym od 300 mm.

Dla projektowanych prędkości większych od 120 km/h wymagane są przyrządy wyrównawcze, w których elementem ruchomym (zapewniającym przesuw w kierunku podłużnym) są opornice, czyli nieruchome, zewnętrzne szyny zwrotnicy. Przyrządy wyrównawcze powinny być łączone z przylegającym do nich torem za pomocą technologii spawalniczych. Dla przyrządów wyrównawczych projektowanych:

- a) na łukach pionowych o $R < 2000$ m,
- b) w łukach poziomych,

zastosowana konstrukcja przyrządu wyrównawczego powinna zapewniać trzymanie iglicy i opornicy w płaszczyźnie pionowej. **Łuk poziomy** złożony jest z łuku o stałym promieniu oraz najczęściej także krzywych przejściowych na początku i końcu łuku; stosowany w celu uniknięcia gwałtownych zmian przyspieszenia odśrodkowego; minimalny dopuszczalny promień łuku poziomego zależy od kategorii linii i warunków miejscowych.

1.2.6. Opis oraz zasady warunków widoczności pociągu

Przejazdy kolejowo-drogowe i przejścia muszą spełniać warunki widoczności pociągu. Zarządca drogi dokonuje sprawdzenia odległości widoczności przejazdu kolejowo-drogowego i przejścia od strony drogi publicznej, w terminach określonych w odpowiednich przepisach i pisemnie powiadamia o wynikach zarządcę kolei, który odnotowuje ten fakt w metryce.

Widoczność pociągu należy sprawdzić w warunkach zbliżonych do tych, w jakich znajdują się użytkownicy drogi. Obserwację czoła zbliżającego się pociągu przeprowadza się z wysokości od 1 m do 1,2 m nad osią pasa ruchu drogi publicznej. Widoczność określona jest przez zarządcę kolei, co odnotowane jest w metryce. Jeśli w uzasadnionych przypadkach podyktowanymi warunkami miejscowymi, przejazd kolejowo-drogowy kategorii D nie odpowiada warunkom widoczności, czoło pociągu powinno być widoczne z drogi publicznej, co najmniej z odległości 5 m od skrajnej szyny (punkt obserwacyjny A) na całym odcinku L, począwszy od punktu D. W przypadku, gdy nie są spełnione warunki widoczności dla maksymalnej prędkości rozkładowej z odległości 5 m, określa się prędkość pociągów, przy której są spełnione warunki widoczności z odległości 5 m. Jeśli dla określonej prędkości pociągu zachowana jest

tylko widoczność z odległości 5 m, przy drodze z obu stron przejazdu kolejowo-drogowego kategorii D ustawiony jest znak drogowy B-20 „STOP”. Na drodze publicznej o nawierzchni bitumicznej i betonowej namalowane są poziome linie zatrzymania pojazdu. Prędkości pociągów obowiązują na całej długości L.

Zarządca kolei dokonuje sprawdzenia odległości widoczności czoła pociągu z drogi przed przejazdem kolejowo-drogowym lub przejściem i odnotowuje ten fakt w metryce.

Sprawdza również odległości widoczności czoła pociągu z drogi przed przejściem niewyposażonym w urządzenia zabezpieczenia ruchu raz w roku, po okresie wzrostu roślinności, pomiędzy czerwcem a wrześniem (kwiecień – maj lub wrzesień – październik) w ciągu dwóch kolejnych dób (wtorek i środa lub środa i czwartek) oraz po każdym wypadku i odnotowuje ten fakt w metryce.

Po wystąpieniu wypadku lub incydentu, w zależności od skutków i okoliczności zdarzenia, komisja kolejowa dokonuje sprawdzenia warunków widoczności przejazdu kolejowo-drogowego lub przejścia z drogi, ze stanowiska kierującego pojazdem drogowym i z posterunku pracownika obsługi przejazdu kolejowo-drogowego. Sprawdza też stan oświetlenia terenu i stan sygnałów oraz wskaźników, ich widoczność oraz stan osygnalizowania pojazdów kolejowych. Wyniki tego badania zostają odnotowane w „Protokole oględzin miejsca wypadku/ incydentu na przejeździe kolejowo-drogowym lub przejściu”.

Pomiary natężenia ruchu kolejowego i drogowego są wykonywane na wszystkich przejazdach kolejowo-drogowych kategorii A, B, C i D. Warunki i sposób prowadzenia pomiarów natężenia ruchu kolejowego i drogowego oraz obliczania iloczynu ruchu są następujące. **Iloczyn ruchu** to iloczyn liczby pojazdów drogowych i pociągów przejeżdżających przez przejazd kolejowo-drogowy w ciągu doby. Pomiary natężenia ruchu drogowego na przejazdach kolejowo-drogowym kategorii A, B i C wykonuje zarządca drogi maksymalnie co 5 lat. Pomiary na przejeździe kolejowo-drogowym kategorii D zarządca drogi wykonuje nie rzadziej niż co:

- 1) 5 lat, w przypadku przejazdów w ciągu dróg gruntowych lub gdy ostatni iloczyn ruchu nie przekraczał wartości 20 000,
- 2) 2 lata, gdy ostatni iloczyn ruchu mieścił się w granicach od 20 000 do 40 000,
- 3) rok, gdy ostatni iloczyn ruchu przekraczał wartość 40 000.

Zarządca kolei wykonuje pomiary natężenia ruchu kolejowego na przejeździe kolejowo-drogowym, w tych samych okresach i dobach, w których zostało ustalone natężenie ruchu pojazdów drogowych. Zarządca drogi powiadamia zarządcę kolei o planowanym terminie przeprowadzenia pomiarów natężenia ruchu drogowego na przejeździe kolejowo-drogowym. Przedstawiciel zarządcy kolei ma prawo uczestniczyć w pomiarach natężenia ruchu drogowego na przejeździe kolejowo-drogowym. Pomiar natężenia ruchu drogowego uwzględnia wszystkie pojazdy przekraczające przejazd kolejowo-drogowy, łącznie z rowerami i motorowerami. Średnie dobowe natężenie ruchu drogowego na przejeździe kolejowo-drogowym oblicza się jako średnią arytmetyczną z pomiarów przeprowadzonych w ciągu dwóch dób. Uwzględnia się wszystkie pociągi, które w danym dniu przejechały przez przejazd kolejowo-drogowy. Średnie dobowe natężenie ruchu kolejowego na przejeździe kolejowo-drogowym oblicza się jako średnią arytmetyczną z pomiarów przeprowadzonych w ciągu dwóch tych samych dób, w których przeprowadza się pomiary ruchu drogowego. Pomiary natężenia ruchu drogowego i kolejowego mogą być także wykonywane na żądanie właściwych organów, Państwowej Komisji Badania Wypadków Kolejowych lub komisji kolejowej, zarządcy drogi lub zarządcy kolei. Otrzymane wyniki pomiarów natężenia ruchu drogowego i kolejowego oraz obliczony iloczyn ruchu są zapisywane w metryce przez zarządcę kolei, który ją sporządza, prowadzi i przechowuje. Metryka jest przechowywana przez cały okres użytkowania przejazdu kolejowo-drogowego lub przejścia.

Stan techniczny przejazdów kolejowo-drogowych i przejść sprawdza się raz w roku, a także niezwłocznie po każdym wypadku.

Widoczność przejazdu kolejowo-drogowego i przejścia z drogi.

W zwykłych warunkach atmosferycznych kierowca pojazdu drogowego lub pieszy zbliżając się do przejazdu kolejowo-drogowego powinien mieć zapewnioną właściwą widoczność drągów rogatkowych, sygnalizatorów drogowych i znaków drogowych. Minimalne odległości mierzone po osi drogi publicznej na wysokości 1 m nad osią pasa ruchu drogi w zależności od dopuszczalnej prędkości pojazdów drogowych, dla których powinna być zapewniona widoczność przejazdu dla kierujących pojazdami przedstawiono w tabeli.

Tabela 27. Minimalne odległości punktu obserwacyjnego i dopuszczalne prędkości pojazdów drogowych w celu zapewnienia widoczności przejazdu

Dopuszczalna prędkość pojazdów drogowych na drodze [km/h]	Odległość punktu obserwacyjnego [m]
100	140
90	120
80	100
70	80
≤ 60	60

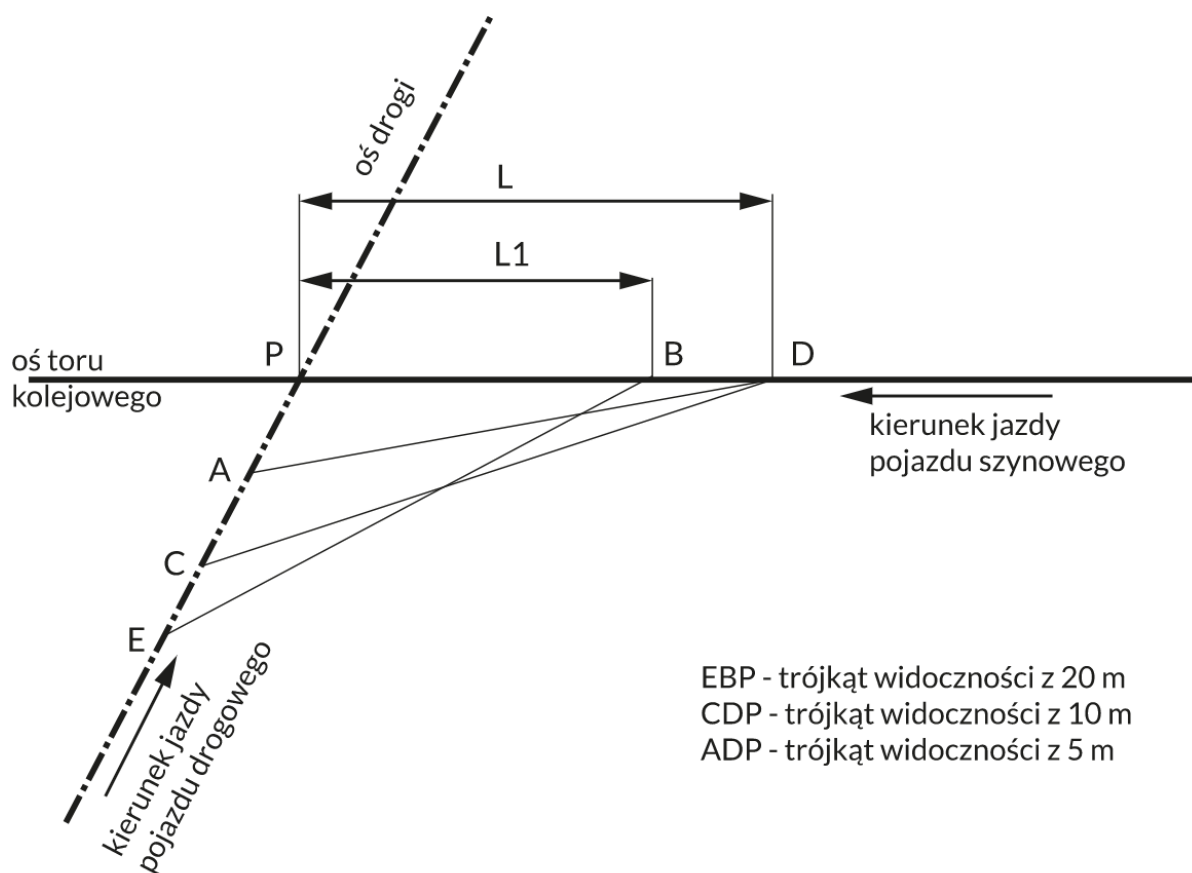
Odległość punktu obserwacyjnego na drodze publicznej od przejazdu kolejowo-drogowego lub przejścia powinna wynosić minimum 60 m, z tym że dla dróg wewnętrznych odległość ta może być zmniejszona do 35 m, a przy przejściach - do 5 m. Dojazd do przejazdu kolejowo-drogowego jest odcinkiem drogi o długości 30 m mierzony po osi drogi z każdej strony przejazdu kolejowo-drogowego od punktów krańcowych przejazdu.

Widoczność czoła pociągu z drogi przed przejazdem kolejowo-drogowym.

W zwykłych warunkach atmosferycznych czoło zbliżającego się pociągu, a co najmniej latarnie sygnałowe jego czoła, muszą być widoczne dla kierujących pojazdami drogowymi z odległości 20 m, mierzonej od skrajnej szyny po osi jezdni, przez cały czas zbliżania się pojazdu do przejazdu kolejowo-drogowego kategorii D. Jest to tzw. **trójkąt widoczności czoła pociągu z drogi przed przejazdem kolejowo-drogowym**. W przypadku projektowanych i przebudowywanych przejazdów kolejowo-drogowych kategorii A, B lub C powinny być zapewnione warunki widoczności czoła pociągu z drogi publicznej z odległości 5 m. Warunki widoczności czoła pociągu z drogi publicznej przed przejazdem kolejowo-drogowym (trójkąty widoczności) powinny być następujące tak jak na rysunku.

Z punktu obserwacyjnego E (20 m od przejazdu kolejowo-drogowego) czoło pociągu powinno być widoczne począwszy od punktu B. W miarę zbliżania się pojazdu drogowego do przejazdu kolejowo-drogowego odcinek widoczności pociągu powinien się zwiększyć, tak aby z odległości 10 m od skrajnej szyny (punkt C) czoło pociągu było widoczne co najmniej od punktu D. Widoczność pociągu z drogi publicznej ustala się dla obu stron przejazdu kolejowo-drogowego.

Rysunek 78. Warunki widoczności czoła pociągu z drogi publicznej przed przejazdem kolejowo-drogowym (trójkąty widoczności)



Długości odcinków widoczności czoła pociągu z drogi publicznej L oraz L_1 , zgodnie określa się według wzorów.

Tabela 28. Wzory określające długości odcinków widoczności czoła pociągu z drogi publicznej

Określenie odcinków [m]	dla przejazdów kolejowo-drogowych przez:	
	jeden tor	dwa i więcej torów
L	$L = 5,5 \cdot V_{\max}$	$L = (5,5 + 0,25d) \cdot V_{\max}$
L_1	$L_1 = 3,6 \cdot V_{\max}$	$L = (3,6 + 0,07d) \cdot V_{\max}$

gdzie:

V_{\max} - największa dozwolona prędkość pociągów w rejonie przejazdu kolejowo-drogowego w km/h,
 d - odległość między osiami skrajnego i następnego toru w metrach.

Przykładowy trójkąt widoczności przedstawia zdjęcie.

Zdjęcie 23. Przykładowe zobrazowanie widoczności czoła pociągu z drogi publicznej z odległości 5 m przed przejazdem kolejowo-drogowym w terenie



W momencie, gdy na przejeździe kolejowo-drogowym kategorii D nie są spełnione warunki widoczności z odległości 5 m dla prędkości pociągów równej 40 km/h a długość odcinka widoczności (L) jest większa od 125 m, wprowadza się ograniczenie prędkości pociągów $V_{ogr} = 40$ km/h na całej długości odcinka L. Na drodze publicznej przed przejazdem kolejowo-drogowym ustawia się znak B 20 „STOP”. Gdy na przejeździe kolejowo-drogowym tej kategorii nie są spełnione warunki widoczności z odległości 5 m dla prędkości pociągów równej 40 km/h a długość odcinka widoczności (L) jest zawarta w przedziale od 95 m do 125 m, wprowadza się ograniczenie prędkości pociągów $V_{ogr} = 30$ km/h na długości odcinka L, wraz z ustawieniem na drodze publicznej znaku B 20 „STOP”. Gdy jednak nie są spełnione żadne z tych warunków, wprowadza się ograniczenie prędkości czoła pociągów 20 km/h na długości równej szerokości przejazdu (wraz z ustawieniem znaku „STOP”). Dotyczy to przejazdów kolejowo-drogowych, których kąt skrzyżowania wynosi przynajmniej 60° oraz przy których znak drogowy G 3 „Krzyż św. Andrzeja przed przejazdem kolejowym jednotorowym” lub G 4 „Krzyż św. Andrzeja przed przejazdem kolejowym wielotorowym” jest ustawiony w odległości 5 m od skrajnej szyny toru. Jeżeli znak znajduje się od skrajnej szyny toru w odległości większej niż 5 m, odległość L zostaje zwiększona o $0,25 V_{max}$, a L1 o $0,07 V_{max}$ - na każdy metr zwiększonej odległości ustawienia znaku. Jeżeli kąt skrzyżowania wynosi mniej niż 60° , na każde 5°

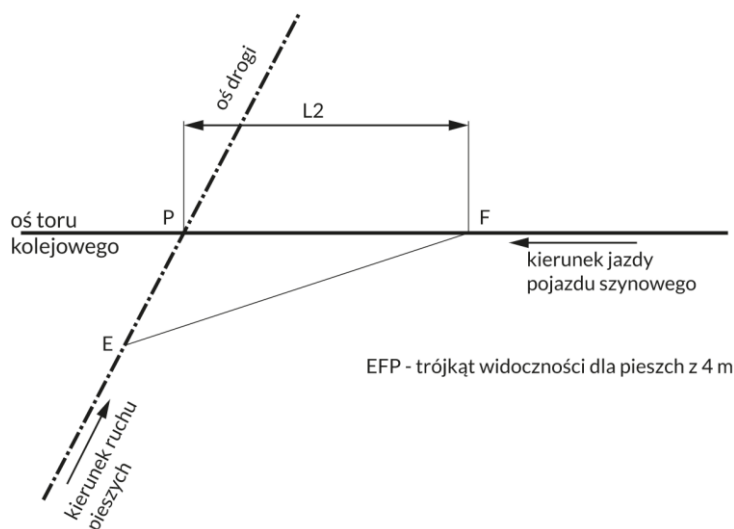
poniżej 60° odległość 20 m (odcinek EP), przy ustalaniu L_1 od strony kąta ostrego, zwiększa się o 1 m.

W obrębie trójkątów widoczności nie należy lokalizować obiektów ograniczających widoczność, w szczególności obiektów budowlanych, drzew, krzewów i innych upraw wysokopiennych, reklam czy elementów ochrony akustycznej na odcinku do 20 m z każdej strony przejazdu mierzonego od skrajnej szyny na przejeździe kolejowo-drogowym oraz w pasie drogowym.

Widoczność czoła pociągu przed przejściem użytku publicznego kategorii E niewyposażonym w urządzenia zabezpieczenia ruchu i systemy przejazdowe

W zwykłych warunkach atmosferycznych latarnie sygnałowe czoła zbliżającego się pociągu powinny być widoczne z obu stron przejścia przez cały czas zbliżania się pociągu do przejścia z odległości przynajmniej 4 m, mierząc od skrajnych szyn toru. Trójkąt widoczności czoła pociągu przed przejściem dla pieszych kategorii E niewyposażonym w urządzenia zabezpieczenia ruchu przedstawiono na rysunku.

Rysunek 79. Trójkąt widoczności czoła pociągu przed przejściem dla pieszych kategorii E niewyposażonym w urządzenia zabezpieczenia ruchu



Minimalna długość odcinka widoczności L_2 , która jest mierzona od osi przejścia z odległości 4 m od skrajnych szyn, jest określa się według następującego wzoru:

$$L_2 = 3 \cdot V_{\max}$$

gdzie:

V_{\max} - największa dozwolona prędkość pociągów (w km/h) w rejonie przejścia.

Przy wyznaczeniu odległości L_2 wytyczne są podobne jak dla wyznaczania odległości na przejeździe kolejowo-drogowym kategorii D. Co oznacza, że w przypadku, gdy nie są spełnione warunki widoczności z odległości 5 m dla prędkości pociągów równej 40 km/h a długość odcinka widoczności (L) jest większa od 125 m, należy wprowadzić ograniczenie prędkości pociągów $V_{\text{ogr}} = 40$ km/h na całej długości odcinka L , a przed przejazdem kolejowo-drogowym na drodze publicznej należy ustawić znak B-20 „Stop”. Gdy na przejściu nie są spełnione warunki widoczności dla prędkości pociągów 30 km/h dla linii kolejowej normalnotorowej i szerokotorowej a dla linii kolejowej wąskotorowej 25 km/h, wprowadza się ograniczenie prędkości czoła pociągu 20 km/h na długości równej szerokości przejścia.

Na przejeździe kolejowo-drogowym nie stosuje się złączy szyn lub odbojnic. Jeżeli długość odcinka drogi pomiędzy torami kolejowymi, mierzona między wewnętrznymi skrajnymi szynami po osi drogi, wynosi 32 m lub więcej, skrzyżowanie każdego toru lub każdej grupy torów z drogą traktuje się jako odrębny przejazd kolejowo-drogowy. Jednak nie dotyczy to dróg usytuowanych w obrębie stacji kolejowej umożliwiających dojazd służbom ratowniczym. Jeżeli do przejazdu kolejowo-drogowego dochodzi kilka dróg, przy ustalaniu sposobu jego zabezpieczenia uwzględnia się wszystkie kierunki jazdy. W takim przypadku warunki widoczności określa się z miejsc rzeczywistego przebiegu drogi w ustalonych odległościach od toru kolejowego, jak to zostało opisane powyżej w kontekście trójkąta widoczności. Odcinki pomiędzy torem a rogatkami odgradza się poręczami utrudniającymi dostęp do toru z ominięciem rogatek, jeżeli usytuowanie rogatek na to pozwala. Końce poręczy znajdujące się najbliżej toru umieszcza się w odległości 3 m od skrajnej szyny.

W przypadku uzasadnionym warunkami miejscowymi zarządca drogi zabezpiecza dojazd do przejazdu kolejowo-drogowego kategorii B przed możliwością wjazdu pojazdu drogowego pasem umożliwiającym objazd zamkniętej rogatki, w szczególności przez zastosowanie pasów separujących lub separatorów. Rozwiązania projektowe stosowane w obrębie przejazdu kolejowo-drogowego zapewniają sprawny wyjazd pojazdów drogowych z przejazdu kolejowo-drogowego i włączenie się ich do ruchu w ciąg komunikacyjny znajdujący się w sąsiedztwie przejazdu kolejowo-drogowego,

w szczególności przez uzależnienie (powiązanie) działania systemów przejazdowych z systemami kierowania ruchem drogowym.

Przy projektowaniu nowej linii kolejowej lub bocznicy kolejowej odległość między przejazdami kolejowo-drogowymi, mierzona wzdłuż linii kolejowej, nie może być mniejsza niż 3 km. Nowy przejazd kolejowo-drogowy nie jest projektowany na skrzyżowaniu istniejącej linii kolejowej lub bocznicy kolejowej z drogą publiczną, jeżeli w odległości nieprzekraczającej 3 km od projektowanego przejazdu kolejowo-drogowego znajduje się przejazd kolejowo-drogowy lub skrzyżowanie wielopoziomowe. Nie ma to zastosowania do przejazdu kolejowo-drogowego:

- 1) tymczasowego,
- 2) kategorii F,
- 3) użytkowanego w rejonie skrzyżowań wielopoziomowych zlokalizowanych w ciągach autostrad i dróg ekspresowych.

Przejazd kolejowo-drogowy i przejście projektuje się w taki sposób, aby drągi rogatkowe, sygnalizatory i znaki drogowe były widoczne z punktu obserwacyjnego, zlokalizowanego na wysokości 1 m nad osią pasa ruchu drogi. Przewiduje się poszerzenie dna wykopu do wysokości od 1 m do 1,2 m nad główką szyny, z uwzględnieniem roślinności i pokrywy śniegu.

Kąt skrzyżowania osi drogi (pasa ruchu) z osią toru linii kolejowej lub bocznicy kolejowej, zwany „kątem skrzyżowania (α)”, wynosi 90° . Na liniach kolejowych normalnotorowych i szerokotorowych dopuszcza się zastosowanie kąta skrzyżowania (α) w granicach $120^\circ \geq \alpha \geq 60^\circ$. Na liniach kolejowych wąskotorowych dopuszcza się zastosowanie kąta skrzyżowania (α) w granicach $135^\circ \geq \alpha \geq 45^\circ$.

Gdy droga publiczna krzyżuje się z bocznicą kolejową, dopuszcza się zastosowanie kąta skrzyżowania (α) w granicach $150^\circ \geq \alpha \geq 30^\circ$, jeżeli zostanie spełniony jeden z następujących warunków:

- 1) zachowana jest widoczność pociągu z obu stron drogi publicznej z punktu obserwacyjnego odległego minimum 50 m od skrajnej szyny najbliższego toru na przejeździe kolejowo-drogowym, przy założeniu, że pociąg znajduje się w odległości nie mniejszej niż 150 m od przejazdu kolejowo-drogowego,

- 2) zostaną zastosowane rogatki obrotowe zamykające tor kolejowy, a drogę publiczną tylko na czas przejeżdżania pociągu,
- 3) ustawione zostaną rogatki z obsługą na miejscu.

Warunków tych nie uwzględnia się przy tymczasowych przejazdach kolejowo-drogowych oraz przejazdach wybudowanych przed dniem wejścia w życie przepisów wprowadzających powyższe założenia. Wymagania te nie muszą być spełnione również w przypadku przebudowy lub remontu przejazdów kolejowo-drogowych niespełniających wymagań, jeśli zakres robót (z uwagi na warunki miejscowe) nie przewiduje zmiany położenia osi drogi lub osi toru. Jednak w przypadku modernizacji linii, bez zmiany jej przebiegu, ale z dobudową nowego toru, korekta kąta skrzyżowania powinna zostać uwzględniona w zakresie robót.

Kąt skrzyżowania linii kolejowej lub bocznic kolejowej krzyżującej się z drogą publiczną w łuku wyznacza się jako kąt zawarty pomiędzy osią toru linii kolejowej lub bocznicy i styczną do łuku poziomego osi drogi (osi pasa ruchu) w punkcie przecięcia się tych osi. Kąt skrzyżowania drogi publicznej z linią kolejową lub bocznicą kolejową w łuku wyznacza się jako kąt zawarty pomiędzy osią drogi (osią pasa ruchu) i styczną do osi toru kolejowego w punkcie przecięcia się tych osi. Przez kąt skrzyżowania linii kolejowej lub bocznic kolejowej z drogą publiczną, niezależnie od liczby pasów ruchu i liczby torów kolejowych, rozumie się najmniejszy kąt z wyznaczonych, zawarty pomiędzy osią każdego toru kolejowego i osią każdego pasa ruchu drogi.

Niweletę drogi w obrębie i na dojeździe do przejazdu kolejowo-drogowego projektuje się tak, aby pochylenie podłużne jezdni na dojeździe do przejazdu kolejowo-drogowego nie przekraczało 2,5% na długości nie mniejszej niż 20 m, licząc od skrajnej szyny toru kolejowego. Warunek ten uznaje się za spełniony, jeżeli wartość maksymalnego pochylenia podłużnego jest zachowana na stycznej łuku pionowego wyznaczonej w odległości 20 m od skrajnej szyny toru kolejowego.

Niweletę drogi w obrębie dojścia do przejścia projektuje się taki sposób, aby pochylenie podłużne chodnika, drogi dla rowerów oraz drogi dla pieszych i rowerów na dojściu lub dojeździe do przejścia nie przekraczało 2,5% na długości nie mniejszej niż 3 m, licząc od skrajnej szyny toru kolejowego. Warunek ten uznaje się za spełniony, jeżeli wartość maksymalnego pochylenia podłużnego jest zachowana na stycznej łuku

pionowego wyznaczonej w odległości 3 m od skrajnej szyny toru kolejowego. Łuk pionowy drogi nie jest stosowany między skrajnymi szynami przejazdu kolejowo-drogowego. Za zgodą zarządcy kolei w przypadku uzasadnionym warunkami miejscowymi, można zastosować łuk pionowy drogi pomiędzy skrajnymi szynami przejazdu kolejowo-drogowego, jeżeli nie spowoduje to pogorszenia bezpieczeństwa ruchu kolejowego i drogowego. W takich przypadkach, dopuszcza się także stosowanie profilu podłużnego dróg na dojazdach do przejazdu zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi dotyczącymi dróg publicznych.

Jeżeli przejazd kolejowo-drogowy, w którym linia kolejowa lub bocznic kolejowa oraz droga publiczna przebiegają w linii prostej, wtedy projektuje się tak, aby początek najbliższej krzywizny poziomej drogi wraz ze wszystkimi jej elementami znajdował się w odległości co najmniej 6 m od skrajnej szyny toru kolejowego. Jeśli przejazd kolejowo-drogowy, w którym linia kolejowa lub bocznic kolejowa przebiega w linii prostej, a droga publiczna w łuku poziomym, projektuje się tak, aby spełnić łącznie następujące warunki: na długości przejazdu kolejowo-drogowego pochylenie poprzeczne jezdni drogi odpowiada pochyleniu podłużnemu torów kolejowych oraz poszerzenie jezdni na łukach poziomych przeprowadza się przez przejazd kolejowo-drogowy.

Jeśli przejazd kolejowo-drogowy, w którym droga publiczna przebiega w linii prostej, a jednotorowa linia kolejowa lub bocznic kolejowa w łuku poziomym, wtedy projektuje się w taki sposób, aby spełnić łącznie następujące uwarunkowania:

- 1) promień łuku poziomego toru kolejowego na przejeździe kolejowo-drogowym umożliwi ułożenie w przekroju poprzecznym toru obu toków szyn w poziomie lub pochyleniu poprzecznym, zgodnie z pochyleniem podłużnym drogi w obrębie przejazdu, nieprzekraczającym 2,5% dla linii kolejowej normalnotorowej i szerokotorowej oraz 2% dla linii kolejowej wąskotorowej,
- 2) przejazd kolejowo-drogowy nie może być usytuowany na odcinku krzywej przejściowej linii kolejowej lub bocznic kolejowej.

Jeśli projektowany nowy przejazd kolejowo-drogowego obejmuje dwa lub więcej torów w łuku poziomym, wtedy wszystkie główki szyn torów na przejeździe w przekroju poprzecznym linii kolejowej układa się w jednym pochyleniu nieprzekraczającym 2,5% dla linii kolejowej normalnotorowej i szerokotorowej oraz 2% dla linii kolejowej wąskotorowej, stanowiącym przechyłkę torów w łuku. Jeśli przejazd

kolejowo-drogowy, w którym droga publiczna oraz linia kolejowa lub bocznica kolejowa znajdują się w łukach poziomych, wtedy projektuje się, uwzględniając odpowiednio przepisy powyżej.

Przy projektowaniu przejazdu kolejowo-drogowego obejmującego drogę krzyżującą się z dwutorową linią kolejową, główki szyn bliższych międzytorza w przekroju poprzecznym mogą być ułożone w obrębie przejazdu kolejowo-drogowego w jednym poziomie, a główki szyn zewnętrznych w przekroju poprzecznym w pochyleniu stanowiącym przechyłkę torów w łuku nieprzekraczającym:

- 1) 2,5% – dla linii kolejowej normalnotorowej i szerokotorowej,
- 2) 2% – dla linii kolejowej wąskotorowej.

Przy projektowaniu dojazdu do istniejącego przejazdu kolejowo-drogowego obejmującego skrzyżowanie drogi publicznej z linią kolejową lub bocznica kolejową przebiegającą w łuku poziomym i krzywych przejściowych dopuszcza się pochylenie podłużne jezdni drogi nie większe od 7,5% i nieprzekraczające pochyłeń dopuszczalnych dla prędkości, dla której droga została zaprojektowana. Załomy na pochyleniach mogą być takiego samego znaku o różnicy nieprzekraczającej 5%.

Szerokość korony drogi publicznej i jej części składowych na przejeździe kolejowo-drogowym i dojazdach do przejazdu kolejowo-drogowego powinna odpowiadać parametrom istniejącej drogi oraz umożliwiać budowę urządzeń zabezpieczenia ruchu.

1.2.7. Dokumentacja techniczno-eksploatacyjna kluczowego elementu infrastruktury kolejowej

Dokumentacją techniczno-eksploatacyjną przejazdu kolejowo-drogowego lub przejścia jest **metryka**. Metrykę sporządza, prowadzi i przechowuje zarządca kolei. Jest ona przechowywana przez cały okres użytkowania przejazdu kolejowo-drogowego lub przejścia. W przypadku przejazdu kolejowo-drogowego lub przejścia, przez które przebiegają tory dwóch lub więcej zarządców kolei, zarządca identyfikujący największe natężenie ruchu kolejowego na podstawie pomiarów natężenia ruchu przekazywanych na potrzeby aktualizacji metryki sporządza, prowadzi i przechowuje metrykę oraz udostępnia ją pozostałym zarządcom. Zakres informacji zawartych w metryce przejazdu kolejowo-drogowego przedstawiono w tabeli.

Tabela 29. Zakres informacji zawartych w metryce przejazdu kolejowo-drogowego

Zakres informacji	Opis
dane o zarządcy kolei, zarządcy drogi	
dane o linii kolejowej i o drodze, przez które przebiega	
dane o lokalizacji	
dane techniczne o przejeździe kolejowo-drogowym/przejściu	pochylenie podłużne drogi, szerokość korony, jezdni drogi, szerokość chodników, szerokość pasa rozdzielczego, długość odcinka prostego drogi, długość przejazdu kolejowo-drogowego/przejścia, kąt skrzyżowania drogi z torami kolejowymi, nawierzchnia kolejowa, drogowa, sposób i konstrukcja wygradzenia przejazdu kolejowo-drogowego/ przejścia, oświetlenie
szkic sytuacyjny przejazdu kolejowo-drogowego/ przejścia	
warunki widoczności czoła pociągu z drogi, przeszkody utrudniające widoczność z drogi, wprowadzone ograniczenia prędkości pociągów w związku z warunkami widoczności niezgodnymi z wymaganiami	
warunki widoczności przejazdu kolejowo-drogowego/ przejścia z drogi	
Urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego i łączności	technologia wykonania systemu, napędy rogatkowe, wyposażenie drągów rogatek, zasadnicze położenie rogatek, dane techniczne systemu przejazdowego, sygnalizacja zbliżania, powiązanie z systemem stacyjnym, urządzenia akustyczne, urządzenia telewizji użytkowej, urządzenia łączności
obsługa przejazdu kolejowo-drogowego/ przejścia (dla kat. A oraz E, F z półsamoczynnym systemem przejazdowym)	jednostka obsługująca, miejsce obsługi (posterunek), stanowisko obsługującego, liczba przejazdów obsługiwanych z tego posterunku, informacja o szczegółowym sposobie obsługi, który zawiera Regulamin obsługi przejazdu kolejowo-drogowego/ przejścia dołączony do metryki
natężenie ruchu drogowego i kolejowego oraz iloczyn ruchu	
wykaz wypadków na przejeździe kolejowo-drogowym/przejściu	
wykaz aktualizacji metryki (w tym projekt organizacji ruchu)	

W tabeli przedstawiono przykład wypełnienia metryki przejazdu kolejowo-drogowego.

Tabela 30. Przykład wypełnienia metryki przejazdu kolejowo-drogowego

METRYKA PRZEJAZDU KOLEJOWO-DROGOWEGO/ PRZEJŚCIA		KATEGORIA	NUMER IDENTYFIKACYJNY
		F	016 067 951
ZARZĄDCA KOLEI		ZARZĄDCA DROGI	
PKP POLSKIE LINIE KOLEJOWE S.A. Zakład linii kolejowych w		XYZ	

1. DANE O LINII KOLEJOWEJ (przekazuje zarządca kolei):

NR	NAZWA	SZLAK, STACJA	KM	LICZBA TORÓW / V _{DOP}		
				GLÓWNE ZASADNICZE	GLÓWNE DODATKOWE	POZOSTAŁE
16	ŁÓDŹ WIDZEW - KUTNO	ZGIERZ - KUTNO	67.951	1/60		

2. DANE O DRODZE/ ULICY¹⁾ (przekazuje zarządca drogi):

NR	NAZWA	KATEGORIA	KLASA	KM	LICZBA PASÓW RUCHU, CHODNIKI/ PASY ROZDZIELCZE ²⁾	V _{dop}
	Droga polna	wewnętrzne			1/0/0	20

3. DANE O LOKALIZACJI (przekazuje zarządca kolei):

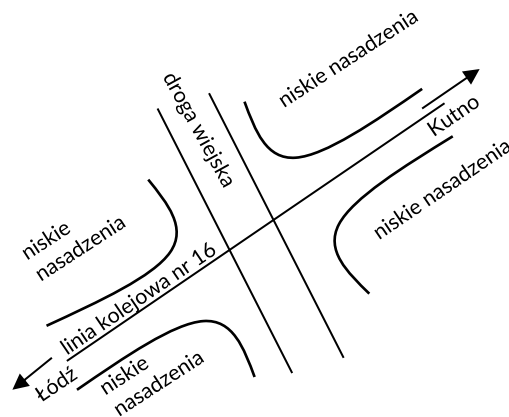
GMINA	POWIAT	WOJEWÓDZTWO
Kutno	Kutnowski	łódzkie
3.1 Teren:	zabudowany/niezabudowany ³⁾	

4. DANE O PRZEJEŹDZIE KOLEJOWO-DROGOWYM/PRZEJŚCIU^{*)}:

a) pochylenie podłużne drogi na dojazdach do toru (zaznaczyć kierunek pochylenia):		strona L	1,5	%	na dł.	20	m
		strona P	2,0	%	na dł.	20	m
b) szerokość korony drogi (ulicy) na przejeździe kolejowo-drogowym/przejściu ^{*)} :						11	m
c) szerokość jezdni drogi (ulicy) na przejeździe kolejowo-drogowym/przejściu ^{*)} :						9	m
d) szerokość jezdni na dojazdach:		strona L	5	m	strona P	5	m
e) szerokość chodników (ścieżek rowerowych) na dojazdach do przejazdu kolejowo - drogowego/przejścia ^{*)} :							
chodnik	strona L		m	X	ścieżka rowerowa	strona L	m
	strona P		m		strona P	m	
f) szerokość pasa rozdzielczego na dojazdach do przejazdu kolejowo-drogowego/przejścia ^{*)} :						strona L	m
						strona P	m
g) długość odcinka prostego drogi, mierząc od skrajnej szyny:						strona L	14
						strona P	14
h) długość przejazdu kolejowo-drogowego/przejścia ^{*)} :						20	m
i) kąt skrzyżowania drogi z torami kolejowymi:						85	stopni
j) nawierzchnia kolejowa w obrębie przejazdu kolejowo-drogowego/przejścia ^{*)} :							
tor nr	16	standard konstrukcyjny	S49, tłuczeń	prosta			
				tłuk R =	m	przechyłka	mm
tor nr		standard konstrukcyjny		prosta			
				tłuk R =	m	przechyłka	mm
k) nawierzchnia drogowa przejazdu kolejowo-drogowego/przejścia ^{*)} :							
tor nr	16	rodzaj nawierzchni	tłuczeń	tor nr		rodzaj nawierzchni	
l) nawierzchnia drogowa pomiędzy torami na przejeździe kolejowo-drogowym/przejściu ^{*)} :							
międzytorze	16	rodzaj nawierzchni	tłuczeń				
międzytorze		rodzaj nawierzchni					
międzytorze		rodzaj nawierzchni					
m) nawierzchnia drogowa na dojazdach do przejazdu kolejowo-drogowego/przejścia ^{*)} :							
strona L		strona P					
n) sposób i konstrukcja wygradzenia przejazdu kolejowo-drogowego/przejścia ^{*)} :							
pachołki betonowe							
o) oświetlenie przejazdu kolejowo-drogowego/przejścia ^{*)} :							
						TAK/NIE ^{*)}	
Liczba słupów:				Liczba opraw oświetleniowych:			

5. SZKIC SYTUACYJNY PRZEJAZDU KOLEJOWO-DROGOWEGO/PRZEJŚCIA**)

km 67.951



brak oznakowania kolejowego i drogowego

6. WARUNKI WIDOCZNOŚCI

6.1 WARUNKI WIDOCZNOŚCI CZOŁA POCIĄGU Z DROGI

data pomiaru	pomiar warunków widoczności z drogi (odległość mierzona od skrajnej szyny) w m											odległość między osiami torów "d" w m	obowiązująca V w rejonie przejazdu kolejowo-drogowego/przejścia*)	wymagane warunki widoczności		
	5m/4m				10m				20m					z 5 i 10m	z 20m	z 4m
	strona toru prawa		strona toru lewa		strona toru prawa		strona toru lewa		strona toru prawa		strona toru lewa					
	w prawo	w lewo	w prawo	w lewo	w prawo	w lewo	w prawo	w lewo	w prawo	w lewo	w prawo			w lewo		
14.05.2020	70	110	60	35	65	100	60	35	60	70	30	35	20	140	100	
20.07.2022	70	100	60	30	60	90	60	35	60	65	30	35	20	140	100	

6.1.1 Przeszkody utrudniające widoczność z drogi:

skarpa po obu stronach

krzaki po lewej stronie

6.1.2. Wprowadzone ograniczenia prędkości pociągów w związku z warunkami widoczności niezgodnymi z wymaganiami

nr linii kolejowej	nr toru	od km	do km	kierunek jazdy	V _{ogr} (km/h)	data wprowadzenia	data odwołania

6.2. WARUNKI WIDOCZNOŚCI PRZEJAZDU KOLEJOWO-DROGOWEGO/PRZEJŚCIA Z DROGI

data pomiaru	warunki rzeczywiste			warunki wymagane		przeszkody, wprowadzone działania
14.05.2020	strona L	35	m	35	m	
	strona P	35	m	35	m	
20.07.2022	strona L	35	m	35	m	
	strona P	35	m	35	m	
	strona L		m		m	
	strona P		m		m	

7. URZĄDZENIA ZABEZPIECZENIA RUCHU KOLEJOWEGO I ŁĄCZNOŚCI

a) technologia wykonania systemu ^{*)}	mechaniczna		przełącznikowa		
	przełącznikowo - komputerowa		komputerowa		
	inna:				
b) napędy rogatkowe					
liczba	typ napędu	długość drąga rogatki	liczba	typ drąga rogatki	długość drąga rogatki
c) wyposażenie drągów rogatki ^{*)}	światła migowe		kontrola ciągłości drąga		
	folia odbłaskowa		bezpiecznik drąga		
	inne:				

e) dane techniczne systemu przejazdowego *)			półsamoczynny	samoczynny
typ:				
liczba i typ sygnalizatorów drogowych:				
lokalizacja urządzenia zdalnej kontroli:				
liczba i typ tarcz ostrzegawczych przejazdowych:				
f) sygnalizacja zbliżania*)	FAK	NIE	Uwagi:	
g) powiązanie z systemem stacyjnym*)	FAK	NIE	Uwagi:	
h) urządzenia akustyczne*)	FAK	NIE	Uwagi:	
i) urządzenia telewizji użytkowej*)	FAK	NIE	Uwagi:	
rejestracja	FAK	NIE	Uwagi:	
liczba kamer		szt.	Uwagi:	
lokalizacja monitora:				
j) urządzenia łączności:*)			FAK	NIE
typ:				

8. OBSŁUGA PRZEJAZDU KOLEJOWO - DROGOWEGO/PRZEJŚCIA^{o)} (dla kategorii: A oraz E, F z półsamoczynnym systemem przejazdowym)

a) jednostka obsługująca	nastawnia stacji			
b) miejsce obsługi (posterunek):				
z miejsca	z odległości	70	m	
c) stanowisko obsługujące:	dyżurny ruchu			
d) liczba przejazdów obsługiwanych z tego posterunku:	1	szt.		
linia: 16	km: 67.951	kat. F		
linia:	km:	kat.		
linia:	km:	kat.		
linia:	km:	kat.		
szczegółowy sposób obsługi zawiera Regulamin obsługi przejazdu kolejowo-drogowego (przejścia) dołączony do metryki				

10. WYPADKI NA PRZEJEŹDZIE KOLEJOWO-DROGOWYM/PRZEJŚCIU^{d)}:

Krótki opis wypadku					
9. NATĘŻENIE RUCHU ORAZ ILOCZYN RUCHU:					
data pomiaru	12.05.2020				
natężenie ruchu drogowego	20				
natężenie ruchu kolejowego	35				
iloczyn ruchu	700				
data pomiaru					
natężenie ruchu drogowego					
natężenie ruchu kolejowego					
iloczyn ruchu					

10. WYPADKI NA PRZEJEŹDZIE KOLEJOWO-DROGOWYM/PRZEJŚCIU^{d)}:

Data	Krótki opis wypadku

11. AKTUALIZACJA METRYKI:

DATA	IMIĘ NAZWISKO I PODPIS PRACOWNIKA DOKONUJĄCEGO AKTUALIZACJI	ZAKRES AKTUALIZACJI, REKOMENDACJA	PODPIS ZWIERZCHNIKA JEDNOSTKI ORGANIZACYJNEJ

12. WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW DO METRYKI:

Regulamin Obsługi Pojazdów
Projekt organizacji ruchu

Przez **długość przejazdu kolejowo-drogowego** rozumie się odcinek drogi ograniczony z dwóch stron rogatekami, a w przypadku ich braku – odcinek drogi, którego punkty krańcowe są wyznaczone odległością 4 m od każdej ze skrajnych szyn. **Półsamoczynny system przejazdowy** jest systemem przejazdowym, w którym urządzenia zabezpieczenia ruchu na przejeździe kolejowo-drogowym są sterowane ręcznie przez pracownika obsługi. Automatyczne wyłączanie świateł sygnalizatorów drogowych po całkowitym zamknięciu rogatek stosowane jest na przejeździe kolejowo-drogowym kategorii A (również otwieranym w sposób ręczny na żądanie). Załączenie obwodu świateł sygnalizatorów drogowych następuje automatycznie przy następnym

cyklu zamykania. Oświetlenie na przejeździe kolejowo-drogowym lub przejściu powinno być sterowane automatycznie. Jeśli są one obsługiwane na miejscu stosuje się ręczne sterowanie oświetleniem. **Samoczynny system przejazdowy** jest systemem przejazdowym, w którym urządzenia zabezpieczenia ruchu na przejeździe kolejowo-drogowym są sterowane samoczynnie przez jadący pociąg lub inny system sterowania ruchem kolejowym. **System przejazdowy** jest systemem zainstalowanym na przejeździe kolejowo-drogowym, zapewniającym sterowanie i kontrolę sprawności dla urządzeń zabezpieczenia ruchu wchodzących w jego skład.

Szkic sytuacyjny zawiera przekrój poprzeczny, wskaźniki kolejowe i drogowe oraz trójkąty widoczności dla kategorii D i E. Szkic taki nie zawiera informacji o urządzeniach sterowania ruchem kolejowym. Szkic posiada jedynie oznakowanie kolejowe, jeśli do metryki dołączono projekt organizacji ruchu. Zawiera on następujące informacje:

- opinie i uzgodnienia zatwierdzone przez odpowiednie urzędy i instytucje,
- opis techniczny – podstawa opracowania, przedmiot i cel opracowania projekt organizacji ruchu, charakterystykę stanu istniejącego drogi i ruchu na przejeździe kolejowo-drogowym,
- opis projektowanego zagospodarowania terenu,
- opis zakresu prac remontowych; zagrożeń mogących wystąpić podczas realizacji robót budowlanych,
- opis projektowanej organizacji ruchu, utrudnień i zagrożeń,
- planowany termin realizacji robót,
- uwagi ogólne,
- część rysunkową przedstawiającą omawianą lokalizację (plan orientacyjny), schematy oznakowania skrzyżowań, tablice ostrzegawcze dla pieszych.

1.3. Opis oraz zasady budowy układu geometrycznego torów kolejowych w infrastrukturze kolejowej

W tym punkcie zdefiniowano pojęcie układu geometrycznego toru kolejowego i kwestii z nim związanych - kształtowanie geometrii toru kolejowego w funkcji prędkości pociągów, podstawowe równania kształtowania geometrii toru, wzory

praktyczne. A także podstawowe współzależności, pomiędzy elementami toru, szyn kolejowych, systemu przytwierdzeń, podkładów kolejowych, podrojazdnic, mostownic, rozjazdów kolejowych, oraz skrzyżowań torów kolejowych.

Parametry układu geometrycznego powinny być określone w dokumentacji linii lub odcinka linii kolejowej obejmującej (niezależnie od dokumentacji wymaganej przepisami odrębnymi) informacje, które zawarto w tabeli.

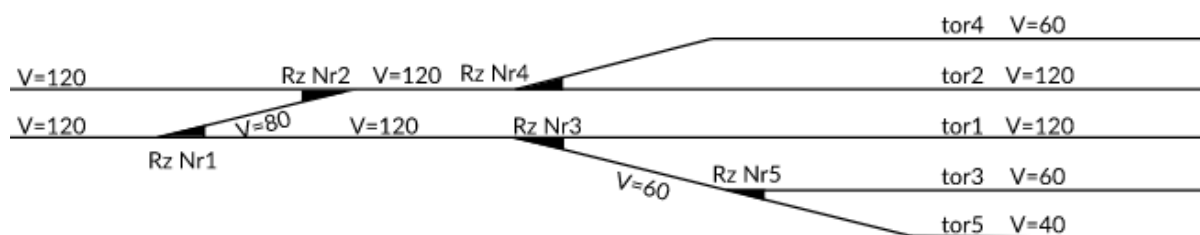
Tabela 31. Parametry układu geometrycznego

Parametr układu geometrycznego	Opis
plan układu geometrycznego (mapa sytuacyjno-wysokościowa)	przedstawiający wyłącznie układ geometryczny torów i połączeń torów (z wyłączeniem innych treści) w płaszczyźnie poziomej i pionowej
niweleta	wyznaczona indywidualnie dla każdego toru, a także dla szczególnych przypadków połączeń torów np. z zastosowaniem przechyłki i rozjazdów łukowych, niezależnie od niwelety linii kolejowej
protokoły zdawczo-odbiorcze regulacji osi toru lub plan wyznaczania i stabilizacji osi toru (połączenia torów)	
zestawienie wyników obliczeń parametrów układu geometrycznego torów i połączeń torów	zestawienie w formie tabelarycznej
schemat układu torowego	schemat z naniesionymi prędkościami wynikającymi z geometrii układu

Układ geometryczny toru kolejowego ma charakter przestrzenny i rozpatrywany jest w trzech płaszczyznach do osi toru:

- w płaszczyźnie poziomej (in. w planie sytuacyjnym) - podstawowymi elementami układu są odcinki proste toru, odcinki ułożone w łuku kołowym oraz odcinki w łukach o zmiennej krzywiznie (tzw. krzywe przejściowe), tzw. wstawki proste, czyli krótkie odcinki proste toru ułożone między dwiema krzywymi przejściowymi lub dwoma łukami kołowymi,
- w płaszczyźnie pionowej (in. w profilu podłużnym) wyróżnia się odcinki toru o jednostajnym pochyleniu oraz łuki kołowe wyokrąglające załomy profilu podłużnego,
- w płaszczyźnie poprzecznej do osi toru (in. w przekroju poprzecznym) wyodrębnia się szerokość toru oraz różnicę wysokości toków szynowych (która na długości łuku kołowego jest stała i nosi nazwę przechyłki).

Rysunek 80. Przykładowy szkic układu torowego z naniesionymi prędkościami



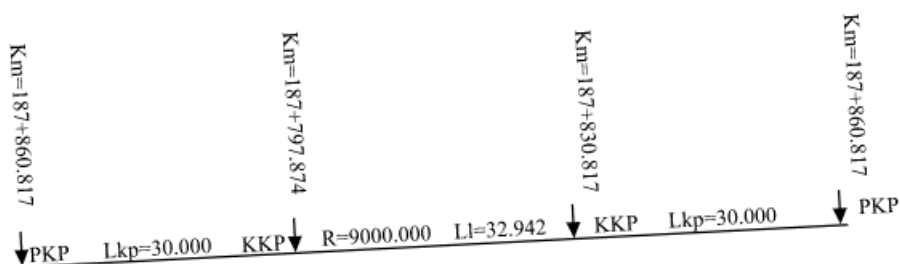
Na planach układu torowego, wskazuje się przynajmniej następujące informacje:

- długości wszystkich odcinków prostych (LP) oraz wartości przechytek (D) (jeżeli występują),
- łuki poziome wraz z informacjami o ich: długościach (LL), promieniach (R), przechytkach (D),
- krzywe przejściowe wraz z informacjami o ich długości (LKP),
- rampy przechytkowe jeżeli nie pokrywają się z krzywymi przejściowymi, wraz z informacją o ich długościach (LRK lub LRP – długość rampy przechytkowej krzywoliniowej lub długość rampy przechytkowej prostoliniowej (oznaczenie stosowane jeśli rampa przechytkowa nie pokrywa się z krzywą przejściową),
- zmiany pochylenia podłużnego w punkcie załomu wraz z informacją o: pikietażu, projektowym osi toru, łączonych pochyleniach (ii; ii+1), wysokość załomu niwelety (WZP), długości stycznych (tv), strzałce (fv) i promieniu (Rv) łuku pionowego,
- odległości między osiami torów w punktach charakterystycznych (e),
- typy zastosowanych rozjazdów, np. Rz 60E1-760-1:14.

Każdy początek oraz koniec elementu układu geometrycznego, czyli punkty charakterystyczne (z wyłączeniem rozjazdów i skrzyżowań torów) na planie układu torowego oznacza się za pomocą symbolu „strzałki”. Symbol „strzałki” oraz opis poszczególnych punktów charakterystycznych umieszcza się po wewnętrznej stronie łuku.

Każdy element układu geometrycznego opisywany jest na planie (mapie sytuacyjno-wysokościowej) przez zbiór cech, np. dla łuku poziomego jest to następujący zbiór: LL=70,526 m; R=1205,602 m; D=40 mm. Dopuszcza się stosowanie zapisu z pominięciem jednostek oraz znaku równości tj.: (LL70,526; R1205,602; D40).

Rysunek 81. Przykład zastosowania symboli do oznaczania początku i końca elementu układu geometrycznego



PKP – początek krzywej przejściowej;
 KKP – koniec krzywej przejściowej;
 Lkp - długość krzywej przejściowej;
 Km – kilometr
 R – promień łuku poziomego

Pomiędzy odcinkiem prostym toru i łukiem poziomym oraz pomiędzy łukami poziomymi jednego kierunku o różnych promieniach (łuk koszowy) stosuje się krzywe przejściowe, na długości których następuje ciągła zmiana krzywizny toru. W uzasadnionych przypadkach stosuje się układy bez krzywych przejściowych. Przy rampach przechyłkowych prostoliniowych, stosuje się krzywe przejściowe w postaci paraboli trzeciego stopnia lub klotoidy.

Pikietaż projektowy to określenie na planie sytuacyjnym lokalizacji punktów charakterystycznych układu geometrycznego w nawiązaniu do odległości od przyjętego punktu początkowego; wyznaczany dla każdego z projektowanych torów oraz połączeń torów niezależnie. Celem pikietażu do celów projektowych jest wyznaczenie z dokładnością do ± 1 mm długości torów oraz lokalizacji punktów charakterystycznych układu geometrycznego. Może być zakładany lokalnie dla potrzeb budowy lub modernizacji (przebudowy) linii lub odcinka linii przy projektowaniu układu geometrycznego torów. Nie jest on tożsamy z kilometracją eksploatacyjną linii kolejowej ustalaną na etapie porealizacyjnym. Pikietaż (kilometrację osi toru lub połączenia torów) wyznacza się niezależnie dla każdego z torów linii kolejowej oraz torów lub połączeń torów na posterunku ruchu. Pikietaż projektowy każdej osi toru należy wyznaczać zgodnie z osią toru, oznaczając dla każdej z nich:

- punkty charakterystyczne układu geometrycznego,
- środki geometryczne rozjazdów lub początki rozjazdów.

Pikietaż projektowy dla każdego z torów rozpoczyna się i kończy w miejscach charakterystycznych układu torowego, np. w styku przedglicowym rozjazdu.

Punkt początkowy pikietażu projektu układu geometrycznego torów ustala się następująco:

- a) jeżeli z obu stron projektowanego układu geometrycznego torów występują odcinki linii styczne do niego posiadające niezależne pikietáže torów, wtedy pikietaż dla odcinka projektowanego stanowi kontynuację pikietażu odcinka linii, który znajduje się bliżej początku linii kolejowej,
- b) jeżeli odcinek linii styczny do projektowanego układu geometrycznego torów nie posiada niezależnej kilometracji torów, pikietaż dla torów szlakowych lub głównych zasadniczych, rozpoczyna się w punkcie początkowym opracowania, przyjmując wartości 0+000,000 niezależnie dla każdego z torów,
- c) jeżeli odcinek linii styczny do projektowanego układu geometrycznego torów posiada niezależną kilometrację toru lub torów, pikietaż do celów projektowych dla torów szlakowych lub głównych zasadniczych, stanowi kontynuację (nawiązanie) pikietażu z odcinka stycznego.

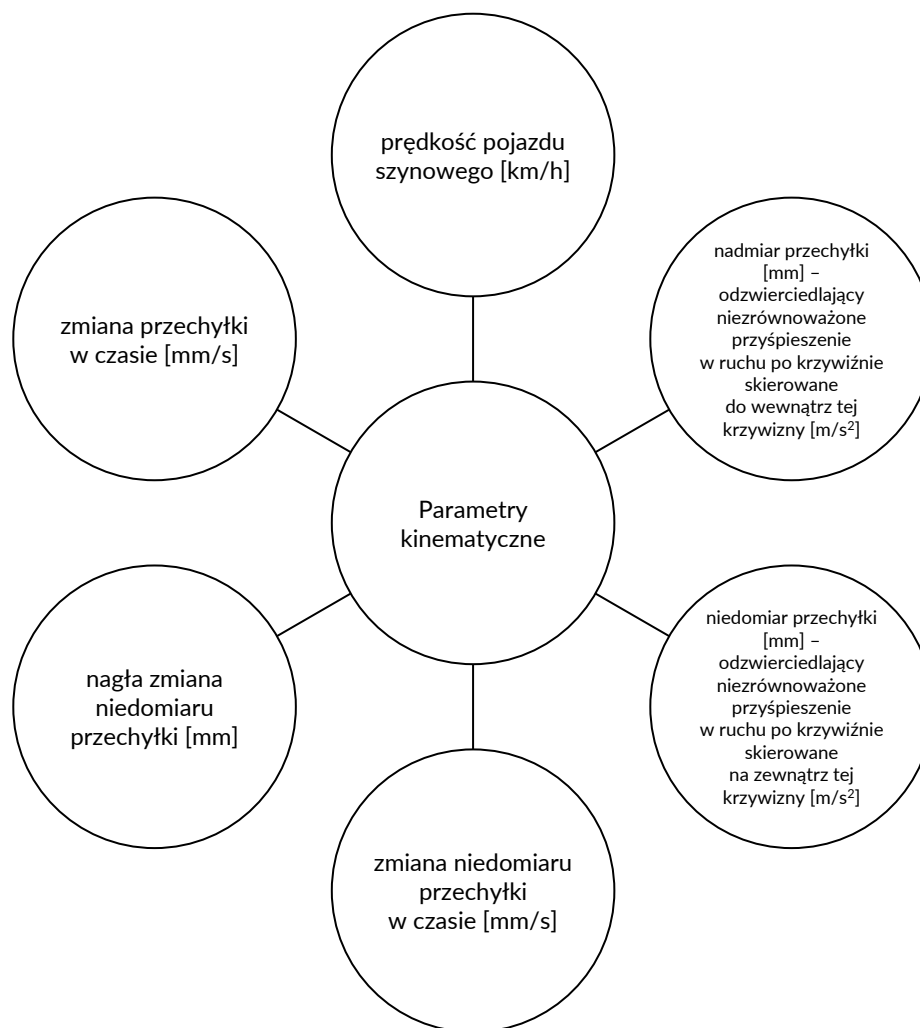
Układ geometryczny połączenia torów jest tworzony przez zbiór wielkości o określonym znaczeniu kinematycznym oraz geometrycznym. Parametry kinematyczne określają geometryczne właściwości ruchu pojazdów szynowych bez uwzględnienia ich cech fizycznych (np. masy) i działających na nie sił. Do zbioru parametrów kinematycznych zaliczamy (patrz rysunek 82).

Do zbioru parametrów (elementów) geometrycznych toru w płaszczyźnie pionowej należą:

- a) jednostajne pochylenie podłużne [mm/m],
- b) długość jednostajnego pochylenia podłużnego wyznaczona pomiędzy kolejnymi załomami [m],
- c) załom niwelety – miejsce (punkt) zmiany pochylenia podłużnego, promień pionowego łuku zaokrąglającego załom niwelety [m].

Przy projektowaniu układu geometrycznego toru dla budowanych lub modernizowanych (przebudowywanych) linii kolejowych (odcinków linii) należy uwzględnić prędkość maksymalną pojazdu szynowego (V_{max}) oraz prędkość minimalną pojazdu szynowego (V_{min}). Niniejsze wartości dla danego typu linii przedstawia poniższa tabela. Dotyczą one projektowania torów szlakowych oraz torów głównych zasadniczych.

Rysunek 82. Parametry kinematyczne toru



1.3.1. Opis układu geometrycznego toru kolejowego w planie schematycznym infrastruktury kolejowej

Planem schematycznym jest graficzny szkic na płaszczyźnie przedstawiający położenie kolejowych szczegółów sytuacyjnych i urządzeń technicznych, narysowanych za pomocą umownych oznaczników; opracowywany dla wszystkich posterunków ruchu i punktów ekspedycyjnych, przystanków osobowych i bocznic. Elementami charakteryzującymi tor kolejowy w planie są odcinki proste oraz łuki wraz z krzywymi przejściowymi.

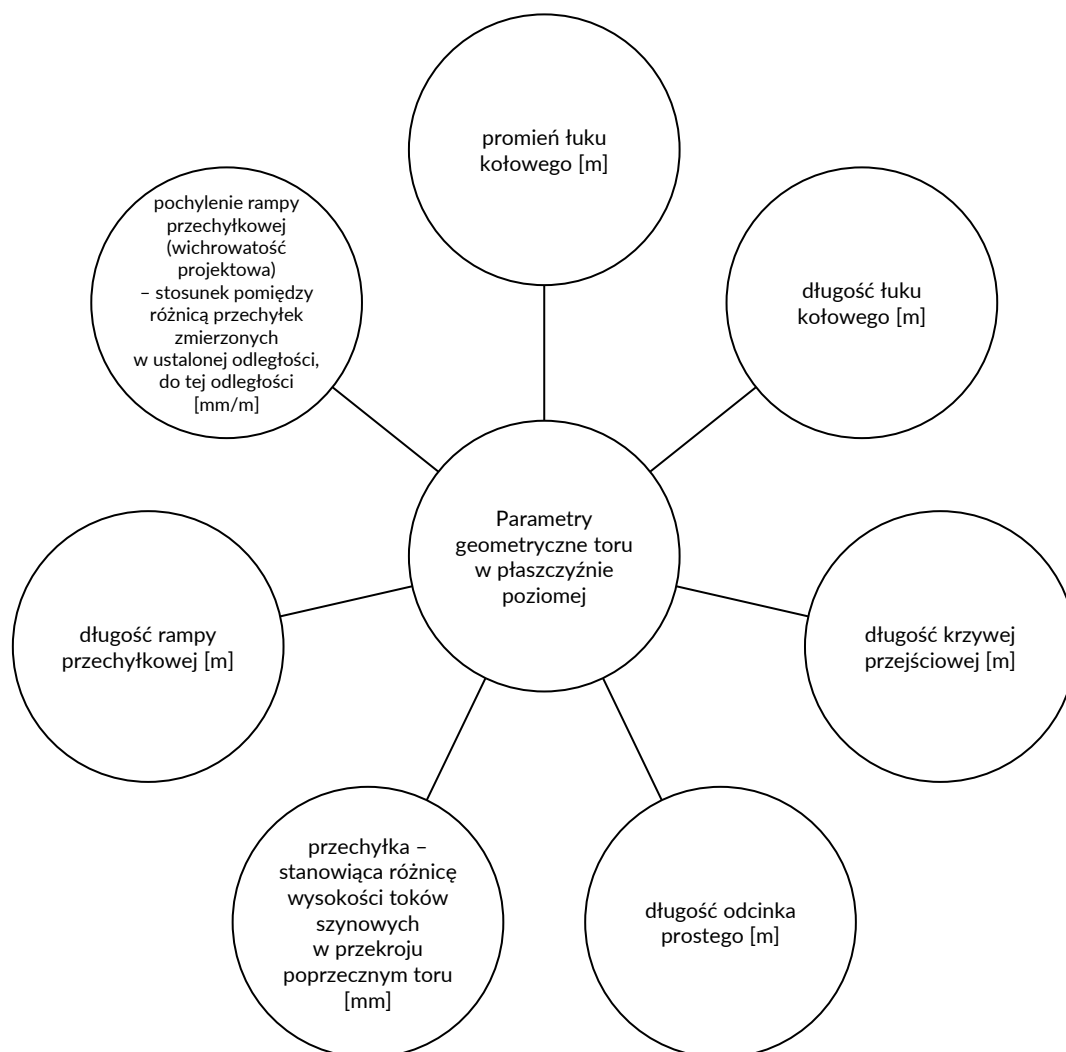
Ukształtowanie poziome trasy - określanie parametrów

Dla nowo projektowanej linii kolejowej ustala się jej podstawowe wymagane parametry eksploatacyjne:

- maksymalną prędkość pociągów pasażerskich v_p [km/h],
- prędkość pociągów towarowych v_t [km/h],
- natężenie przewozów q [Tg/rok],
- przewidywana długość pociągu pasażerskiego i towarowego [m],
- ciężar pociągu [t brutto] (do obliczeń trakcyjnych).

Do zbioru parametrów (elementów) geometrycznych toru w płaszczyźnie poziomej należą:

Rysunek 83. Parametry geometryczne toru w płaszczyźnie poziomej



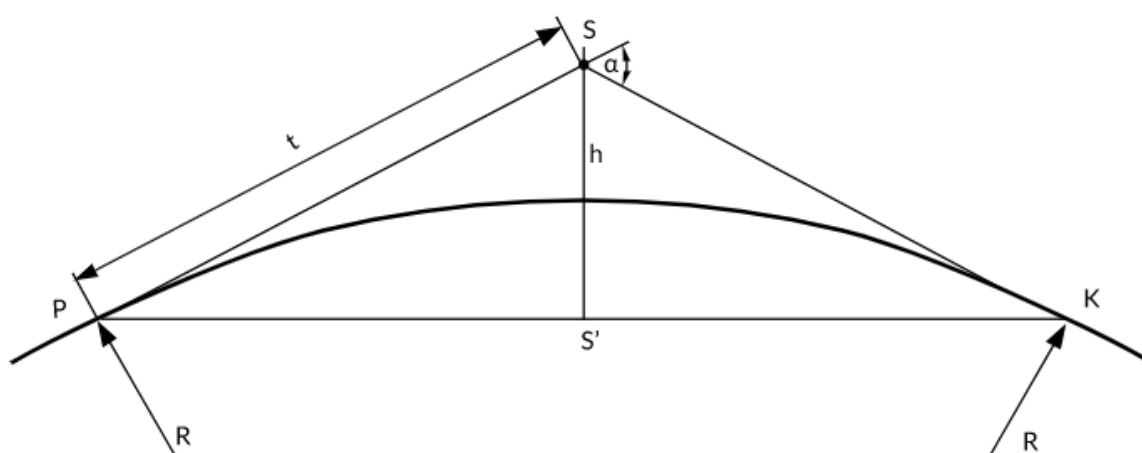
Na ukształtowanie i konstrukcję toru kolejowego na łukach mają wpływ:

- ruch pojazdów po łuku i występowanie siły odśrodkowej,
- wpisywanie się pojazdów w łuki,

- oddziaływania towarzyszące ruchowi pojazdów w momencie przejścia z toru prostego w łuk.

Na początku należy wyznaczyć podstawowe parametry geometryczne trasy, czyli promień łuku kołowego oraz długości krzywych przejściowych. Kąt zwrotu α i zastosowany promień łuku kołowego R wpływają na długość połączenia kierunków głównych trasy. Poniżej przedstawiono schemat połączenia kierunków głównych trasy za pomocą łuku kołowego.

Rysunek 84. Schemat połączenia kierunków głównych trasy za pomocą łuku kołowego



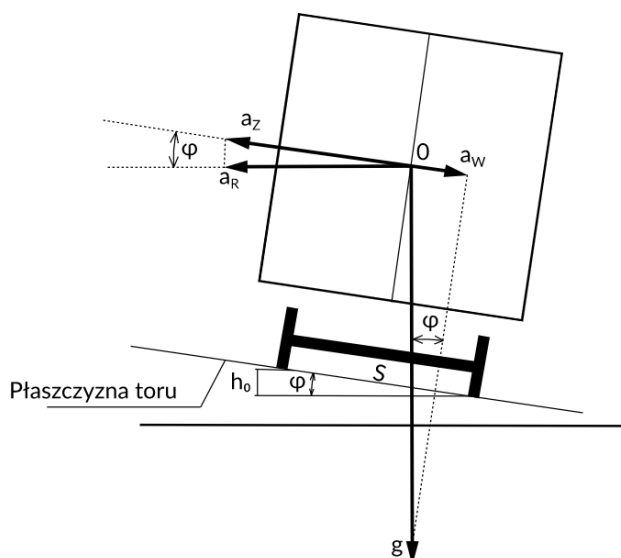
Wartości stycznych t wynikają z poniższego wzoru:

$$t = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Projektowanie łuku kołowego

Promień łuku kołowego decyduje o prędkości jazdy pociągów. Na łuku występuje przyspieszenie poprzeczne (odśrodkowe), którego wartość nie może przekroczyć określonej wartości dopuszczalnej. Aby zmniejszyć wartość tego przyspieszenia i zastosować jak największą prędkość pociągów, najczęściej na łuku podnosi się tok zewnętrzny toru (poprzez odpowiednie przechylenie podkładów), tworząc tzw. przechyłkę. Przyspieszenia poprzeczne działające na pojazd szynowy poruszający się po łuku kołowym przedstawiono na rysunku poniżej.

Rysunek 85. Przyspieszenia poprzeczne działające na pojazd szynowy poruszający się po łuku kołowym



Minimalna wartość promienia łuku kołowego R jest wyznaczana na podstawie odpowiednich zależności pomiędzy występującymi parametrami kinematycznymi i geometrycznymi. Na pojazd szynowy poruszający się po łuku kołowym (z przechyłką) działają dwa rodzaje przyspieszeń:

- pionowe g – wyniki działania siły ciężkości,
- poziome a_R - związane z występowaniem siły odśrodkowej.

Istotne są przyspieszenia wywołujące poprzeczne przemieszczenia pojazdu, czyli działające w płaszczyźnie równoległej do płaszczyzny toru. Są dwa przeciwnie skierowane przyspieszenia poprzeczne:

- przyspieszenie a_z - skierowane na zewnątrz łuku,
- przyspieszenie a_w - skierowane do wewnątrz łuku.

Są one opisywane następującymi wzorami:

$$a_z = \frac{v_p^2}{(3,6)^2 R} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{h_0}{s}\right)^2}$$

$$a_w = g \cdot \frac{h_0}{s}$$

Kąt φ jest bezpośrednio związany z wartością przechyłki h_0 . Sinus tego kąta (przy obowiązującym rozstawie toków szynowych s) wynosi:

$$\sin \varphi = \frac{h_0}{s}$$

Relacja h_0/s nie przekracza 0,1, więc przyjmuje się, że występujący we wzorze pierwiastek kwadratowy jest równy 1. Zaprojektowanie łuku podlega następującym warunkom:

$$\frac{v_p^2}{(3,6)^2 R} - \frac{h_0}{s} g \leq a_{\text{dop}} \quad \text{dla } a_z > a_w$$

$$\frac{h_0}{s} g - \frac{v_t^2}{(3,6)^2 R} \leq a_t \quad \text{dla } a_z < a_w$$

gdzie:

R – promień łuku kołowego [m],

h_0 – wartość przechyłki na łuku [mm],

g – przyspieszenie ziemskie [m/s^2],

s – rozstaw osi toków szynowych [mm],

a_{dop} – dopuszczalna wartość niezrównoważonego przyspieszenia [m/s^2],

a_t – dopuszczalna wartość przyspieszenia skierowanego do wewnątrz łuku (zależna od natężenia przewozów q) [m/s^2].

Zgodnie z obowiązującymi przepisami wartość przechyłki h_0 dla różnych wartości promienia R powinna się mieścić w granicach $20 \leq h_0 \leq 150$ mm. Przepisy określają również minimalne promienie łuku, uzależniając je od kategorii linii kolejowych i ukształtowania terenu.

Tabela 32. Minimalne promienie łuku

Kategorie linii kolejowych	Minimalny promień łuku w terenie [m]		
	Nizinnym	Podgórskim	Górskim
Magistralna	1400	1200	600
Pierwszorzędna	1200	600	400
Drugorzędna	600	400	300
Znaczenia miejscowego	400	250	200

Minimalna długość toru w łuku kołowym l_{min} powinna wynosić:

- dla torów głównych linii magistralnych i pierwszorzędnych: $l_{\text{min}} = v_{\text{max}} / 2,5$ m, ale nie mniej niż 30 m,

- w torach głównych linii drugorzędnych - 30 m,
- w pozostałych torach - 10 m.

Minimalna długość odcinków prostych oraz łuków poziomych uzależniona jest od prędkości maksymalnej.

Tabela 33. Minimalne długości odcinków prostych oraz łuków poziomych (L) w torach szlakowych, głównych zasadniczych i dodatkowych (poza połączeniami torów)

Zakres prędkości maksymalnych [km/h]	Zalecane wartości dopuszczalne [m]	Normalne wartości dopuszczalne [m]	Rozszerzone wartości dopuszczalne [m]
	P0	P1	P2
$V \leq 120$ km/h	$\max \left\{ \begin{array}{l} 0,35 \cdot V_{max} \\ 30 \text{ m} \end{array} \right.$		$\max \left\{ \begin{array}{l} 0,25 \cdot V_{max} \\ 20 \text{ m} \end{array} \right.$
$120 < V \leq 200$ km/h	$L = 0,40 \cdot V_{max}$		$L = 0,30 \cdot V_{max}$
$200 < V \leq 250$ km/h	$L = 0,65 \cdot V_{max}$		$L = 0,55 \cdot V_{max}$

Wartość promienia łuku poziomego (R) jest ustalana w zależności od projektowanej prędkości maksymalnej. W procesie projektowania układów geometrycznych torów oraz połączeń torowych są stosowane maksymalne wartości promieni, które są możliwe do uzyskania przy występujących ograniczeniach infrastrukturalnych, terenowych, itp. Zaleca się stosowanie łuków o wartościach promieni od 600 m do 20 000 m w projektowaniu układów geometrycznych torów szlakowych oraz torów głównych zasadniczych. Inne wartości promieni łuków nie są zalecane ponieważ:

- $R < 600$ m – zwiększone koszty utrzymania toru, wynikające ze wzrostu tempa zużycia szyn,
- $R > 20000$ m – trudności w osiągnięciu wysokiej dokładności położenia osi toru, wynikające ze stosowanych obecnie technologii budowy i utrzymania.

Krzywa przejściowa – projektowanie

Pomiędzy odcinkiem prostym toru i zaprojektowanym łukiem poziomym o promieniu R wykonuje się tzw. krzywą przejściową, na długości której będzie występowała ciągła zmiana krzywizny toru. Zapewnia ona płynny przyrost niezrównoważonego przyspieszenia od wartości zerowej na prostej do ustalonej

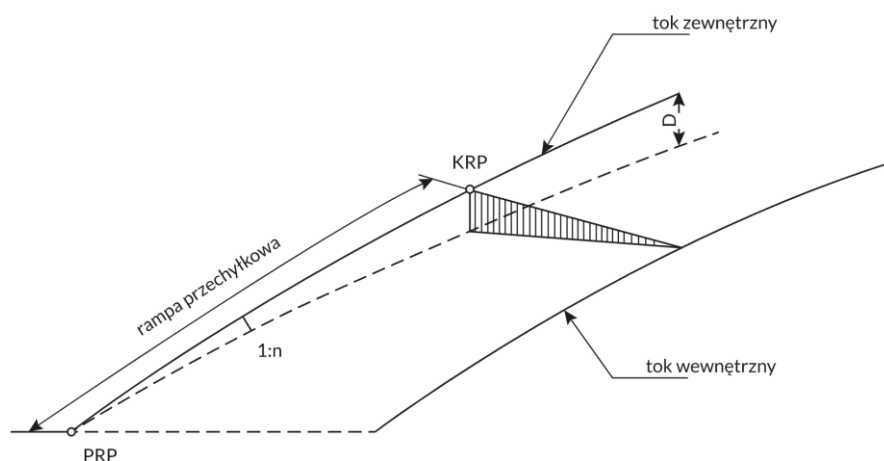
wartości na łuku kołowym. Brak krzywej przejściowej prowadzi do gwałtowniejszej zmiany przyspieszenia.

Jeśli na łuku kołowym została zastosowana przechyłka, wtedy na długości krzywej przejściowej wykonywana jest rampa przechyłkowa. Rampa jest łagodnym przejściem od toru bez przechyłki na prostej do toru na łuku z podniesionym tokem zewnętrznym. Parametrem kinematycznym określającym długość krzywej przejściowej jest prędkość przyrostu przyspieszenia i przy założeniu stałej prędkości jazdy pociągów.

Rampy przechyłkowe

Odcinek przejściowy o zmiennej przechyłce określany jako rampa przechyłkowa jest stosowana między odcinkami toru z przechyłką i bez przechyłki oraz odcinkami toru o różnych przechyłkach. Rampa powinna też zapewniać spełnienie wybranych warunków kinematycznych. Przykładowy schemat rampy przechyłkowej przedstawia rysunek.

Rysunek 86. Rampa przechyłkowa



gdzie:

PRP – początek rampy przechyłkowej,

KRP – koniec rampy przechyłkowej,

D – wysokość przechyłki,

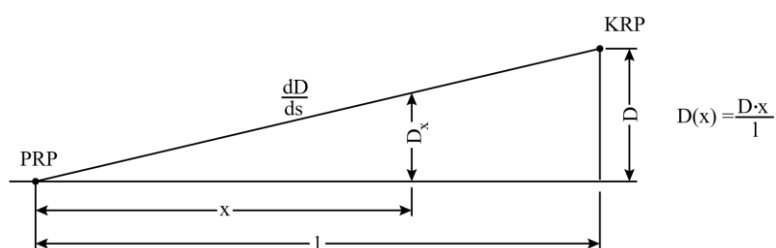
1:n – kąt przechyłki.

W układach geometrycznych z rampami przechyłkowymi sprawdza się następujące warunki geometryczne oraz kinematyczne:

- a) pochylenia rampy (d^D/ds),
- b) zmiany przechyłki w czasie (d^D/dt),
- c) zmiany niedomiaru przechyłki w czasie (d^l/dt).

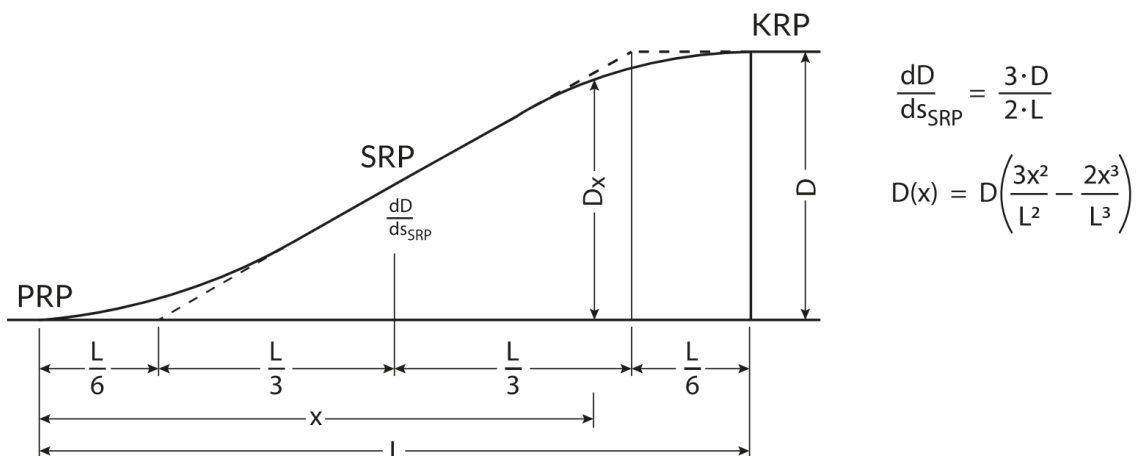
Zaleca się stosowanie ramp prostoliniowych, odpowiadających długościom krzywych przejściowych, na których następuje liniowa zmiana przechyłki od wartości początkowej (D_0) do wartości końcowej ($D_1 = D$). Na przykład w przypadku konieczności zastosowania rampy przechyłkowej bez krzywej przejściowej. Przykładowy schemat rampy prostoliniowej zamieszczono na rysunku.

Rysunek 87. Przykładowy schemat rampy prostoliniowej



W przypadku konieczności zastosowania ramp krzywoliniowych, stosuje się krzywą przejściową Blossa z odpowiadającą jej krzywoliniową rampą przechyłkową. Przykład takiej rampy przedstawiono na rysunku.

Rysunek 88. Krzywoliniowa rampa przechyłkowa



gdzie:

- PRP – początek rampy przechyłkowej,
- SRP – środek rampy przechyłkowej (określany dla ramp krzywoliniowych),
- KRP – koniec rampy przechyłkowej.

Stosowanie ramp krzywoliniowych jest dopuszczone jeśli:

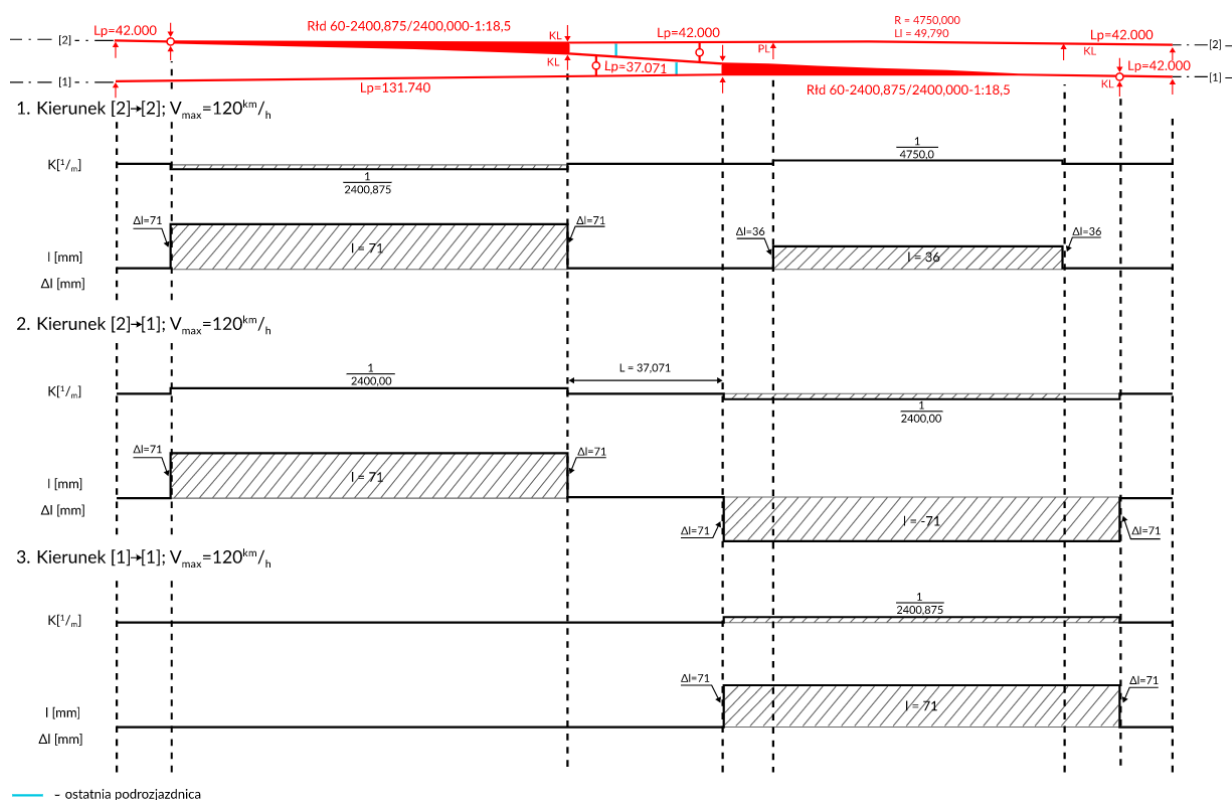
- a) projektant sporządza karty pomiaru zawierające wartości przechyłek nominalnych na długości rampy z krokiem co 5 m,

- b) technologia wymagana do wykonania i utrzymania rampy krzywoliniowej nie powoduje zwiększonych kosztów utrzymania w porównaniu do ramp prostoliniowych,
- c) zachowany jest warunek proporcjonalności przyrostu wartości przechyłki do krzywizny.

W przypadku układów geometrycznych, w których różnica wartości przechyłek pomiędzy poszczególnymi elementami jest mniejsza lub równa 40 mm ($\Delta\Delta \leq 40$ mm) dopuszcza się stosowanie wyłącznie ramp prostoliniowych.

Jeśli rampy przechytkowe znajdują się poza rozjazdem, punkty początku i końca rampy przechytkowej nie powinny być położone w odległości mniejszej niż 6 m od punktów początku i końca rozjazdu (ostatniej wspólnej podrozdniczcy).

Rysunek 89. Przykład połączeń torów wraz z wykresem krzywizny i parametrami kinematycznymi



Powyżej na rysunku przedstawiono przykład połączeń torów wraz z wykresem krzywizny i parametrami kinematycznymi. Zawarto:

- a) plan połączenia - wskazano elementy układu geometrycznego oraz ich wymiary; niebieską linią wskazano miejsce położenia ostatniej wspólnej podrozdniczcy,

- b) wykres przechyłki - D [mm] – obrazujący przechyłki torów, pochylenia ramp przechyłkowych oznaczone jako dD/ds lub p [‰] oraz zmiany przechyłki w czasie oznaczonej jako dD/dt lub f [mm/s],
- c) wykres krzywizny - K [1/m] – obrazujący krzywiznę toru, (odwrotność promienia łuku poziomego),
- d) wykres niedomiaru przechyłki: I [mm] – obrazujący niedomiar przechyłki, zmianę niedomiaru przechyłki w czasie, oznaczoną jako $dtdI$ lub u [mm/s] oraz wartości nagłej zmiany niedomiaru przechyłki ΔI [mm].

Wstawka prosta

Na stacjach, w układach torowych między rozjazdami, zabudowywane są wstawki toru prostego. Ich nawierzchnia posiada standard odpowiadający standardowi klasy toru, w jakim rozjazdy są wbudowane. Wstawki proste między rozjazdami spełniają dwie funkcje:

- umożliwiają wykonanie poszerzenia toru w przypadku, gdy nominalne szerokości toru w rozjazdach, w punktach przylegających do łączącej je wstawki prostej, są różne,
- powodują zmniejszenie przyrostu przyspieszenia ψ występującego podczas przejazdu pojazdu szynowego z prędkością v przez tory zwrotne sąsiednich rozjazdów tworzących łuki odwrotne.

Wstawki toru prostego między rozjazdami powinny być stosowane:

- przy usytuowaniu rozjazdu bezpośrednio za końcem poprzedniego rozjazdu,
- pomiędzy rozjazdami o łukach odwrotnych,
- między początkiem lub końcem rozjazdu, a początkiem łuku lub krzywej przejściowej, gdy rozjazdy przylegają do łuków, a zwroty łuków w rozjeździe i torze są przeciwne.

Minimalna długość wstawki jest obliczana z następującego wzoru:

$$L_{\min} = v/10 \text{ [m]},$$

przy czym wstawka nie może być krótsza niż 6 m. Między rozjazdami ułożonymi ku sobie ostrzami iglic:

- odgałęziającymi się z obu stron toru zachowana jest wstawka prosta o długości minimum 6 m,

- odgałęziającymi się z jednej strony toru winna być zachowana wstawka prosta o długości minimum 6 m.

Długość wstawki prostej między końcami krzyżownic, przy połączeniu dwóch torów równoległych rozjazdami zwyczajnymi z krzyżownicami łukowymi, powinna wynosić 6 m. Gdy jednak nie ma takiej możliwości, można zastosować rozjazdy zwyczajne z krzyżownicą prostą, wtedy za długość wstawki prostej przyjmuje się odległość między końcami łuków tych rozjazdów. Wstawki prostej nie można stosować w przypadku zastosowania rozjazdu z iglicami łukowymi o łuku stycznym w początku rozjazdu.

Niedomiar przechyłki [I]

Każdorazowo dla przyjmowanych wartości promienia łuku poziomego, przechyłki oraz maksymalnej prędkości ruchu pojazdów szynowych wyznacza się niedomiar przechyłki.

$$I = 11,8 \cdot \frac{V_{\max}^2}{R} - D = D_{eq} - D \leq I_{dop}$$

W przypadku otrzymania wartości ujemnej, oznacza to, że wystąpił nadmiar przechyłki przy prędkości maksymalnej pojazdu szynowego (V_{\max}). Dopuszczalne wartości niedomiaru przechyłki (I_{dop}) przedstawiano w tabeli poniżej.

Tabela 34. Wartości dopuszczalne niedomiaru przechyłki (I)

Uwarunkowania		Zalecane wartości dopuszczalne P0	Normalne wartości dopuszczalne P1
		[mm]	[mm]
1		2	3
tory szlakowe oraz główne zasadnicze i dodatkowe		110	130
tory boczne		80	100
łuki o promieniach $200 \text{ m} < R \leq 250 \text{ m}$		80	100
łuki o promieniach $R \leq 200 \text{ m}$		50	70
rozjazdy ze stałą krzyżownicą	$V \leq 160$	90	110
	$160 < V \leq 200$	60	90
rozjazdy z ruchomym dziobem krzyżownicy	$V \leq 230$	100	130
	$230 < V \leq 250$	80	80
skrzyżowania torów, rozjazdy krzyżowe		0	0
przyrządy wyrównawcze	$V \leq 160$	80	100
	$160 < V \leq 200$	0	80
	$200 < V \leq 250$	0	60

Torami głównymi zasadniczymi są tory główne na stacjach będące przedłużeniem torów szlakowych. **Torami głównymi dodatkowymi** – pozostałe tory główne na stacjach przystosowane dojazd pociągowych. **Tory boczne** specjalnego przeznaczenia to tory rozrządowe, ładunkowe, postojowe, trakcyjne, warsztatowe, magazynowe oraz inne tory boczne, których przeznaczenie określone jest w „Regulaminie technicznym stacji” zależnie od ich wykorzystania.

Nadmiar przechyłki [E]

Każdorazowo dla przyjmowanych wartości promienia łuku poziomego, przechyłki oraz minimalnej prędkości ruchu pojazdów szynowych wyznacza się nadmiar przechyłki.

$$E = D - 11,8 \cdot \frac{V_{\min}^2}{R} = D - D_{\text{eq},V_{\min}} \leq E_{\text{dop}}$$

Jeżeli otrzymano wartość ujemną, oznacza to, że ma się do czynienia z niedomiarem przechyłki przy prędkości minimalnej pojazdu szynowego (V_{\min}). Dopuszczalne wartości nadmiaru przechyłki przedstawia tabela.

Tabela 35. Wartości dopuszczalne nadmiaru przechyłki (E)

Prognozowane natężenie przewozów dla toru „q” [Tg/rok]	Zalecane wartości dopuszczalne [mm]	Normalne wartości dopuszczalne [mm]
	P0	P1
$q \leq 5$	90	110
$5 < q \leq 10$	95	95
$10 < q \leq 15$	80	95
$15 < q \leq 20$	65	80
$q > 20$	50	80

1.3.2. Opis układu geometrycznego toru kolejowego w profilu (niwelety) infrastruktury kolejowej

Przez niweletę toru kolejowego rozumie się linię łączącą rzędne wysokości prawej krawędzi torowiska (patrząc w kierunku kilometrażu linii kolejowej). Tor kolejowy w profilu składa się z odcinków prostych poziomych lub pochyłych oraz łuków pionowych zaokrąglających załomy.

Ukształtowanie toru w płaszczyźnie poprzecznej do jego osi

Szyny w płaszczyźnie pionowej poprzecznej są układane w pochyleniu skierowanym do osi toru o wartościach:

- 1:40 – w torach na podkładach betonowych i drewnianych z szyn typu 60E1,
- 1:20 – w torach na podkładach betonowych i drewnianych z szyn typu 49E1 i innych.

Szerokość toru oraz różnica wysokości toków szynowych określają ukształtowanie toru w tej płaszczyźnie. W łukach o promieniach mniejszych niż 250 m nominalna szerokość toru 1435 mm jest powiększona o wartości poszerzenia toru dzięki odsunięciu szyny wewnętrznej w kierunku środka łuku. Wartości poszerzenia toru w łuku przedstawiono w tabeli.

Tabela 36. Wartości poszerzenia toru w łukach

Promień łuku [m]	Poszerzenie toru [mm]
$R \geq 250$	0
$200 \leq R < 250$	10
$180 \leq R < 200$	15
$160 \leq R < 180$	20
$R < 160$	25

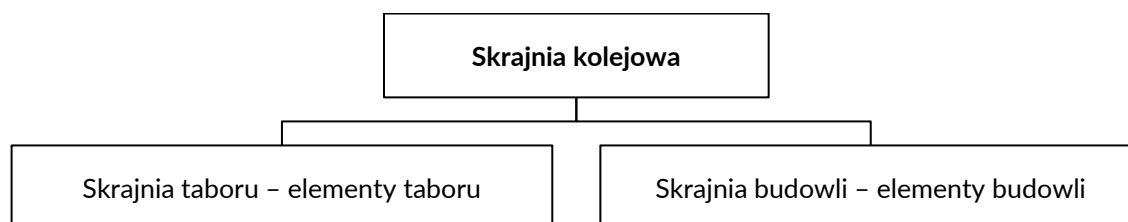
Przejście do zwiększonej szerokości toru w łuku wykonuje się stopniowo na krzywej przejściowej. W szczególnych przypadkach procedura postępowania jest następująca:

- jeżeli dwa łuki o tym samym kierunku zwrotu, lecz o różnych poszerzeniach, stykają się ze sobą, tworząc łuk koszowy, to na całej długości łuku o mniejszym promieniu powinno się zachować wymagane dla niego poszerzenie, przejście zaś do mniejszej wartości poszerzenia wykonać na łuku o większym promieniu,
- jeżeli dwa łuki o różnych poszerzeniach toru są połączone ze sobą krzywą przejściową, to przejście od jednego poszerzenia do drugiego powinno się wykonywać na długości krzywej przejściowej.

1.3.3. Opis skrajni kolejowej

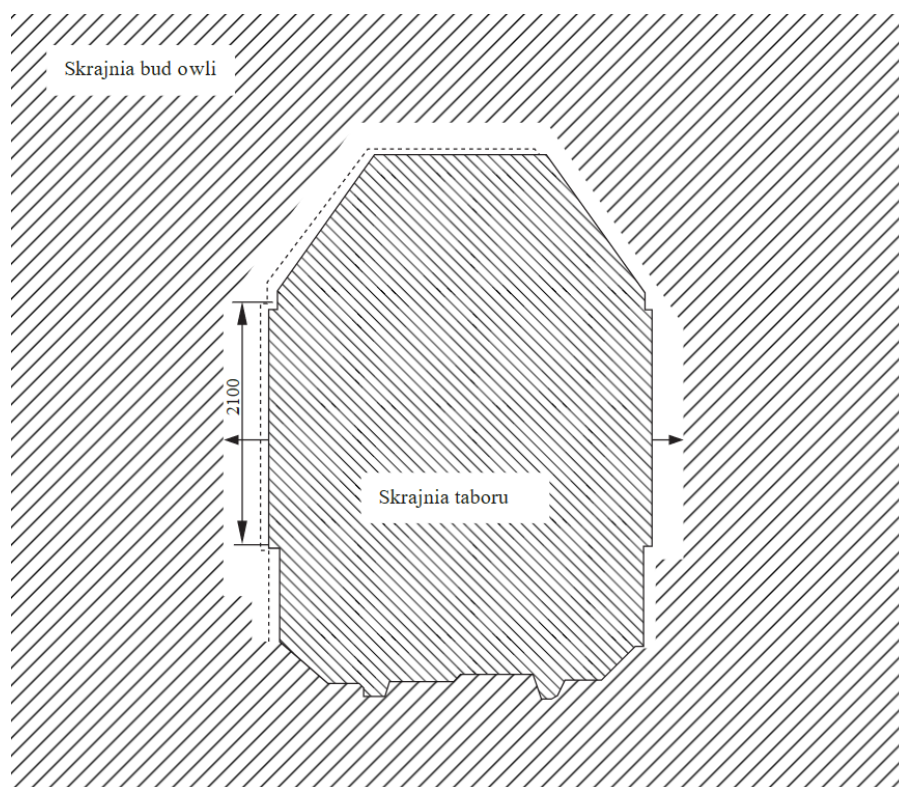
Skrajnia kolejowa odnosi się do zbioru przepisów dotyczącego konturu odniesienia oraz zasad obliczeń, które umożliwiają określenie zewnętrznych wymiarów pojazdu oraz przestrzeni udostępnionej w obrębie infrastruktury. Oznacza on obrys, poza który nie mogą wystawać elementy taboru i elementy budowli, aby umożliwić swobodny ruch pojazdów szynowych.

Rysunek 90. Skrajnia kolejowa



Skrajnia taboru kolejowego mieści się w skrajni budowli, co przedstawiono na rysunku poniżej. Skrajnia taboru to skrajnia, której nie mogą przekraczać wymiary pojazdów szynowych.

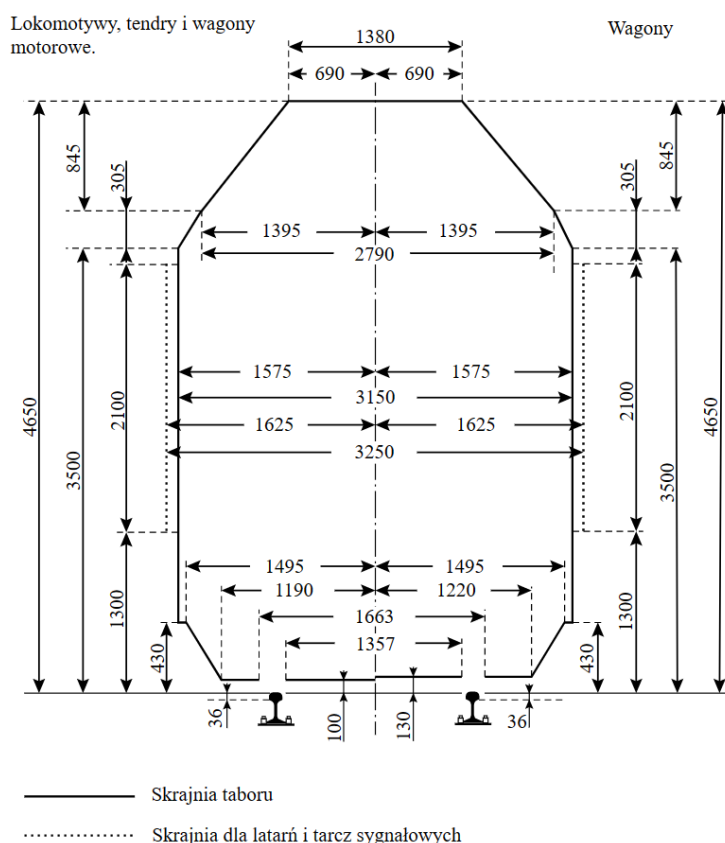
Rysunek 91. Graficzne przedstawienie skrajni budowli i skrajni taboru



Skrajnie budowli i taboru określają przestrzeń przeznaczoną wyłącznie do poruszania się taboru kolejowego. Wewnątrz skrajni mogą się znajdować jedynie elementy przewodu jezdniego i jego wieszaków. Koleje wąskotorowe, metro, tramwaje posiadają własne skrajnie. W przypadku systemu kolejowego należy zachować obrys wspólny i zgodny z normą europejską. Kształty skrajni są regulowane przez przepisy europejskie i krajowe. Odzworowaniem kształtu skrajni jest kształt osobowych wagonów piętrowych, gdzie konieczne jest zakrzywianie ścian górnej części wagonu. Skrajnie budowli odpowiadają wymaganiom określonym w polskiej normie oraz przepisach UIC. Istnieją cztery odmiany skrajni dla kolei normalnotorowej:

- skrajnia A – dla linii niepodlegających elektryfikacji,
- skrajnia B – dla linii zelektryfikowanych z siecią górną dla budowli istniejących,
- skrajnia C – dla linii zelektryfikowanych z siecią górną dla nowych budowli ciężkich,
- skrajnia D – dla linii zelektryfikowanych z siecią górną dla nowych budowli lekkich.

Rysunek 92. Skrajnia taboru



Przez skrajnię budowli rozumie się wolną przestrzeń określoną linią wyznaczającą minimalne odległości pomiędzy pojazdem kolejowym a obiektami i urządzeniami

infrastruktury kolejowej, niezbędne dla zapewnienia bezpiecznego i bezkolizyjnego prowadzenia ruchu pojazdów kolejowych. Natomiast przez skrajnię taboru – linię łamaną, poza którą nie może wystawać na zewnątrz żadna część taboru lub ładunku w przekroju poprzecznym.

W ramach procesu wieloprogowego rozróżnia się klasyfikację skrajni budowli rozstawu torów oraz rozmieszczenie obiektów przytorowych (sygnalizatorów, konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej itp.) względem toru, która obejmuje:

- próg P1 (normalne wartości dopuszczalne) – podstawowe parametry skrajni budowli, rozstawu torów oraz rozmieszczenia obiektów przytorowych (sygnalizatorów, konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej itp.) względem toru, stosowane w projektowaniu,
- próg P2 (zawężone wartości dopuszczalne) – stosowane w przypadku niekorzystnych uwarunkowań lokalnych lub, gdy parametry techniczno-eksploatacyjne infrastruktury technicznej linii lub odcinka linii kolejowej nie pozwalają na zastosowanie normalnych wartości dopuszczalnych (P1),
- próg P3 (wyjątkowo dopuszczone wartości) – stosowane wyjątkowo, w przypadku niekorzystnych uwarunkowań lokalnych lub, gdy parametry techniczno-eksploatacyjne infrastruktury technicznej linii lub odcinka linii kolejowej nie pozwalają na zastosowanie zawężonych wartości dopuszczalnych (P2).

Klasyfikację skrajni budowli według procesu wieloprogowego przedstawiono w tabeli.

Tabela 37. Klasyfikacja skrajni budowli według procesu wieloprogowego

	Rodzaj progu		
	Próg P1	Próg P2	Próg P3
Odmiana skrajni budowli	Skrajnia Budowli Ujednolicona (SBU)	Nominalna Skrajnia Zabudowy (NSZ)	Graniczna Skrajnia Zabudowy (GSZ)
Typ skrajni budowli	GPL-1	G1, G2, GA, GB	
	GPL-2	G1, G2, GA, GB, GC	

Stosuje się następujące typy skrajni budowli:

- G1 - minimalna skrajnia w ruchu międzynarodowym, umożliwiającą realizację przewozów intermodalnych w ograniczonym zakresie,

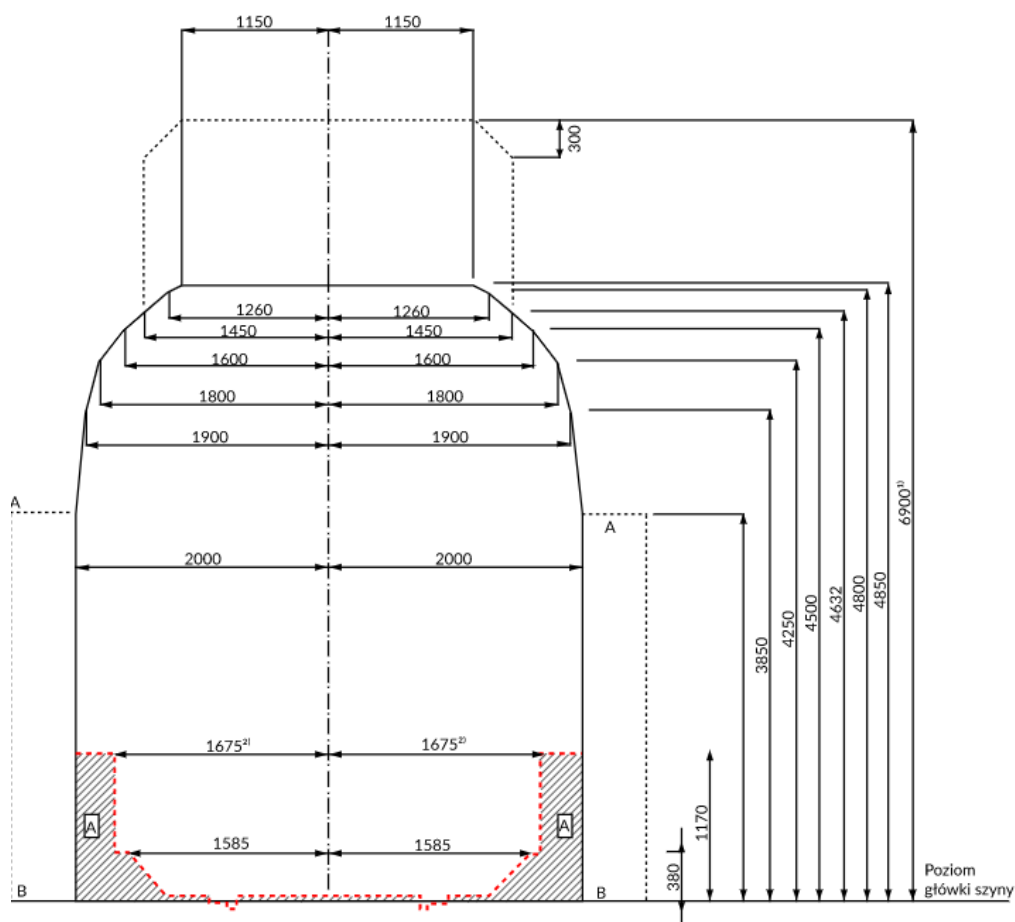
- G2 - podwyższona, wąska w części górnej, umożliwiająca stosowanie typowego taboru piętrowego oraz realizację w ograniczonym zakresie przewozów intermodalnych,
- GA - poszerzona w górnej części w stosunku do G1, służąca realizacji przewozów intermodalnych,
- GB - poszerzona w górnej części w stosunku do G1 i GA skrajnia służąca realizacji przewozów intermodalnych w większym zakresie (w tym kontenerów typu high-cube o szerokości 2,44 m i wysokości 2,90 m na platformach specjalnych),
- GC - podwyższona i poszerzona w części górnej umożliwiająca realizację przewozów o zwiększonej pojemności: intermodalnych, wagonów pasażerskich, przewóz dużych maszyn i urządzeń.

Typy skrajni budowli to skrajnie budowli różniące się przeznaczeniem eksploatacyjnym wyrażone obrysem referencyjnym według normy europejskiej o skrajni budowli, mające wpływ na dopuszczenie określonych przewozów i pojazdów kolejowych zgodnych z danym obrysem referencyjnym. W ramach prowadzonych prac projektowych wymagane jest zachowanie, zgodnie z przeznaczeniem, Skrajni Budowli Ujednoliconej (próg P1):

- GPL-1 – stosowane w przypadku modernizacji lub budowy nowych linii kolejowych lub odcinków linii kolejowych dla prędkości $V \leq 200$ km/h;
- GPL-2 – stosowane obligatoryjnie w przypadku:
 - o nowych obiektów inżynierskich oraz nowych wiat peronowych - niezależnie od prędkości,
 - o modernizacji lub budowy nowych linii kolejowych lub odcinków linii kolejowych dla prędkości $V > 200$ km/h,
 - o linii kolejowych wagonów towarowych oraz jednostek ładunkowych na wagonach, dla których wymagane jest spełnienie skrajni GC.

Na rysunku zaprezentowano przykłady schemat skrajni budowli ujednolicona GPL-1, przestrzeń udostępniona i skrajnia pantografu.

Rysunek 93. Skrajnia budowli ujednolicona GPL-1, przestrzeń udostępniona i skrajnia pantografu



gdzie:

Skrajnia budowli ujednolicona GPL – 1 —————

Graniczna Skrajnia Zabudowy G1
 (Note: The original image shows a dotted line for this boundary, which is not explicitly defined in the legend text provided.)

Skrajnia budowli pantografu dla linii zelektryfikowanych - - - - -

A - przestrzeń udostępniona dla zabudowy peronów, ramp ładunkowych, urządzeń oraz budowli służących bezpośrednio do prowadzenia ruchu kolejowego.

Wolna przestrzeń przy skrajni GPL-1 określona linią AB – minimalna odległość od osi toru do krawędzi konstrukcji budowli oraz granica strefy zagrożenia, za którą może przebywać uprawniony personel kolei przy torze czynnym.

Strefą zagrożenia nazywamy przestrzeń po obu stronach toru, w której może powstać niebezpieczeństwo dla osób uprawnionych, pracujących w tej strefie, wywołane ruchem pojazdów szynowych. Należy też wyznaczyć w normalnych sytuacjach strefę bezpieczeństwa przylegającą do strefy zagrożenia. Strefa ta musi zapewnić stabilne podłoże dla osób przebywających w tym obszarze.

Tabela 38. Wartości granicy strefy zagrożenia oraz strefy bezpiecznej

Prędkość [km/h]	Rodzaje progów					
	P1		P2		P3	
	Nominalne wartości dopuszczalne [m]		Zawężone wartości dopuszczalne [m]		Wyjątkowo dopuszczalne wartości [m]	
	Granica strefy zagrożenia	Strefa bezpieczna	Granica strefy zagrożenia	Strefa bezpieczna	Granica strefy zagrożenia	Strefa bezpieczna
$V \leq 80$	2,50	0,80	2,20	0,80	2,20	0,80
$80 < V < 160$	2,70		2,50		2,50	
$160 < V < 200$	3,00		2,70		2,70	
$200 < V < 250$			2,90		2,90	

Dla standardowej wysokości peronu 550 mm wartości odległości krawędzi peronu od osi toru oraz wysokości krawędzi peronu przedstawiono w tabeli.

Tabela 39. Odległość krawędzi peronu od osi toru oraz wysokości krawędzi peronu dla przykładowej standardowej wysokości peronu 760 mm

Przechyłka toru [mm]	0	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$R \geq 1500$ m											
X_{Ba}	1675	1670	1665	1660	1655	1650	1645	1640	1635	1630	1625
H_{Ba}	760	795	810	825	840	860	875	890	905	920	935
X_{Bi}	1675	1690	1695	1700	1705	1710	1715	1720	1725	1730	1735
H_{Bi}	760	750	745	735	730	725	715	710	705	695	690
1500 m > $R \geq 500$ m											
X_{Ba}	1685	1675	1670	1665	1660	1655	1650	1645	1640	1635	1630
H_{Ba}	760	795	810	825	840	860	875	890	905	920	935
X_{Bi}	1685	1695	1700	1705	1710	1715	1720	1725	1730	1735	1740
H_{Bi}	760	750	745	735	730	725	715	710	705	695	690
500 m > $R \geq 300$ m											
X_{Ba}	1690	1680	1675	1670	1665	1660	1655	1650	1645	1640	1635
H_{Ba}	760	795	810	825	840	860	875	890	905	920	935
X_{Bi}	1690	1700	1705	1710	1715	1720	1725	1730	1735	1740	1745
H_{Bi}	760	750	745	735	730	725	715	710	705	695	690

Wzory dla obliczeń odległości peronu od osi toru oraz wysokości peronów w przypadku umiejscowienia peronu na łuku i przechyłce toru przedstawia tabela.

Tabela 40. Wzory dla obliczeń odległości peronu od osi toru oraz wysokości peronów w przypadku umiejscowienia peronu na łuku i przechyłce toru

	Na zewnątrz łuku [mm]	Do wewnątrz łuku [mm]
Projektowana odległość krawędzi peronu od osi toru	$X_{Ba} = X_B + \Delta b_s - \Delta b_D$	$X_{Bi} = X_B + \Delta b_s + \Delta b_D$
Projektowana wysokość krawędzi peronu	$H_{Ba} = H_i + \frac{D}{2} + \frac{D \cdot (X_B + \Delta b_s)}{1500}$	$H_{Bi} = H_i + \frac{D}{2} - \frac{D \cdot (X_B + \Delta b_s)}{1500}$

gdzie:

D - Projektowana przechyłka toru [mm],

H_i - Wymiar pionowy skrajni budowli na prostej bez przechyłki [mm],

H_{Ba} - Wysokość krawędzi peronu usytuowanego na zewnątrz łuku [mm],

H_{Bi} - Wysokość krawędzi peronu usytuowanego do wewnątrz łuku [mm],

X_{Bi} - Odległość krawędzi peronu od osi toru dla peronu usytuowanego do wewnątrz łuku [mm],

Δb_s Poszerzenia skrajni budowli z uwagi na promień łuku [mm],

Δb_D Poszerzenia skrajni budowli z uwagi na przechyłkę toru [mm].

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie oraz TSI INF wysokość peronu jest niezmienna w łuku powyżej 300 m. Zmienia się jedynie odległość osi X toru od peronu.

1.4. Opis oraz zasady stosowania diagnostyki nawierzchni kolejowej i toru kolejowego

1.4.1. Zakres informacji ogólnych niezbędnych do profesjonalnej diagnostyki nawierzchni kolejowej i toru kolejowego

Ogólne zasady i potrzeby wykonywania diagnostyki nawierzchni i toru, informacje o sposobach przeprowadzania oceny stanu nawierzchni i toru są niezbędne w celu odpowiedniego utrzymania infrastruktury kolejowej. Przedstawiono rodzaje i zakresy naprawy nawierzchni i toru oraz technologie wykonywanych napraw – informacje ogólne (konserwacja i naprawa dróg szynowych, technologia napraw głównych dróg szynowych) z wykorzystaniem maszyn do napraw nawierzchni.

Diagnostyka elementów nawierzchni służy określeniu ich stanu technicznego, zużycia oraz ustaleniu ewentualnego zakresu robót niezbędnych do wykonania dla prawidłowego utrzymania toru. Ocena elementów nawierzchni jest przeprowadzana w trakcie oględzin i badań technicznych (tzw. przeglądów). W zależności od regulacji/ przepisów wewnętrznych diagnostyka elementów nawierzchni obejmuje: diagnostykę podsypki, podkładów, szyn i złączy, co przedstawiono w tabeli.

Tabela 41. Diagnostyka elementów nawierzchni

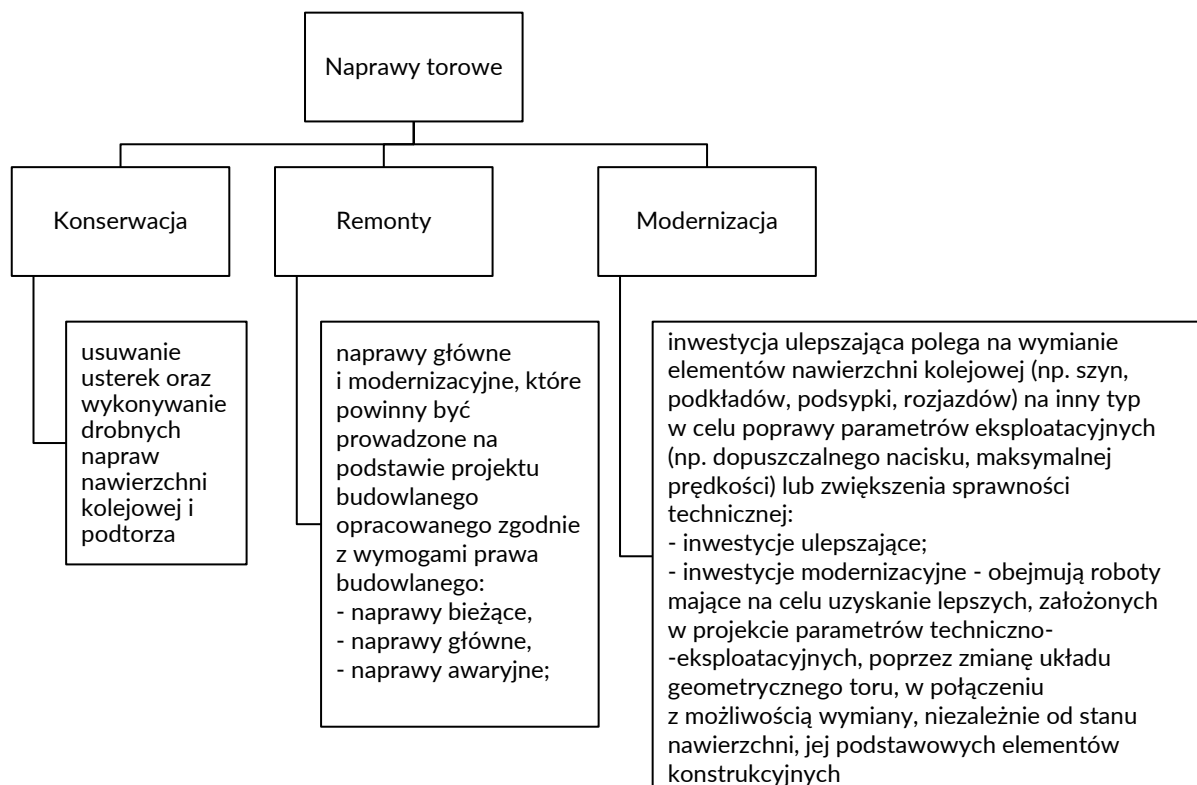
Diagnostyka podsypki	Diagnostyka podkładów	Diagnostyka szyn	Diagnostyka złązek
a) ustalenie grubości warstwy podsypki pod podkładami, b) pomiar szerokości pryzmy podsypki, c) ocenę wypełnienia okienek pomiędzy podkładami, d) ocenę stanu zachwaszczenia, e) ocenę stanu zagęszczenia podsypki, f) ustalenie częstotliwości występowania wychłapek, g) ocenę stopnia zanieczyszczenia podsypki.	a) Pomiar rozstawu podkładów oraz pomiar wielkości ich skoszenia, b) wzrokowe wykrywanie wad, c) skupienie uszkodzeń tzw. „gniazda podkładów”.	a) pomiary zużycia pionowego, boczno i kąta zużycia główki szyny, b) wizualne wykrywanie i pomiar zewnętrznych wad i uszkodzeń, c) pomiar przesunięć toków szynowych, d) ustalanie w szynie liczby pęknięć z określeniem miejsca ich wystąpień, e) defektoskopię, f) pomiary falistego zużycia na powierzchni tocznej szyny.	a) ustalenie liczby i częstotliwości występowania luźnych śrub, wkrętów lub pierścieni sprężystych, bądź ich braku, b) ustalenie liczby pękniętych lub odkształconych podkładek i łapek sprężystych, c) ustalenie liczby wysuniętych lub brakujących przekładek podszynowych, d) ustalenie stanu łubków.

Szczegółowe wymagania dotyczące poszczególnych elementów nawierzchni powinny być podane w instrukcjach/regulacjach wewnętrznych zarządcy infrastruktury lub też użytkownika bocznic.

Technologia wykonywanych napraw jest ogółem informacji o metodach, środkach, sposobach mechanizacji, automatyzacji i realizacji procesów roboczych. Jest metodą działań technicznych, z której wynikają kwalifikacje wykonawców robót, typ wyposażenia (np. wykorzystywane maszyny, narzędzia), rodzaj potrzebnych zasobów (np. materiały, prefabrykaty) oraz procesy robocze i kolejność ich realizacji.

Naprawy torowe dzielą się na: konserwację, remonty i modernizację. Ich szczegóły przedstawiono na rysunku.

Rysunek 94. Zakres napraw torowych



Konserwacja drogi kolejowej obejmuje usuwanie usterek oraz wykonywanie drobnych napraw nawierzchni i podtorza kolejowego. Konserwację prowadzą pracownicy wykonujący obchody lub oględziny nawierzchni, a także zespoły konserwacji nawierzchni. Konserwacja nawierzchni kolejowej obejmuje:

- niszczenie i usuwanie roślinności i chwastów,
- dokręcenie śrub i wkrętów,
- uzupełnienie podsypki,
- zabezpieczenie pękniętej szyny,
- wymianę uszkodzonych i uzupełnienie brakujących złączy,
- poprawę szerokości toru,
- podbicie pojedynczych podkładów i podrozjazdnic,
- smarowanie rozjazdu oraz usuwanie zanieczyszczeń i starego smaru,
- regulację zamknięć nastawczych i sprzężeń zamknięć nastawczych oraz urządzeń stabilizujących iglice,
- czyszczenie rowów odwadniających,

- koszenie skarp i karczowanie drzew oraz krzewów,
- konserwację wskaźników drogowych.

Naprawa bieżąca służy utrzymaniu sprawności technicznej i zapobieganiu degradacji nawierzchni na skutek wymiany pojedynczych elementów nawierzchni oraz prowadzenia robót wydłużających jej trwałość. Naprawa jest prowadzona w systemie ciągłym i przy użyciu maszyn torowych, sprzętu i narzędzi zmechanizowanych. Najczęściej odbywa się w czasie zamknięcia torów. Naprawa bieżąca nawierzchni obejmuje kilka kwestii, które wyszczególniono w tabeli.

Tabela 42. Naprawa bieżąca nawierzchni

Zakres naprawy bieżącej nawierzchni
<ul style="list-style-type: none"> - regulację położenia toru w płaszczyźnie poziomej i pionowej; - regulację sił podłużnych w torze bezстыkowym; - reprofiliację szyn; - wymianę części rozjazdowych; - wymianę pojedynczych elementów nawierzchni kolejowej (do 30% ogólnej liczby elementów na odcinku zakwalifikowanym do remontu); - oczyszczanie i uzupełnianie podsypki; - regenerację elementów stalowych nawierzchni; - naprawę ostateczną pękniętej szyny; - nasuwanie szyn odpełzłych i regulację luzów; - profilowanie ław torowiska.

Naprawa główna (remont) nawierzchni kolejowej obejmuje roboty budowlane mające na celu przywrócenie sprawności technicznej drogi szynowej. Polega na odtworzeniu stanu pierwotnego. Umożliwia zastosowania innych materiałów niż użyte wcześniej. Obejmuje ciągłą wymianę szyn, podkładów i stałego oczyszczania podsypki z jej uzupełnieniem i zagęszczeniem. Naprawy główne, ze względu na zakres prowadzonych robót, podzielą się na:

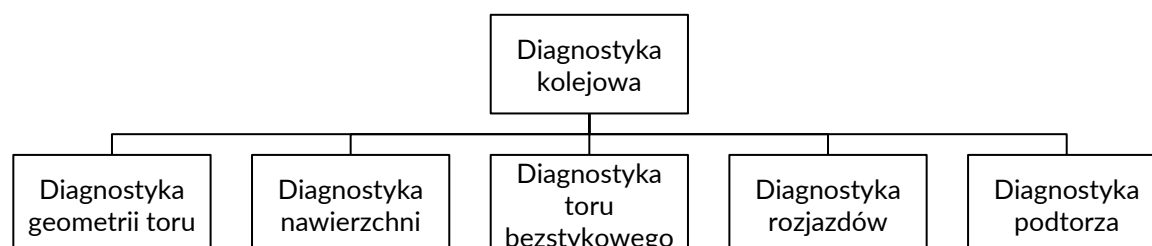
- kompleksowe – polegające na ciągłej i kompletnej wymianie wszystkich głównych elementów nawierzchni (szyn, podkładów i podsypki),
- niekompleksowe – polegające na ciągłej wymianie jednego lub dwóch elementów nawierzchni (np. tylko szyn lub szyn i podkładów).

1.4.2. Opis oraz zasady stosowania pomiarów i ocen nawierzchni kolejowej i toru kolejowego

Proces diagnostyczny jest działalnością związaną z planowaniem, przygotowaniem, realizacją badań, pomiarów i kontroli, analizą techniczną elementów

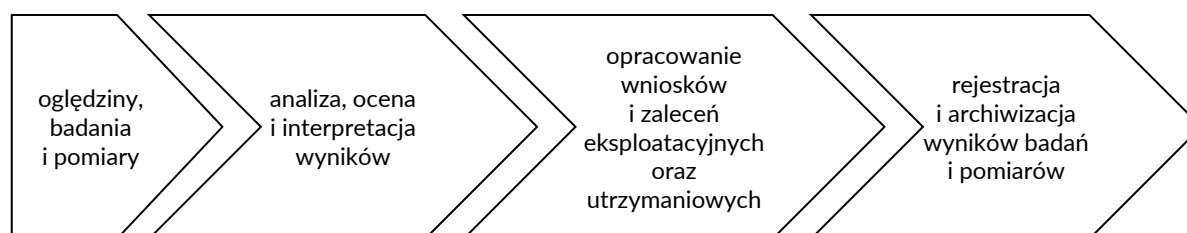
konstrukcyjnych nawierzchni, podtorza i obiektów inżynierskich, oceną ich stanu technicznego oraz formułowaniem wniosków dotyczących warunków eksploatacyjnych. Diagnostyka kolejowa dzieli się na następujące obszary, które zaprezentowano na rysunku.

Rysunek 95. Obszary diagnostyki kolejowej



Proces diagnostyki dróg kolejowych składa się z czterech kroków. Zaprezentowano je na rysunku.

Rysunek 96. Proces diagnostyki dróg kolejowych



Diagnostyka geometrii toru

Diagnostyka geometrii toru jest oceniana na podstawie wyników pomiaru podstawowych parametrów charakteryzujących położenie toków szynowych, tj.:

- szerokości toru,
- gradientu szerokości toru,
- różnic wysokości toków szynowych,
- wichrowatości toru,
- nierówności poziomych toków szynowych,
- nierówności pionowych toków szynowych,
- pomiarów dodatkowych parametrów toru:

- o położenie toru w płaszczyźnie poziomej i pionowej w odniesieniu do znaków regulacji osi toru,
- o wartości przesunięć toków szynowych w stosunku do punktów stałych w torze bezстыkowym i wartości luzów w stykach toru klasycznego.

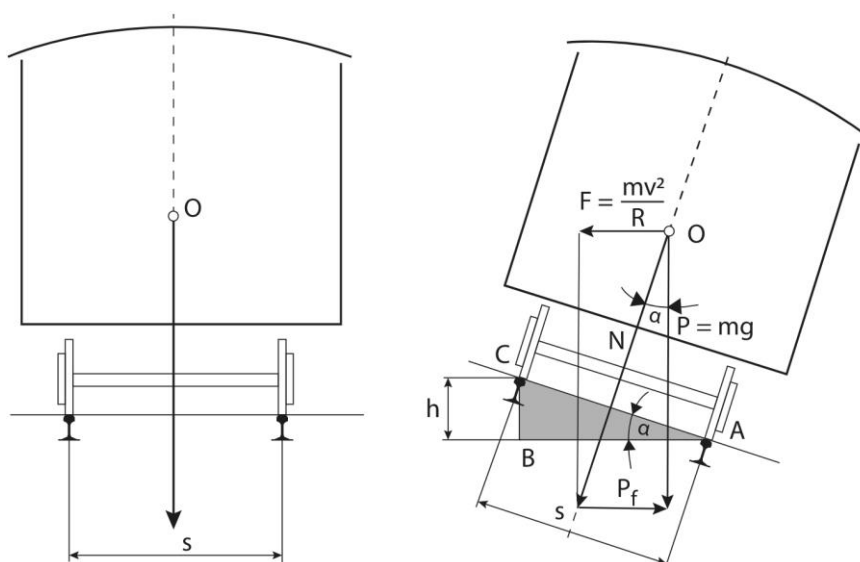
Pomiar podstawowych parametrów toru jest dokonywany w sposób ciągły przy pomocy drezyn pomiarowych, toromierzami mikroprocesorowymi lub innym sprzętem pomiarowym dopuszczonym do stosowania przez zarząd kolei. Szczegółowy opis przyrządów znajduje się w pkt. 1.5.

Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia torów zapewniających spokojność jazdy (dla pomiarów wykonanych pojazdem pomiarowym) są istotne w celu wyliczenia wadliwości każdego z parametrów analizy technicznej geometrii toru. Na ich podstawie oblicza się wadliwość pięcioparametrową W_5 . Parametrami tymi są:

a) parametry pionowe:

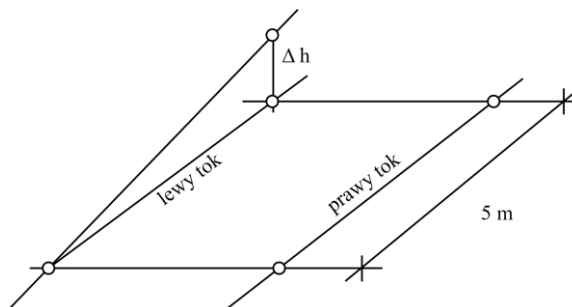
- **przechyłka** – różnica wysokości toków szynowych w łukach w jednym przekroju toru w płaszczyźnie pionowej,

Rysunek 97. Rysunek poglądowy przechyłki toru



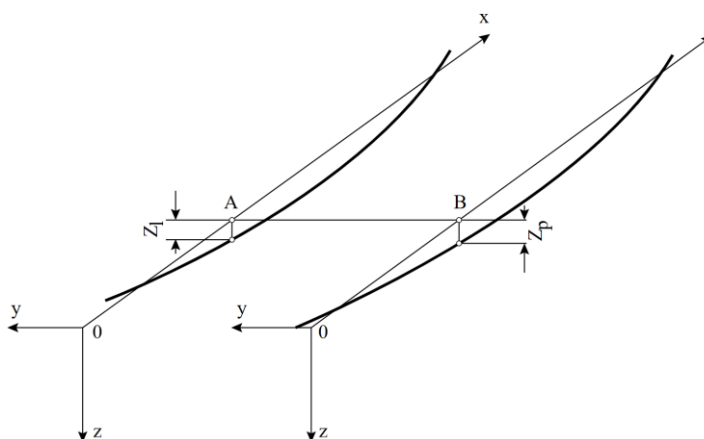
- **wichrowatość toru** – stosunek różnic wysokości toków szynowych w dwóch sąsiednich przekrojach do odległości między tymi przekrojami, wyrażany w [mm/m] lub [‰],

Rysunek 98. Rysunek poglądowy wchrowatości toru



- nierówności toków szynowych w płaszczyźnie pionowej – mierzone na powierzchni toczonej odchylenie pionowe szyny od linii odniesienia, którą jest cięciwa między punktami styczności kół skrajnych pojazdu pomiarowego z szyną na bazie 10 m,

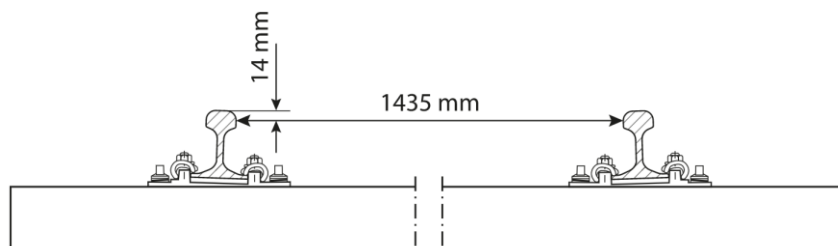
Rysunek 99. Rysunek poglądowy nierówności pionowych



b) parametry poziome:

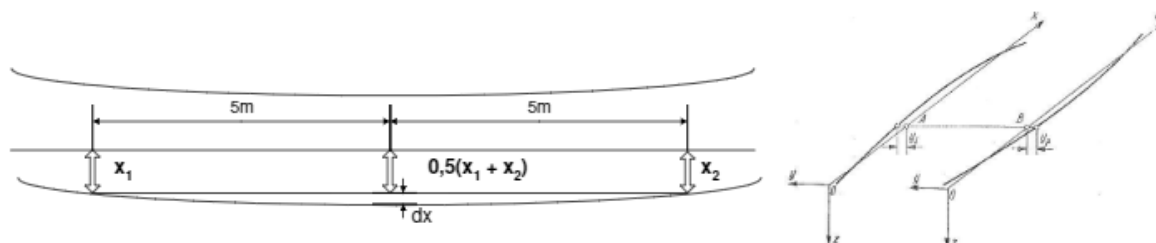
- szerokość (prześwit) toru – odległość między wewnętrznymi powierzchniami szyn mierzona 14 mm poniżej powierzchni toczonej,

Rysunek 100. Rysunek poglądowy szerokości toru



- nierówności toków szynowych w płaszczyźnie poziomej – określane przez pomiar strzałki odchylenia poziomego toru na bazie 10 m dla każdego toku szynowego oddzielnie,

Rysunek 101. Rysunek poglądowy nierówności poziomych



- **gradient toru** – wartość zmiany szerokości toru na długości 1 m wyrażana jest w [mm/m].

W celu ewentualnego, możliwego zwiększenia prędkości poruszających się pociągów po liniach kolejowych, wraz ze wzrostem prędkości poruszających się pociągów, zakresy parametrów ulegają ciągłej zmianie. Przedziały te stają się coraz węższe. Przykładowo dla prędkości 60 km/h niniejsze parametry znajdują się w następujących przedziałach:

- 8 mm < szerokość < 15 mm,
- 25 mm < przechyłka < 25 mm,
- 25 mm < nierówność pionowa < 25 mm,
- 24 mm < nierówność pozioma < 24 mm,
- 19 mm < wichrowatość toru < 19 mm,
- 2 mm < gradient toru < 2 mm.

Tabela 43. Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia torów zapewniających spokojność jazdy (dla pomiarów wykonanych pojazdem pomiarowym)

Kategoria przedziału prędkości	Prędkość [km/h]	Nierówności		Wichrowatość na bazie 5m [mm]	Odchyłki szerokości toru			Przechyłka względna [mm]	Wskaźnik J [mm]
		Poziome [mm]	Pionowe [mm]		Poszerzenie [mm]	Zwężenie [mm]	Gradient [mm/m]		
1	20	53	50	30	32	10	4	25	14,5
2	30	44	40	25	25	9	3	25	11,2
3	40	35	35	23	20	9	3	25	9,6
4	50	29	30	21	17	8	3	25	8,2
5	60	24	25	19	15	8	2	25	7,0

Kategoria przedziału prędkości	Prędkość [km/h]	Nierówności		Wichrowatość na bazie 5m [mm]	Odchyłki szerokości toru			Przechyłka względna [mm]	Wskaźnik J [mm]
		Poziome [mm]	Pionowe [mm]		Poszerzenie [mm]	Zwężenie [mm]	Gradient [mm/m]		
6	70	20	21	18	12	8	2	20	6,1
7	80	17	18	16	10	8	2	20	5,3
8	90	15	16	15	10	8	2	18	4,8
9	100	13	14	14	10	7	2	15	4,3
10	110	11	12	13	9	7	1	15	3,8
11	120	9	10	12	9	7	1	12	3,3
12	130	8	9	11	8	6	1	12	3,0
13	140	7	8	10	8	5	1	12	2,7
14	150	6	7	9	7	4	1	10	2,4
15	160	6	6	8	6	4	1	8	2,1
16	170	5	5	7	6	3	1	8	1,8
17	180	5	4	6	5	3	1	6	1,6
18	190	4	3	5	5	3	1	6	1,3
19	200	4	3	5	4	3	1	5	1,3

Dla przykładowej analizy przy 40 km/h syntetyczny wskaźnik toru J, będący obiektywną oceną stanu torów, niezależną od prędkości dopuszczalnej na linii, wynosi $J = 9,6$. Dla 60 km/h wskaźnik J jest na poziomie $J = 7,0$. Zatem, aby móc prowadzić ruch z zakładaną prędkością wskaźnik J nie może zostać przekroczony.

Oprócz powyższej miary, obliczono wadliwość każdego z parametrów na ocenianym odcinku podstawowym. Miara ta jest stosunkiem sumy liczby próbek przekraczających odchyłki dopuszczalne na analizowanym odcinku (n_p) do liczby próbek na całym analizowanym odcinku (n), co przedstawia poniższy wzór:

$$W = \frac{n_p}{n}$$

Wadliwość pięcioparametrowa zmienia się wraz z prędkością pociągów i jest względną orientacyjną miarą stanu toru pod względem geometrycznym. Jest określona przez następującą zależność:

$$W_5 = 1 - (1 - W_e)(1 - W_g)(1 - W_w)(1 - W_z)(1 - W_y)$$

gdzie:

W_e – wadliwość szerokości,

W_g – wadliwość przechyłki,

W_w – wadliwość wichrowatości,

W_z – średnia arytmetyczna wadliwości nierówności pionowej,

W_y – średnia arytmetyczna wadliwości nierówności poziomej.

Na podstawie wadliwości pięcioparametrowej można oszacować stan toru pod względem geometrycznym w zależności od prędkości pociągów. Granice ogólnego stanu geometrycznego toru przedstawia tabela:

Tabela 44. Wartość wadliwości torów kolejowych

Ocena stanu toru pod względem geometrycznym	Wartość wadliwości W_5
Tory nowe	$W_5 \leq 0,1$
Tory o dobrym stanie geometrycznym	$0,1 < W_5 \leq 0,2$
Tory o dostatecznym stanie geometrycznym	$0,2 < W_5 \leq 0,6$
Tory o niezadowalającym stanie geometrycznym	$W_5 > 0,6$

Wartość wadliwości pięcioparametrowej W_5 powinna mieć jak najniższą wartość.

Diagnostyka nawierzchni

Diagnostyka nawierzchni obejmuje ocenę stanu szyn, podkładów, podsypki i złączy.

Tabela 45. Działania w obrębie diagnostyki nawierzchni

Działania w obrębie diagnostyki nawierzchni
<ul style="list-style-type: none"> - wizualne wykrywanie i pomiar zewnętrznych wad i uszkodzeń; - pomiary zużycia pionowego, bocznego i kąta zużycia główki szyny; - defektoskopię szyn, to znaczy ciągłe badania szyn metodą ultradźwiękową za pomocą ręcznych defektoskopów szynowych lub wagonów defektoskopowych; - pomiary falistego zużycia na powierzchni tocznej szyny; - ustalanie w szynie liczby pęknięć z określeniem miejsca ich wystąpień: <ul style="list-style-type: none"> o powstałych w szynie ułożonej w trakcie naprawy głównej, o powstałych w szynie ułożonej w miejscu ostatecznej naprawy pęknięcia, o powstałych w strefie połączeń (zgrzein i spawów).

Kryteriami przydatności eksploatacyjnej szyn są:

- średnia liczba pęknięć na 1 km, które powstały od czasu pierwszego wbudowania szyn w tor, określana na długości jednorodnego odcinka toru,
- wartość zużycia pionowego i bocznego oraz kąt nachylenia zużytej powierzchni bocznej główki szyny,
- trwałość szyn kolejowych,
- amplituda nierówności falistego zużycia na powierzchni tocznej główki szyny.

Zdjęcie 24. Przykładowa nieprawidłowo wykonana wstawka będąca tymczasowym zabezpieczeniem



W tabeli zaprezentowano wartości graniczne dla kryteriów użytkowania szyn dla poszczególnych klas torów.

Tabela 46. Wartości graniczne dla kryteriów użytkowania szyn dla poszczególnych klas torów

Klasa torów	Dopuszczalna liczba pęknięć szyn na 1 km [szt.]		Dopuszczalne zużycie pionowe [mm]		Dopuszczalne zużycie boczne [mm]		Kąt nachylenia powierzchni bocznej główki szyny α [°]
	wszystkie	pierwotne	UIC60 (60E1)	pozostałe	UIC60 (60E1)	pozostałe	
0	6	2	12	-	14	-	65
1	7	4	14	8	18	12	65
2	8	5	16	10	20	14	60
3	9	6	16	14	20	17	55
4 i 5	10	7	20	16	22	19	55
tory boczne	nie określa się		28	25	do dolnej krawędzi główki		55

Badania diagnostyczne podkładów obejmują:

- wzrokowe wykrywanie wad podkładów, m.in.: pęknięcia poprzeczne i podłużne, skoszenie podkładów, wcięcie podkładki w podkład, ślady murszu,
- pomiar rozstawu podkładów oraz pomiar wielkości ich skoszenia.

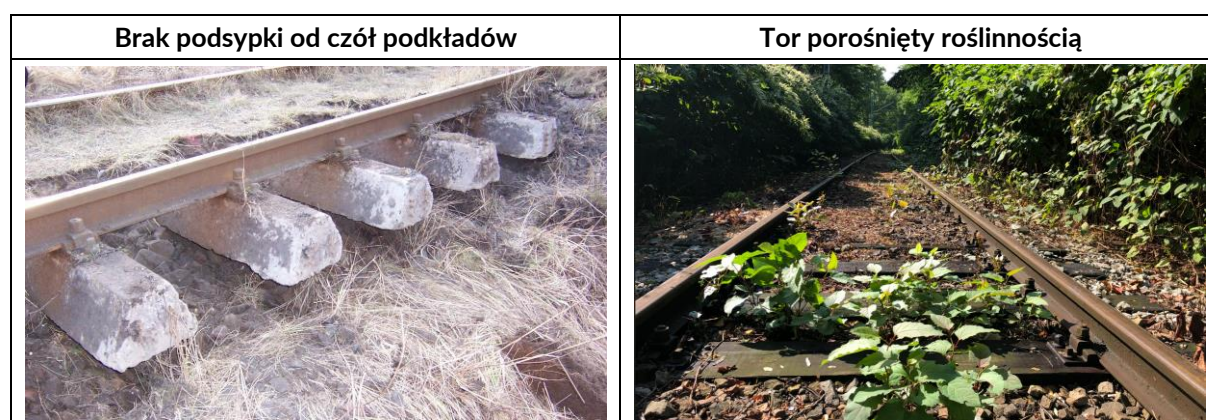
Na podstawie wyników tych badań dokonuje się klasyfikacji stanu o zużyciu: małym, przeciętnym, dużym lub bardzo dużym. Poniżej zaprezentowano przykładowe negatywne skutki eksploatacji podkładów.

Tabela 47. Badania diagnostyczne podsypki

Badania diagnostyczne podsypki
<ul style="list-style-type: none">- ustalenie grubości warstwy podsypki pod podkładami,- pomiar szerokości pryzmy podsypki,- ocenę wypełnienia okienek pomiędzy podkładami,- ocenę stanu zachwaszczenia,- ocenę stanu zagęszczenia podsypki,- ustalenie częstotliwości występowania wychłapek,- ocenę stopnia zanieczyszczenia podsypki.

Na zdjęciu zaprezentowano przykładowe negatywne skutki eksploatacji podsypki.

Zdjęcie 25. Przykładowe negatywne skutki eksploatacji podsypki



Badania diagnostyczne złączy obejmują ustalenie:

- liczby i częstotliwości występowania luźnych śrub, wkrętów lub pierścieni sprężystych bądź ich braku,
- liczby pękniętych lub odkształconych podkładek i łapek sprężystych,
- liczby wysuniętych lub brakujących przekładek podszytowych.

Na zdjęciu zaprezentowano przykładowe negatywne skutki eksploatacji złączy i przytwierdzeń.

Zdjęcie 26. Przykładowe negatywne skutki eksploatacji złązek i przytwierdzeń

Brak wkrętów w przytwierdzeniu	Krzywo wkręcona śruba stopowa i pęknięty pierścień sprężysty	Błędnie wykonane złącze oraz zamulenie, brak widoczności wkrętów, elementy wychlapów
		

Diagnostyka toru bezстыkowego

Diagnostyka toru bezстыkowego obejmuje badanie:

- konstrukcji toru odpowiadającej wymaganiom standardu danej klasy toru,
- zakresu temperatur w trakcie układania szyn długich, ich przytwierdzenia i zgrzewania (spawania),
- szerokości pryzmy podsypki,
- toru lub szyny ze względu na objawy pełzania,
- podsypki,
- stanu przytwierdzeń,
- podkładów pod względem zużycia,
- nierówności poziomych i pionowych ustalonych dla dopuszczalnej prędkości na torach danej klasy,
- robót torowych naruszających stateczność toru,
- ostatecznej naprawie pęknięć szyn toru bezстыkowego,
- temperatury neutralnej toków szynowych i ocenę stateczności.

Diagnostyka rozjazdów

Diagnostyka rozjazdów obejmuje:

- oględziny przeprowadzane wzrokowo w celu stwierdzenia, czy w rozjeździe nie występują części pęknięte, wykruszone lub uszkodzone oraz inne usterki bądź odkształcenia mogące mieć wpływ na prawidłowe działanie rozjazdu;
- badania techniczne (przeeglądy) obejmujące:

- oględziny rozjazdu,
 - ocena stanu technicznego wszystkich części konstrukcyjnych i układu geometrycznego,
 - sprawdzenie stanu części trących, podrojazdnic i podsypki oraz prawidłowości dokręcenia śrub i wkrętów,
 - pomiary parametrów wskazanych w arkuszu badania rozjazdu;
 - sprawdzenie działania zamknięć nastawczych,
 - ocena prawidłowości działania części ruchomych,
 - ustalenie elementów rozjazdu, których stan kwalifikuje je do naprawy, wymiany lub regeneracji,
 - sprawdzenie położenia i przymocowania grzałek w rozjazdach ogrzewanych elektrycznie;
- badania specjalne, których zakres jest ustalany indywidualnie.

1.4.3. Opis oraz zasady dozorowania linii kolejowych

Dozorowanie linii kolejowych ma na celu zapewnienie ciągłości i bezpieczeństwa ruchu kolejowego. Obejmuje ono:

- a) systematyczny nadzór nad utrzymaniem porządku na terenie linii kolejowych,
- b) systematyczne nadzorowanie stanu nawierzchni kolejowej, a także stanu podtorza, obiektów inżynierskich, przytorowych urządzeń SRK, urządzeń elektroenergetyki trakcyjnej, innych urządzeń stałych oraz stanu nawierzchni na przejazdach kolejowo-drogowych oraz przejściach dla pieszych,
- c) okresowe nadzorowanie oraz sprawdzanie stanu urządzeń i porządku na torach i liniach czasowo wyłączonych z eksploatacji lub zamkniętych.

Może przyjmować następujące formy, jakie przedstawiono w tabeli.

Tabela 48. Formy dozorowania linii kolejowych

Lp.	Forma	Opis
1.	roczne badanie techniczne (przeгляд)	wykonywane przez inspektorów diagnostów
2.	obchody normalne	regularnie wykonywane przez toromistrzów lub dróżników obchodowych na całej długości wszystkich torów, w cyklach dozorowania określonych indywidualnie dla każdego toru lub odcinka toru i uwzględniających jego stan techniczny oraz intensywność obciążenia, W przypadku, gdy toromistrz wykonuje inne czynności, które nie pozwalają mu osobiście dokonać obchodu normalnego

Lp.	Forma	Opis
		w terminie wynikającym z obowiązującego cyklu dozoru, obchód jest zlecany dróżnikowi obchodowemu (jednak nie częściej, niż co drugi obchód normalny)
3.	obchody nadzwyczajne	wykonywane niezależnie od obchodów normalnych, w wyjątkowych okolicznościach, przez toromistrzów, dróżników obchodowych lub pracowników nadzoru na wybranych odcinkach torów
4.	objazdy sprawdzające	wykonywane doraźnie wg potrzeb i warunków lokalnych
5.	posterunki nadzwyczajnego dozoru	organizowane tymczasowo w celu osłony miejsc niebezpiecznych, każdorazowo z przydzielonymi pracownikami wg potrzeb

Badanie techniczne jest zespołem działań mających na celu określenie stanu technicznego elementów nawierzchni polegający na ocenie wizualnej i specjalistycznych pomiarach.

Pracownicy w procesie dozoru linii kolejowych powinni mieć odpowiednie kwalifikacje i posiadać swoje zadania. Pracownikami tymi są:

- 1) inspektor diagnosta – określa kategorie użytkowania w zakresie swoich kompetencji (nawierzchnia, podtorze, obiekty inżynierskie) w ramach rocznego badania technicznego,
- 2) toromistrz – wykonuje obchody normalne oraz objazdy sprawdzające na swoim obszarze działania zgodnie z ustalonymi cyklami dozoru; w razie potrzeby wykonuje obchody nadzwyczajne,
- 3) dróżnik obchodowy - w zastępstwie toromistrza może wykonywać obchody normalne lub nadzwyczajne; podlega bezpośrednio toromistrzowi, którego polecenia wypełnia; może otrzymywać polecenia od innych przełożonych, o czym na bieżąco informuje toromistrza; stosuje się do poleceń dyżurnego ruchu.

Pracownicy biorący udział w procesie dozoru linii kolejowych powinni posiadać kwalifikacje wymagane dla danego stanowiska w myśl obowiązujących przepisów powszechnie obowiązujących i regulacji wewnętrznych Spółki. Ich stan zdrowia powinien być odpowiedni i wymagany dla stanowiska lub czynności.

Dróżnik obchodowy w ramach swoich obowiązków dokonuje przeglądów bieżących torów, podtorza i budowli inżynierskich dróg kolejowych poprzez oględziny w ramach obchodów oraz wykonuje proste czynności przy ich utrzymaniu. Jego zadania zawodowe polegają na:

- ocenie stanu technicznego drogi kolejowej i jej elementów składowych,
- kontroli stanu szyn, ich przytwierdzenia i stanu luzów oraz kontroli rozjazdów kolejowych,
- zabezpieczaniu miejsc pękniętych szyn oraz innych uszkodzeń podtorza kolejowego,
- informowaniu odpowiednich służb o zauważonych uszkodzeniach linii telefonicznych, energetycznych i sieci trakcyjnej,
- dokręcaniu śrub łubkowych, stropowych oraz wkrętów z ich równoczesnym smarowaniem,
- czyszczeniu żłobków na przejazdach kolejowych niestrzeżonych, a w porze zimowej posypywaniu piaskiem oblodzonych odcinków dróg kołowych na dojazdach do tych przejazdów,
- osygnalizowaniu miejsc robót torowych oraz miejsc niebezpiecznych w torze i przeszkód zagrażających bezpieczeństwu ruchu pociągów,
- posługiwaniu się instrukcjami i przepisami o wykonywaniu obchodów na liniach kolejowych, utrzymywaniu dróg kolejowych oraz sygnalizacji na kolejach,
- stosowaniu przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej, ochrony od porażeń prądem elektrycznym oraz ochrony środowiska.

Przygotowanie zawodowe dróżnika obchodowego obejmuje:

- szkolenie i egzamin z zasad bezpieczeństwa i higieny pracy – zgodnie z programem opracowanego przez pracodawcę zgodnie z przepisami ustawy,
- szkolenie teoretyczne dla osób nie posiadających tytułu zawodowego technika albo dyplomu potwierdzającego kwalifikacje zawodowe technika w specjalności związanej z budową i utrzymaniem dróg kolejowych – zgodnie z programem pracodawcy,
- staż stanowiskowy i szkolenie praktyczne – zgodnie z programem pracodawcy,
- egzamin kwalifikacyjny (teoretyczny i praktyczny) przeprowadzany na wniosek pracodawcy.

1.5. Opis oraz zasady stosowania dokumentacji diagnostycznej nawierzchni kolejowej

1.5.1. Opis oraz zasady stosowania książek kontroli stanu torów

Dokumentacja utrzymania nawierzchni kolejowej składa się na zapisy zawarte w poniższych dokumentach:

- Książka kontroli stanu toru,
- Książka kontroli obchodów,
- Dziennik oględzin rozjazdów, skrzyżowań torów w jednym poziomie oraz wyrzutni płyt hamulcowych na górkach rozrządowych,
- Książka badania technicznego rozjazdów w jednym poziomie oraz wyrzutni płyt hamulcowych na górkach rozrządowych,
- Arkusz badania technicznego rozjazdu,
- Protokół komisyjnego badania technicznego rozjazdu,
- Książka kontroli urządzeń sterowania ruchem kolejowym – srk (w przypadku jazdy na przebieg niezorganizowany lub podejrzenia przełożenia rozjazdu pod taborem).

Nazewnictwo dokumentów techniczno-eksploatacyjnych może się różnić w zależności od regulacji/ przepisów wewnętrznych.

Wyniki pomiarów bezpośrednich i badań technicznych (przeглядów) torów są rejestrowane w Książce kontroli stanu toru. Przykład wypełnienia książki przedstawiono w tabeli.

Tabela 49. Przykład wypełnienia Książki kontroli stanu toru wraz ze stroną tytułową

..... (stempel jednostki organizacyjnej)				
..... Linia (nazwa komórki)				
km od do KSIĄŻKA KONTROLI STANU TORU Obszar działania Nr toromistrza				
Szlak	W granicach od km do km	Prędkość dopuszczalna w ruchu pociągów:		Dopuszczalny nacisk osi P [kN]
		pasażerskich V _{max} [km/h]	towarowych V _t [km/h]	
xxxxxxxxxxxxxx	18.522 – 24.100		40	20

Pomiarów dokonał: (imię i nazwisko, stanowisko, data, podpis)	Sprawdził: (imię i nazwisko, stanowisko, data, podpis)
Książka zawiera stron Zaczęta dnia	

Sytuacja i profil toru			Wymiary przepisowe			Pomiary										
						Data06.03.2020.....				Data08.05.2021.....						
Proste i łuki Typ nawierzchni	pochylenie	nr ogniw	szerokość +/-	przechyłka	strzałka	szerokość +/-		przechyłka		strzałka		luzy				
km 18.800		6.				14	-75			5/5	12	-74		5/5		
						11	-74				11	-73				
						10	-74					9	-74			
						6	-73					7	-75			
						6	-75					6	-77			
						4	-74					4	-75			
				7.				12	-76			0/5	11	-77		0/5
								17	-81				16	-79		
								16	-78				16	-78		
								13	-72				14	-73		
								10	-65				11	-69		
								10	-74				11	-70		

Pomiary								Dane pozostałe dla odcinka, którego sytuacja w planie i profilu umieszczone są na tej stronie; opisy wg Id-14 (D-75), zał. nr 4a
Data02.04.2022.....				Data				
szerokość +/-	przechyłka	strzałka	luzy	szerokość +/-	przechyłka	strzałka	luzy	
12	-70		5/5					Szyny S-49 30m Podkłady drewniane Łubki 4-otworowe Przytwierdzenie typu K Podsypka tłuczniowa
13	-73							
10	-70							
8	-72							
6	-75							
5	-73							

Legenda: Ostatnia kolumna „Książki kontroli stanu toru” jest uzupełniana podczas prowadzenia badania technicznego w zakresie rodzaju i stanu nawierzchni według poniższych zasad.	
SZYNY:	
rodzaj toru:	[TB] – szyny bezстыkowe; [TK] – szyny klasyczne (стыkowe);
typ:	typ szyny np. UIC60, S49, S42,
producent:	nazwa producenta lub jego symbol;
rok produkcji:	rocznik widoczny jako cecha wypukła;
hartowane:	[tak] – szyny obrabiane cieplnie; [nie] – szyny surowe;
długość przeseł:	podać w metrach długość szyn;
spoiny:	[tak] – na długości odcinka występują spoiny; [nie] – spoin nie ma;
zgrzeiny:	[tak] – na długości odcinka występują zgrzeiny; [nie] – zgrzein nie ma. Uwaga: w przypadku stwierdzenia występowania spoin lub zgrzein, istnieje możliwość podania ich liczby na danym odcinku.
zbiecie końców:	maksymalna wartość zbiecia końców szyn [mm];
wstawki:	[tak sztuk] – ilość wstawek (gdy takie występują); [nie] – nie ma wstawek szynowych;
zużycie:	pionowe [mm] – maksymalna wartość; boczne [mm] – maksymalna wartość;
pełzanie:	przemieszczenia między złączkami i szyną, oznaczane jako [+ , - , mm] („+” – szyna przesuwa się w kierunku kilometracji; „-” – szyna przesuwa się w kierunku przeciwnym do kilometracji);
zalecenia:	wyszczególnione wady lub uszkodzenia, określenie zakresu robót naprawczych.
ZŁĄCZKI POŁĄCZEN:	
typ:	typy połączeń szyn np. łubki 6-otworowe S49;
stan:	[DB] – nie ma wad i uszkodzeń; [DST] – występują nieliczne wady i uszkodzenia; [ZŁY] – wady lub uszkodzenia są liczne;
zalecenia:	wyszczególnione wady lub uszkodzenia, określenie zakresu robót naprawczych.
ZŁĄCZKI PRZYTWIERDZENIA:	
typ:	typ przytwierdzenia szyn do podkładów np. K, S, SB3;
stan:	[DB] – nie występują wady i uszkodzenia; [DST] – występują nieliczne wady lub uszkodzenia; [ZŁY] – wady lub uszkodzenia są liczne;
zalecenia:	wyszczególnione wady lub uszkodzenia, określenie zakresu robót naprawczych.
PODKŁADY:	
Opis stanu podkładów polega na ocenie zużycia podkładów. Przy zróżnicowanym stanie podkładów bierze się pod uwagę podkłady najgorsze, stanowiące jednak ilość nie mniejszą niż 5%. Określeniu skupienia podkładów o zużyciu dużym i bardzo dużym tj. ustaleniu czy są to podkłady rozproszone (uszkodzenia nie częstsze niż co 5 podkład) lub skupione (uszkodzenia częstsze niż co 5 podkład). Długość szyny oznacza długość szyn przed zgrzewaniem. np. [DR/ IIO/ S] – podkład drewniany typu „IIO”, sosnowy - rozstawmm; - rok produkcji....., - zalecenia: podać stwierdzone wady lub uszkodzenia, albo określić zakres robót naprawczych.	
KRYTERIA OCENY STANU TECHNICZNEGO PODKŁADÓW DREWNIANYCH:	
Zużycie małe [ZM]	Wcięcia podkładaek na głębokości do 6 mm. Pęknięcia podłużne rozwarte maksymalnie 10 mm. Zukosowanie (skoszenie) nie większe niż 50 mm.

Legenda: Ostatnia kolumna „Książki kontroli stanu toru” jest uzupełniana podczas prowadzenia badania technicznego w zakresie rodzaju i stanu nawierzchni według poniższych zasad.	
Zużycie przeciętne [ZP]	Wcięcia podkładek w przedziale 6-12 mm. Pęknięcia podłużne rozwarte maksymalnie 15 mm. Wgniecenia i zarysowania powierzchni do 20 mm. Zukosowanie wynoszące do 130 mm (przy braku pęknięć i wcięć do 160 mm).
Zużycie duże [ZD]	Wcięcia podkładek na pełną głębokość i więcej. Pęknięcia podłużne rozwarte ponad 15 mm. Uszkodzenia powierzchni ponad 20 mm. Zukosowanie do 130 mm (przy braku pęknięć i wcięć do 160 mm). Ślady murszu.
Zużycie bardzo duże [ZBD]	Wkręty można wyjąć palcami. Pęknięcia podłużne rozwarte na co najmniej 30 mm. Widoczne pęknięcia poprzeczne (złamania). Spróchniałe podkłady.
Skupienie podkładów o zużyciu dużym i bardzo dużym: tylko pojedyncze - oznacza się [S1] ; dwa obok siebie - oznacza się [S2]; trzy obok siebie - oznacza się [S3]; cztery obok siebie - oznacza się [S4]; pięć i więcej obok siebie - oznacza się [S5].	
KRYTERIA OCENY STANU TECHNICZNEGO PODKŁADÓW BETONOWYCH:	
Zużycie małe [ZM]	Brak pęknięć i złamań w części podszynowej. Pojedyncze włoskowate pęknięcia w części środkowej w ilości do 5 podkładów na długości szyny 30 m (do 4 podkładów na szynie 25 m).
Zużycie przeciętne [ZP]	Brak pęknięć i złamań w części podszynowej. Włoskowate pęknięcia bez wykruszenia betonu w części środkowej w liczbie 10 podkładów na szynie 30 m (do 8 podkładów na szynie 25 m).
Zużycie duże [ZD]	Pęknięcia w części podszynowej bez wykruszenia betonu do 5 podkładów na szynie 30 m (do 4 podkładów na szynie 25 m) lub z wykruszeniem w ilości do 2 podkładów na szynie 30 m i 25 m. Włoskowate pęknięcia w części środkowej z wykruszeniem betonu w ilości do 15 podkładów na szynie 30 m (do 12 podkładów na szynie 25 m). Pęknięcia w części środkowej z wykruszeniem betonu w ilości do 3 podkładów na długości szyny. Złamania w ilości do 2 podkładów na długości szyny.
Zużycie bardzo duże [ZBD]	Pęknięcia w części podszynowej bez wykruszenia betonu w ilości do 5 podkładów na szynie 30m (do 4 podkładów na szynie 25m) lub z wykruszeniem na ponad 2 podkładach na długości szyny. Pęknięcia w części środkowej bez wykruszenia betonu w ilości ponad 15 podkładów na szynie 30 m (ponad 12 podkładów na szynie 25 m) lub z wykruszeniem betonu na ponad 3 podkładach na długości szyny. Złamania 3 i więcej podkładów na długości szyny.
Skupienie podkładów o zużyciu dużym i bardzo dużym:	
Rozproszone [SR]	nie częstsze niż co piąty podkład
Skupione [SS]	częstsze niż co piąty podkład
PODSYPKA:	
Rodzaj podsypki:	tłuczeń ze skał twardych [T]; tłuczeń ze skał wapiennych [TW]; żwir [Ż]; pospółka [P]; Rzeczywista grubość warstwy podsypki w [m] - oznacza się np. [0,25] przy grubości 25 cm
Ocena stanu podsypki:	
Stan dobry [PD]	Brak wychłapek. Rzadko widoczne chwasty. Pełne obsypanie czół podkładów. Okienka zapełnione. Podsypka zagęszczona i ustabilizowana. Brak oznak pustych miejsc pod podkładami.
Stan przeciętny [PP]	Pojedyncze wychłapki - nie więcej niż na 2 sąsiednich podkładach w ilości nie większej niż do 15% podkładów. Duże zachwaszczenie. Pojedyncze podkłady z odstoniętymi czółami do 2/3 wysokości. Stan zły - oznacza się [PZ]

Legenda:	
Ostatnia kolumna „Książki kontroli stanu toru” jest uzupełniana podczas prowadzenia badania technicznego w zakresie rodzaju i stanu nawierzchni według poniższych zasad.	
	Wychłapki obejmujące 3 - 5 podkładów – razem w ilości do 30 % wszystkich podkładów. Duże zachwaszczenie. Brak podsypki w okienkach do 2/3 wysokości podkładów.
Stan bardzo zły [PBZ]	Wychłapki obejmujące więcej niż 5 podkładów – razem w ilości większej niż 30 % wszystkich podkładów. Puste okienka. Całkowicie odstosowane czoła podkładów na długości większej niż 4 m.
Zalecenia:	Podać zakres oczyszczenia, uzupełnienia, przemieszczenia lub oprofilowania.
INNE:	Stan ław, rowów, skarp nasypów i przekopów. Konieczność wykarczowania krzewów, wycięcia drzew, obcięta konarów

Książka kontroli stanu toru jest zakładana przez naczelnika sekcji eksploatacji. Wypełnia on stronę tytułową i rubrykę „Sytuacja i profil toru”. Wymiary przepisowe są wpisywane przez inspektora. Książka przechowywana jest w sekcji eksploatacji. Jeśli w przypadku, gdy pomiary są wykonywane przyrządami elektronicznymi (toromierz, profilomierz elektroniczny), wydruk komputerowy z ich przeprowadzenia stanowi jako załącznik do tej książki.

Profilomierz główki szyny jest przenośnym urządzeniem przeznaczonym do bezdotykowego pomiaru i rejestracji profilu poprzecznego szyn, za pomocą którego mierzone są parametry szyn z wykorzystaniem skanera laserowego a wyniki są przesyłane bezprzewodowo na tablet i obejmują profil szyny oraz parametry geometryczne. Wyniki pomiarów są automatycznie rejestrowane i mogą być wyświetlane na dowolnym komputerze. Użytkownik ma możliwość wprowadzania dodatkowych parametrów (data pomiaru, kod operatora, odległość od punktu początkowego, numer toru, typ szyny).

Przechyłka jest wartością różnicy wysokości obu toków szynowych [mm]. Maksymalna wartość przechyłki w Polsce wynosi 150 mm. Stosowana jest w łukach, dzięki czemu pociąg może jeździć z wyższą prędkością. Wartość przechyłki „h” w torach na szlakach, w torach głównych zasadniczych na stacjach oraz w rozjazdach łukowych położonych w tych torach spełnia nierówność:

$$\frac{11,8 \cdot v_{max}^2}{R} - \frac{s}{g} \cdot a_{dop} \leq h \leq \frac{11,8 \cdot v_t^2}{R} + \frac{s}{g} \cdot a_t$$

gdzie:

v_{max}^2 – maksymalna prędkość pociągów pasażerskich [km/h],

R – promień łuku [m],

s – rozstaw osi szyn w torze [mm],

v_t – prędkość pociągów towarowych [km/h],

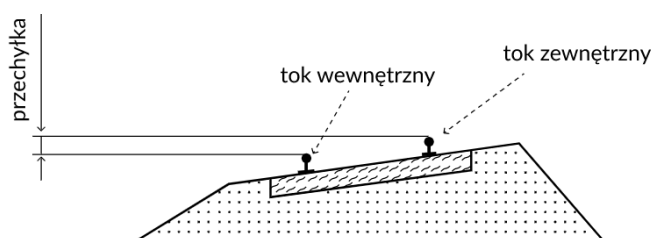
g – przyspieszenie [m/s^2],

a_{dop} – dopuszczalna wartość niezrównoważonego przyspieszenia odśrodkowego [m/s^2],

a_t – dopuszczalna wartość niezrównoważonego przyspieszenia dośrodkowego [m/s^2],

h – wartość przechyłki [mm].

Rysunek 102. Sposób wyznaczania przechyłki toru



Jeżeli w analizowanym przekroju poprzecznym toru lub połączenia torów, wewnętrzny tok szynowy jest położony powyżej toru zewnętrznego, wtedy jest to tzw. przechyłka odwrotna, którą oznacza się znakiem „-”.

1.5.2. Zasady stosowania wyników wydruków z pomiarów wykonanych pojazdami pomiarowymi w procesie utrzymania infrastruktury kolejowej

1.5.2.1. Opis oraz zasady wykorzystania drezyn pomiarowych do pomiaru stanu technicznego infrastruktury kolejowej

Podstawowym urządzeniem pomiarowym stosowanym w Polsce do badania i rejestrowania stanu geometrii toru w skali linii kolejowych jest **drezyna pomiarowa EM-120**. Drezyna pomiarowa to pojazd o własnym napędzie, wyposażony w dodatkowy wózek do pomiaru szerokości toru, nierówności poziomych, nierówności pionowych i różnicy wysokości toków szynowych wraz z rejestracją prędkości. Rejestruje ona parametry geometryczne toru kolejowego, które pozwalają na dokładne określenie jego położenia w płaszczyźnie pionowej i poziomej, a także zlokalizowane na linii kolejowej charakterystyczne obiekty takie jak: przejazdy drogowe, rozjazdy, mosty i wiadukty, semafony, przepusty czy stacje.

Drezyna EM-120 wykonuje na podstawie danych:

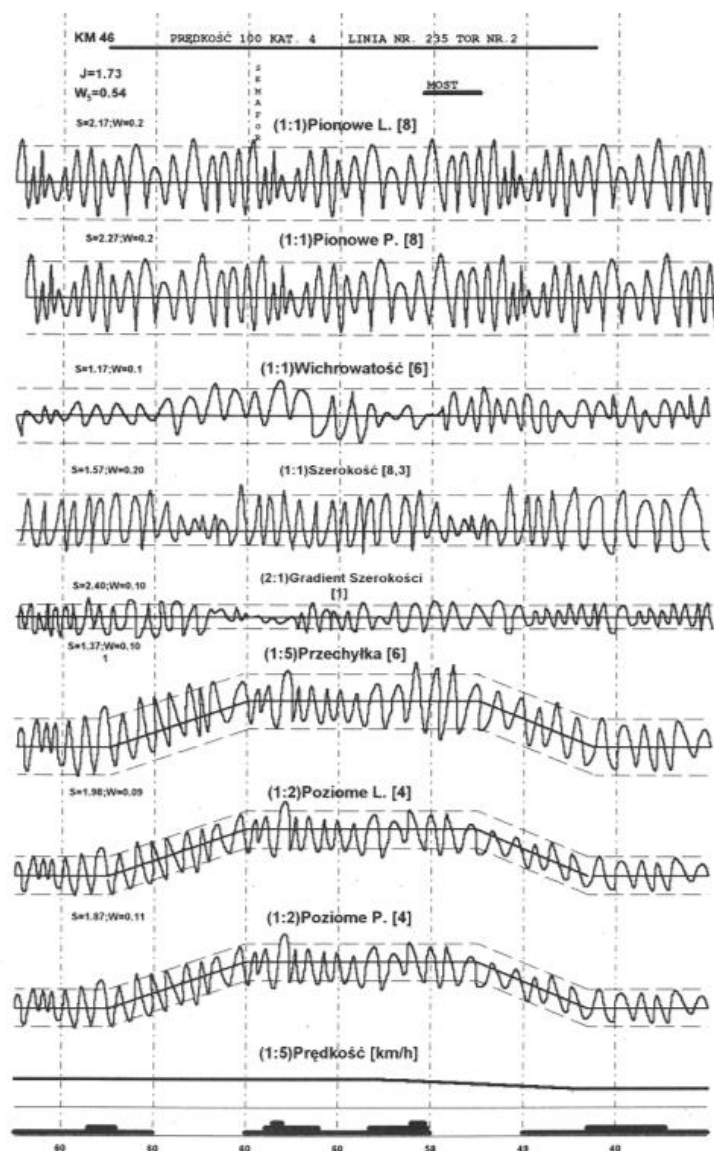
- analizę progową – porównuje wartości sygnału pomiarowego z przyjętymi wartościami granicznymi i klasyfikuje odchylenia wartości parametru od wartości

nominalnej (prawidłowej). Dla każdego z parametrów używane są trzy klasy odchyień. Odchylenia klas niższych (A i B) są zliczane do celów statystycznych. Odchylenia klasy C są klasyfikowane jako usterki toru i raportowane jako niebezpieczne dla ruchu,

- analizę syntetyczną - badany fragment linii jest dzielony na odcinki pomiarowe o stałej długości; na podstawie zarejestrowanych pomiarów obliczane są dla nich parametry statystyczne określające stan toru.

Na rysunku zaprezentowano fragment wykresu parametrów geometrycznych toru kolejowego wygenerowanego przez dreżynę pomiarową EM-120.

Rysunek 103. Przykładowy wykres parametrów geometrycznych toru kolejowego wygenerowany przez dreżynę pomiarową EM-120



Na powyższych wykresach skala pozioma przedstawia odwzorowane nierówności toru. Wydruki w rzeczywistych warunkach są w skali 1:5000. Skala pionowa jest dobierana indywidualnie dla każdego mierzonego parametru, a informacje te są drukowane w nawiasach po lewej stronie etykiety danego wykresu. Po prawej stronie etykiety każdego wykresu w nawiasach kwadratowych, drukowane są aktualne wartości dopuszczalnych odchyień właściwych dla danej klasy linii. Odchylenia zaznaczone są na wykresach w postaci linii przerywanych. Na wykresach na końcu każdego odcinka pomiarowego umieszczane są informacje o wartościach parametrów syntetycznych.

Na wydruku znajdują się informacje ułatwiające jego identyfikację – numer linii, numer toru, klasa linii, dopuszczalna prędkość – oraz wprowadzone przez operatora informacje o lokalizacji obiektów inżynierskich. Najniżej na wykresie położona linia o zróżnicowanej grubości prezentuje położenie w torze usterek zakwalifikowanych do poszczególnych klas (usterki klasy A – najcieńsza linia, usterki klasy C – linia najgrubsza). Informacje te oraz same etykiety poszczególnych usterek są zmienne i zależą

Rysunek 104. Przykład tabulogramu drukowanego podczas pomiarów wykonywanych za pomocą drezyny EM-120

```

*** Pojazd EM-120 JAZDA POMIAROWA z dnia 08.07.2002 godz: 10:48:51 ***
=====
Orientacja pojazdu: L=L Pulpit aktywny: Przedni
Lokalizacja: 244.000km Predkosc maksymalna: 100km/h
Numer toru: 1 Data aktualna: 08.07.2002r.
Krok_skanowania: 250mm Data kalibracji: 08.07.2002r.
Numer linii: 131
L I N I A: CHORZÓW BATORY - TCZEW
ODCINEK: Borysławice - Terespol Pomorski
Właściciel: IRD Krakow,Wydział Pomiarow i Analiz Warszawa ul.Tunełowa 2
Dyrekcja: TORUN
=====
PARAMETR/OBIEKT KM/M KM/M DL MAX NA METRZE WD K KD VD L
Docisk Slizgow - ZALACZENIE
Przedni Wozek - ZALACZENIE
Srodkowy Wozek - ZALACZENIE
Tylny Wozek - ZALACZENIE
Opuszczenie slizgow - ZALACZENIE
- ZALACZENIE
- ZALACZENIE
MOST 244.039 244.056 17m
PIONOWE P. 244.080 244.082 2m -18mm 81m 14mm 9 7 80 P
PIONOWE L. 244.076 244.083 7m -22mm 81m 14mm 9 5 60 Pz
PIONOWE P. 244.217 244.218 1m 15mm 218m 14mm 9 8 90 P
WICHROWATOSC L. 244.219 244.221 1m -16mm 221m 14mm 9 7 80 P
PIONOWE L. 244.216 244.223 7m 23mm 218m 14mm 9 5 60 Pz
PIONOWE L. 244.237 244.238 2m -15mm 238m 14mm 9 8 90 P
PIONOWE P. 244.236 244.239 2m -20mm 237m 14mm 9 6 70 Pz
ZWEZENIE 244.538 244.539 1m -9mm 538m -7mm 9 3 40 P
PIONOWE P. 244.540 244.540 1m 14mm 540m 14mm 9 8 90 P
MOST 244.526 244.566 40m
PODSUMOWANIE KM 244.000 DO 245.000 = 1000M
LINIA 131 TOR 1 KATEGORIA = 9 V LINII = 100KM/H
=====
PARAMETR (A) EX (B) EX (C) EX S W
PIONOWE L. 86 9 31 6 16 3 3.51 0.01
PIONOWE P. 93 8 45 7 6 4 3.43 0.01
PRZECHYLKA 11 4 2 1 0 0 1.90 0.00
SZEROKOSC - - - - - - 1.53 -
POZIOME L. 4 2 0 0 0 0 1.60 0.00
POZIOME P. 0 0 0 0 0 0 1.37 0.00
WICHROWATOSC L. 21 4 12 2 2 1 2.35 0.00
POSZERZENIE 0 0 0 0 0 0 - 0.00
ZWEZENIE 75 16 4 2 1 1 - 0.00
=====
SUMA 151 43 50 18 19 9 2.31 0.01

```

od wersji oprogramowania drezyny. Jednocześnie drezyna do zestawu danych z badania generuje tabulogram. Jego przykład przedstawiono na rysunku.

Ostatni fragment powyższego raportu, wyróżniony jako „Podsumowanie” zawiera informacje statystyczne na temat występujących na podsumowywanym odcinku usterek wszystkich klas, wartości odchyień standardowych mierzonych parametrów (kolumna „S”), wadliwości (kolumna „W”) oraz wartość wskaźnika J (kolumna „S”, wiersz „SUMA”).

Oznacza to, iż cały proces koordynowania położenia wyników pomiarów polega na analizie obrazowo-porównawczej wykresów uzyskanych z pomiaru bieżącego oraz wzorcowego. Czyli polega na znajdowaniu fragmentów do siebie podobnych i ewentualnej zmianie informacji o położeniu wskazanych punktów pomiaru bieżącego. Dzięki temu podczas kolejnych pomiarów fragmenty porównywanych wykresów zarejestrowane i pochodzące z tego samego miejsca w torze będą miały ten sam kilometr.

Po wykonaniu ewentualnej korekty punktu początkowego pomiaru, przeprowadza się drugi i zasadniczy etap związany z wprowadzaniem danych z kolejnego pomiaru, tj. korekty położenia punktów pomiarowych na całej długości analizowanego odcinka. W tym etapie proces jest niezwykle żmudny i wymaga od operatora programu ciągłego skupienia uwagi. Wynika to z faktu, iż na całym badanym odcinku, fragment po fragmencie, należy porównywać przebieg wykresów pomiaru wprowadzanego z wykresami wzorcowymi i w razie potrzeby korygować kilometr. Przyczyną niezgodności wykresów są głównie niedokładności pomiaru drogi wykonywanego przez drezynę pomiarową. Oznacza to, iż najczęściej pojawiający się błąd jest trudny do zauważenia i narasta w miarę posuwania się w kierunku końca pliku pomiarowego. Każdy plik pomiarowy pochodzi z ciągłego odcinka toru. Zatem zakres korekty możliwy do wykonania w jednym miejscu jest w programie ograniczony. Jeżeli wymagana korekta jest większa od dopuszczalnej, to najbardziej prawdopodobna tego przyczyna jest taka, że operator programu nie zauważył miejsca, w którym nastąpiło rzeczywiste rozsynchronizowanie wykresów. Prowadzi to do wycofania się w kierunku początku pliku i odnalezienia miejsca ostatniej zgodności wykresów.

Algorytmy występujące w programie zapewniają, że miejsca, w których następuje dodawanie lub usuwanie punktów są wybierane tak, aby nie zmienił się charakter modyfikowanego wykresu.

Wyniki pomiarów wykonanych przez pojazdy pomiarowe (EM-120, DP560) przedstawiane są w formie wykresów wartości każdego z parametrów geometrycznych toru kolejowego oraz zestawienia tabelaryczne. Wykresy uzupełniane są o informacje pomocnicze, opisy czy lokalizację pojazdu.

Czytanie wykresów taśmy pomiarowej składa się z następujących kroków:

- 1) W nagłówku wykazany jest:
 - a) pojazd pomiarowy, program, data kalibracji,
 - b) data wykonanego pomiaru, krok pomiarowy,
 - c) lokalizacja rozpoczęcia pomiaru,
 - d) nazwa mierzonej linii, kilometry w których został wykonany pomiar, numer mierzonego toru, prędkość maksymalna linii, Zakład Linii Kolejowych,
 - e) ustawienie pojazdu pomiarowego w stosunku do kilometracji badanej linii, kierunek jazdy.
- 2) Wykresy poszczególnych parametrów standardowo wykonywane są w skali podłużnej 200mm/km, skala wypisana jest w nagłówku wykresu w nawiasie okrągłym.
- 3) Na taśmie zaznaczone są znaczniki hektometrowe w postaci linii oraz opis bieżącej kilometracji z numerem pełnego kilometra, łuki, występujące na linii elementy tj. rozjazd, most, przejazd, semafor.
- 4) Na górze taśmy przy linii poszczególnych kilometrów toru wykazany jest wskaźnik stanu toru „J”. Wskaźnik ten jest obiektywną oceną stanu torów, niezależną od prędkości dopuszczalnej na linii. Obliczany jest podstawie odchyłeń standardowych poszczególnych parametrów zgodnie ze wzorem:

$$J = \frac{S_z + S_y + S_w + 0,5S_e}{3,5}$$

gdzie:

S_z – odchylenie standardowe nierówności pionowych,

S_y – odchylenie standardowe nierówności poziomych,

S_w – odchylenie standardowe wichrowatości toru,

S_e – odchylenie standardowe szerokości toru.

Akceptowalne wartości wskaźnika stanu toru „J” zależą od wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru zapewniających spokojność jazdy.

- 5) Na samym dole taśmy pomiarowej umieszczony jest wydruk wartości prędkości oraz wykres słupkowy odchyłek wartości parametru poszczególnych klas A, B, C.

Każdy z wykresów poszczególnych parametrów toru otoczony jest liniami granicznymi klasy C, które umieszczone są w nawiasach kwadratowych przy każdym parametrze z ich granicznymi wartościami. Wykresy poszczególnych parametrów kreślone są w skali wpisanej obok nazwy parametru w nawiasie okrągłym np. (1:1). Poszczególne parametry na wykresie odczytujemy w taki sposób, że wartości pomierzonych amplitud których skala jest 1:1 są wartościami rzeczywistymi. Wielkość amplitud mierzone są od linii zerowej w przypadku nierówności pionowych obu toków poniżej linii zerowej, szerokości toru powyżej linii zerowej obrazuje nam rzeczywistą wartość poszerzenia poniżej zwężenia toru. Wichrowatość toru jest wykazana w mm na bazie 5 m, chcąc znać wartość wchrowatości w promilach należy podzielić wielkość pomierzonej wchrowatości przez 5 m. Rzeczywista wartość przechyłki na prostej to pomierzona wielkość amplitudy w milimetrach razy 5. Wielkości pomierzonej amplitudy nierówności poziomych obu toków pomnożone przez 2 określą wielkość strzałki krzywizny mierzonej na bazie 10 m. Każde przekroczenie linii granicznej przez amplitudę oznacza, że wchodzą w usterki klasy C. Lokalizacje występujących usterek możemy określić na podstawie zamieszczonych na taśmie znaczników hektometrowych ale na wykresach możemy odczytać tylko wielkość usterki oraz przybliżoną lokalizację. Szczegółowy opis usterek ujęty jest w zestawieniu tabelarycznym. Wykazane są tam, rodzaj usterki, km początkowy oraz końcowy, długość na jakiej wystąpiła usterka oraz jej max. wartość, dopuszczalna wartość dla klasy C, kategoria przedziału prędkości, kategoria przedziału prędkości dla której wartość danej usterki jest dopuszczalna, prędkość maksymalna dla danej usterki oraz czy usterka występuje na prostej czy na łuku.

Uzyskane wyniki posłużyć mogą do wprowadzenia odpowiednich działań korygujących i naprawczych. Zaplanowania czynności, które posłużą poprawie stanu układu torowego lub zapobieganiu, w przypadku powtarzających się usterek,

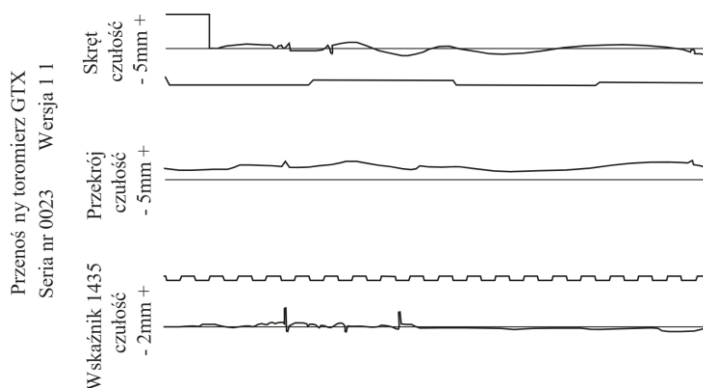
ponownego pojawiania się nieprawidłowości mogących doprowadzić do zagrożenia dla prowadzenia ruchu kolejowego.

1.5.2.2. Opis oraz zasady oceny, analizy i syntezy wyników wydruków z zastosowanego toromierza elektronicznego (wózkowego) w procesie oceny infrastruktury kolejowej

Każde pomiary dokonywane w ramach oceny infrastruktury kończą się wygenerowaniem wydruków. W tym przypadku przeanalizowano toromierz elektroniczny (wózkowy). Rejestrator toromierza posiada na obudowie wyświetlacz (pokazujący 5 mierzonych wielkości) oraz pulpit przycisków zdarzeń i usterek (ciągłych albo punktowych) i wprowadzania danych.

Na rysunku przedstawiono fragment wydruku parametrów geometrycznych pomierzonych za pomocą toromierza GXT, tj. wichrowatości, przechyłki, przebytej drogi, prześwitu.

Rysunek 105. Przykład wyników zarejestrowanych za pomocą toromierza GXT



Funkcjonalność pomiarowo-analityczną toromierza elektronicznego można podzielić na dwa moduły:

- właściwy toromierz - służący do wykonywania pomiarów i gromadzenia ich wyników w postaci elektronicznej (ang. hardware),
- dedykowane oprogramowanie - instalowane na komputerze, umożliwiające analizę danych we wszystkich badanych obszarach otrzymanych z toromierza (ang. software).

Przeglądanie, analiza i wydruk raportów sporządzonych na podstawie zebranych wyników pomiarów jest możliwe za pośrednictwem specjalnie opracowanego programu komputerowego. Zakres tej analizy zaprezentowano w tabeli.

Tabela 50. Zakres działania programu komputerowego dla zebranych wyników pomiarów

Zakres działania programu komputerowego dla zebranych wyników pomiarów
<ul style="list-style-type: none">- definiowanie i przedstawienie w formie wykresów informacji o dopuszczalnych wartościach parametrów geometrycznych oraz łatwa lokalizacja miejsc ich przekroczenia,- możliwość przeliczenia nierówności pionowych i poziomych na inną bazę pomiarową wybraną z podanego zakresu,- możliwość wprowadzenia korekty poziomu zerowego dla nierówności poziomych, co prowadzi do rejestrowania przebiegów na prostych odcinkach toru i uzyskania przebiegu wykresu nierówności poziomych w sąsiedztwie linii zerowej,- uzyskanie syntetycznej oceny stanu toru w postaci wartości odchyłeń standardowych mierzonych parametrów, syntetycznego wskaźnika stanu toru J, wadliwości oraz wadliwości pięcioelementowej,- możliwość niebrania pod uwagę w analizie syntetycznej usterek w torze powodujących zniekształcenie wyników obliczeń (np. pomiarów w miejscach styków szynowych),- możliwość zapisania wyników pomiarów w formacie arkusza kalkulacyjnego lub w pliku tekstowym,- możliwość drukowania wyników pomiarów oraz ich oceny syntetycznej w formie raportów i wykresów.

Przykładowe wykresy parametrów geometrycznych toru otrzymane za pomocą dedykowanego programu obsługującego toromierz TEC-1435 zaprezentowano na rysunku.

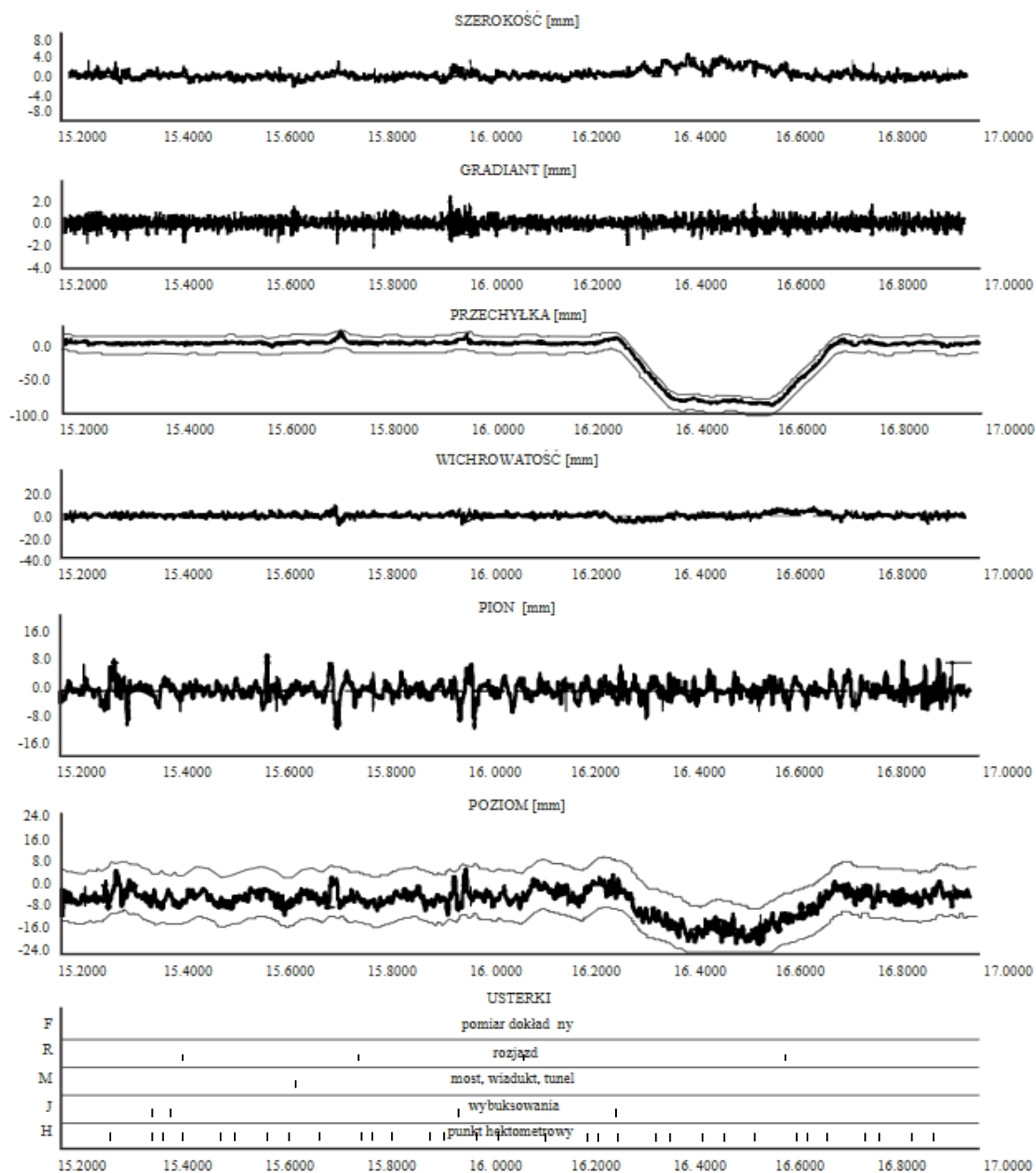
Analiza wyników pomiarów przy pomocy programu komputerowego polega na:

- wczytaniu plików danych pomiarowych,
- określeniu zestawu odchyłek dopuszczalnych,
- analizie wyników: w formie tabelarycznej i w formie graficznej,
- wygenerowaniu plików raportów,
- sporządzeniu raportów oceny syntetycznej.

Nazwy plików danych pomiarowych zaczynają się od dużej litery „L”, po której podawany jest czteroznakowy identyfikator odcinka. Po podkreśleniach duża litera „T” i numer toru, a po kolejnych podkreśleniach:

- kilometr początku toru,
- data wykonania pomiaru,
- data i czas (godzina, minuta i sekunda) zgrania pliku z rejestratora.

Rysunek 106. Przykładowe wykresy parametrów geometrycznych toru otrzymane za pomocą dedykowanego programu obsługującego toromierz TEC-1435



Przykładowa nazwa pliku jest następująca:

L5-04_T3_KM0_000_DP2017_03_25_DA2017_03_25_12_45_13.

Zestaw odchyłek dopuszczalnych jest wpisywany w odrębne okienko programu komputerowego. Jego przykład zaprezentowano poniżej.

Program posiada modyfikowaną tabelę wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru. Występujący w programie parametr „Delta”: Przyjmuje odchyłki dopuszczalne określone dla „zerowych” wartości mierzonych parametrów. Jednak dla łuków i krzywych przejściowych parametry mogą przyjmować wartości nominalne inne niż „zerowe”. Analizowany program nie wymaga określenia kształtu geometrii toru w planie, ponieważ sam zakłada wartości nominalne wspomnianych parametrów w łukach i krzywych przejściowych w wyniku wyliczenia jako średniej arytmetycznej z sąsiedztwa analizowanego punktu o „Delta” w przód i w tył. Jednak należy odpowiednio dobrać wartość parametru „Delta”. Dla pomiarów w torach kolejowych jest to wartość 40 m.

Wyniki pomiarów zostają przedstawione w formie tabelarycznej. Przykładowe wyniki przedstawiono w tabeli.

Tabela 51. Wyniki pomiarów wykonanych toromierzem przedstawione w formie tabelarycznej

	Kilometr	Szerokość	Gradient	Przechyłka	Wichrowatość	Pion	Poziom	Usterki
	[km]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
#	0,0000	8,13	0,08	-15,27	----	0,15	-1,42#	
#	0,0010	8,21	-4,57#	-15,48	----	-0,28	1,01#	R
#	0,0020	3,64	-0,58	-15,50	2,22	-1,58#	-0,68	R W
#	0,0030	3,06	0,91	-15,53	2,59	-0,60#	-0,57	R
#	0,0040	3,97	0,09	-14,29	1,63	0,89#	-0,69	R
#	0,0050	4,06	1,53	-13,04	2,47	1,59#	-1,34	R
#	0,0060	5,59	1,35	-12,90	3,29	-0,36	0,01#	R
	0,0070	6,94	0,64	-13,86	3,30	-0,01	-0,48	R
	0,0080	7,58	-0,44	-13,06	3,09	-0,19	-0,45	R
#	0,0090	7,14	-7,99#	-11,00	3,67	-0,02	0,61#	R
#	0,0100	-0,95	5,18%	-9,74	3,07	-1,20\$	-5,72#	R
#	0,0110	4,33	2,22	-9,80	1,44	1,49#	-0,42	R
#	0,0120	6,55	1,11	-10,19	1,05	-0,23	-0,14#	
#	0,0130	7,66	-1,17	-8,99	2,44	0,00	-0,19#	
	0,0140	6,49	-0,95	-9,56	4,35	0,03	-0,44	
	0,0150	5,64	0,01	-8,69	5,68	-0,02	-0,50	

Program sygnalizuje przekroczenie przez którykolwiek z sześciu analizowanych parametrów wartości odchyłek dopuszczalnych przez wyświetleniem symbolu „#” na początku wiersza. W przypadku przekroczenia przez każdy z osobna z analizowanych parametrów wartości odchyłki dopuszczalnej - wyświetleniem symbolu „#” po prawej jego stronie.

1.5.3. Zasady nadzoru nad nieprawidłowościami w infrastrukturze kolejowej

- wykaz i opis najczęściej występujących nieprawidłowości w infrastrukturze kolejowej

Prezes Urzędu Transportu Kolejowego jest centralnym organem administracji rządowej będącym krajową władzą bezpieczeństwa i krajowym regulatorem transportu kolejowego w rozumieniu przepisów Unii Europejskiej z zakresu bezpieczeństwa, interoperacyjności i regulacji transportu kolejowego. Jest właściwym w sprawach m.in. nadzoru technicznego nad eksploatacją i utrzymaniem infrastruktury kolejowej, bezpieczeństwa ruchu kolejowego, interoperacyjności i spójności technicznej transportu kolejowego, jest Prezes Urzędu Transportu Kolejowego. Prezes UTK jest organem nadzoru rynku w rozumieniu przepisów mówiących o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku oraz przepisów dotyczących praw i obowiązków pasażerów w ruchu kolejowym.

Prezes UTK nakazuje, w drodze decyzji, usunięcie nieprawidłowości w określonym terminie w razie stwierdzenia naruszenia przepisów dotyczących obowiązków zarządców, przewoźników kolejowych oraz użytkowników bocznic kolejowych w zakresie bezpieczeństwa transportu kolejowego. Prezes UTK, w drodze decyzji może niezwłocznie po stwierdzeniu, że dalsza eksploatacja infrastruktury kolejowej wiąże się z istotnym ryzykiem dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego lub bezpieczeństwa przewozu osób lub rzeczy, wstrzymuje ruch kolejowy lub wprowadza jego ograniczenia na drodze kolejowej, której dotyczy ryzyko.

W procesie eksploatacji rozjazdy i skrzyżowania torów ulegają uszkodzeniom. Ich typowe uszkodzenia (wady i zużycia szyn, zużycia podrozdżadnic, uszkodzenia krzyżownic, uszkodzenia iglic i siodłek podiglicowych) przedstawiono w tabeli.

Wady w szynach kolejowych dzielą się na kilka rodzajów – przedstawiono je w tabeli.

Tabela 52. Rodzaje występujących wad w szynach kolejowych




Lp.	Rodzaje wad	Opis
1.	wady końców szyn - długości łubków	do najczęściej wykrywanych wad w tej grupie należą: pęknięcie poziome na przejściu szyjki w główkę, pęknięcie pionowe podłużne oraz pęknięcie promieniowe z otworów do śrub łubkowych; ze względu na powszechne stosowanie toru bezстыkowego, są to wady typowe w złączach izolowanych
2.	wady występujące poza końcami szyn	w tym poza strefami z łączy najliczniejsza i najbardziej różnorodna grupa: <ul style="list-style-type: none"> - złamania i pęknięcia, - zużycie boczne i zużycie pionowe, - zużycie faliste, - głównie złamanie poprzeczne bez widocznej przyczyny, pęknięcie poprzeczne postępujące, pęknięcie zmęczeniowe i pęknięcie pionowe podłużne, - wady kontaktowo-zmęczeniowe, - wybuksowanie, - miejscowe wgniecenie powierzchni tocznej
3.	wady spowodowane uszkodzeniami szyn	Powstają w trakcie eksploatacji w wyniku skaleczenia, niewłaściwej obróbki mechanicznej lub trwałego odkształcenia; często wykrywaną wadą na zmodernizowanych lub zrewitalizowanych liniach kolejowych w Polsce; przyczyną tego zjawiska są zarówno błędy w technologii robót torowych, jak i błędy w konstrukcji elementów infrastruktury kolejowej, np. przejazdów kolejowych
4.	wady powstałe podczas procesu łączenia szyn lub ich napawania	wady, które występują w strefach złączy, czyli w odległości do 10 cm, licząc od osi złącza spawanego lub zgrzewanego w obydwu kierunkach (łącznie 20 cm), lub w obszarach napoin. Do najczęściej wykrywanych wad w tej grupie należą pęknięcie poprzeczne spoiny termitowej oraz pęknięcie poprzeczne zgrzeiny

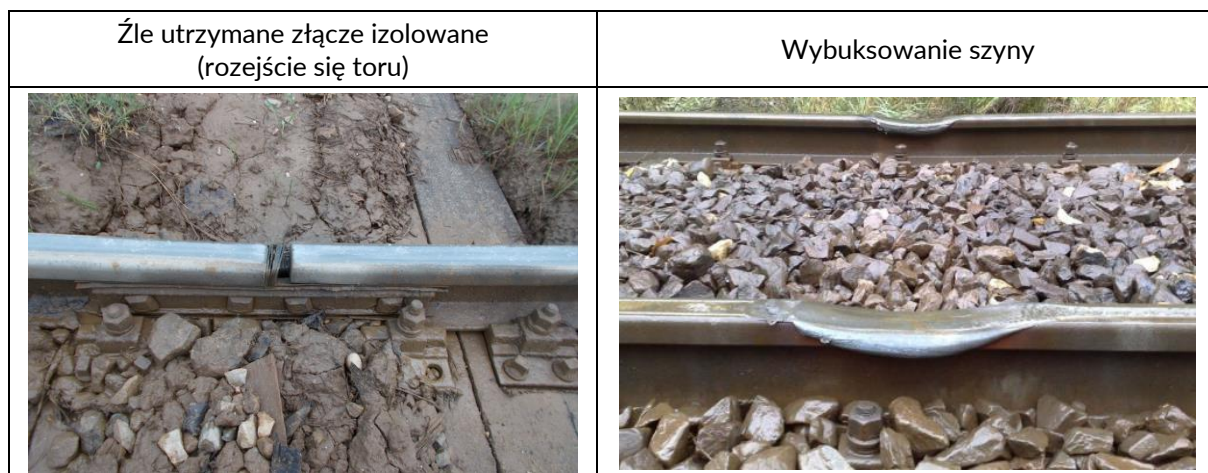
Utrzymanie przyrządów wyrównawczych polega na usuwaniu usterek i uszkodzeń stwierdzonych w czasie przeglądów. Do wad należą:

- 1) brak zachowania prawidłowego przylegania iglic do opornic, a w szczególności ostrza iglicy - dopuszczalna wielkość luzu pomiędzy ostrzem iglicy i opornicą nie powinna przekraczać 1 mm,
- 2) brak przylegania iglic przyrządu wyrównawczego do wszystkich płyt ślizgowych - dopuszczalna wielkość luzu pomiędzy stopką iglicy i poduszką ślizgową nie może przekraczać 2 mm i luz ten nie może występować na więcej niż 3 sąsiednich płytach,
- 3) brak wymaganej wielkości wymiaru ustalającego w zależności od długości przęseł mostowych przy temperaturach od +55°C do -25°C,
- 4) nieodpowiedni stan, sposób mocowania do konstrukcji mostu mostownic i podkładów oraz podbicia podkładów,

- 5) brak prawidłowego przymocowania przyrządu wyrównawczego do mostownic i podkładów, a dobrze dokręconych wkrętów i śrub mocujących,
- 6) zużycie lub uszkodzenie elementów przyrządu wyrównawczego - należy je niezwłocznie wymienić.

Zdjęcie 27. Przykładowe wady nawierzchni torowej

Pęknięta szyna	Wyboczenie toru
	
Skorodowana podkładka płaska	Wyżłobienie iglicy
	
Zużycie iglic	Nieprawidłowość odnotowana toromierzem przy pomiarze szerokości toru - odchyłka/poszerzenie +47 mm od parametrów normalnych szerokości toru (zależne od kategorii/ klasy linii kolejowej)
	



Dopuszczalne pionowe zużycie iglic, opornic, szyn skrzydłowych i dziobów krzyżownic oraz szyn łączących wynosi:

- 1) 8 mm – w torach głównych linii magistralnych i pierwszorzędnych,
- 2) 10 mm – w torach linii drugorzędnych,
- 3) 12 mm – w torach linii znaczenia miejscowego i w torach bocznych wszystkich linii.

Gdy jednocześnie występuje boczne zużycie części rozjazdu, dopuszczalne zużycie pionowe jest zmniejszone o połowę zużycia bocznego. Dopuszczalne zużycie boczne części rozjazdowych (iglic, opornic, krzyżownic) dla rozjazdów typu 60E1 (UIC60, S60) i 49E1 (S49) kwalifikujące je do wymiany wynosi 10 mm. Dla innych typów rozjazdów, dopuszczalne zużycie boczne wynosi 6 mm. Maksymalne odchylenie kwalifikujące części do wymiany w rozjazdach torów linii magistralnych i pierwszorzędnych powierzchni zużycia od osi pionowej szyny wynosi 30° , a w rozjazdach torów linii drugorzędnych i znaczenia miejscowego 35° . Kąt zużycia jest wyliczany podczas pomiaru zużycia bocznego mierzono na wysokości 5 i 15 mm od górnej powierzchni główki szyny. Różnica zużycia podzielona przez 10 stanowi tangens kąta zużycia.

Zużycie pionowe krzyżownic jest łączone z miejscowym wgnieciem materiału. Dopuszczalne boczne zużycie kierownic w krzyżownicach wynosi 4 mm, a przy większym zużyciu kierownicę wymienia się. Dopuszczalne zużycie wkładek w krzyżownicach mierzy się bezpośrednio podczas pomiaru szerokości żłobków zgodnie z arkuszem badania technicznego rozjazdów. Gdy wymiary przekraczają dopuszczalne odchylenia, między wytarte wkładki, a szynę toczną zakłada się przekładki regulacyjne z blach odpowiedniej grubości. Ewentualnie zużyte wkładki wymieniane są na nowe. Do regulacji żłobków kierownic rozjazdów typu 49E1 (S49) i 60E1 (UIC60) z kształtowników Kn60

i 33C1(UIC33), stosuje się przekładki regulacyjne o grubości 1, 2, 3 mm. Przekładki stosuje się w przypadku poszerzenia żłobka pomiędzy szyną toczną a kierownicą, powstałego w wyniku zużycia szyny lub kierownicy. Przekładki wkłada się w ilości nie więcej niż po 2 sztuki między ściankę koziołka a kierownicę.

Naprawa polega na wymianie części lub całości rozjazdu. Jedynie w przypadku braku możliwości technicznych, technologicznych lub braku uzasadnienia ekonomicznego wykonania naprawy (np. reprofilację lub regenerację, poprzez zabudowę szyny, wykonanie spoiny naprawczej). Konieczność nieplanowej naprawy rozjazdu lub jego części składowej pojawia się w momencie uszkodzenia lub zniszczenia rozjazdu oraz w razie wykrycia następujących uszkodzeń i wad części składowych lub akcesoriów rozjazdowych:

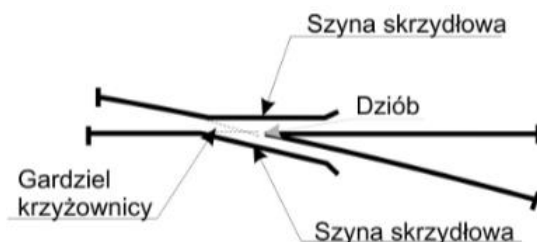
- a) pęknięcie iglicy, opornicy lub szyny łączącej,
- b) pęknięcie elementów połączenia lub spawu iglicy z szyną łączącą,
- c) pęknięcie klamry, prowadnicy, drążka suwakowego lub innych elementów w suwakowym zamknięciu nastawczym albo pęknięcie haka, łapki iglicowej, opórki lub podpórki w hakowym zamknięciu nastawczym, brak trzpienia, śruby lub opórki ograniczającej przesuw suwaka w suwakowym zamknięciu nastawczym, zderzenie gwintów, śrub przymocowujących prowadnice suwakowych zamknięć nastawczych do opornic,
- d) wyszczerbienie iglicy, przy którym zachodzi niebezpieczeństwo najechania obrzeża koła przez iglicę na opornicę, klasyfikowane na podstawie sprawdzenia przymiarami kontrolnymi L2-21, L2-19, L2 lub mogące spowodować pęknięcie iglicy.

Na zdjęciu przedstawiono przykład pękniętej iglicy.

Zdjęcie 28. Przykład złamanej iglicy



Rysunek 107. Rysunek schematyczny dzioba



1.5.4. Opis oraz zasady stosowania dokumentacji toru kolejowego bezстыkowego

Dla każdego elementu infrastruktury kolejowej, który podlega nadzorowi, jest prowadzona dokumentacja. W kontekście toru bezстыkowego istotny jest sposób pomiaru i badań toru bezстыkowego i zapisu ich wyników w dokumentacji oraz opis metryki toru bezстыkowego.

Tabela 53. Skład dokumentacji diagnostyki stanu toru

Składowe dokumentacji diagnostyki stanu toru	Opis
metryka toru bezстыkowego	zakłada i aktualizuje naczelnik sekcji eksploatacji
dziennik pomiaru przemieszczeń szyn na punktach stałych	zakłada naczelnik sekcji eksploatacji; rejestr pomiarów i dalsze wpisy należą do obowiązków inspektora
wykres pełzania toków szynowych toru bezстыkowego	zakłada naczelnik sekcji eksploatacji, a prowadzi inspektor
arkusz analizy termicznej toru bezстыkowego	zakłada i prowadzi inspektor
całość dokumentacji odcinka toru bezстыkowego	w celu dokonania pomiarów, inspektor pobiera z sekcji eksploatacji, za pokwitowaniem,. Po wykonanych pomiarach inspektor dokonuje rejestracji wyników w dzienniku pomiaru przemieszczeń szyn oraz sporządza wykres pełzania toków szynowych, a wnioski i zalecenia wynikające z analizy pracy toru bezстыkowego ujmuje w arkuszu analizy termicznej. Jeden egzemplarz arkusza wraz z całością dokumentacji toru bezстыkowego przekazuje niezwłocznie do sekcji eksploatacji za pokwitowaniem, a odpis przekazuje głównemu inżynierowi
punkty kontrolne (stałe)	zakłada wykonawca robót zgodnie z zatwierdzoną dokumentacją, pod nadzorem inspektora, każdorazowo po zakończeniu procesu budowy (układki) toru bezстыkowego lub wymiany szyn
pomiary zerowe	dokonyje wykonawca pod nadzorem inspektora
merytoryczny nadzór nad prawidłowością dokonanych analiz i wydanych zaleceń	sprawuje główny inżynier

Całość dokumentacji jest przechowywana i archiwizowana i przechowywana przez okres istnienia i użytkowania obiektu.

Tabela 54. Zakres informacji metryki toru bezстыkowego

Zakres informacji metryki toru bezстыkowego	Dane
dane o konstrukcji i stanie toru	<ul style="list-style-type: none"> • kilometraż, typ szyn i podkładów, położenie toru w płaszczyźnie poziomej (proste i łuki z podaniem ich promieni), przejazdy w poziomie szyn, obiekty inżynieryjne, rozjazdy, itp.), • oznaczenie miejsc, w których założono punkty stałe do weryfikacji wartości temperatury neutralnej, • oznaczenie odcinków, na których może wystąpić pełzanie szyn, • dane o warunkach układania toru bezстыkowego obejmujące datę, temperaturę przytwierdzenia i zgrzewania szyn.
dane o pęknięciach szyn oraz przeprowadzonych naprawach toru	

Metryka zakładana jest dla całego odcinka toru tj. od styku do styku, po zakończeniu wszystkich robót związanych z układaniem toru bezстыkowego. Jako załącznik do metryki dołącza się notatki z pomiarów temperatury przytwierdzenia poszczególnych ogniów toru bezстыkowego. **Temperatura przytwierdzenia** to temperatura, w której następuje dokręcenie (zapięcie) przytwierdzeń. Wzór metryki wraz z przykładem jej sporządzenia przedstawiono poniżej. **Temperatura układki** to temperatura szyn zmierzona termometrem szynowym bezpośrednio po rozładunku szyn i umieszczeniu ich na podkładach, ale przed ich przytwierdzeniem.

Sytuacja toru wskazuje na kilometracji układanego toru bezстыkowego, typ szyn, typ podkładów, a także na proste i łuki oraz przejazdy, obiekty inżynieryjne, semafony itp. Metryka zawiera też informacje o odcinkach o pochyleniach większych niż 5%. Przedstawia lokalizację punktów stałych do pomiaru pełzania. „Układanie toru bezстыkowego” mówi o numerze badanego ogniwa/przęsła, dacie i temperaturze zgrzewania szyn długich oraz kierunku układki. „Zgrzewanie szyn długich” zawiera dane dacie i temperaturze ich zgrzewania. „Pęknięcia szyn” precyzują datę, temperaturę i występujący luz [mm] oraz datę i temperaturę naprawy. Ostatnia kolumna odnotowuje datę i rodzaj naprawy.

Rysunek 108. Wzór metryki toru bezстыkowego

Wzór metryki toru bezстыkowego

Linia nr..... tor nr..... 1..... klasa toru..... 2..... (v = km/h)

Od stacji..... A..... rozjazd nr..... 26..... km..... 40.552.....

Do stacji..... B..... rozjazd nr..... 1..... km..... 46.648.....

km	Sytuacja toru				pochylenia > 5‰	lokalizacja punktów starych	Układanie toru bezстыkowego			Zgrzewanie szyn długich		Pęknięcia szyn			Naprawy toru data/rodzaj naprawy
	szyny	podkłady	proste, łuki, rozjazdy, semafony itp				nr. ogniwa	data 1998 ułożenia	temperatura	kierunek	data 1998	temperatura	data	temperatura	
42.420															
							1	5.05	18/19/21		17.05	17°			
							2		21/21/24			17°			
43.0							3	7.05	15/16		18.05	17°			
							4		16/16			19°			
							5		16/20/22			16°			
							6	8.05	20/20/20		19.05	17°			
							7	9.05	24/24		20.05	18°			
44.0							8		24/22			17°			
							9		22/20/18			19°			
							10	10.05	15/20/24			21°			
							11		24/26		21.05	24°			
							12		26/29/26			20°			
45.0							13		26/24/20			20°			
							14	15.05	22/22			19°			
							15		22/24		22.05	17°			
							16		24/22			18°			
							17	16.05	16			26°			
46.0							18		16		24.05	20°			
							19		16/18			28°			
							20	21.05	16/20/24			26°			
46.600							21		22/20			26°			
47.0												26°			

Temperatura szyny mierzona jest bezpośrednio w trakcie układania i przytwierdzania szyn, a konkretnie na początku każdej nowej szyny długiej, w jej połowie oraz na jej końcu. Gdy występują widoczne wahania temperatury podczas przytwierdzania szyny długiej, zwiększa się liczbę pomiarów temperatury. W momencie zgrzewania szyn długich innego dnia lub w innych warunkach termicznych przyjmuje się, że:

- a) wartość temperatury neutralnej w miejscu zgrzania jest równa temperaturze w jakiej dokonano zgrzania,

b) odcinek zmiany temperatury przytwierdzenia wynosi po ok. 50-70 m z obu stron zgrzewu.

Zakłada się, że zarejestrowane temperatury przytwierdzeń szyn oraz temperatury zgrzewania szyn długich są wartością temperatury neutralnej do momentu wystąpienia pełzania szyn lub toru. Pełzanie szyn lub toru występujące w strefie centralnej owego toru, wywołuje na odcinku na jakim wystąpiło zmiany wartości podłużnych sił termicznych (analogiczne ze zmianą wartości temperatury neutralnej). Za przyczyny pełzania szyn uznaje się:

- zmiany temperatury szyn,
- oddziaływanie kół pociągów,
- przerwanie ciągłości toków szynowych,
- lokalne zmiany oporu podłużnego nawierzchni spowodowane zmiennym stanem podsypki lub przytwierdzeń szyn do podkładów.

Miejsca pojawiania się pełzania szyn lub toru powodujące zmiany w rozkładzie sił podłużnych występują przede wszystkim:

- na odcinkach hamowania i rozruchu pociągów (przed semaforami),
- na odcinkach, gdzie już kiedyś występowało pełzanie szyn lub toru,
- w odległości ok. 50-110 m przed i za miejscami stanowiącymi zmianę konstrukcji nawierzchni (przejazdy, miejsca zmian rodzaju podkładów, pojedyncze rozjazdy wspawane w tor bezстыkowy),
- na prostych przed początkiem i za końcem łuków o promieniach maksymalnie 600 m,
- w miejscach występowania istotnych różnic w oddziaływaniach termicznych na tor (przejścia z nasypu w wykop, przejścia przez lasy, przed i za tunelami itp.),
- na pochyleniach większych niż 5‰.

Szczegółowa lokalizacja odcinków, gdzie można spodziewać się pełzania szyn jest określana przez uprawnionego pracownika komórki diagnostycznej, który bierze pod uwagę zachowanie się toru w latach poprzedzających ułożenie toru bezстыkowego lub czas jego poprzedniej eksploatacji. Istotne jest też wzięcie pod uwagę wiek nawierzchni, jej stan czy inne czynniki wpływające na sytuację. Na niniejszych odcinkach zakłada się na zewnętrznej części toru punkty stałe stanowiące punkty odniesienia, względem których sprawdzana jest stabilność położenia toru bezстыkowego. Na pozostałych

odcinkach są zakładane w odległościach co 200+/-50 m. Do tego celu wykorzystywane są istniejące już obiekty (zwłaszcza słupy trakcyjne).

Zakłada się, że temperatura neutralna dla toru bezстыkowego powinna mieścić się w zakresie [+15°C, +30°C]. Jeśli temperatura będzie niższa, stanowi ona zagrożenie dla bezpieczeństwa ruchu pociągów w wyniku wyboczenia toru w okresie podwyższonych temperatur, i odwrotnie. Badanie stabilności temperatury neutralnej jest dokonywane co najmniej raz w roku przed okresem występowania w ciągu dnia temperatur wyższych niż 15°C. Stabilność temperatury neutralnej można mierzyć wg metody: punktów stałych, pomiarów bezpośrednich, metody wizualnej czy innej dopuszczonej do stosowania przez zarządcę infrastruktury. Jednak nie może być zmieniona po ułożeniu nowego toru bezстыkowego. Wybór metody zależy od warunków eksploatacyjnych, kategorii linii oraz klasy toru. Zmiana wybranej metody może nastąpić w momencie wystąpienia i dokonania robót naprawczych polegających na regulacji sił podłużnych. Zakres wartości temperatury neutralnej przy regulacji sił podłużnych wynosi [+15°C; +30°C]. Regulacje są przeprowadzane, gdy wartości temperatury przekroczą niniejszy zakres lub, gdy m.in. różnica stwierdzonej wartości temperatury neutralnej w sąsiednich tokach szynowych jest większa niż 10°C.

1.5.5. Opis oraz zasady oceny, analizy i syntezy wyników uzyskanych z zastosowania kart badania defektoskopowego szyn kolejowych

Poprzez defektoskopię szyn rozumie się ciągłe badania szyn metodą ultradźwiękową za pomocą ręcznych defektoskopów szynowych lub wagonów defektoskopowych. Badania defektoskopowe szyn mają na celu wykrywanie wad powstających w szynach i złączach szynowych zgrzewanych i spawanych oraz ocenę ich szkodliwości. Na tej podstawie wydawane są zalecenia dotyczące dalszego postępowania z wykrytymi wadami. Konieczność i częstotliwość badań defektoskopowych szyn określają regulacje wewnętrzne zarządcy infrastruktury. Z badania szyn zostaje sporządzona „Karta badania defektoskopowego szyn”, w której opisane są występujące w szynach wady wraz z dokładnym ich położeniem w torze oraz określeniem dalszego postępowania z wykrytymi wadami. Wady w szynach wykryte w czasie badania są znakowane (na szycie szyny) symbolami (O) – obserwacja, (W) – wymiana. Badania prowadzone są za pomocą defektoskopu ręcznego lub wagonu defektoskopowego. Ich przykłady w terenie przedstawiają zdjęcia.

Zdjęcie 29. Przykłady defektoskopu ręcznego i wagonu defektoskopowego w terenie



Badaniom defektoskopowym szyn podlegają wszystkie czynne linie normalnotorowe, a w obrębie stacji kolejowych badaniom podlegają tylko tory główne zasadnicze. Zalecana częstotliwość badań poszczególnych linii zależy od maksymalnej dozwolonej prędkości:

- 1) $V \geq 160 \text{ km/h}$ – 4 razy w roku,
- 2) $120 \text{ km/h} \leq V < 160 \text{ km/h}$ – 3 razy w roku,
- 3) $100 \text{ km/h} \leq V < 120 \text{ km/h}$ – 2 razy w roku,
- 4) $V < 100 \text{ km/h}$ – 1 raz w roku,

lub rocznego obciążenia:

- 1) $Q \geq 20 \text{ Tg}$ – 3 razy w roku,
- 2) $10 \text{ Tg} \leq Q < 20 \text{ Tg}$ – 2 razy w roku,
- 3) $Q < 10 \text{ Tg}$ – 1 raz w roku.

Przykładową kartę badania defektoskopowego szyn przedstawiono w tabeli.



Tabela 55. Przykładowe wypełnienie karty badania defektoskopowego szyn

Karta badania defektoskopowego szyn										
Dane wykonawcy badań:						Nr Karty badania-1-3/105/2002/2 Badania prowadzono: Od dnia: 11.09.2002 Do dnia: 11.09.2002				
Linia nr 2 : Warszawa Centralna - Terespol Szlak: Małaszewicze - Terespol Tor nr: 2 Od km: 205.000 do km: 209.900 Typy szyn: różne Nazwisko badacza toku prawego: Jan Kowalski aparatem nr 0003 typu U550 wzm. N: 12 db S: 11 Nazwisko badacza toku lewego: Jan Kowalski aparatem nr 0003 typu U550 wzm. N: 12 db S: 14										
Lp.	Lokalizacja wady	Tok lewy (L)/prawy (P)	Nr wady wg katalogu	Opis oscylogramu	Sztuk	Długość [m]	Krot. wykr.	Cechy szyn lub nr spawacza	Rodzaj szyn (S/C/ U)	Zalecenia (Obserwacja/ Wymiana)
1	205.120	P	2251.1	Wybuksovania	1	0,10	2	K 80 UIC 60	S	Obserwacja
2	205.120	L	2251.1	Wybuksovania	1	0,10	2	K 80 UIC 60	S	Obserwacja

Uwagi dotyczące badań:									
.....									
.....									
.....									
.....									
.....									
Mistrz zespołu:			Pieczętka odbierającego:			Odbierający kartę:			
.....									
(podpis i data)					(pieczętka, podpis, data)				
Legenda: S – szyna surowa/ C – szyna z odlewania ciągłego/ U – szyna utwardzana									

Karta badania defektoskopowego szyn wykonanego wagonem defektoskopowym różni się od tego wykonanego ręcznie. Przykład takiej karty przedstawiono w tabeli.

Tabela 56. Przykładowe wypełnienie karty badania defektoskopowego szyn wykonanej wagonem defektoskopowym

Karta badania szyn wagonem defektoskopowym									
Dane wykonawcy badań:				Nr Karty badania					
				Badania prowadzono:					
				Od dnia: 02.10.2003					
				Do dnia: 02.10.2003					
				Nazwisko sporządzającego protokół: Jan Kowalski					
Linia nr 39 : Olecko - Suwałki									
Tor nr: 1									
Od km: 17.100 do km: 0.800									
Typy szyn: różne									
Nazwisko badacza toku prawego: aparatem nr typu wzm. N: db S:									
Nazwisko badacza toku lewego: aparatem nr typu wzm. N: db S:									
Lokalizacja wady	Tok lewy (L)/prawy (P)	Rozmiar [mm]		Sztuk	Położenie [mm]	Obraz wady	Zalecenia (Obserwacja/Wymiana)	Rodzaj szyn (S/ C/ U)	Uwagi
		L	H						
16.720.155	L	23	12	1	20		Obserwacja	S-49	-12m NNS 311
8.523.307	P	81	7	1	47		Wymiana	S-49	+3 ST 8.526
LEGENDA: ST – słup trakcyjny SP – spoina WPP – wada powierzchniowa NNS – napis na szynie SM – semafor									
Pieczętka odbierającego:				Odbierający kartę:					
.....									
(pieczętka, podpis, data)									

1.6. Opis i zasady stosowania systemów pomiarowych w diagnostyce infrastruktury kolejowej

1.6.1. Opis oraz zasady stosowania drezyn pomiarowych w diagnostyce infrastruktury kolejowej

W celu wykonywania pomiarów w procesie zarządzania i diagnostyki infrastruktury kolejowej wykorzystuje się m.in. drezyny pomiarowe, wagony pomiarowe.

Drezyna pomiarowa to pojazd o własnym napędzie, wyposażony w dodatkowy wózek do pomiaru szerokości toru, nierówności poziomych, nierówności pionowych i różnicy wysokości toków szynowych wraz z rejestracją prędkości. Na podstawie tych pomiarów komputer drezyny oblicza m.in. syntetyczny wskaźnik toru i jego wadliwość. EM-120 to drezyna pomiarowa produkcji firmy Plasser & Theurer. Wyposażona jest w elektroniczne systemy pomiarowe, drukarkę dostarczającą wykresy i raporty oraz komputer pokładowy zapisujący i przetwarzający dane. Umożliwia ona pomiar do 120 km trasy na godzinę. Układ pomiarowy drezyny jest oparty na trzech dwuosiowych wózkach jezdnych. Baza dla pomiarów nierówności poziomych i pionowych wynosi 10 m, co odpowiada rozstawowi kół pomiarowych. Pomiędzy kołami wózków znajdują się ślizgi pomiarowe, które w trakcie poruszania się drezyny przemieszczają się jednocześnie przylegając do powierzchni bocznej główki szyny, co umożliwia wykonanie rejestrowanie parametrów geometrycznych toru: nierówności pionowych (dołków) w obu tokach szynowych, nierówności poziomych (krzywizn) w obu tokach szynowych, wichrowatości, szerokości i przechyłki. Przykładowe zobrazowanie drezyny pomiarowej w terenie przedstawia zdjęcie.

Zdjęcie 30. Drezyna pomiarowa EM-120 w terenie



Wydajność drezyn umożliwia uzyskiwanie danych pomiarowych z kilkuset kilometrów toru na dobę.

Zakres analizy z wykorzystaniem drezyny jest bardzo szeroki i obejmuje:

- syntetyczne wskaźniki stanu toru – wadliwość parametryczną, wskaźnik J, odchylenia standardowe wszystkich parametrów toru, wadliwość pięcioelementową W5,
- wskaźniki dodatkowe opisujące pole tolerancji – wskaźniki: średniego przekroczenia pola tolerancji Sp, maksymalnego przekroczenia odchyłek dopuszczalnych Spm, wykorzystania pola tolerancji Si, maksymalnego stosunku sygnał/odchyłka dopuszczalna T, 75 procent P75),
- wskaźniki pomocnicze – wskaźnik parametryczny powierzchniowy – pole powierzchni między linią wykresu i linią zerową, wskaźnik parametryczny rzutu – suma długości rzutów poziomych jednoimiennych zboczy przebiegu parametru geometrycznego, wskaźnik parametryczny międzyszczytowy – maksymalna wielkość różnicy między sąsiednimi ekstremami zarejestrowanymi dla analizowanego odcinka,
- wyniki analizy usterek i analizy międzyszczytowej – parametry geometryczne uporządkowane w zależności od ich wielkości i przypisane do jednej z trzech klas: A, B i C – przekraczające odpowiednio 50%, 75% i 100% wielkości dopuszczalnej,
- komentarze diagnostyczne.

Analizy obejmują także wykresy parametrów oraz wykresy trendu tych zmian. Można również wyświetlić wielkości maksymalnie.

Pojazd diagnostyczny DP-560.00 według specyfikacji posiada system pomiarowy zapewniający pomiar geometrii toru i szyny, wideo inspekcję, skaning elementów infrastruktury, pomiar parametrów sieci trakcyjnej, pomiar przyspieszeń na maźnicach (oddziaływanie dynamiczne) i pomiar torowych urządzeń oddziaływania pociągu (pomiar elektromagnesów SHP). Wszystkie systemy są zsynchronizowane z systemem lokalizacji pojazdu pomiarowego. Przykład pojazdu diagnostycznego DP-560.00 w terenie przedstawiono na zdjęciu.

Zdjęcie 31. Przykład pojazdu diagnostycznego DP-560.00 w terenie



Pojazd osiąga prędkość eksploatacyjną 120 km/h z napędem własnym z zachowaniem funkcji pomiarowych dla tej prędkości. Zakładany zakres wykonywanych pomiarów w roku obejmuje ok. 40 tys. km toru. W codziennej pracy możliwe jest wykonywanie pomiarów w pełnym zakresie tj. na długości ok. 400 km torów.

1.6.2. Opis oraz zasady stosowania urządzeń ręcznych w diagnostyce infrastruktury kolejowej

Pomiary i ocena stanu toru oceniane są na podstawie:

- 1) pomiaru podstawowych parametrów charakteryzujących położenie toków szynowych:
 - a) szerokości toru,
 - b) różnic wysokości toków szynowych (przechyłki),
 - c) wichrowatości toru,
 - d) nierówności poziomych toków szynowych,
 - e) nierówności pionowych toków szynowych,
- 2) pomiaru dodatkowych parametrów toru obejmujących:
 - a) położenie toru w płaszczyźnie poziomej i pionowej w odniesieniu do znaków regulacji osi toru,
 - b) wartości przesunięć toków szynowych w stosunku do punktów stałych w torze bezстыkowym,
 - c) wartości luzów w stykach toru klasycznego.

Pomiary bezpośrednie wykonywane są bezpośrednio za pomocą specjalnych przyrządów pomiarowych m.in. toromierz, strzałkomierz.

Przyjęte są wartości dopuszczalnych odchyłek eksploatacyjnych od wartości nominalnych ze względu na spokojność jazdy pociągów przy pomiarach ciągłych (dreżynami, toromierzami elektronicznymi), w zależności od dopuszczalnej prędkości na torach danej klasy. Zostały one opisane w punktach poniżej.

1.6.2.1. Opis oraz zastosowania toromierzy kolejowych w diagnostyce infrastruktury kolejowej

Toromierz cyfrowy (ręczny) jest przeznaczony do pomiarów geometrii torów i rozjazdów. Posiada duży, czytelny i podświetlany wyświetlacz, na którym są wyświetlane w postaci cyfrowej wartości wszystkich parametrów. Wbudowana pamięć urządzenia pozwala na rejestrację wykonywanych pomiarów, a następnie skopiowanie danych na komputer.

Toromierz jest lekki i łatwy w eksploatacji. Jego konstrukcja, odporna na warunki torowe, zapewnia jego długą żywotność i niezawodność. Urządzenie gwarantuje wyjątkowo wysoką dokładność pomiarów i układ wyrównania wpływu temperatury.

Toromierz jest urządzeniem służącym do pomiaru szerokości i przechyłki w torze. W celu poprawy szerokości toru należy odkręcić wkręty mocujące tor do podkładu na jednym z toków dokonać ściągnięcia lub rozsunięcia torów przy użyciu ściągów torowych lub lewarów do odpowiedniej szerokości. W tym celu używa się toromierza, który precyzyjnie określa szerokość toków szynowych od siebie. Kolejnym etapem jest zadyblowanie otworów, które pozostały po poprzednich otworach oraz wykonaniu nowych przy użyciu wiertarek do drewna oraz dokręcenie wkrętów mocujących do podkładek żebrowanych.

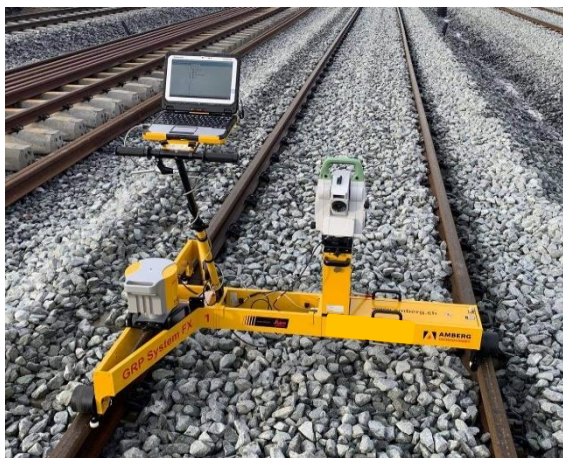
Zobrazowanie toromierza analogicznego w terenie przedstawiono na zdjęciu.

Zdjęcie 32. Przykład toromierza analogicznego w terenie



Poniżej przedstawiono pracownika wykonującego pomiary przy użyciu toromierza ręcznego.

Zdjęcie 33. Przykład pracy z toromierzem w terenie



Rejestrator toromierza jest montowany na tzw. listwie (belce) toromierza, co pozwala na wykonywanie pomiarów oraz wprowadzanie dodatkowych informacji. Również takich, które zostały zaobserwowane przez mierzącego w wyniku kontroli wizualnej. Wartości zmierzonych parametrów geometrycznych (szerokości lub przechyłki) są wyświetlane na ekranie. Przykładowe dane wyświetlane na ekranie przedstawia zdjęcie.

Zdjęcie 34. Przykładowe dane wyświetlane na ekranie toromierza ręcznego



Gdy wystąpi przekroczenie tolerancji, toromierz sygnalizuje je kolorem czerwonym. Urządzenie pracuje w dwóch trybach pomiarowych: rozjazdowym

i torowym, wyświetla i rejestruje również: datę, godzinę pomiaru i temperaturę otoczenia, a także kilometraż mierzonej linii kolejowej.

Toromierz jest izolowany, co oznacza, że elementy jego konstrukcji w czasie styku w punkcie A szyny toku lewego z punktem B szyny toku prawego są oddzielone od siebie odpowiednim izolatorem. Zapobiega to zajętości toru przez toromierz oraz błędnych wskazaniach na nastawni, co jest istotne w przypadku linii kolejowych wyposażonych w tzw. blokadę samoczynną, gdyż tak istnieje obowiązek stosowania toromierzy izolowanych. Toromierz pozwala na dokonywanie pomiaru wartości tzw. żłobków prawych i lewych oraz odlegania iglic (maksymalnie do 200 mm). Dokładność tego urządzenia jest na poziomie: szerokość toru od $\pm 0,5\text{mm}$, przechyłka $\pm 1,5\text{mm}$, nierówności pionowe $\pm 0,2\text{mm}$, nierówności poziome $\pm 0,2\text{mm}$. Na tej podstawie obliczane są: gradient szerokości, wichrowatość toru, nierówności poziome i pionowe na cięciwie do 20 m.

Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru (dla pomiarów ciągłych wykonanych drezyną pomiarową i toromierzem elektronicznym) przedstawia tabela.

Tabela 57. Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru (dla pomiarów ciągłych wykonanych drezyną pomiarową i toromierzem elektronicznym)

Prędkość [km/h]	Nierówności		Wichrowatość na bazie 5 m [mm]	Odchyłki szerokości toru			Przechyłka względna [mm]	Wskaźnik J [mm]
	Poziome [mm]	Pionowe [mm]		Poszerzenia [mm]	Zwężenia [mm]	Gradient [mm/m]		
200	4	3	5	4	3	1	5	1,3
180	5	4	6	5	3	1	6	1,6
160	6	6	8	6	4	1	8	2,1
140	7	8	10	8	5	1	12	2,7
120	9	10	12	9	7	1	12	3,3
100	13	14	14	10	7	2	15	4,3
80	17	18	16	10	8	2	20	5,3
70	20	21	18	12	8	2	20	6,1
60	24	25	19	15	8	2	25	7,0
50	29	30	21	17	8	3	25	8,2
40	35	35	23	20	9	3	25	9,6
30	44	40	25	25	9	3	25	11,2
20	53	50	30	32	10	4	25	14,5

Dla pomiarów ręcznych wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru przedstawia tabela.

Tabela 58. Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru (dla pomiarów ręcznych)

Prędkość [km/h]	Różnica w nominalnej szerokości toru [mm]	Różnica w wysokości położenia toków [mm]	Różnice strzałek na cięciwie 10 m [mm]	Różnice w poziomie od znaków regulacji [mm]	Różnice niwelety od znaków regulacji [mm]	Różnica luzu w stykach na tym samym złączu: max/min [mm]
200	W celach diagnostycznych nie prowadzi się ręcznych pomiarów					
180	W celach diagnostycznych nie prowadzi się ręcznych pomiarów					
160	+6, -4	8	8	10	10	-
140	+8, -5	12	9	10	10	-
120	+9, -7	12	10	10	10	-
100	+10, -7	15	12	15	15	4
80	+10, -8	20	14	15	15	4
70	+12, -8	20	15	15	15	5
60	+15, -8	25	16	15	15	5
50	+17, -8	25	17	15	15	5
40	+20, -9	25	18	20	20	5
30	+25, -9	25	20	30	30	5
20	+35, -10	25	25	35	35	5

Standardowym stosowanym dokumentem jest „Książka kontroli stanu toru”, gdzie notowane są wyniki pomiarów toru i badań technicznych.

Na cyfrowy arkusz badania technicznego rozjazdu/skrzyżowania torów składają się:

- nagłówek zawierający opis rozjazdu/ skrzyżowania torów i lokalizację;
- rysunek schematyczny rozjazdu, na którym przeprowadzono pomiary geometrii;
- tabela danych pomiarowych zawierająca 3 główne wiersze:
 - o wartości właściwe parametru szerokości i dopuszczalne odchylenia w mm,
 - o wartości właściwe parametru przechyłki i dopuszczalne odchylenia w mm,
 - o wartości zbadane w mm szerokości i przechyłki (przekroczenia dopuszczalnych odchyłeń są automatycznie oznaczane kolorem czerwonym);

- dodatkowe informacje, zalecenia i uwagi, takie jak: stwierdzone braki lub rodzaj uszkodzenia czy zalecone obostrzenia eksploatacyjne, temperatura pomiaru, podpis, data;
- skład komisji prowadzącej badania techniczne.

W tabeli przedstawiono przykładowy wzór arkusz badania technicznego dla rozjazdu zwyczajnego.

Tabela 59. Przykładowy wzór arkusz badania technicznego dla rozjazdu zwyczajnego

Stacja		Okreg nast.		Rozjazd nr		Rodzaj i typ		Producent		Wbudowany		Wybudowany		V [km/h]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
				Rz 60E1-2500-1:26,5 ...sb-S, 1:40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
$b_1, b_3 \dots d_1, d_3 \dots \text{tor zasadniczy}$ $w = b_{16} - z$ $p = e - h - i$ $b_2, b_4 \dots d_2, d_4 \dots \text{tor zwrrotny}$ $w_1 = b_{15} - z_1$ $p_1 = e_1 - h_1 - i_1$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="16">Wymiary właściwe szerokości, słobków i dopuszczalne odchylenia [mm]</th> </tr> <tr> <th>a</th><th>b</th><th>b₁</th><th>b₂</th><th>b₃</th><th>b₄</th><th>b₅</th><th>b₆</th><th>b₇</th><th>b₈</th><th>b₉</th><th>b₁₀</th><th>b₁₁</th><th>b₁₂</th><th>b₁₃</th><th>b₁₄</th><th>b₁₅</th><th>b₁₆</th><th>z</th><th>z₁</th><th>c</th><th>c₁</th><th>d₁</th><th>d₂</th><th>d₃</th><th>d₄</th><th>d₅</th><th>d₆</th><th>d₇</th><th>d₈</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1435</td><td>1436</td><td colspan="14">1435</td><td>---</td><td>1435</td><td colspan="10">1435</td> </tr> <tr> <td>+4</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>≥ 58</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+4</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td> </tr> <tr> <td>-2</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>---</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td> </tr> <tr> <th colspan="16">Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]</th> </tr> <tr> <th>d₉</th><th>d₁₀</th><th>d₁₁</th><th>d₁₂</th><th>d₁₃</th><th>d₁₄</th><th>d₁₅</th><th>d₁₆</th><th>d₁₇</th><th>d₁₈</th><th>m</th><th>s</th><th>s₁</th><th>e</th><th>e₁</th><th>e₂</th><th>e₃</th><th>k</th><th>k₁</th><th>f</th><th>f₁</th><th>i</th><th>i₁</th><th>h</th><th>h₁</th><th>p</th><th>p₁</th><th>w</th><th>w₁</th> </tr> <tr> <td colspan="16">1435</td><td>1395</td><td>43</td><td>40</td><td>---</td><td>---</td><td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>+5</td><td>+4</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>≥ 1392</td><td>+3</td><td>+3</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td> </tr> <tr> <td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-3</td><td>-2</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>-1</td><td>-1</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>< 1357</td><td>< 1380</td><td>---</td> </tr> <tr> <th colspan="16">Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]</th> </tr> <tr> <td colspan="16">---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td colspan="10"></td> </tr> <tr> <th colspan="16">Wartości zmierzone w [mm]</th> </tr> <tr> <td colspan="16"></td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td>---</td><td colspan="10"></td> </tr> </tbody> </table>																Wymiary właściwe szerokości, słobków i dopuszczalne odchylenia [mm]																a	b	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃	b ₁₄	b ₁₅	b ₁₆	z	z ₁	c	c ₁	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈	1435	1436	1435														---	1435	1435										+4	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	≥ 58	+5	+4	+4	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	-2	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	---	-3	-2	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]																d ₉	d ₁₀	d ₁₁	d ₁₂	d ₁₃	d ₁₄	d ₁₅	d ₁₆	d ₁₇	d ₁₈	m	s	s ₁	e	e ₁	e ₂	e ₃	k	k ₁	f	f ₁	i	i ₁	h	h ₁	p	p ₁	w	w ₁	1435																1395	43	40	---	---											+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	≥ 1392	+3	+3	---	---	---	---	---	---	---	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-1	-1	---	---	---	---	< 1357	< 1380	---	Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]																---																---	---	---	---	---											Wartości zmierzone w [mm]																																---	---	---	---	---											<p>Stwierdzone braki, potrzebne części do wymiany oraz adnotacje o naprawach</p>		<p>Podpisy osób badających</p>	
Wymiary właściwe szerokości, słobków i dopuszczalne odchylenia [mm]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
a	b	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃	b ₁₄	b ₁₅	b ₁₆	z	z ₁	c	c ₁	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1435	1436	1435														---	1435	1435																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
+4	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	≥ 58	+5	+4	+4	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
-2	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	---	-3	-2	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
d ₉	d ₁₀	d ₁₁	d ₁₂	d ₁₃	d ₁₄	d ₁₅	d ₁₆	d ₁₇	d ₁₈	m	s	s ₁	e	e ₁	e ₂	e ₃	k	k ₁	f	f ₁	i	i ₁	h	h ₁	p	p ₁	w	w ₁																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
1435																1395	43	40	---	---																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	≥ 1392	+3	+3	---	---	---	---	---	---	---																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-1	-1	---	---	---	---	< 1357	< 1380	---																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
---																---	---	---	---	---																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Wartości zmierzone w [mm]																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
																---	---	---	---	---																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

W tabeli zaprezentowano przykładowy wzór arkusz badania technicznego dla skrzyżowania torów.

Tabela 60. Przykładowy wzór arkusz badania technicznego dla skrzyżowania torów.

Stacja		Okreg nast.		Skrzyżowanie nr		Rodzaj i typ		Producent		Wbudowany		Wybudowany		V ₁ =		V ₂ =																																																																																																																																																															
$p = e - h - i$ $p_2 = e_2 - i_4 - i_5$ $p_3 = e_3 - h_1 - i_1$ $p_4 = e_4 - h_2 - i_6$ $p_5 = e_5 - h_3 - i_7$ $p_7 = e_7 - i_8 - i_9$																																																																																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="18">Wymiary właściwe szerokości, słobków i dopuszczalne odchylenia [mm]</th> </tr> <tr> <th>e</th><th>e₁</th><th>e₂</th><th>e₃</th><th>f</th><th>f₁</th><th>f₂</th><th>f₃</th><th>h</th><th>h₁</th><th>i</th><th>i₁</th><th>i₂</th><th>i₃</th><th>i₄</th><th>i₅</th><th>p</th><th>p₁</th><th>p₂</th><th>p₃</th><th>e₄</th><th>e₅</th><th>e₆</th><th>e₇</th><th>f₄</th><th>f₅</th><th>f₆</th><th>f₇</th><th>h₂</th><th>h₃</th><th>h₄</th><th>h₅</th><th>i₆</th><th>i₇</th><th>i₈</th><th>i₉</th><th>i₁₀</th><th>i₁₁</th><th>i₁₂</th><th>i₁₃</th><th>i₁₄</th><th>i₁₅</th><th>p₄</th><th>p₅</th><th>p₆</th><th>p₇</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="18"></td> </tr> <tr> <th colspan="18">Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]</th> </tr> <tr> <td colspan="18"></td> </tr> <tr> <th colspan="18">Wartości zmierzone w [mm]</th> </tr> <tr> <td colspan="18"></td> </tr> </tbody> </table>																		Wymiary właściwe szerokości, słobków i dopuszczalne odchylenia [mm]																		e	e ₁	e ₂	e ₃	f	f ₁	f ₂	f ₃	h	h ₁	i	i ₁	i ₂	i ₃	i ₄	i ₅	p	p ₁	p ₂	p ₃	e ₄	e ₅	e ₆	e ₇	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	i ₆	i ₇	i ₈	i ₉	i ₁₀	i ₁₁	i ₁₂	i ₁₃	i ₁₄	i ₁₅	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇																			Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]																																				Wartości zmierzone w [mm]																																				<p>Stwierdzone braki, potrzebne części do wymiany oraz adnotacje o naprawach</p>		<p>Podpisy osób badających</p>	
Wymiary właściwe szerokości, słobków i dopuszczalne odchylenia [mm]																																																																																																																																																																															
e	e ₁	e ₂	e ₃	f	f ₁	f ₂	f ₃	h	h ₁	i	i ₁	i ₂	i ₃	i ₄	i ₅	p	p ₁	p ₂	p ₃	e ₄	e ₅	e ₆	e ₇	f ₄	f ₅	f ₆	f ₇	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅	i ₆	i ₇	i ₈	i ₉	i ₁₀	i ₁₁	i ₁₂	i ₁₃	i ₁₄	i ₁₅	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇																																																																																																																																		
Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]																																																																																																																																																																															
Wartości zmierzone w [mm]																																																																																																																																																																															
<p>Uwagi:</p>																																																																																																																																																																															
<p>Uwagi:</p>																																																																																																																																																																															

1.6.2.2. Opis oraz zasady zastosowania strzałkomierzy w diagnostyce infrastruktury kolejowej

Strzałkomierz (lub sprzęt geodezyjny, lub inny sprzęt) służy do kontroli strzałek. Metoda pomiaru strzałek na stałej cięciwie o długości zależnej od typu rozjazdu jest stosowana do kontroli krzywizny. Pomiar jest wykonywany w toku zewnętrznym z dokładnością do ± 1 mm. Jednak pomiaru strzałek nie można wykonywać w rozjazdach:

- a) zwyczajnych o promieniu toru zwrotnego $R < 190$ m,
- b) zwyczajnych o promieniu $R = 215$ m i skosie rozjazdu 1:4,8,
- c) łukowych symetrycznych o promieniu $R \leq 215$ m,
- d) krzyżowych pojedynczych i podwójnych,
- e) podwójnych jednostronnych i dwustronnych,
- f) w torach rozjazdów łukowanych, w których promień jest mniejszy od 215 m lub większy od 4000 m.

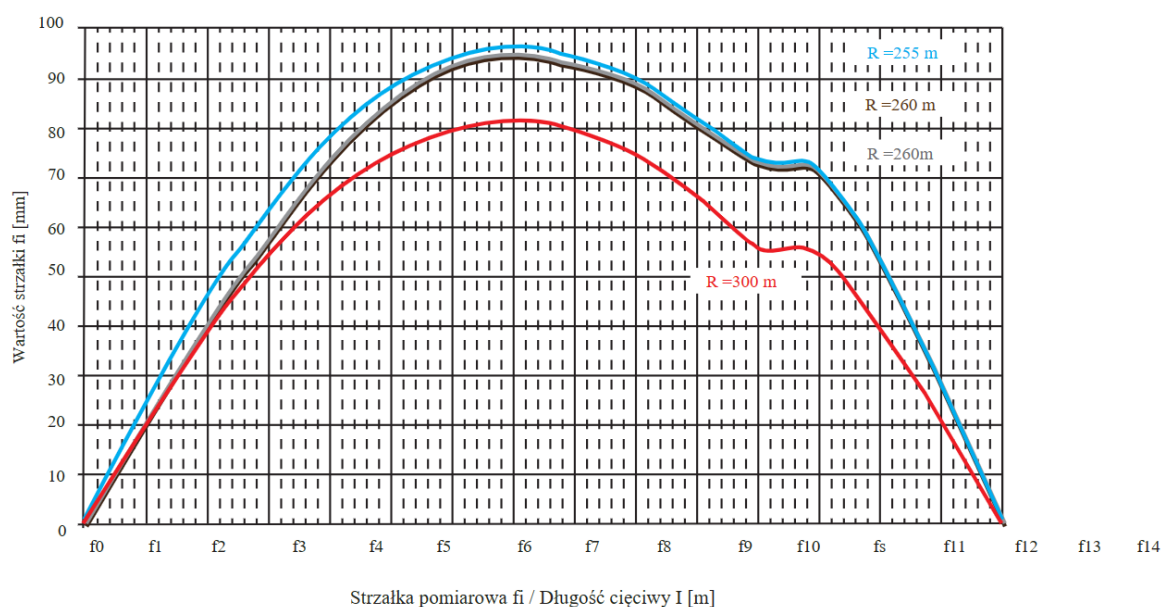
Skosem rozjazdu w rozjeździe podstawowym nazywamy tangens kąta zawartego pomiędzy styczną do osi toru odgałęźnego, wyznaczoną na końcu rozjazdu, a osią toru zasadniczego; wyrażony w postaci ułamka w którym licznik jest zawsze liczbą 1, np. 1:9, 1:12, 1:14, 1:18,5 itp.; w rozjazdach łukowych skos rozjazdu nie ulega zmianie w stosunku do rozjazdu podstawowego. Na zdjęciu przedstawiono zamontowany strzałkomierz w terenie.

Zdjęcie 35. Zamontowany strzałkomierz w terenie



Po pomiarach następuje interpretacja graficzna strzałek montażowych, które zostały zaprezentowane w postaci wykresu strzałek teoretycznych, uzyskanych na podstawie wartości strzałek projektowanych. Wykres strzałek montażowych istniejących (uśrednionych) z pomiaru poszczególnymi przyrządami przedstawiono na przykładowym rysunku poniżej. Oprócz strzałkomierza, strzałki można zmierzyć przykładnicą magnetyczno-pomiarową z linką pomiarową, przykładnicą magnetyczno-pomiarową z dalmierzem laserowym lub smyczkiem pomiarowym z adapterem smyczka pomiarowego.

Rysunek 109. Przykładowe wykresy strzałki montażowej



Oznaczenia :

- Wartość strzałki projektowanej
- Wartość strzałki średniej istniejącej - pomiar przyrządem drutowym
- Wartość strzałki średniej istniejącej - pomiar przykładnicą z linką pomiarową
- Wartość strzałki średniej istniejącej - pomiar przykładnicą z dalmierzem laserowym

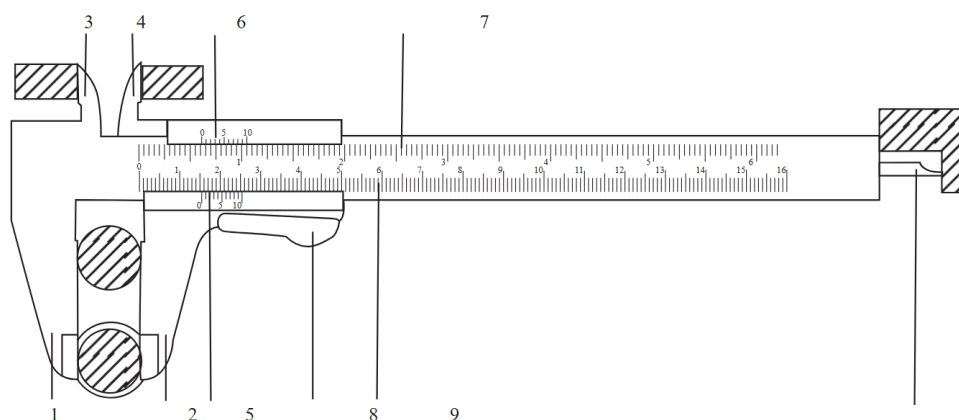
Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru (dla pomiarów ciągłych wykonanych drewnianą pomiarową i toromierzem elektronicznym) przedstawiono w tabeli w pkt. 1.5.2.1.

1.6.2.3. Opis oraz zasady zastosowania suwmiarek do pomiarów szyn kolejowych

Suwmiarka stosowana jest do wykonywania różnego rodzaju pomiarów, w tym pomiarów długości, średnicy oraz grubości. Dokładność z jaką tego typu działanie jest wykonywane wahać się może od 0,1 mm i więcej. Jednak wykorzystanie suwmiarki daje

pomiary zbyt mało dokładne, a pomiar wymaga zbyt wiele czasu lub daje niewystarczającą ilość informacji.

Rysunek 110. Przykładowy schemat budowy suwmiarki

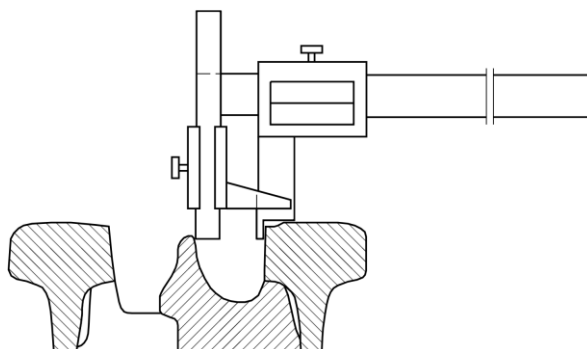


1 – Stała szczęka do pomiaru wymiarów zewnętrznych; 2 – Ruchoma szczęka do pomiaru wymiarów zewnętrznych; 3 – Stała szczęka do pomiaru wymiarów wewnętrznych; 4 – Ruchoma szczęka do pomiaru wymiarów wewnętrznych; 5 – Noniusz zwiększający dokładność pomiarową do 0,1[mm]; 6 – Noniusz zwiększający dokładność pomiarową do 1/128 cala; 7 – Podziałka calowa z dokładnością 1/16 cala - oznaczone pełne cale; 8 – Dźwignia zacisku ustalającego położenie przesuwnej szczęki; 9 – Podziałka milimetrowa; 10 – Głębokościomierz, do pomiarów głębokości i wymiarów mieszanych

W celu wykonania pomiarów umieszcza się w szczękach suwmiarki badany przedmiot i przesuwa suwak tak, by płaszczyzny stykowe szczęk zetknęły się z krawędzią przedmiotu. Wymiary odczytywane są na podziałce: zerowa kreska noniusza (na głównej podziałce) wskazuje pełną liczbę milimetrów, a numer kreski noniusza pokrywającego się z kreską skali głównej - liczbę po przecinku. Suwmiarką z noniuszem można dokonywać pomiarów z dokładnością do: 0,1 mm, 0,05 mm czy 0,02 mm.

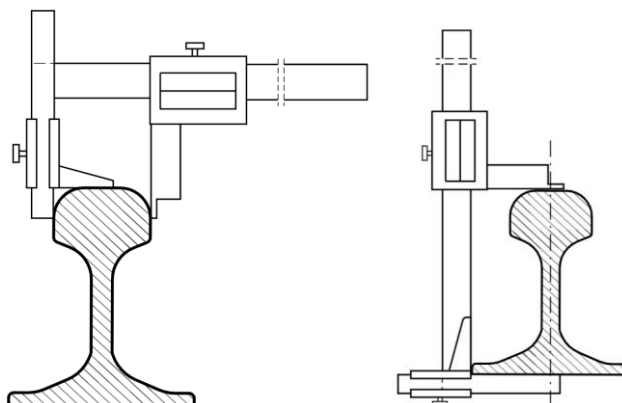
Do pomiaru zużycia części rozjazdowych wykorzystuje się suwmiarkę rozjazdową. Uzyskane wyniki są później porównywane z wielkościami nominalnymi znajdującymi się w dokumentacji technicznej. Przykładowy pomiar suwmiarką żłobków (krzyżownicy) przedstawia rysunek.

Rysunek 111. Przykładowy pomiar suwmiarką żłobków (krzyżownicy)



Pomiar suwmiarką zużycia bocznego oraz pionowego części stalowych rozjazdów oraz skrzyżowań torów (szyn) prezentuje rysunek.

Rysunek 112. Przykładowy pomiar suwmiarką zużycia bocznego oraz pionowego części stalowych rozjazdów oraz skrzyżowań torów (szyn)



1.6.2.4. Opis oraz zasady zastosowania innych narzędzi pomiarowych w diagnostyce infrastruktury pomiarowej

W celu diagnostyki infrastruktury pomiarowej wykorzystuje się szereg urządzeń kolejowych. Podstawowymi urządzeniami kolejowymi są m.in. falistomierz, profilomierz torowy, niwelator torowy, teodolit.

Falistomierz jest przyrządem służącym do pomiaru falistości szyny. Identyfikacja i ocena nierówności profilu podłużnego szyny przyczynia się do wpływu na zużycie i komfort jazdy. Powstające zużycie faliste na powierzchni toczonej szyn, powoduje drgania i hałas w czasie przejazdu pociągu. Amplituda fali wynosząca już 0,05 mm i więcej, jest bardzo wyraźnie odczuwalna jako wzrost hałasu, a ponadto wpływa na rozluźnianie podsypki. Dominującą postacią zużycia falistego szyn w Polsce jest zużycie o długości fal 25÷80 mm (tzw. fale „krótkie”). Doświadczenia zagraniczne

wskazują, iż zjawisko to występuje zazwyczaj na szynach, po których kursują szybkie pociągi pasażerskie, a ruch towarowy jest ograniczony lub wcale nie występuje.

Zdjęcie 36. Falistość szyny w terenie



Elektroniczne urządzenie pomiarowe zapewnia dokładny i skuteczny pomiar zgodnie z wymogami. Jest pomocne w określeniu terminu przeprowadzania niezbędnych napraw takich jak szlifowanie i frezowanie szyn. Służy do kontroli jakości i odbioru prac naprawczych. Czujniki pomiarowe falistomierza znajdują się w bezpośrednim kontakcie z górną powierzchnią szyny kolejowej. Zebrane dane są podstawą do analizy wyników pomiarów. Przykład falistomierza przedstawiono na zdjęciu.

Zdjęcie 37. Falistomierz w terenie



Profilomierze torowe są przydatne na wszystkich etapach powstawania i eksploatacji kół kolejowych. Profilomierze wykorzystywane są do pomiaru zużycia powierzchni tocznej główki szyny S60 lub szyny S49. Pomiar zużycia szyny wykonywany jest:

- w osi pionowej szyny (zużycie pionowe);
- 15 mm poniżej powierzchni tocznej (zużycie boczne).

Zakłada się, że powierzchnią bazową, do której odnosi się pomiar zużycia jest spodnia powierzchnia główki szyny oraz szyjka szyny. Podziałki przyrządu przedstawiają wartość zużycia szyny z dokładnością ± 1 mm. Po wykonaniu serii pomiarów ich wyniki przenosi się do pamięci komputera w celu dalszej analizy. Przykładowe zobrazowanie profilomierza torowego w terenie przedstawia zdjęcie.

Zdjęcie 38. Profilomierz torowy w terenie



Niwelator (niwelacja geometryczna) lub tachimetr (niwelacja trygonometryczna) służą do pomiarów terenu w zależności od metody, potrzeb i możliwości. **Niwelacja** jest określeniem geodezyjnego wyznaczania różnic wysokości między mierzonymi punktami terenowymi. Niwelacja trygonometryczna wyznacza różnice wysokości na podstawie kierunku pionowego i odległości poziomej. Niwelacja geometryczna polega na pomiarze poziomej osi celowej ustawionej na pionowo na mierzonych punktach łaty niwelacyjnej i charakteryzuje się wyższą dokładnością. **Niweleta toru** to przebieg osi toru w rzucie na płaszczyznę pionową.

Nowoczesne niwelatory pozwalają wykonać precyzyjny pomiar z dokładnością (odchyleniem standardowym na 1 km) na poziomie 0,1-0,3 mm. Przykładem jest niwelator, którego przykład przedstawiono na zdjęciu poniżej. Niwelator ten zapewnia dokładność podwójnej niwelacji ciągu o długości 1 km - 0.3 mm (przy pomiarze na łaty inwarowe). Spełnia to wymagania zakładania kolejowej osnowy wysokościowej.

Zdjęcie 39. Niwelator w terenie



Niwelacja geometryczna jest stosowana w celu wykonania dokładnych profili podłużnych oraz poprzecznych (budowlanych lub eksploatacyjnych) linii kolejowych w kontekście geodezyjnej osnowy kolejowej.

Dla prac niewymagających wysokiej precyzji stosuje się metodę biegunową 3D (zawierającą niwelację trygonometryczną), która jest tutaj wystarczająca. Tachymetria jest techniką pomiarową polegającą na sytuacyjno-wysokościowym pomiarze szczegółów terenowych z zastosowaniem metody biegunowej. W metodzie biegunowej 3D współrzędne przestrzenne mierzonego punktu są wyznaczone w oparciu o pomiar kierunku poziomego, pionowego oraz odległości. Pomiar tachymetryczny przeprowadzany jest z wykorzystaniem reflektora pryzmatycznego. Część tachimetrów ma opcję pomiaru bezreflektorowego (IR), która umożliwia zmierzenie trudno dostępnych obiektów poprzez bezpośrednie celowanie na ich powierzchnię. Przykładowe zobrazowanie tachimetru przedstawia zdjęcie.

Zdjęcie 40. Tachymetr w terenie



Teodolit jest sprzętem przeznaczonym głównie do wyznaczania pionowości, tyczenia linii prostych, wyznaczania kątów i spadków. Prace pomiarowe teodolitami prowadzone są na etapie wykonawczym, jak i podczas kontrolowania zrealizowanych robót. Zaletą teodolitów jest bardzo łatwa obsługa.

Istnieją dwa rodzaje teodolitów:

- modele z optycznym systemem odczytowym – charakteryzują się prostotą budową i niezawodnością. Nie wymagają zasilania i można ich używać praktycznie w każdej sytuacji na placu budowy,
- instrumenty elektroniczne – pozwalają dużo szybciej wykonywać pomiary; odczyty mierzonych kątów poziomych i pionowych wyświetlane są od razu na ekranie instrumentu. Użytkownik może w nim zmieniać jednostki pomiarowe kątów poziomych (stopnie, grady) i pionowych (stopnie, grady, procenty). Występują w wielu konfiguracjach.

Przykład teodolitu przedstawiono na zdjęciu.

Zdjęcie 41. Teodolit w terenie



1.7. Opis oraz zasady zastosowania specyficznych wymagania formalno-prawnych dla innych podmiotów kolejowych zwolnionych z obowiązku uzyskania autoryzacji jako zarządcy infrastruktury kolejowej

Warunki techniczne oraz zasady i wymagania dotyczące bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego, utrzymania infrastruktury kolejowej (nawet wąskotorowej) oraz zasady i wymagania organizacyjne związane z utrzymaniem i eksploatacją pojazdów kolejowych określają przepisy wewnętrzne. Prezes Urzędu Transportu Kolejowego (UTK) nie zatwierdza przepisów wewnętrznych. Przepisy wewnętrzne zarządcy infrastruktury ograniczają się do następujących rodzajów instrukcji kolei wąskotorowej:

- Instrukcja o prowadzeniu ruchu kolejowego,
- Instrukcja o sygnalizacji,
- Instrukcja o utrzymaniu infrastruktury (obejmująca m.in. nawierzchnię kolejową, podtorze, budowle kolejowe, urządzenia srk, przejazdy kolejowo-drogowe),
- Instrukcja obejmująca zdarzenia kolejowe.

Instrukcja o prowadzeniu ruchu kolejowego oraz instrukcja o sygnalizacji są sporządzane zgodnie z przepisami mówiącymi o ogólnych warunkach prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji. Instrukcja o utrzymaniu infrastruktury kolejowej uwzględnia wytyczne przepisów w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie, ale także dokumentacji technicznej.

W przepisach wewnętrznych zarządcy infrastruktury dotyczących utrzymania powinny zostać określone sposoby dokonywania diagnostyki nawierzchni kolejowej; częstotliwości wykonywania pomiarów parametrów torów i rozjazdów; wymiary nominalne elementów; dopuszczalne wymiary graniczne dla mierzonych parametrów; zasady wykonywania niezbędnych napraw i prowadzenia dokumentacji diagnostyki nawierzchni (tj. książki kontroli stanu toru, książki kontroli obchodów, dziennika oględzin rozjazdów itd.).

Zgodnie z przepisami ustawy o transporcie kolejowym, **świadectwo bezpieczeństwa** jest dokumentem potwierdzającym zdolność bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego i wykonywania przewozów kolejowych wydawanym

podmiotom zwolnionym z obowiązku uzyskania certyfikatu bezpieczeństwa i **autoryzacji bezpieczeństwa**. Autoryzacja jest dokumentem potwierdzającym ustanowienie przez zarządcę infrastruktury systemu zarządzania bezpieczeństwem oraz zdolność spełniania przez niego wymagań niezbędnych do bezpiecznego projektowania, eksploatacji i utrzymania infrastruktury kolejowej. Prezes UTK wydaje autoryzację bezpieczeństwa na wniosek zarządcy infrastruktury kolejowej na okres 5 lat i na wniosek zarządcy infrastruktury przedłuża jej ważność co 5 lat. **Podmiotami zwolnionymi** z tego obowiązku są m.in. zarządcy infrastruktury i przewoźnicy prowadzący działalność na kolei wąskotorowej. Prezes Urzędu Transportu Kolejowego przedłuża lub zmienia świadectwo bezpieczeństwa na wniosek zarządcy infrastruktury kolejowej zwolnionego z obowiązku uzyskania autoryzacji bezpieczeństwa, przewoźnika kolejowego zwolnionego z obowiązku uzyskania jednolitego certyfikatu bezpieczeństwa, użytkownika bocznic kolejowej lub przedsiębiorcy zarządzającego infrastrukturą i wykonującego przewozy w metrze.

Zarządca wąskotorowej infrastruktury kolejowej powinien opracować regulamin techniczny. Taką konieczność wprowadzają przepisy w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji. Regulamin kolei wąskotorowej zawiera m.in. elementy przedstawione w tabeli poniżej.

Tabela 61. Zakres regulaminu kolei wąskotorowej

Lp.	Zakres regulaminu kolei wąskotorowej	Opis
1.	Opis techniczny linii kolejowych	długości linii kolejowych; rodzaje i typy rozjazdów oraz skrzyżowań torów; położenie zasadnicze rozjazdów w torach; sposób przestawiania zwrotnic w rozjazdach; uzależnienia zwrotnic rozjazdów i wykolejnic; określenie prędkości maksymalnych na liniach kolejowych; posterunki ruchu oraz ich obsadę; kolejowe obiekty inżynierskie; przejazdy kolejowe i przejścia dla pieszych w poziomie szyn; usytuowanie bram kolejowych; sygnaty, wskaźniki i tablice; środki łączności
2.	Zasady prowadzenia ruchu kolejowego na liniach kolejowych	układanie drogi przebiegu; prędkość jazd pociągowych; dozwolona liczba wagonów w składzie pociągu
3.	Warunki prowadzenia pracy manewrowej na terenie stacji wąskotorowej	sposoby wykonywania manewrów; maksymalne prędkości jazd manewrowych; usytuowanie pojazdów w składzie manewrowym; sprzęganie i rozprzęganie wagonów i lokomotyw; obsada drużyn trakcyjnych i ich wyposażenie; jazdy manewrowe przez przejazdy i przejścia dla pieszych; dozwolona liczba wagonów; zabezpieczenie pojazdów przed zbiegnięciem; gospodarka płozami hamulcowymi i ich użytkowanie

Lp.	Zakres regulaminu kolei wąskotorowej	Opis
4.	Nadzór nad stanem technicznym i utrzymaniem obiektów i urządzeń infrastruktury kolejowej	prowadzenie dokumentacji technicznej posterunków ruchu i ich wyposażenie; dokonywanie oględzin rozjazdów; wykonywanie obchodów torów; wykonywanie badań stanu toru oraz pomiarów rozjazdów
5.	Postępowanie w razie wypadków z ludźmi lub wypadku z taborem kolejowym	
6.	Wymagania kwalifikacyjne dla pracowników związanych z transportem kolejowym	w tym np. dla pracowników obsługujących hamulce ręczne
7.	Wykaz telefonów zarządcy infrastruktury i przewoźnika kolejowego oraz telefonów alarmowych	
8.	Zasady BHP	
9.	Postanowienia końcowe	rozdzielnik regulaminu; obowiązek wprowadzania zmian i uzupełnień w treści regulaminu; obowiązek przyjęcia treści regulaminu do wiadomości i stosowania
10.	Skorowidz zmian i uzupełnień w treści regulaminu	
11.	Załączniki do regulaminu	plan schematyczny linii, stacji z naniesionymi danymi charakterystycznych punktów, urządzeń i obiektów oraz z naniesioną kilometracją; plan schematyczny urządzeń zabezpieczenia sterowania ruchem kolejowym

Z regulaminem technicznym zapoznani zostają pracownicy zarządcy oraz przewoźnika kolejowego wykonującego przewozy. Zarządca infrastruktury kolejowej prowadzi rejestr osób, które zapoznały się z treścią tego regulaminu.

1.8. Zasady nadzoru na infrastrukturą kolejową. Przedstawienie wykazu najczęściej występujących nieprawidłowości w infrastrukturze kolejowej

Prezes Urzędu Transportu Kolejowego jest centralnym organem administracji rządowej będącym krajową władzą bezpieczeństwa i krajowym regulatorem transportu kolejowego w rozumieniu przepisów Unii Europejskiej z zakresu bezpieczeństwa, interoperacyjności i regulacji transportu kolejowego. Jest właściwym w sprawach m.in. nadzoru technicznego nad eksploatacją i utrzymaniem infrastruktury kolejowej, bezpieczeństwa ruchu kolejowego, interoperacyjności i spójności technicznej transportu kolejowego. Prezes UTK jest organem nadzoru rynku w rozumieniu

przepisów mówiących o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku oraz przepisów dotyczących praw i obowiązków pasażerów w ruchu kolejowym.

Prezes UTK nakazuje, w drodze decyzji, usunięcie nieprawidłowości w określonym terminie w razie stwierdzenia naruszenia przepisów dotyczących obowiązków zarządców, przewoźników kolejowych oraz użytkowników bocznic kolejowych w zakresie bezpieczeństwa transportu kolejowego. Prezes UTK, w drodze decyzji może niezwłocznie po stwierdzeniu, że dalsza eksploatacja infrastruktury kolejowej wiąże się z istotnym ryzykiem dla bezpieczeństwa ruchu kolejowego lub bezpieczeństwa przewozu osób lub rzeczy, wstrzymuje ruch kolejowy lub wprowadza jego ograniczenia na drodze kolejowej, której dotyczy ryzyko.

W zakresie najczęściej występujących nieprawidłowości w infrastrukturze kolejowej pojawiają się wady podtorza. **Podtorze mające wady** posiada zmniejszoną przydatności do eksploatacji lub też jest całkowicie nieprzydatne do eksploatacji w wyniku zbyt dużych odkształceń tej budowli, jej uszkodzeń, zmian wymagań itp. Podtorze zagrożone również jest uważane za podtorze z wadą – zwłaszcza, gdy przewidywane skutki wystąpienia wady są poważne.

Wady podtorza zalicza się do jednej z następujących grup:

- A - najczęściej spotykane w eksploatacji uszkodzenia, odkształcenia i zagrożenia, wynikające ze stopniowego starzenia się podtorza w wyniku ciągłych przemieszczeń gruntów, zmiennych temperatur, działania wody, oddziaływań eksploatacyjnych i zmian zachodzących w otoczeniu podtorza,
- B - uszkodzenia i zagrożenia rzadziej spotykane w eksploatacji; przyczynami mogą być np. wypadki kolejowe, wyjątkowo niekorzystne warunki klimatyczne,
- C - odchyłki od obowiązujących norm; w ich wyniku podtorze zmniejsza lub traci swoją przydatność do dalszej eksploatacji pomimo braku uszkodzeń.









Tabela 62. Klasyfikacja wad podtorza

A - w normalnej eksploatacji	B - wywołane przez czynniki w małym stopniu zależne od kolei	C - odchylenia od obowiązujących norm
<ul style="list-style-type: none"> • A.1. - uszkodzenia torowiska: <ul style="list-style-type: none"> • A.1.1 - koryta poprzeczne; • A.1.2. - niecki podsypkowe; • A.1.3. - worki podsypkowe; • A.1.4. - gniazda podsypkowe; • A.1.5. - wysadziny; • A.2. - uszkodzenia skarp: <ul style="list-style-type: none"> • A.2.1. - zmycie gruntów skarp; • A.2.2. - sptywy, zsuwy lub wyluszczenia powierzchni skarp; • A.2.3. - głębokie osunięcia skarp; • A.2.4. - sufozyjne uszkodzenia dolnych części skarp; • A.2.5. - osypiska; • A.2.6. - obwały pojedynczych małych odłamków skalnych; • A.2.7. - obwały duże; • A.2.8. - uszkodzenia stromych skarp przekopów w lessach; • A.3. - uszkodzenia podtorza: <ul style="list-style-type: none"> • A.3.1. - zsunienia nasypów; <ul style="list-style-type: none"> • A.3.1.1. - na rumoszu skalnym; • A.3.1.2. - na zboczu lub po dnie błota; • A.3.2. - osiadania i rozpełzania nasypów; • A.3.3. - osuwiska; • A.3.4. - osiadania nasypów na słabszych podłożach: <ul style="list-style-type: none"> • A.3.4.1. - bez wypierania gruntów podłoża; • A.3.4.2. - z wypieraniem gruntów podłoża; • A.3.5. - szkody górnicze: <ul style="list-style-type: none"> • A.3.5.1. - odkształcenia ciągłe; • A.3.5.2. - odkształcenia nieciągłe; • A.3.6. - zapadliska: <ul style="list-style-type: none"> • A.3.6.1. - krasowe; • A.3.6.2. - sufozyjne; • A.3.6.3. - na błotach; • A.3.7. - wypieranie gruntów w przekopach. 	<ul style="list-style-type: none"> • B.1. - rozmycia rowów; • B.2. - zamulenia rowów i drenaży podziemnych; • B.3. - rozmycia skarp podtorza na terenach zalewowych; • B.4. - zalania podtorza; • B.5. - rozmycia podłoży nasypów; • B.6. - uszkodzenia (zagrożenia) podtorza przez parowy; • B.7. - potoki i lawiny błotne; • B.8 - lawiny lub obwały śnieżne; • B.9. - zalodzenia podtorza; • B.10. - zasypianie podtorza piaskiem; • B.11. - rozwianie skarp i części krawędziowych podtorza; • B.12. - uszkodzenia lub zagrożenia w wyniku awarii, katastrof. 	<ul style="list-style-type: none"> • C.1. - braki i zawężenia ław torowisk; • C.2. - zwiększone pochylenia skarp; • C.3. - odkłady odsieków na skarpach, ławach i w rowach; • C.4. - brak, niewłaściwe położenie lub konstrukcja ciągów odwadniających; • C.5. - nadmierne sprężyste osiadania torowiska; • C.6. - efekty progowe.

Na zdjęciach przedstawiono przykładowe wady podtorza.

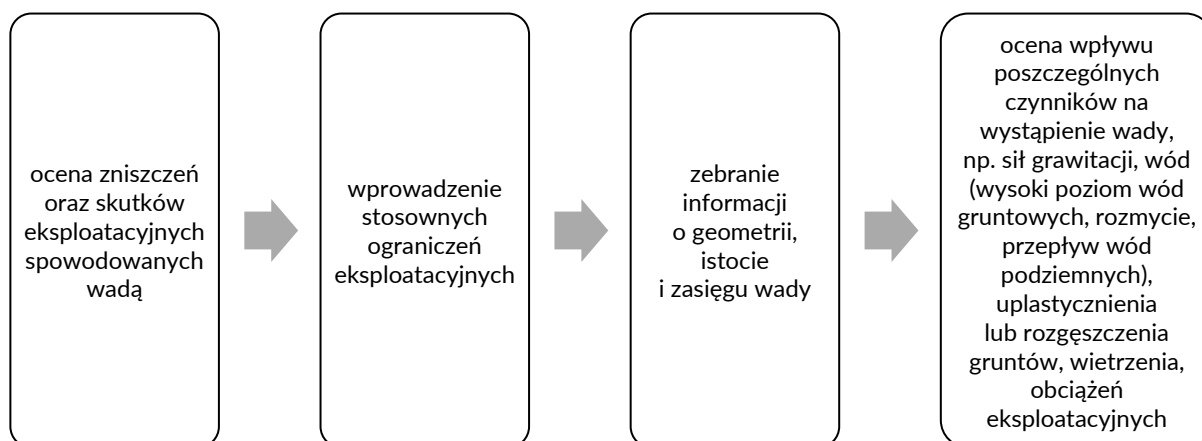
Zdjęcie 42. Przykładowe wady podtorza w terenie



Przykładowe wady podtorza w terenie	
Zapadlisko pod torem 	Pęknięty podkład drewniany 
Zakrzywiony podkład drewniany 	Wybrzuszony podkład drewniany 
Całkowicie zniszczone podkłady kolejowe wraz z podtorzem 	Brak przytwierdzenia szyny do podkładów 
Zniekształcone podtorze 	Wymycie podsypki spod podkładów 

W przypadku wystąpienia wady podtorza należy podjąć działania, które przedstawiono na rysunku.

Rysunek 113. Działania w przypadku wystąpienia wady podtorza

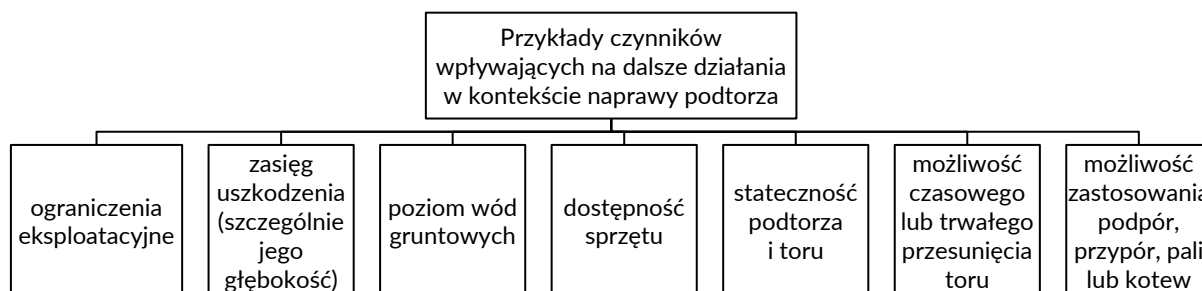


Do określenia zasięgu wady wykorzystuje się m.in. pomiary:

- 1) przemieszczeń powierzchni (np. szyn lub reperów, zmian pochyłeń),
- 2) przemieszczeń na przyjętych głębokościach (np. pomiary osiadań lub określanie powierzchni poślizgu za pomocą rur z tworzyw sztucznych),
- 3) piezometryczne poziomów wód i ciśnienia porowego.

Przed przystąpieniem do trwałej naprawy podtorza rozważa się celowość wykonania prac wstępnych. Do takich prac zalicza się np. tymczasowe wzmocnienie w celu umożliwienia eksploatacji toru, uszczelnienie pęknięć, zabezpieczenie przed wodami opadowymi, naprawę drenaży i odprowadzenie wód powierzchniowych. Dalsze działania są uzależnione m.in. od czynników, których przykład przedstawiono na rysunku.

Rysunek 114. Przykłady czynników wpływających na dalsze działania w kontekście naprawy podtorza



Dla odcinka podtorza z wykrytą wadą należy założyć kartę ewidencyjną słabego (zagrożonego) miejsca w podtorzu.

II. BUDOWA I EKSPLOATACJA ROZJAZDÓW KOLEJOWYCH I SKRZYŻOWAŃ TORÓW KOLEJOWYCH

2. Opis i zastosowanie rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów kolejowych w infrastrukturze kolejowej

2.1. Opis i zasady stosowania dla rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów kolejowych

W kształtowaniu układów torowych projektowane są różnorodne połączenia i skrzyżowania poszczególnych torów. Do tego celu służą rozjazdy, a także skrzyżowania torów. Zastosowanie znajdują również obrotnice lub przesuwnice.

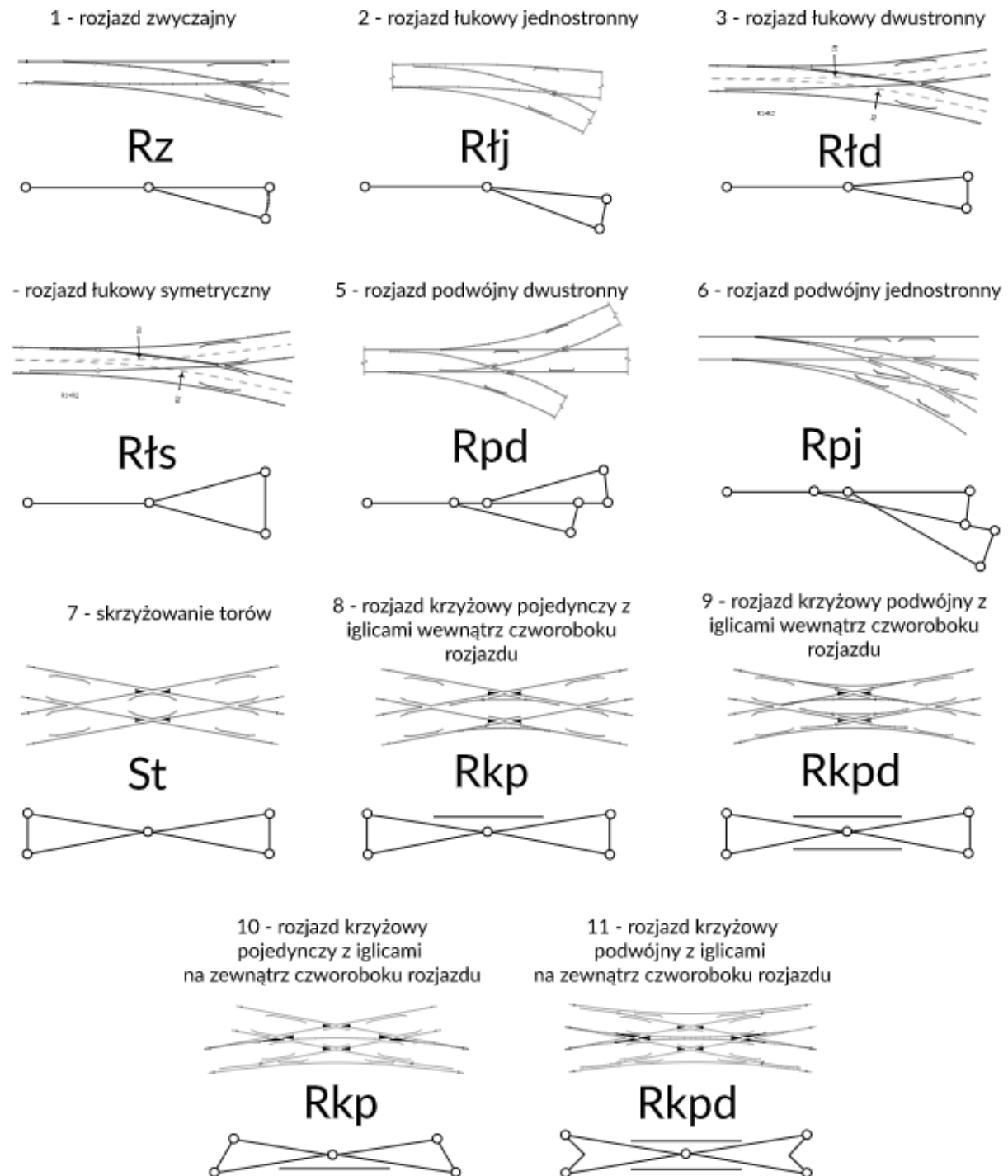
2.1.1. Zastosowanie różnych rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów kolejowych

Rozjazd jest specjalną konstrukcją wielotorową wykonywaną z szyn, kształtowników stalowych oraz innych elementów, umożliwiającą przejazd pojazdów kolejowych z jednego toru na drugi z określoną prędkością. Rozjazdy dzieli się na cztery zasadnicze rodzaje:

- a) rozjazdy zwyczajne;
- b) rozjazdy podwójne;
- c) rozjazdy krzyżowe:
 - z iglicami wewnątrz czworoboku rozjazdu (tzw. angielskie) – pojedyncze i podwójne,
 - z iglicami na zewnątrz czworoboku rozjazdu (tzw. systemu Bäslera) pojedyncze i podwójne;
- d) rozjazdy łukowe.

Ogólne układy geometryczne niniejszych rozjazdów, ich oznaczenia literowe oraz oznaczenia schematyczne stosowane na planach sytuacyjnych przedstawiono na rysunku.

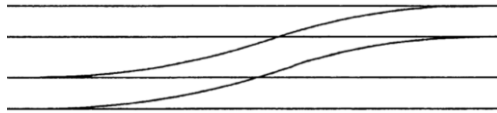
Rysunek 115. Układy oraz oznaczenia opisowe i schematyczne rozjazdów



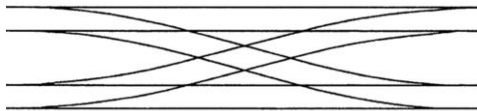
Inne oznaczenia rodzaju rozjazdu:

- a) Rps – rozjazd podwójny symetryczny,
- b) Sc – środkowa część do podwójnych połączeń torów,
- c) Pjpt – pojedyncze połączenie torów,
- d) Pdpt – podwójne połączenie torów.

Rysunek 116. Schemat pojedynczego połączenia torów



Rysunek 117. Schemat podwójnego połączenia torów



Połączenie torów jest budowlą wykonaną z użyciem rozjazdów/ skrzyżowań torów oraz odcinków pośrednich ułożonych pomiędzy lub stycznych do rozjazdów/ skrzyżowań torów, umożliwiającą przejazd pojazdów szynowych pomiędzy określonymi torami posterunku ruchu. Przez **drogę rozjazdową (drogę zwrotnicową)** rozumie się wybrane połączenie lub połączenia torów w głowicy rozjazdowej, umożliwiające przejazd pojazdów szynowych pomiędzy określonymi torami. **Głowica rozjazdowa** jest grupą rozjazdów, skrzyżowań torów oraz elementów pośrednich tworzących połączenia pomiędzy torami, zlokalizowana w obrębie posterunku ruchu, o określonych parametrach geometrycznych i konstrukcyjnych.

Rozjazdy zwyczajne posiadają dwa kierunki jazdy:

- na wprost (po tzw. torze zasadniczym),
- na odgańczeniu (po tzw. torze zwrotnym).

W zależności od kierunku odgańczenia rozjazd może być prawy (prawostronny) lub lewy (lewostronny).

Rozjazdy podwójne charakteryzują się trzema kierunkami jazdy:

- na wprost,
- na dwa odgańczenia.

W zależności od ułożenia odgałęzień rozróżnia się rozjazdy podwójne jednostronne, dwustronne i symetryczne. W zależności od kolejności ułożenia wjazdów na poszczególne odgałęzienia rozjazdy te dzielą się także na:

- prawostronne,
- lewostronne.

Rozjazdy krzyżowe dzielą się na pojedyncze i podwójne. Mogą one posiadać iglice położone wewnątrz czworoboku rozjazdu lub iglice leżące poza czworobokiem rozjazdu. Rozjazdy krzyżowe pojedyncze mają trzy kierunki jazdy, a rozjazdy krzyżowe podwójne – cztery.

Rozjazdy łukowe powstają z wyginania rozjazdów zwyczajnych oraz krzyżowych. Mają zastosowanie w przypadku potrzeby ułożenia odgałęzień lub połączeń torów w łukach poziomych. W zależności od sposobu wyginania otrzymuje się rozjazdy łukowe jednostronne i dwustronne. Rozjazdy dwustronne mogą być niesymetryczne lub symetryczne.

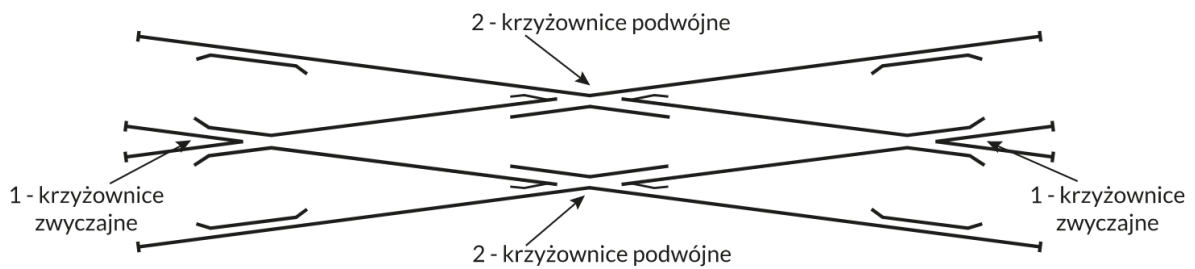
Pod względem geometrycznym rozjazdy dzielą się:

- według promienia łuku toru zwrotnego (2500 m, 1200 m, 760 m, 500 m, 300 m, 265 m, 245 m, 230 m, 205 m, 190 m, 140 m);
- według skosów rozjazdów:
 - rozjazdy o małym skosie (1:26,5; 1:18,5; 1:14; 1:12; 1:10),
 - rozjazdy o skosie zasadniczym (1:9),
- rozjazdy o dużym skosie (1:7,5; 1:7; 1:6,6; 1:4,8).

Pod względem konstrukcyjnym rozjazdy dzielimy według typów szyn użytych do budowy rozjazdu – np. 60E1, 49E1 itd. Rozjazdy tego typu mogą też występować w odmianach: spawanej, niespawanej i przeznaczonej do izolacji.

Skrzyżowanie torów znajduje się w miejscu przecięcia się dwóch torów w jednym poziomie. Umożliwia ono przejazd całych pociągów po jednym torze pod różnymi kątami względem drugiego toru. Skrzyżowanie torów zbudowane jest z dwóch krzyżownic zwyczajnych, dwóch krzyżownic podwójnych oraz z szyn łączących. Schemat skrzyżowania torów przedstawiono na rysunku.

Rysunek 118. Skrzyżowanie torów



Na zdjęciu przedstawiono przykładowe skrzyżowanie torów.

Zdjęcie 43. Przykładowe skrzyżowanie torów



Istnieją również sploty torowe. Występują one, gdy następuje połączenie lub zbliżenie dwóch lub więcej torów, w którym możliwe jest jednoczesne poruszanie pojazdu szynowego tylko po jednym z nich. Splot dwóch torów może występować w miejscu o ograniczonej szerokości (np. most, tunel). Splotem torów nazywa się też tor, po którym mogą się poruszać pojazdy przystosowane do różnej szerokości toru, mający jedną szynę wspólną dla obu systemów.

Zdjęcie 44. Przykład splotu torów

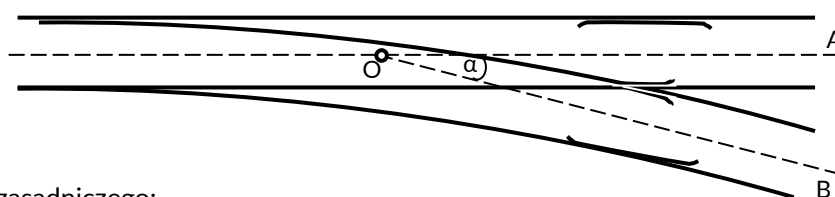


2.1.2. Opis oraz zasady definiowania i zastosowania oznaczeń dla rozjazdów kolejowych

Na torach stosuje się różne rozjazdy, na które wpływa typ szyny, promień łuku toru zwrotnego (długość) i skos (odchylenie). Długość i promień łuku toru zwrotnego rozjazdu wpływa na maksymalną prędkość przejazdu pociągu na inny tor. Im ten promień jest większy, tym większy łuk rozjazdu. Możliwa jest wtedy większa prędkość przejazdu pociągu. W celu zobrazowania i sprecyzowania budowy danego rozjazdu wprowadzono jego szczegółowe oznaczenie. Poniżej przedstawiono zasady oznaczania rozjazdów, podstawowe warunki przy wyborze typu i rodzaju rozjazdu, wyszczególniono rodzaje rozjazdów (zwyčajne i krzyżowe) oraz podział wg:

- typów szyn użytych do ich konstrukcji (np. S60, S49),
- skosu rozjazdu - w rozjeździe podstawowy tangens kąta zawartego pomiędzy styczną do osi toru odgałęźnego, wyznaczoną na końcu rozjazdu, a osią toru zasadniczego,
- promienia łuku toru zwrotnego (dla rozjazdu łukowego również toru zasadniczego).

Rysunek 119. Rysunek geometrii rozjazdu zwyczajnego



- A - oś toru zasadniczego;
- B - oś toru zwrotnego;
- O - środek geometryczny (lub punkt geometryczny rozjazdu);
- α - kąt nachylenia osi toru zasadniczego do stycznej osi toru zwrotnego.

Opisano dopuszczalne prędkości przejazdu przez rozjazdy, przedstawiono:

- podstawowe rozgałęzienia i połączenia torów z wykorzystaniem rozjazdów zwyczajnych,
- umiejscowienia ukresów,
- zasady układania rozjazdów w drogach zwrotnicowych i ich kształtowanie (wraz z przykładowymi schematami obrazującymi rodzaje dróg zwrotnicowych).

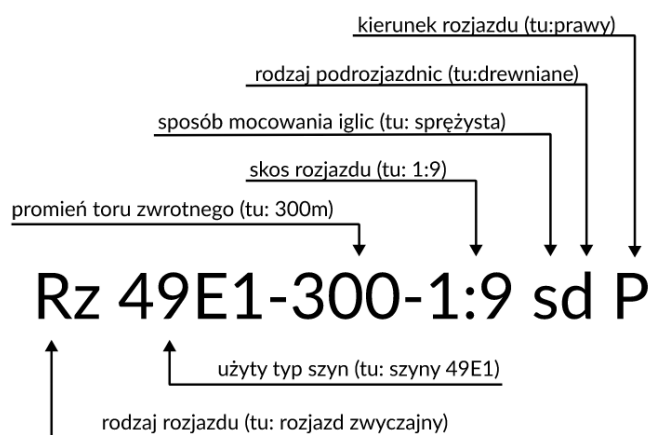
Zasady oznaczania rozjazdów określają rodzaj, typ, promień łuku toru zwrotnego oraz skos rozjazdu. Cechy charakteryzujące rozjazdy zostały przedstawione w tabeli.

Tabela 63. Cechy charakteryzujące rozjazdy

Lp.	Cechy charakteryzujące rozjazdy	Przykładowe oznaczenie
1.	rodzaj rozjazdu	Rz (rozjazd zwyczajny), Rkpd (rozjazd krzyżowy podwójny)
2.	typ szyn	6; 8; S42; S49; S60; UIC60; 49E1; 60E1
3.	promień łuku toru zwrotnego	190; 205; 300; 500; 760; 1200; 2500
4.	skos rozjazdu	tangens kąta nachylenia osi toru zasadniczego do stycznej do łuku toru zwrotnego; skos rozjazdu jest wyrażany ułamkiem; 1:4,8; 1:5; 1:6,6; 1:7; 1:7,5; 1:9; 1:10; 1:12; 1:14; 1:18,5; 1:26,5
5.	oznaczenie kierunku zwrotnego rozjazdu	l – lewy, p – prawy
6.	oznaczenie rodzaju zastosowanych iglic	c – czopowe, s – sprężyste, ss – szynowo-sprężyste
7.	oznaczenie zastosowanych podrozjazdnic	d – drewniane, b – strunobetonowe, z – stalowe
8.	oznaczenie odmiany rozjazdu	rozjazdy przeznaczone do spawania oznacza się literą S
9.	oznaczenie rodzaju dziobów w krzyżownicach	m – manganowe, k – kuto-zgrzewane

Przykład oznaczenia przedstawiono na rysunku.

Rysunek 120. Zasady oznaczania rozjazdów



Powyższy zapis oznacza to, iż jest rozjazdem zwyczajnym zbudowanym z szyn typu 49E1, o promieniu toru zwrotnego 300 metrów i skosie 1:9, prawy z iglicami sprężystymi na podrozjazdnicach drewnianych.

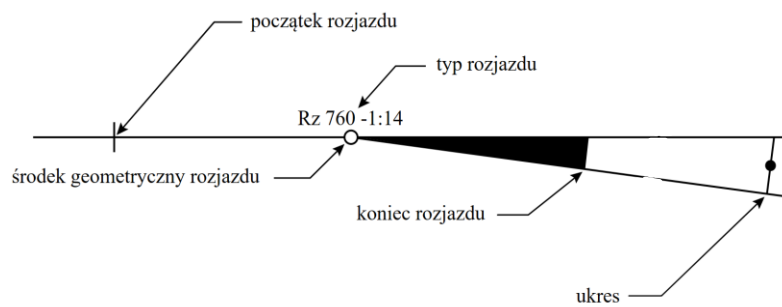
Rodzaj i typ rozjazdów są dostosowane do standardu nawierzchni wymaganego klasą toru oraz wymaganej prędkości na kierunek zwrotny, co prezentuje poniższa tabela. W torach głównych zasadniczych klas 0, 1 i 2 układa się wyłącznie rozjazdy zwyczajne podstawowych typów.

Tabela 64. Dopuszczalne prędkości na torze zwrotnym rozjazdu

Dopuszczalna prędkość pojazdu kolejowego na torze zwrotnym rozjazdu [km/h]	Promień łuku toru zwrotnego rozjazdu [m]	Skos rozjazdu
$v \leq 130$	2500	1:26,5
$v \leq 100$	1200	1:18,5
$v \leq 80$	760	1:14
$v \leq 60$	500	1:12
$v \leq 40$	300 - 190	1:9

Rozjazdy oznacza się graficznie oraz opisuje, np. zgodnie z przykładem przedstawionym na rysunku poniżej.

Rysunek 121. Oznaczenie rozjazdu



Środek geometryczny rozjazdu to punkt przecięcia stycznych do osi torów poprowadzonych z początku i końca rozjazdu.

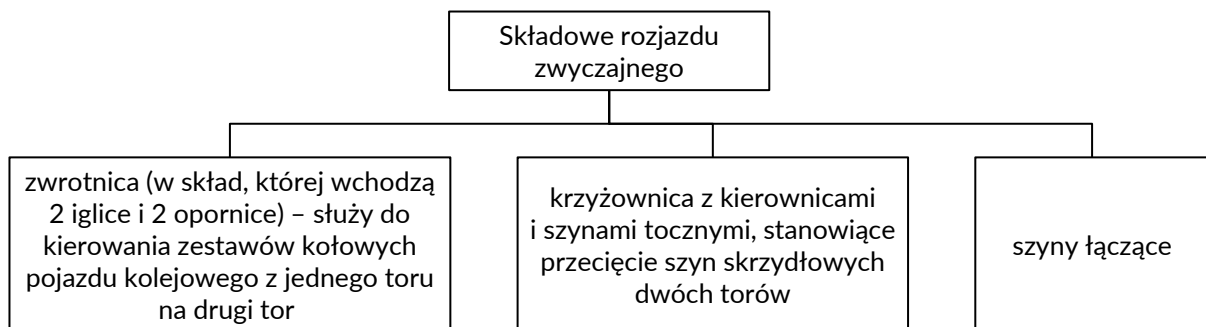
Rozjazd zwyczajny

Rozjazd zwyczajny umożliwia jazdę w dwóch kierunkach:

- prostym (na wprost) - tor zasadniczy,
- zwrotnym (odgałęziającym się, na odgałęzienie) - tor zwrotny.

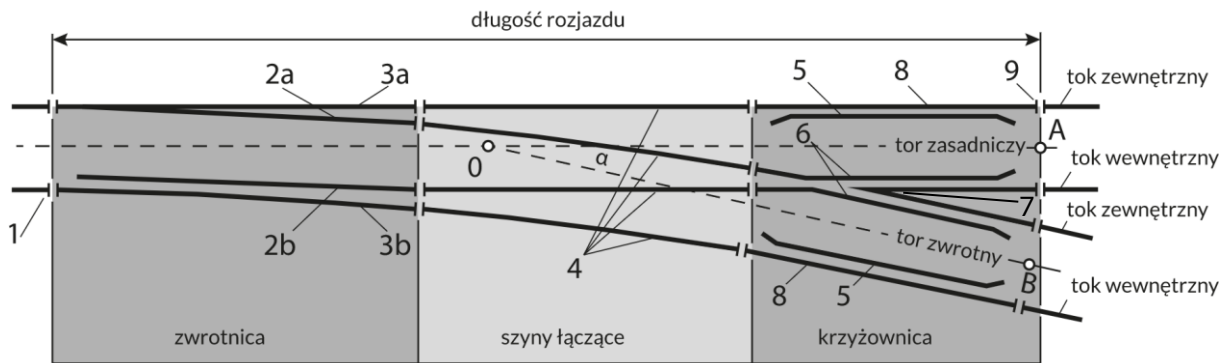
Rozjazd zwyczajny składa się z trzech zasadniczych części, co zostało przedstawione na rysunku.

Rysunek 122. Składowe rozjazdu zwyczajnego



Rozjazd składa się także z urządzeń nastawczych i kompletu podrozjazdnic (zwanego dobozem podrozjazdnic). Poniżej przedstawiono schemat budowy rozjazdu zwyczajnego. Przez drogę rozjazdową (drogę zwrotnicową) rozumie się wybrane połączenie lub połączenia torów w głowicy rozjazdowej, które umożliwia przejazd pojazdów szynowych pomiędzy określonymi torami.

Rysunek 123. Budowa rozjazdu zwyczajnego



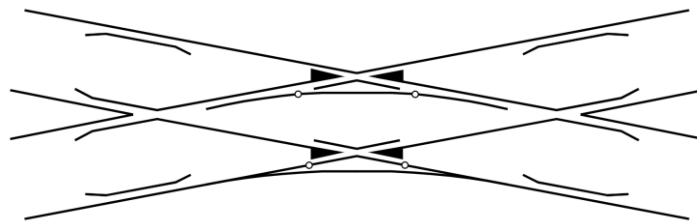
1 – styk przediglicowy (początek rozjazdu); 2a – iglica łukowa; 2b – iglica prosta; 3a – opornica prosta; 3b – opornica łukowa; 4 – szyny łączące; 5 – kierownice; 6 – szyny skrzydłowe; 7 – dziób krzyżownicy; 8 – szyny toczne; 9 – styk za krzyżownicą (koniec rozjazdu); O – środek geometryczny rozjazdu; α – kąt rozjazdu; AOB – trójkąt rozjazdu

Rozjazd krzyżowy pojedynczy z iglicami wewnątrz czworoboku rozjazdu składa się z:

- dwóch zwrotnic,
- dwóch krzyżownic podwójnych,
- dwóch krzyżownic zwyczajnych z kierownicami i szynami tocznymi.

Przykład schematu takiego rozjazdu przedstawiono na rysunku.

Rysunek 124. Schemat rozjazdu krzyżowego pojedynczego (Rkp) z iglicami wewnątrz czworoboku

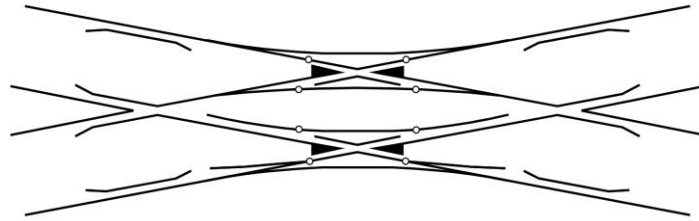


Rozjazd krzyżowy podwójny z iglicami wewnątrz czworoboku rozjazdu składa się z:

- czterech zwrotnic (dwie pary),
- dwóch krzyżownic podwójnych,
- dwóch krzyżownic zwyczajnych z kierownicami i szynami tocznymi.

Przykład schematu takiego rozjazdu przedstawiono na poniższym rysunku.

Rysunek 125. Schemat rozjazdu krzyżowego podwójnego (Rkpd) z iglicami wewnątrz czworoboku



Skosem rozjazdu nazywamy stosunek wartości odchylenia toru odgałęziającego się (zwrotnego) w końcu rozjazdu do długości odchylenia. Zatem jest równy tangensowi kąta między osią toru zasadniczego a styczną do osi toru zwrotnego w końcu rozjazdu ($\text{tg}\alpha$). Skos rozjazdu wyrażamy w postaci 1:n, np. 1:9, 1:18,5. Skos rozjazdu można zatem wyrazić równaniem:

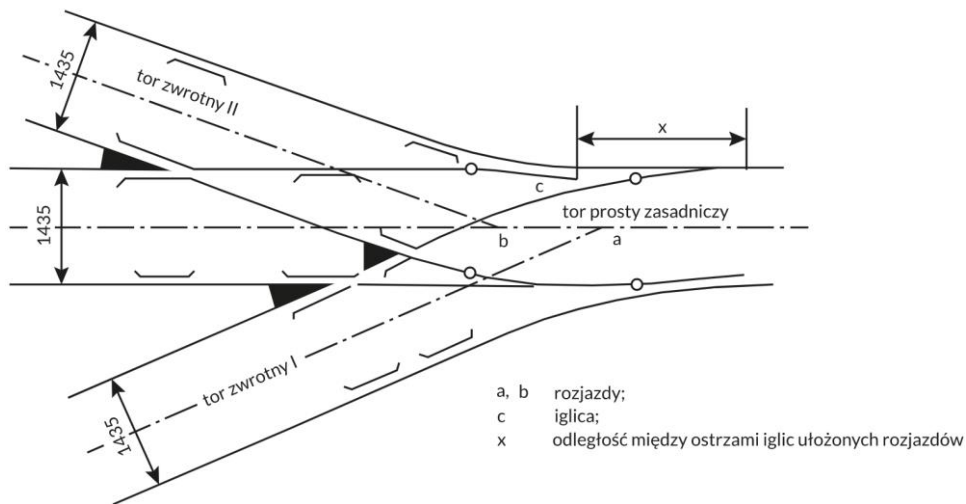
$$\text{tg } \alpha = \frac{1}{n}$$

Kierunek rozjazdu jest określany z miejsca styku przediglicowym, patrząc w stronę krzyżownicy. Gdy tor zwrotny odgałęzia się w prawo, wtedy rozjazd jest rozjazdem prawostronnym (prawym), jeżeli w lewo – rozjazdem lewostronnym (lewym).

Istnieją również rozjazdy skupione, czyli takie, gdzie drugi rozjazd jest włożony w tor zwrotny rozjazdu. Odległość między ostrzami iglic ułożonych rozjazdów jest najmniej taka, aby wystarczyło miejsca na przesunięcie iglicy, znajdującej się między dwiema szynami. Niedopuszczalne jest stosowanie tych rozjazdów w torach głównych zasadniczych w układach normalnotorowych. Przykład rozjazdu skupionego przedstawiono na rysunku poniżej. Istnieją rozjazdy skupione (podwójne) jako podwójne jednostronne (prawe i lewe), podwójne dwustronne czy krzyżowe podwójne.

Rozjazdy łukowe (jednostronne i dwustronne) stosuje się w torach położonych na łuku, w celu otrzymania linii łukowej bez wstawki prostej w przypadkach uzasadnionych brakiem miejsca, dążeniem do poprawy układu geometrycznego itp. Nie należy stosować podwójnego połączenia torów równoległych, zwłaszcza w torach głównych zasadniczych czy górkach rozrządowych.

Rysunek 126. Rozjazd skupiony



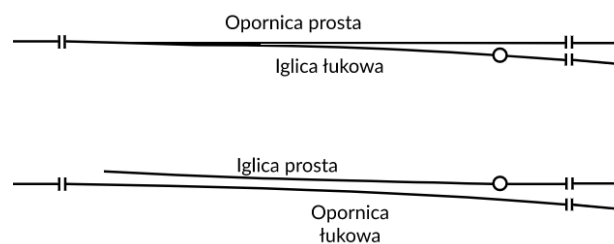
2.2. Zastosowanie rozjazdów kolejowych

Rozjazd kolejowy jest konstrukcją z szyn umożliwiającą przejazd pojazdów szynowych z toru zasadniczego na tor zwrotny (odgałęźny) lub odwrotnie z określoną prędkością bez konieczności przerywania jazdy. Podstawowymi elementami rozjazdu są zwrotnica, krzyżownica, kierownica, szyny łączące (w torze zasadniczym i zwrotnym) oraz urządzenia nastawcze. Niniejsze elementy przedstawiono w poniższych punktach.

2.2.1. Opis oraz zasady zastosowania zwrotnic kolejowych

Przez zwrotnicę rozjazdu rozumie się jego część, zawierającą elementy ruchome, umożliwiające przejazd pojazdu kolejowego z jednego toru na drugi przy zachowaniu ciągłości toków szynowych. Zwrotnica w rozjeździe zwyczajnym składa się z kilku elementów, co zostało przedstawione na rysunku.

Rysunek 127. Zwrotnica w rozjeździe zwyczajnym



Na zdjęciu zaprezentowano przykład zwrotnicy z iglicami sprężystymi w terenie.

Zdjęcie 45. Przykład zwrotnicy z iglicami sprężystymi w terenie



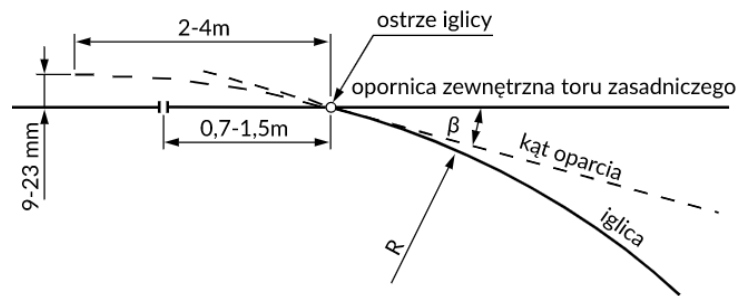
W toku zewnętrznym toru zwrotnego leży iglica łukowa, która przylega obrobioną powierzchnią do opornicy prostej i jest ułożona w toku zewnętrznym toru zasadniczego. W toku wewnętrznym toru zasadniczego jest iglica prosta, przylegająca do opornicy łukowej położonej w toku wewnętrznym toru zwrotnego. Początek iglicy nazywamy ostrzem iglicy, a jej koniec (miejsce połączenia z szyną łączącą) - osadą iglicy. W rozjazdach zwyczajnych iglica prosta i iglica łukowa mają tę samą długość. Iglice są wykonane z szyn o zmiennym na długości profilu poprzecznym i zestrugane w tak, aby w okolicach ostrza szczelnie przylegały do opornic, tworząc wraz z nimi wspólny przekrój.

Łuk toru zwrotnego rozjazdu jest łukiem kołowym. Klasyfikacja iglic łukowych ze względu na ich kształt geometryczny w planie jest następująca:

- iglice łukowe przecinające opornicę,
- iglice łukowe styczne do opornicy w początku rozjazdu,
- iglice łukowe styczne do opornicy o ściętym ostrzu.

W iglicach łukowych przecinających opornicę teoretyczny łuk iglicy przecina opornicę pod kątem β . Jest to kąt przecięcia albo kąt oparcia iglicy o opornicę.

Rysunek 128. Układ geometryczny iglicy przecinającej opornicę



W zależności od budowy iglic wyróżnia się następujące rodzaje zwrotnic:

- zwrotnice z iglicami sprężystymi – iglice w części ruchomej zwrotnicy są wykonane tylko z jednego profilu (standardowy profil szyny lub profil specjalny). Jeśli jest wymagane przejście z profilu specjalnego na profil szynowy, ma to miejsce w przytwierdzonej na stałe części iglicy. W przypadku zgrzewania, zgrzeina jest również umieszczana w przytwierdzonej na stałe części iglicy,
- zwrotnice z iglicami szynowo-sprężystymi – iglice w ruchomej części zwrotnicy są wykonane z dwóch różnych profili. Przejście i zgrzeina między jednym i drugim profilem znajduje się w ruchomej części iglicy. Zgrzeina jest zabezpieczona łubkiem dwuotworowym,
- zwrotnice z iglicami czopowymi – iglice posiadają czop na końcu, ruchome, przymocowane w tych punktach.

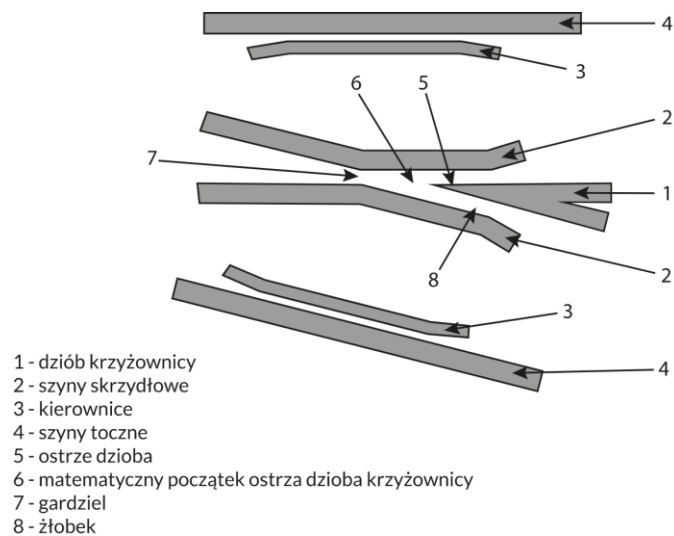
2.2.2. Opis oraz zasady zastosowania krzyżownic i kierownic kolejowych

Krzyżownica umożliwia swobodny przejazd w jednym poziomie kół pojazdu kolejowego przez miejsce krzyżowania się szyn. Zespół krzyżownic w rozjeździe zwyczajnym składa się z kilku składowych.

Krzyżownica zwyczajna składa się z dziobnicy, dwóch szyn skrzydłowych i dwóch szyn tocznych z kierownicami. Wewnętrzne toki szynowe przecinających się torów w krzyżownicy tworzą dziobnicę, która składa się z dzioba i szyn dziobowych. Dziób krzyżownicy jest to środkowy element krzyżownicy tworzący przednią część dziobnicy. Kierownica wraz z szyną toczną oraz elementami mocującymi tworzy tzw. urządzenie kierownicy. Kierownice są odpowiedzialne za prowadzenie kół zewnętrznych podczas

przejazdu wewnętrznych kół przez dziobownicę i szyny skrzydełkowe, dzięki czemu nastawiają obrzeże drugiego koła zestawu kołowego we właściwym kierunku. Służą do bezpiecznego przeprowadzenia zestawu kołowego przez obszar krzyżownicy, w którym występuje nieciągłość toków szynowych. Obszar ten znajduje się między tzw. gardzielą a ostrzem dzioba krzyżownicy. Przykładowy schemat krzyżownicy zwyczajnej przedstawiono na rysunku.

Rysunek 129. Przykładowy schemat krzyżownicy zwyczajnej



Na zdjęciu zaprezentowano przykładową krzyżownicę rozjazdu.

Zdjęcie 46. Przykładowa krzyżownica rozjazdu



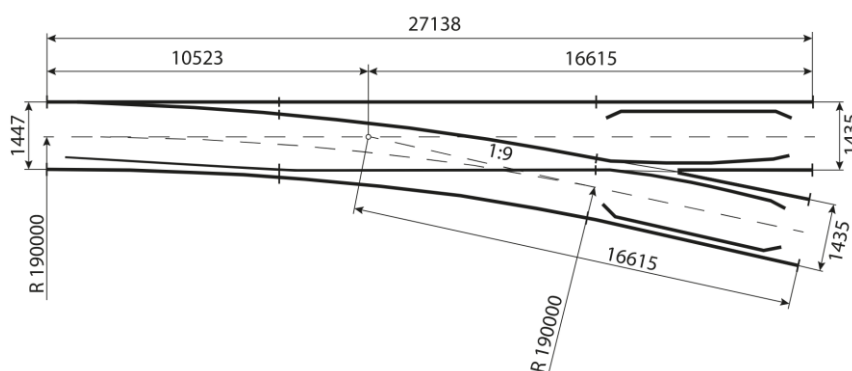
Rozróżnia się kilka podziałów krzyżownic, które przedstawiono w tabeli.

Tabela 65. Podział krzyżownic ze względu na różne czynniki

Podział krzyżownic od względem:		
występowania w poszczególnych rozjazdach	konstrukcyjnym	kształtu geometrycznego w planie
a) krzyżownice zwyczajne – w rozjazdach zwyczajnych, łukowych, krzyżowych z iglicami w granicach czworoboku i skrzyżowaniach torów, b) krzyżownice podwójne – w rozjazdach krzyżowych z iglicami w granicach czworoboku i skrzyżowaniach torów, c) krzyżownice dwukrotne – w rozjazdach krzyżowych pojedynczych z iglicami na zewnątrz czworoboku, d) krzyżownice trzykrotne – w rozjazdach krzyżowych podwójnych z iglicami na zewnątrz czworoboku.	a) krzyżownice stałe, b) krzyżownice ruchome.	a) krzyżownice proste – łuk toru zwrotnego kończy się przed dziobem krzyżownicy, b) krzyżownice łukowe – łuk toru zwrotnego kończy się w nich za krzyżownicą, w końcu rozjazdu; odległości środka geometrycznego rozjazdu do początku i do końca rozjazdu są sobie równe – takie rozjazdy nazywamy rozjazdami podstawowymi.

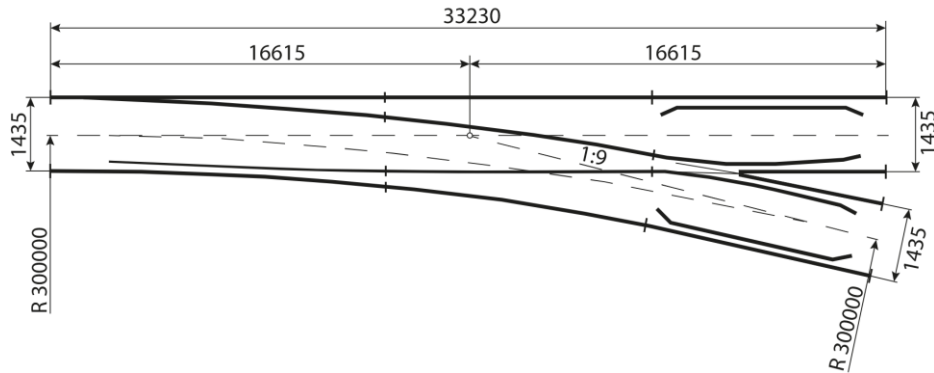
Przykładowy schemat układu geometrycznego rozjazdu zwyczajnego z krzyżownicą prostą przedstawiono na rysunku.

Rysunek 130. Przykładowy schemat układu geometrycznego rozjazdu Rz 49E1-190-1:9 z krzyżownicą prostą



Przykładowy schemat układu geometrycznego rozjazdu zwyczajnego z krzyżownicą łukową przedstawiono na rysunku.

**Rysunek 131. Przykładowy schemat układu geometrycznego rozjazdu
Rz 49E1-300-1:9 z krzyżownicą łukową**



Skosem krzyżownicy określa się tangens kąta przecięcia się obu krawędzi tocznych dzioba krzyżownicy. W krzyżownicach prostych skos krzyżownicy i skos rozjazdu są takie same. W krzyżownicach łukowych skosem krzyżownicy jest tangens kąta między prostą krawędzią toczną dzioba a styczną do jego krawędzi łukowej w punkcie przecięcia się obu tych krawędzi. W tym przypadku skos krzyżownicy jest różny od skosu rozjazdu.

Pod względem konstrukcyjnym dziobowe części krzyżownic zwyczajnych wraz z szynami skrzydłowymi, czyli krzyżownice zwyczajne, dzielą się na typów, co przedstawia tabela.

Tabela 66. Podział krzyżownic zwyczajnych pod względem konstrukcyjnym

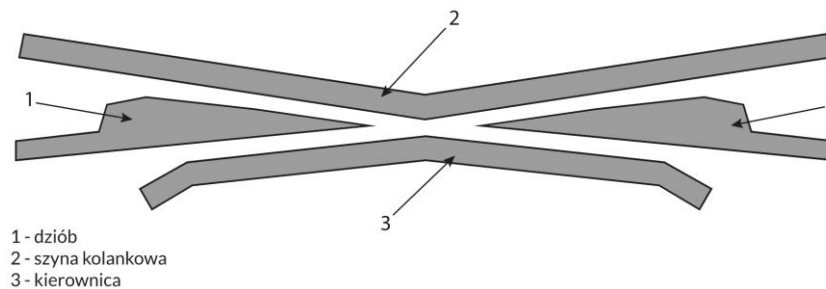
Podział krzyżownic zwyczajnych pod względem konstrukcyjnym
<ul style="list-style-type: none"> - krzyżownice szynowe z dziobem z szyn zwykłych, - krzyżownice szynowe z dziobem z szyn o specjalnym profilu, tzw. szyn klockowych, - krzyżownice szynowe z wkładką ze stali manganowej (tzw. insert), - krzyżownice monoblokowe całkowicie odlane ze stali manganowej, - krzyżownice z dziobem lanym lub kutym powierzchniowo utwardzonym, zgrzanym oporowo z szynami stanowiącymi ich przedłużenie, a z szynami skrzydłowymi łączone za pomocą śrub sprężających i kleju epoksydowego, - krzyżownice całkowicie spawane, powierzchniowo utwardzone.

Szyny o specjalnym profilu wraz z szynami tocznymi, ułożone naprzeciw dzioba krzyżownicy, tworzą kierownicę. Służy ona do bezpiecznego przeprowadzenia zestawu kołowego przez obszar krzyżownicy, w którym występuje nieciągłość toków

szynowych. Zestaw kołowy, przechodząc przez krzyżownicę, ociera się wewnętrzną powierzchnią obrzeża o boczną powierzchnię kierownicy i dzięki temu nastawia obrzeże drugiego koła zestawu kołowego we właściwym kierunku, stąd też krzyżownice zwyczajne nie mają odcinków pozbawionych prowadzenia zestawów kołowych.

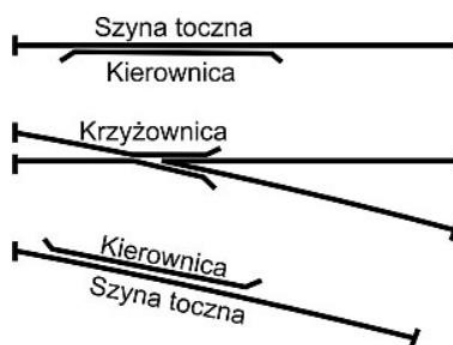
Krzyżownica podwójna jest elementem konstrukcyjnym skrzyżowania torów, niewystępującym w rozjeździe zwyczajnym, której schemat przedstawiono na rysunku.

Rysunek 132. Przykładowy schemat krzyżownicy podwójnej



Krzyżownice podwójne leżą na przecięciu toków szynowych, przy czym punkty przecięcia znajdują się na prostopadłej do dwusiecznej kąta skrzyżowania, przechodzącej przez środek geometryczny skrzyżowania oraz przez krzyżownice zwyczajne.

Rysunek 133. Poglądowy rysunek krzyżownicy zwyczajnej



2.2.3. Opis oraz zasady zastosowania podrozdnic kolejowych

Podrozdnic są rodzajem podkładów, dłuższymi od standardowych podkładów, ułożonymi tak, aby rozchodzące się tory rozjazdu spoczywały na nich parami.

W zależności od konstrukcji rozróżnia się dwa typy podrozdnic strunobetonowych: SP-93 i SP-06a. Są to podpory nośne w postaci belek z betonu sprężonego, przeznaczone do rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów służące do przekazywania obciążeń od szyn na podsypkę i utrzymujące odpowiednie położenie szyn i innych elementów rozjazdów lub skrzyżowań torów względem siebie. Podrozdnic te mogą być stosowane w rozjazdach z szyn typu 60E1 (UIC60) lub 49E1 (S49) o różnych skosach i promieniach.

Podrozdnic strunobetonowe produkowane są w kompletach zwanych doborami, z przeznaczeniem do montażu na nich części stalowych rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów. W skład jednego doboru wchodzi podrozdnic o różnej długości i rozstawie dybli, które są przeznaczone do jednego typu rozjazdu lub skrzyżowania torów wg katalogu rozjazdów. Jeden dobór stanowią np. podrozdnic do rozjazdu zwyczajnego z szyn 60E1 (UIC60), skosie 1:9 i promieniu 300 m – Rz UIC60-300-1:9.

Oznaczenia zastosowane dla podrozdnic są następujące: d – drewniane, b – strunobetonowe, z – stalowe. Niezależnie od rodzaju podrozdnic w rozjeździe podstawowym wyróżnia się następujące grupy podrozdnic:

- a) podrozdnic zasadnicze – układane w obrębie rozjazdu podstawowego – od styku przediglicowego do styku za krzyżownicą;
- b) podrozdnic wspólne – układane za stykiem krzyżownicy:
 - gdy za stykiem krzyżownicy tor odgałęźny przebiega po łuku, co powoduje zwiększenie kąta zawartego pomiędzy stycznymi do torów, w stosunku do kąta wynikającego ze skosu rozjazdu,
 - gdy za stykiem krzyżownicy tor odgałęźny przebiega po prostej, co nie powoduje zmiany kąta zawartego pomiędzy stycznymi do torów, w stosunku do kąta wynikającego ze skosu rozjazdu.

- c) podrozdnic uniwersalne - układane przed stykiem przediglicowym i za podrozdnicami wspólnymi.

W rozjazdach łukowych (w porównaniu do rozjazdu podstawowego):

- a) nie ulega zmianie (zwiększeniu lub zmniejszeniu) liczba podrozdnic zasadniczych,
b) nie ulegają zmianie koordynaty (rozmoszczenie) otworów dyblowych w podrozdnicach zasadniczych,
c) z uwagi na zmianę długości toków szynowych, zmianie ulega podłużne rozłożenie podrozdnic zasadniczych oraz wspólnych.

Z dokumentacja techniczna dla podrozdnic powinny być zgodne:

- wymiary i tolerancja wykonania,
- odległości - od osi szyny skrajnej do końca podrozdnicy wynosi min. 500 mm (z wyjątkiem podrozdnic skróconych),
- ugięcie - dopuszczalne wartości ugięcia w płaszczyźnie pionowej podrozdnicy o długości powyżej 4 m, mierzone przy jej swobodnym podparciu, muszą wynosić maksymalnie 2 mm (warunek ten nie obowiązuje dla podrozdnic krótszych od 3,50 m),
- ciężar, który nie może przekraczać +/- 5% ciężaru projektowanego..

Powierzchnia podszytnowa podrozdnicy jest płaska. Maksymalne odchylenie powierzchni podszytnowej, tj. powierzchni przylegania podkładki podszytnowej, od powierzchni podrozdnicy może wynosić \leq 1 mm przy wielkości gradientu 0,5 mm liczonego na długości 150 mm. Miejscowe nierówności (wypukłości i wklęsłości) na powierzchni podszytnowej (tj. na powierzchni przylegania podkładek żebrowych do górnej powierzchni podrozdnicy mierzone od prostej przyłożonej do powierzchni podszytnowej podrozdnicy) mogą maksymalnie wynosić 1 mm. Powierzchnie podszytowe nie mogą mieć rys, pęknięć, miejsc niedowibrowanych i raków. Jednak dopuszczalne są:

- pory powstałe od pęcherzyków powietrza i odparowania wody zarobowej,
- miejscowe nierówności betonu do 3 mm w odległości do 5 mm od powierzchni bocznej dybli.

Powierzchnia dolna podrozdniczki jest szorstka i ma naturalną fakturę niezagładzonego betonu. Wszystkie krawędzie powierzchni dolnej są oczyszczone z nadatków betonu – nadlewek i gratu.

Pozostałe powierzchnie podrozdniczki są płaskie bez pęknięć, rys i miejsc niedowibrowanych. Dopuszcza się występowanie:

- nierówności (+2; -3) mm,
- raków o średnicy nie większej niż 15 mm,
- wgłębień nie większych niż 5 mm,
- porów powstałych od pęcherzyków powietrza i odparowania wody zarobowej,
- wykruszeń dolnej krawędzi podrozdniczki o szerokości do 30 mm i głębokości do 5 mm – o łącznej długości do 300 mm.

Otwory w powierzchniach czołowych po ciągnach naciągowych zapełnia się zaprawą betonową.

Każda wyprodukowana podrozdznica jest cechowana w czytelny i trwały sposób za pomocą wytłoczeń. Znaki, które są umieszczone na górnej powierzchni podrozdniczki, mają wysokość przynajmniej 18 mm i szerokość 5 mm oraz są wytłoczone w betonie na głębokość minimum 3 mm.

Cecha zawiera:

- typ rozjazdu, np. 1:9, 300,
- typ szyny, np. 60 dla szyny 60E1 (UIC60),
- rok produkcji (dwie ostatnie cyfry), np. 04,
- znak producenta: B, G, M lub S,
- numer katalogowy podrozdniczki, np. 327.

Podrozdznice drewniane to podpory nośne w postaci belek, przeznaczone do rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów. Wykonane są z drewna sosnowego, dębowego lub bukowego, które przejmują od szyn i przekazują na podsypkę naciski kół taboru oraz umożliwiające zachowanie właściwego położenia względem siebie części składowych rozjazdów i skrzyżowań.

Na zdjęciu zaprezentowano przykładowe podrozdznice drewniane.

Zdjęcie 47. Przykładowe podrozjazdnice drewniane



Podrozjazdnice grupy 3 (IB) mogą być stosowane w rozjazdach o różnych skosach i promieniach. Dla wszystkich podkładów, podrozjazdnic gotowych i/lub przeznaczonych do zabiegów konserwacyjnych stosuje się następujące tolerancje:

- długość: ± 30 mm,
- szerokość: $+10/-3$ mm,
- wysokość: $+10/-3$ mm,
- ustawienie wzajemne płaszczyzn pod kątem 90° : maksymalne odchylenie 3° .

W głowicach rozjazdowych oraz połączeniach torów stosuje się jeden typ podrozjazdnic. Wymagań dotyczących podrozjazdnic nie stosuje się w przypadku:

- lokalizacji w których konieczne jest wprowadzenie rozwiązań zapewniających zwiększenie stateczności toru bezstykowego,
- lokalizacji obiektów inżynierskich na których nie występuje koryto balastowe,
- w innych uzasadnionych przypadkach (np. z uwagi na konieczność zapewnienia skrajni budowli).

Niezależnie od klasy technicznej torów, podkłady w torze układa się w stałym nominalnym rozstawie wynoszącym 0,60 m (oprócz podkładów stalowych specjalnych typu Y, dla których nominalny rozstaw wynosi 0,83 m). Rozjazdy i skrzyżowania układa się na podrozjazdnicach rozmieszczonych w rozstawie nominalnym wskazanym na planie ogólnym rozjazdu.

W połączeniach torów, podrozjazdnice znajdujące się na długości odcinków pośrednich (wstawek międzyrozjazdowych) układa się w rozstawie nominalnym osi

wynoszącym 0,60 m. Jeżeli nie jest możliwe zastosowanie tej wartości, dopuszczone jest zastosowanie rozstawu osi mieszającego się w zakresie 0,45 m - 0,65 m.

Jeżeli długość odcinka pośredniego między rozjazdami tworzącymi połączenie torów wynosi maksymalnie 30 m, to na całej jego długości stosuje się podrozdnicę. W przypadkach, gdy długość odcinka pośredniego jest większa niż 30 m, wtedy zaleca się stosowanie podrozdnic, w przypadku, gdy umożliwi to wyeliminowanie zmian podparcia, pochylenia i mocowania szyn, na długości maksymalnie 100 m.

Jeśli rozjazdy w połączeniu torów zostały zaprojektowane na podrozdnicach wykonanych z materiału innego od materiału zastosowanego do wykonania podkładów ułożonych w torze przyległym do tego połączenia (strunobeton, drewno, stal, itp.), to na długości 15 m toru, przed pierwszą i za ostatnią podrozdnicą, układa się podkłady wykonane z materiału odpowiadającemu materiałowi, z którego wykonano podrozdnicę. W przypadkach połączeń torów zaprojektowanych na podrozdnicach strunobetonowych, w obrębie których występuje konieczność zastosowania pojedynczego rozjazdu/ skrzyżowania nieposiadającego opracowanego doboru podrozdnic strunobetonowych, dopuszcza się zabudowę rozjazdu/ skrzyżowania na podrozdnicach wykonanych z innego materiału. Jednak w takich przypadkach podrozdnicę wspólną oraz uniwersalną przynależną do tego rozjazdu powinny być wykonane jako strunobetonowe. Na długości przejazdów kolejowo-drogowych krzyżujących linię kolejową z drogami klasy: GP, G, oraz co najmniej 25 m za i przed przejazdem, stosuje się podkłady strunobetonowe ciężkie.

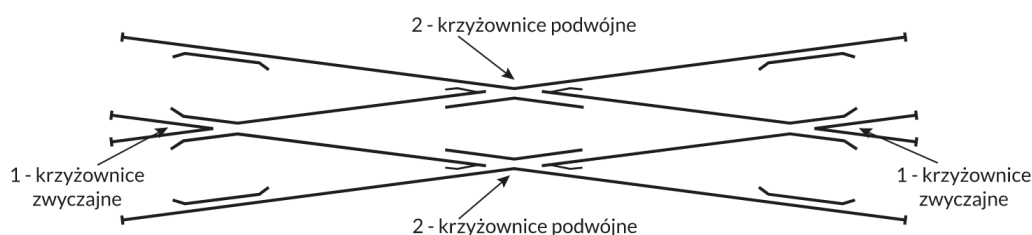
2.3. Opis oraz zasady stosowania skrzyżowań torów kolejowych

Skrzyżowanie torów stanowią specjalną konstrukcję wielotorową wykonaną z szyn, kształtowników stalowych oraz innych elementów, umożliwiającą przejazd pojazdów kolejowych po przecinających się torach z określoną prędkością. Skrzyżowania torów składają się z kilku elementów:

- dwie krzyżownice zwyczajne,
- dwie krzyżownice podwójne,
- szyny łączące.

Schemat budowy skrzyżowania torów przedstawiono na rysunku.

Rysunek 134. Schemat budowy skrzyżowania torów



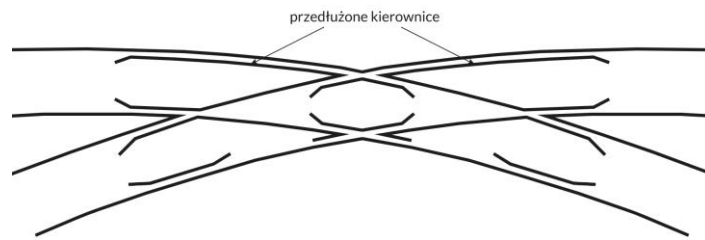
Skrzyżowania torów charakteryzują się następującymi cechami:

- oznaczeniem skrzyżowania: St,
- typem szyn: 6; 8; S42; S49; S60; UIC60; 49E1; 60E1,
- skosem skrzyżowania, wyrażanym ułamkiem: 1:2; 1:2,9008; 1:3,224; 1:3,429; 1:3,43,
- 1:3,683; 1:4,44; 1:4,444; 1:6,6; 1:7; 1:7,5; 1:9; 1:10; 1:18,5; 1:26,5.

Krzyżownica podwójna, jako element konstrukcyjny skrzyżowania torów, nie występuje w rozjeździe zwyczajnym. Krzyżownice podwójne leżą na przecięciu toków szynowych. Punkty przecięcia znajdują się na prostopadłej do dwusiecznej kąta skrzyżowania, która przechodzi przez środek geometryczny skrzyżowania oraz przez krzyżownice zwyczajne.

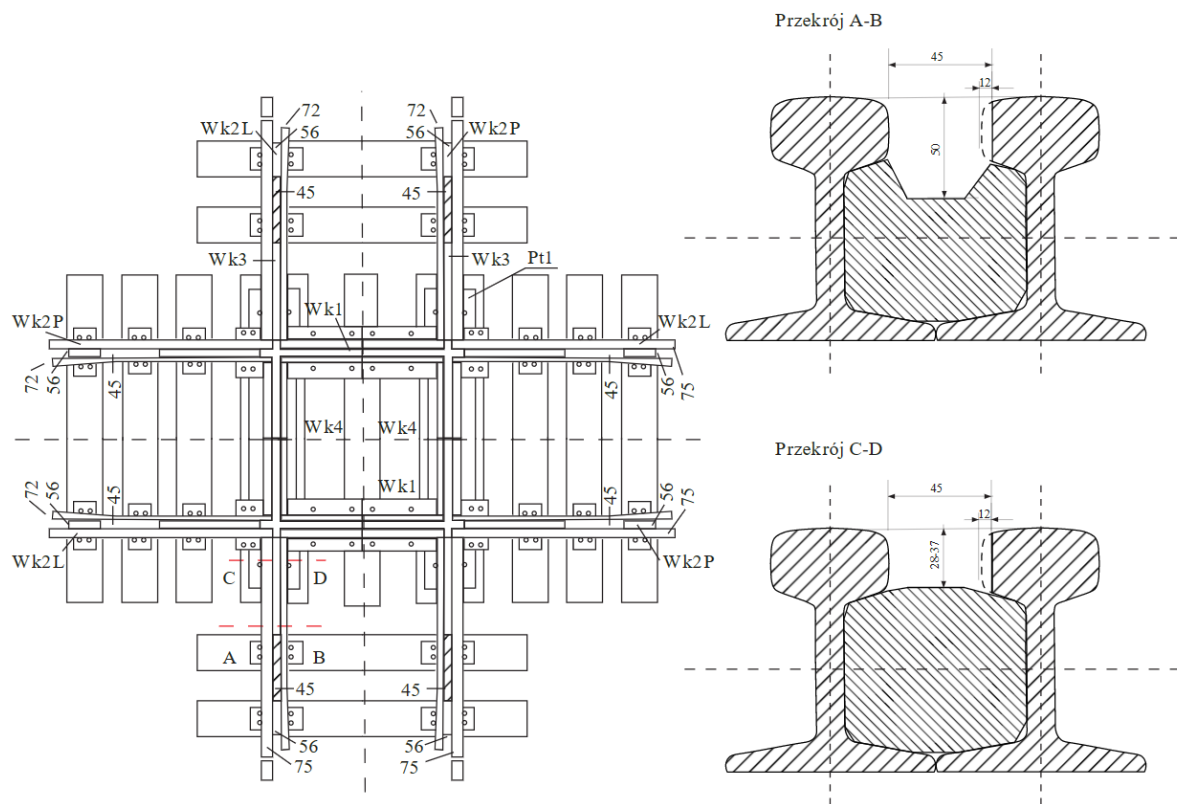
Istnieją również łukowe skrzyżowania torów, które są konstruowane ze skrzyżowania prostego, poprzez wygięcie krzyżownic zwyczajnych i podwójnych w taki sposób, aby zachować ciągłość krzywizny łuków poziomych. W obydwu torach powstają przy tym te same promienie łuków. Przy wyginaniu skrzyżowań do promieni 750 m i mniejszych stosuje się dodatkowe przedłużone kierownice. Zapobiegają one wykolejeniu się zestawów kołowych w krzyżownicach podwójnych. Przykładowy schemat budowy łukowego skrzyżowania torów przedstawiono na rysunku.

Rysunek 135. Łukowe skrzyżowanie torów o promieniu $R \leq 750$ m



Oprócz takich skrzyżowań torów, gdzie występują małe skosy, które stosowane są w drogach zwrotnicowych, w wyjątkowych sytuacjach zabudowuje się skrzyżowania pod kątem $60^\circ-90^\circ$. Wtedy też przy przejściu przez przecięcie toków szynowych brakuje oparcia dla obręczy kół na szynach skrzydłowych lub kolankowych. Wówczas stosowane są długie, podwyższone wkładki, po których obręcze kół toczą się obrzeżami. Na rysunku zaprezentowano schemat konstrukcji skrzyżowania torów pod kątem $60^\circ-90^\circ$.

Rysunek 136. Konstrukcja skrzyżowania torów pod kątem $60^\circ-90^\circ$



Na początku skrzyżowania (przekrój A-B) żłobek ma głębokość 50 mm. Następnie maleje do wartości 28 mm – 30 mm (przekrój C-D). Zapewnia to łagodniejszy przejazd zestawów kołowych przez skrzyżowanie torów, ale prędkość ruchu może wynosić maksymalnie 30 km/h.

2.4. Opis oraz zasady stosowania urządzeń kolejowych niezbędnych do przestawiania i kontrolowania położenia ruchomych elementów rozjazdów kolejowych

Przestawianie i kontrolowanie położenia ruchomych elementów rozjazdów kolejowych jest kluczowym czynnikiem w procesie przestawiania zwrotnic kolejowych.

W celu przestawienia zwrotnic kolejowych, a jednocześnie dla uzyskania prawidłowego przylegania iglicy do opornicy i niedopuszczenia do samoczynnego odsunięcia się iglicy od opornicy pod przejeżdżającym taborem, stosuje się odpowiednie zamknięcia nastawcze.

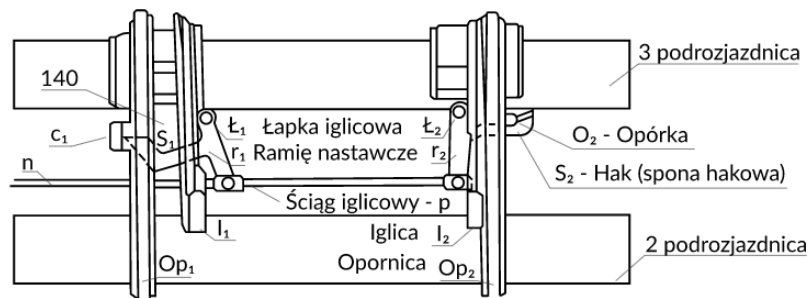
Na sieci kolejowej stosuje się trzy typy zamknięć nastawczych:

- a) hakowe,
- b) suwakowe,
- c) specjalne – pozostałe rodzaje zamknięć nastawczych, różniące się od standardu konstrukcyjnego ww. zamknięć nastawczych, np. VCC, HRS, Spherolock, Hydrostar. Szerzej na temat sterowania ruchem kolejowym można znaleźć w „Poradniku Inspektora. Tom I”.

2.4.1. Zastosowanie zamknięć nastawczych hakowych

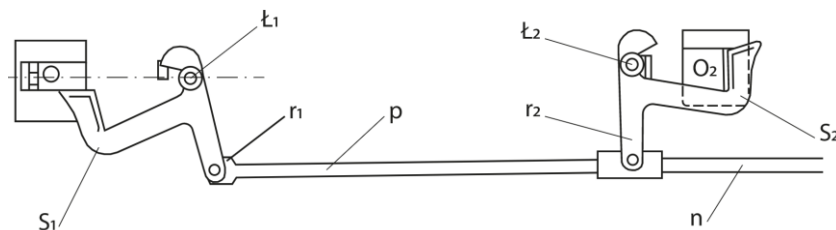
Zamknięcie nastawcze hakowe znajduje się przy początku iglic i jest umieszczane między drugą i trzecią podrozdnicą. Składa się z dwóch zespołów zamknięć iglicowych (wbudowanych przy iglicy) oraz ze ściągu iglicowego „p”. Przez „n” rozumie się cięgotło przegubowe. Całkowita odległość przesuwu od opornicy mierzona wzdłuż łapki wynosi 140 mm. Szerokość prowadzenia jest oznaczona jako „c₁”. Na schemacie przedstawiono położenie zamknięcia nastawczego hakowego.

Rysunek 137. Schemat położenia zamknięcia nastawczego hakowego



Każdy zespół zamknięć iglicowych składa się z haka S_1 lub S_2 oraz opórki O_1 lub O_2 . Co przedstawiono na rysunku.

Rysunek 138. Schemat zespołu zamknięć iglicowych zamknięcia nastawczego hakowego



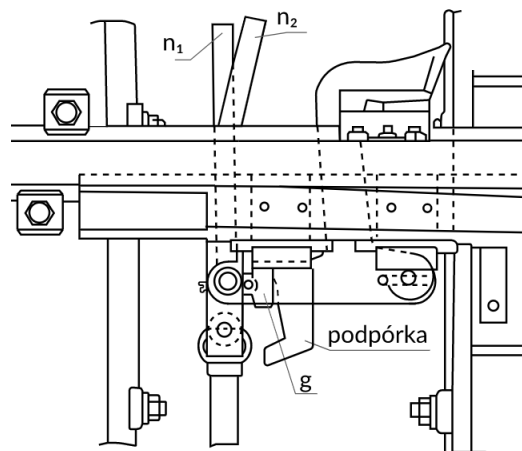
Hak jest przymocowany jednym ramieniem przegubowo do łapki iglicowej Ł_1 lub Ł_2 , która jest przytwierdzona do iglicy i mają ograniczenie ruchu obrotowego. Drugim ramieniem r_1 lub r_2 (zwanym nastawczym) jest połączony ze ściągami iglicowymi. Na jednym końcu ściągów iglicowych (w miejscu jego połączenia z ramieniem napędnym haka) osadzone jest przegubowe ciętko „n”, które łączy zamknięcie nastawcze ze zwrotnikiem przy ręcznym nastawianiu zwrotnic. Opórka przymocowana jest do opornicy. Na zdjęciu zaprezentowano zamknięcie nastawcze hakowe w terenie.

Zdjęcie 48. Zamknięcie nastawcze hakowe w terenie



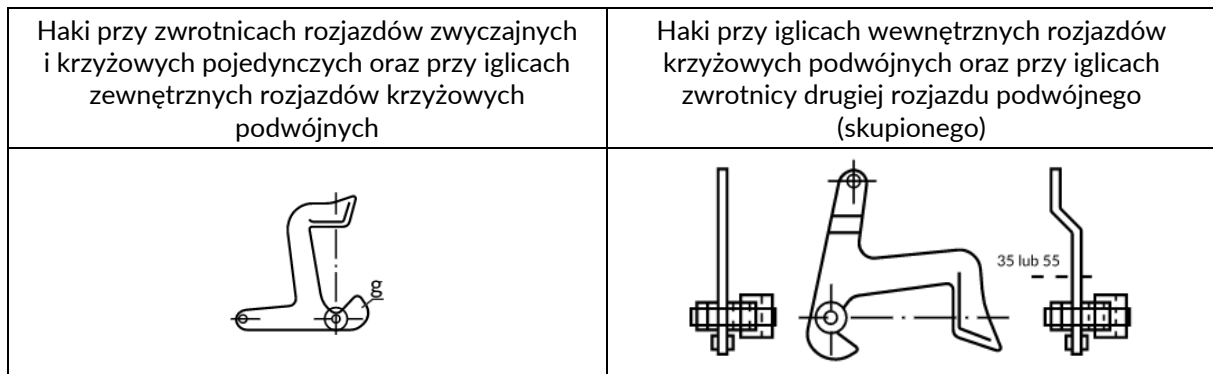
Przy zwrotnicach, które są nastawiane z odległości, ze ściągiem iglicowym łączy się suwak napędowy „n₁”. Przykładowy schemat suwaka napędowego zaprezentowano poniżej. Do stopki iglicy jest przymocowana podpórka, która służy do ograniczenia obrotu haka.

Rysunek 139. Schemat suwaka napędowego



Haki przy zwrotnicach rozjazdów zwyczajnych i krzyżowych pojedynczych oraz przy iglicach zewnętrznych rozjazdów krzyżowych podwójnych posiadają jednakowy kształt. Haki przy iglicach wewnętrznych rozjazdów krzyżowych podwójnych oraz przy iglicach zwrotnicy drugiej rozjazdu podwójnego (skupionego) mają ramiona nastawcze wygięte w dół. Różnicę w budowie przedstawiono na schematach.

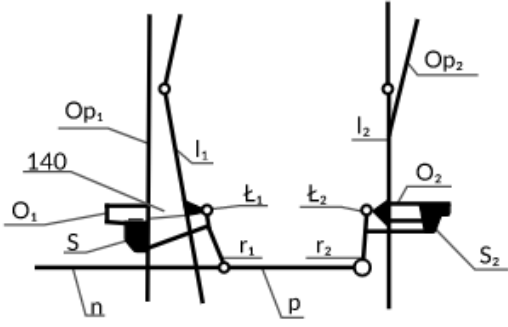
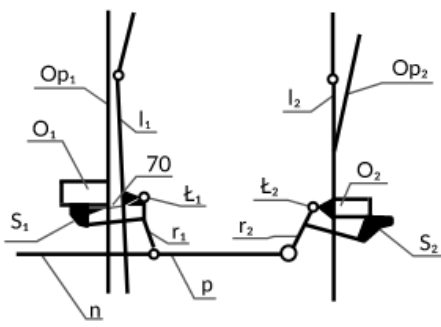
Rysunek 140. Schemat haków w zamknięciu nastawczym hakowym

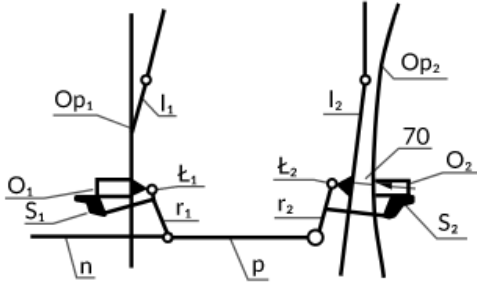
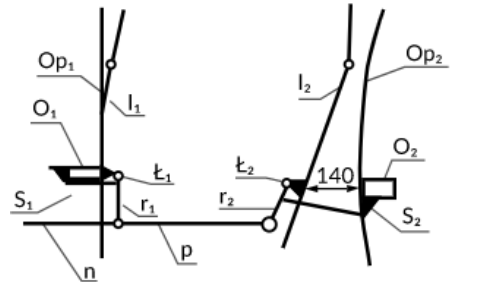


Jednocześnie haki starszej konstrukcji przylgę „g” posiadają w lokalizacji jak na rysunku. Te nowszej konstrukcji mają przylgę „g” w miejscu jak pokazano na rysunku przedstawiającym schemat suwaka napędowego.

Działanie zamknięcia nastawczego hakowego w czasie przestawiania zwrotnicy jest podzielne na fazy. Poniżej w tabeli zaprezentowano poszczególne ustawienia w położeniu normalnym oraz w każdej z faz. Całkowity przesuw pręta napędowego mierzony przy łapkach iglicowych wynosi 210 mm z dodatkowym zapasem do 10 mm i rozkłada się na 3 fazy ruchu iglic, z których każda wynosi około 70 mm.

Tabela 67. Działanie zamknięcia nastawczego hakowego w czasie przestawiania zwrotnicy

Położenie normalne	Faza I.
	
<ul style="list-style-type: none"> - zwrotnica nastawiona jest na jazdę w kierunku prostym; - iglica l_2 dosunięta jest do opornicy, hak S_2 w położeniu końcowym obejmuje czołową powierzchnię opórki O_2; - iglica l_1 odsunięta jest od opornicy i hak S_1 opiera się stopką o boczną powierzchnię ślizgową opórki O_1; 	<ul style="list-style-type: none"> - iglica l_1, przesuając do opornicy Op_1 za pomocą ściąg iglicowego oraz ramienia r_2, wprawia w ruch obrotowy hak S_2 wokół osi łapki ξ_2; - hak S_2 schodzi z opórki O_2 i otwiera iglicę l_2; - w czasie otwierania iglicy l_2, ściąg iglicowy wraz z przegubami haka S_1 i iglicą l_1 przesuwa się w lewo o 70 mm w kierunku swojej opornicy Op_1;

<p>- iglica l_2 jest przytrzymywana przy opornicy za pomocą haka S_2.</p>	<p>- w tym momencie hak S_1 również przesunął się o 70 mm wzdłuż powierzchni opórki O_1; - iglica l_2 nie ruszyła się z miejsca.</p>
<p>Faza II.</p>	<p>Faza III.</p>
	
<p>- obie iglice wraz ze ściągiem iglicowym równocześnie przesuwają się w lewo o 70 mm, przy czym iglica lewa całkowicie dosuwa się do opornicy, a iglica prawa odsuwa się od swojej opornicy o 70 mm; - w tym czasie hak S_2 przesunął się wzdłuż powierzchni ślizgowej opórki O_2, hak S_1 przesunął się wzdłuż opórki O_1, zatrzymując się swoim końcem przy krawędzi opórki.</p>	<p>- hak S_1 wykonuje ruch obrotowy, obejmując opórkę O_1, dzięki czemu iglica lewa zostaje zamknięta; - iglica prawa l_2 odsuwa się o dalsze 70 mm od opornicy Op_2 tak, że całkowita odległość przesuwu od opornicy mierzona wzdłuż łapki wynosi 140 mm; - w tym czasie ściągi iglicowy przesunął się 3 razy po 70 mm (czyli w sumie 210 mm).</p>

Zamknięcie hakowe jest rozpruwalne, co oznacza, że przy jeździe po zwrotnicy nastawionej do innej jazdy, zwrotnica może być przestawiona przez koła pojazdu podczas ruchu w kierunku „z ostrza” (od krzyżownicy ku zwrotnicy) bez uszkodzenia konstrukcji zamknięcia nastawczego. Jeżeli więc w położeniu normalnym pojazd wjedzie na zwrotnicę od strony krzyżownicy z toru zwrotnego, to koło pojazdu najpierw naciska obrzeżem iglicę odsuniętą l_1 , przesuwając ją ku opornicy Op_1 . Początkowo iglica l_2 nie może odsunąć się od opornicy Op_2 i pozostaje zamknięta przez hak S_2 , dopóki ściągi iglicowy nie obróci haka S_2 wokół osi łapki. Dopiero wtedy, gdy zamknięcie nastawcze zajmie położenie wskazane w fazie I, rozpoczyna się przesuwanie obydwu iglic aż do całkowitego dosunięcia iglicy l_1 do swojej opornicy. **Rozprucie zwrotnicy** wystąpi, gdy nastąpi przejazd pojazdu szynowego przez zwrotnicę torem od strony krzyżownicy, w momencie gdy zwrotnica przestawiona jest na jazdę po drugim torze. Wtedy zwrotnica zostaje przestawiona przez koła przejeżdżającego pojazdu, a żadna z iglic nie dotyka szyn.

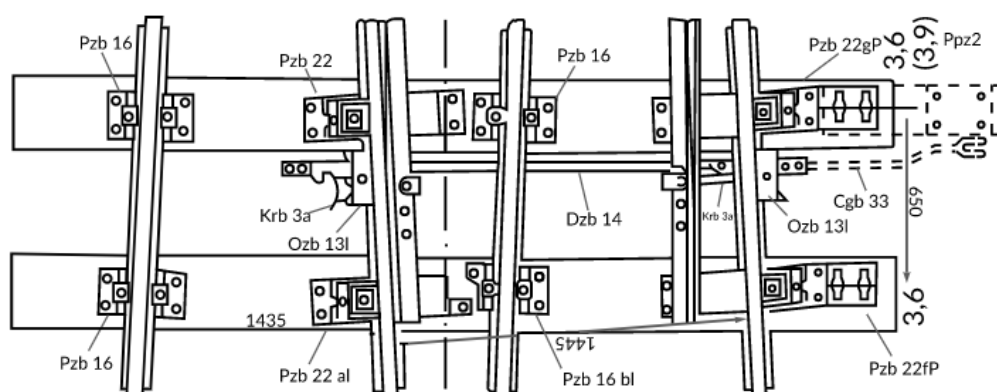
2.4.2. Zastosowanie zamknięć nastawczych suwakowych

Zamknięcie nastawcze suwakowe znajduje się przy początku iglic. Składa się z:

- dwóch zespołów zamknięć iglicowych, z których każdy wbudowany jest przy iglicy;
- drążka suwakowego, który jednocześnie jest ściąganiem iglicowym.

Zamknięcie nastawcze suwakowe w każdym rodzaju rozjazdów jest jednakowe. Różni się jedynie wymiarami drążka suwakowego oraz położeniem prowadnicy względem opornicy.

Rysunek 141. Schemat zamknięcia suwakowego przy początku iglic



Legenda:

- Pzb – płyta żebrzona,
- Dsb – drążek suwakowy,
- Krb – kłama zamka,
- Ozb – opórka zamka,
- Cgb – ciągnio.

Każdy zespół zamknięć składa się z:

- prowadnicy (opórki zamknięcia) przymocowanej do opornicy,
- kłamy przymocowanej do iglicy.

Obydwa zespoły współpracują z jednym drążkiem suwakowym.

W standardowych rozjazdach konstrukcji typu 49E1 (S49) oraz w standardowych rozjazdach typu 60E1 (UIC60) odstęp iglicy odsuniętej od opornicy wynosi 160 ± 10 mm. W rozjazdach typu 60E1 (UIC60) do prędkości $v \geq 160$ km/h tolerancja skoku wynosi ± 5 mm.

Zdjęcie 49. Zamknięcie nastawcze drążków suwakowych wyposażone w uchwyt do mocowania prętów nastawczych położony w ich środkowej części



W celu zabezpieczenia suwaka przed wypadnięciem z prowadnic używa się śrub zabezpieczających umieszczonych na końcu suwaka w specjalnie do tego przygotowanych otworach. Rozróżnia się kilka rodzajów zamknięć nastawczych suwakowych.

Rysunek 142. Rodzaje zamknięć nastawczych suwakowych



Główne części składowe zamknięcia nastawczego suwakowego są następujące:

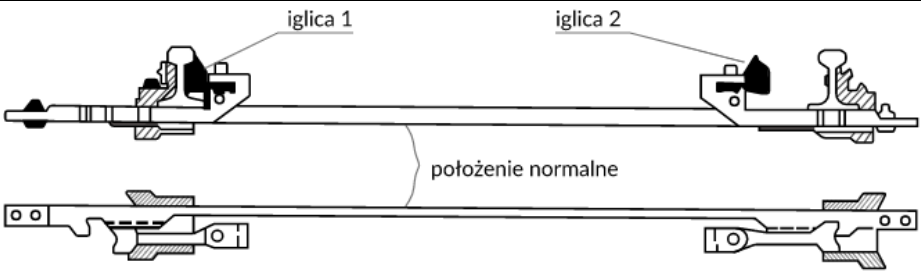
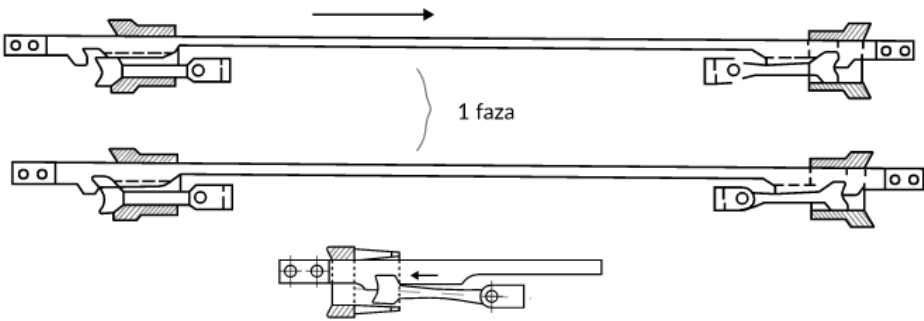
- przy rozjazdach zwyczajnych: 2 prowadnice, 2 klamry z przynależnymi sworzniami, 1 drążek suwakowy z 2 śrubami bezpieczeństwa, 2 pokrywy ochronne,
- przy rozjazdach krzyżowych pojedynczych: 2 takie komplety, jak dla rozjazdów zwyczajnych,
- przy rozjazdach krzyżowych podwójnych o promieniu łuku 190 m: 2 zespoły zamknięć, z których każdy obejmuje: 2 prowadnice, 2 klamry z przynależnymi

sworzniami, 1 drążek suwakowy z 2 śrubami bezpieczeństwa, 2 drążki sprzęgowe do sztywnego połączenia iglic, 2 pokrywy ochronne,

- d) przy rozjazdach krzyżowych podwójnych o promieniu łuku 300 m i większym: dwa zespoły zamknięć, z których każdy obejmuje: 4 prowadnice, 4 klamry z 4 przynależnymi sworzniami, 2 drążki suwakowe każdy z 2 śrubami bezpieczeństwa, 1 złącze międzysuwakowe, 4 pokrywy ochronne.

Działanie zamknięcia nastawczego suwakowego jest podobne jak przy zamknięciach hakowych. Dzieli się na trzy fazy, rozłożone na długości skoku drążka suwakowego wynoszącego 220 mm. Przykład działania zamknięcia suwakowego zwrotnicy przedstawiono w tabeli.

Tabela 68. Przykład działania zamknięcia suwakowego zwrotnicy

Działanie zamknięcia suwakowego zwrotnicy	
Położenie normalne	
	
<ul style="list-style-type: none"> - iglica pierwsza (lewa) - jest w położeniu zasadniczym dosunięta do opornicy, - iglica druga - prawa - w tym położeniu odsunięta na 150 mm, 	
Faza I	
	
<ul style="list-style-type: none"> - od 0 do 78 mm skoku suwaka następuje częściowo dosunięcie iglicy prawej w kierunku opornicy z odległości 150 mm na 72 mm, - przy dosuwaniu iglicy do opornicy, głowica klamry przesuwa się razem z suwakiem w prowadnicę, - przy ruchu suwaka od 59 do 78 mm następuje uchylenie zamknięcia iglicy lewej przez wejście głowicy klamrowej w wycięcie drążka suwakowego w wyniku nacisku przez skośny ząb niniejszego suwaka, - przy 78 mm skoku suwaka, iglica pierwsza jest już przygotowana do odsuwania się od swej opornicy, 	

Działanie zamknięcia suwakowego zwrotnicy	
Położenie normalne	
Faza II	
<ul style="list-style-type: none"> - od 78 mm do 142 mm skoku suwaka głowice obu klamer przesuwają się równocześnie w kierunku opornicy prawej, - iglica lewa odsuwa się od lewek opornicy, - iglica prawa dosuwa się już wtedy całkowicie do prawej opornicy, kończąc tym samym swój przesuw, 	
Faza III	
<ul style="list-style-type: none"> - od 142 mm do 220 mm skoku suwaka iglica pierwsza odsuwa się o resztę swej odległości od opornicy, tzn. znajduje się w przepisowej od niej odległości 150 mm, - w międzyczasie przy ruchu suwaka od 142 mm do 161 mm następuje początek zamykania iglicy prawej do opornicy wskutek wyparcia głowicy klamrowej przez skośne wycięcie w listwie suwakowej i oparcie tejże głowicy na skośnym zewnętrznym obrzeżu prowadnicy. 	

Dla zamknięć nastawczych suwakowych (o ile w innych dokumentach, np. WTWiO dla rozjazdów kolejowych lub zamknięć nastawczych, nie podano inaczej) minimalna dopuszczalna w eksploatacji droga oporowa wynosi:

- a) na pierwszym i trzecim zamknięciu: do 10 mm poniżej wielkości nominalnej drogi oporowej,
- b) na drugim zamknięciu: minimalna droga oporowa musi wynosić przynajmniej 15 mm.

Podobnie przebiega działanie zamknięcia suwakowego w rozjazdach, w których iglica odsuwa się od opornicy na 160 mm. Zamek nastawczy suwakowy, podobnie jak zamek hakowy, jest rozpruwalny w przypadku jazdy taboru z ostrza na zwrotnicę nie nastawioną do tej jazdy.

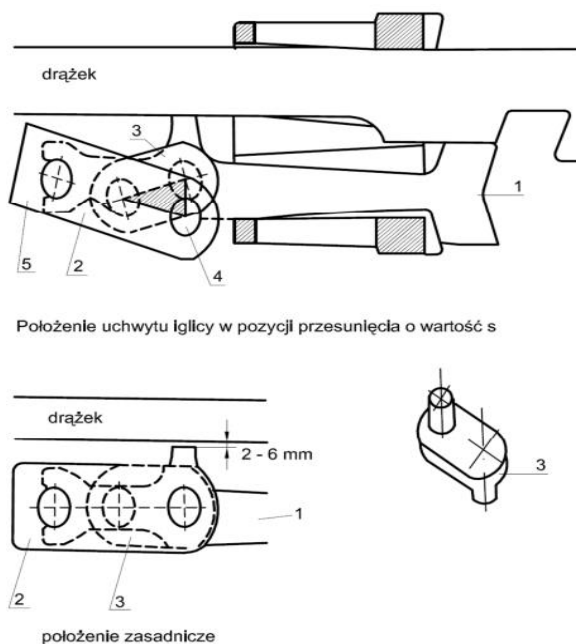
2.4.3. Zastosowanie innych rozwiązań konstrukcyjnych w rozjazdach kolejowych

Nowsze konstrukcje rozjazdów są wyposażone w zamknięcia nastawcze, które są niewrażliwe na wzajemne przemieszczenia iglic i opornic. Wynika to z różnic wydłużalności termicznej. Szczegółowe wytyczne montażu, działania i utrzymania niżej przedstawionych zamknięć oraz innych niewymienionych w instrukcji zawierają instrukcje opracowane przez producentów. Innymi rodzajami zamknięć nastawczych są:

- a) Zamknięcie nastawcze suwakowe BKL60 i BKL61 - zasada funkcjonowania odpowiada powszechnie przyjętemu zamknięciu; konstrukcja klamry pozwala na wyrównanie względnych ruchów między opornicą i iglicą wynikających z ich termicznej wydłużalności w zakresie ± 30 mm. Schemat funkcjonowania zamknięcia BKL60 przedstawiono na rysunku,

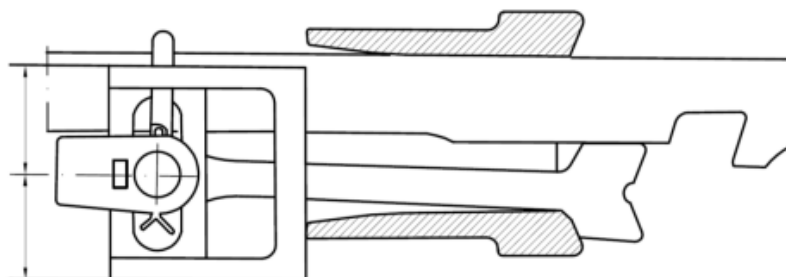
Rysunek 143. Schemat zamknięcie nastawczego suwakowego BKL60 i BKL61

1 - klamra zamknięcia, 2 - uchwyt, obejmą iglicy, 3 - mimośród korbowy zamknięcia, 4 - śruba Vks 5b, 5 - śruba (sworzeń) Wb 13b



Mimośrodkowy wodzik ślizgowy stanowi kluczowy element konstrukcyjny zamknięcia nastawczego suwakowego.

Rysunek 144. Schemat mimośrodkowego wodzika ślizgowego



Na zdjęciu zaprezentowano zamknięcie nastawcze suwakowe.

Zdjęcie 50. Zamknięcie nastawcze suwakowe w terenie



- b) Zamknięcie nastawcze suwakowe IT60-Zn - zamknięcia typu zapadkowego, stosowane tylko z napędami JEA29; montowane w rozjazdach Rz UIC60-300-1:9 ssd oraz Rz UIC60-500-1:12 ssd (również jako drugie zamknięcie);

Na zdjęciu zaprezentowano zamknięcie nastawcze,

Zdjęcie 51. Przykładowe zamknięcie nastawcze



- c) Zamknięcie nastawcze samoregulujące SZS - działanie i utrzymanie analogiczne do zamknięcia standardowego,
- d) Zamknięcie nastawcze samoregulujące SZN/SKV/WKV pionowego działania - charakteryzuje się tym, że suwak i kłama współpracują w sposób podobny jak w standardowym zamknięciu suwakowym, lecz przemieszczone są o 90°, dzięki

czemu zamknięcie nie jest wrażliwe na wzajemne przesunięcia iglic i opornic wynikające z różnicy wydłużalności,

- e) Zamknięcie nastawcze klamrowe VCC,
- f) Zamknięcie nastawcze Spherolock/Spherolock NG - zamknięcie cylindryczne działające na zasadzie zamknięcia suwakowego; stosowane z tradycyjnymi napędami; przestawienie drugiego i trzeciego zamknięcia następuje przy pomocy sprzężenia Hydrolink; zamknięcie nastawcze Spherolock NG jest odmianą zamknięcia Spherolock przystosowaną do montażu w rozjazdach już eksploatowanych,
- g) System Hydrostar ZV-4D/2010 - obejmuje elektrohydrauliczny napęd zwrotnicowy, zamknięcia nastawcze oraz kontrolery położenia iglic IE 2010, które zamontowane są pomiędzy iglicami.

Szerzej na temat zamknięć nastawczych przedstawiono w tomie I „Automatyka sterowania ruchem kolejowym i prowadzenie ruchu kolejowego”.

2.4.4. Zastosowanie urządzeń do kontroli położenia iglic w rozjazdach kolejowych

Poprzez krzyżownicę rozumie się część rozjazdu torowego, w której następuje przecięcie szyn torów rozjazdu. Składa się z dziobownicy (inaczej: dzioba krzyżownicy), szyn skrzydełkowych oraz kierownic. Dziobownica jest trójkątnym elementem łączącym szyny dwóch torów. Krzyżownice z ruchomym dziobem charakteryzują się zachowaniem ciągłości krawędzi tocznych w całym zakresie przejazdu. Jest to możliwe dzięki przemieszczaniu się dzioba, który w swoich skrajnych położeniach dolega do odpowiednich części skrzydełkowych. Ruchome dzioby krzyżownicy stosuje się dla zapewnienia przejazdu przez rozjazd z dużymi prędkościami (w rozjazdach o dużym promieniu szczelina pomiędzy szynami byłaby zbyt duża). Wtedy ruchomy dziób pozwala na przejście między szynami bez przerwy, dzięki czemu nie są wymagane kierownice.

Urządzenia kontroli położenia zwrotnicy (ruchomego dzioba krzyżownicy) w elektrycznym napędzie zwrotnicowym służą do kontroli krańcowego położenia obu iglic zwrotnicy (ruchomego dzioba krzyżownicy) oraz przekazywania do nastawni informacji o położeniu zwrotnicy (ruchomego dzioba krzyżownicy). Kontrola położenia

zwrotnicy lub dzioba krzyżownicy może być realizowana samodzielny urządzeniem tzw. kontrolerem. Kontrola przesuwu iglicy w poszczególnych fazach jej przekładania oraz przylegania iglicy do opornicy jest prowadzona przez urządzenie kontrolne w mechanicznych napędach zwrotnicowych z kontrolą iglic.

Zwrotnice w urządzeniach mechanicznych kluczowych zamykane są na zamki trzpieniowe lub ryglowe. Po tego typu zwrotnicach prędkość pociągu przejeżdżającego nie może przekraczać 120 km/h.

Tabela 69. Przykłady zastosowania zamków ryglowych

Przykłady zastosowania zamków ryglowych
1) do zwrotnic przejeżdżanych na ostrze wyłącznie przez pociągi towarowe z prędkością większą niż 50 km/h,
2) do zwrotnic przejeżdżanych na ostrze przez pociągi pasażerskie z prędkością $V \geq 40$ km/h,
3) do zwrotnic na szlaku,
4) do zwrotnic przejeżdżanych na ostrze przez pociągi pasażerskie z prędkością mniejszą niż 40 km/h.

W innych przypadkach stosuje się zamki trzpieniowe. W przebiegach utwierdzanych – do zamykania zwrotnic i wykolejnic nastawianych ręcznie można stosować rygle zamiast zamków. Do nastawiania zwrotnic i wykolejnic w urządzeniach mechanicznych scentralizowanych stosuje się napędy mechaniczne z kontrolą lub bez kontroli iglic. Prędkość pociągów przejeżdżających po zwrotnicach nastawianych mechanicznie nie może przekraczać 140 km/h. Na zdjęciu przedstawiono przykład zamka trzpieniowego.

Zdjęcie 52. Przykład zamka trzpieniowego



Kontrola położenia iglic w urządzeniach mechanicznych scentralizowanych jest stosowana do zwrotnic:

- 1) przejeżdżanych na ostrze wyłącznie przez pociągi towarowe z prędkością większą od 40km/h, jeżeli nie są ryglowane,
- 2) przejeżdżanych przez pociągi pasażerskie, gdy nie jest wymagane ich ryglowanie,
- 3) po których przewiduje się w sytuacjach awaryjnych przejazd na ostrze pociągów pasażerskich.

Napędy elektryczne w wersji rozpruwalnej lub nierozpruwalnej są stosowane w urządzeniach elektrycznych (przełącznikowych i komputerowych) do nastawiania zwrotnic z zamknięciami nastawczymi i wykolejnic. Do zwrotnic bez zamknięć nastawczych stosuje się napędy w wersji rozpruwalnej lub nierozpruwalnej z wewnętrznymi zamknięciami nastawczymi. Przez **rozprucie** rozumie się przestawienie iglic obrzeżami kół w wyniku jazdy taboru z ostrza przy nieprawidłowym ustawieniu zwrotnicy. Najechanie taborem kolejowym z ostrza na niewłaściwie ustawiony rozjazd z napędem rozpruwalnym powoduje **rozprucie rozjazdu**. Napęd rozpruwalny nie ulega uszkodzeniu podczas rozprucia. Posiada on mniejszą siłę trzymania iglic niż napędy nierozpruwalne, dlatego nierozpruwalność napędów jest wymagana dla napędów zwrotnic, które przejeżdżane są na ostrze przez pociągi z dużą prędkością. Napęd rozpruwalny zostaje wtedy otwarty i następuje przesunięcie suwaka nastawczego napędu. Napędy mechaniczne są napędami rozpruwalnymi do momentu, gdy nie zostaną zaryglowane lub zamknięte zamkiem kluczowym. Napędy elektryczne posiadają układy reagujące na rozprucie z wykorzystaniem m.in. kontroli położenia i zajętości. W przypadku urządzeń mechanicznych scentralizowanych powoduje rozsprężnięcie krążka linkowego dźwigni. Rozprucie rozjazdu jest sygnalizowane na pulpicie nastawczym i rejestrowane. Czasem w wyniku drgań pochodzących od przejeżdżającego taboru, układ kontrolny może zasygnalizować rozprucie rozjazdu mimo, iż zwrotnica nie została rozpruta. Przykład rozprucia rozjazdu przedstawiono na zdjęciu.

Zdjęcie 53. Rozprucie rozjazdu

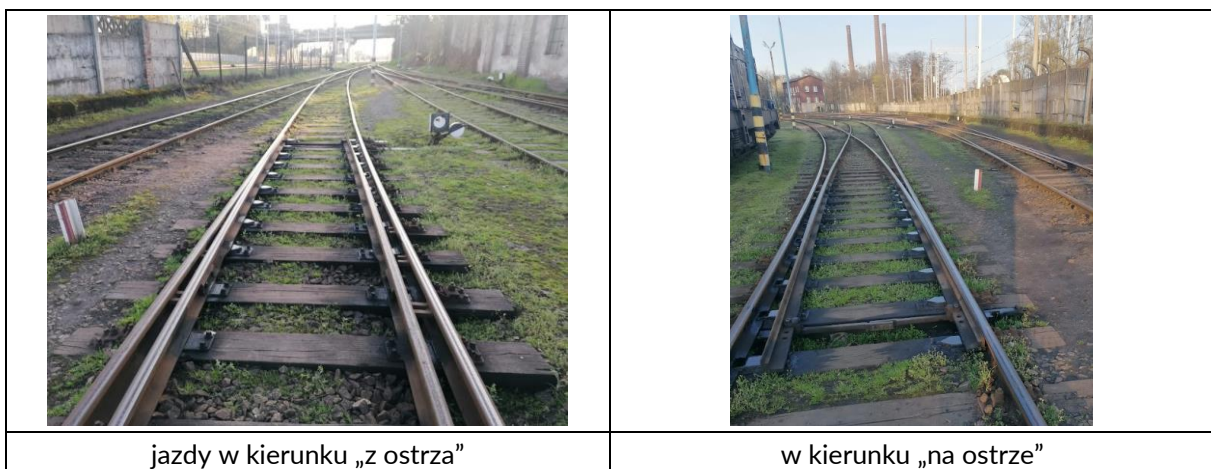


Napędy nierozpruwalne są nie przystosowane do rozprucia rozjazdu ze względu na znacznie większą siłę trzymania tych napędów. Wynosi ona ponad 25kN. W przypadku rozprucia rozjazdu z napędem nierozpruwalnym, następuje konieczność wymiany napędu na nowy i naprawy rozjazdu.

Rozjazd jest rozpruwalny, gdy przy jeździe po zwrotnicy nastawionej do innej jazdy, zwrotnica może zostać przestawiona przez koła pojazdu podczas ruchu w kierunku „z ostrza” (od krzyżownicy ku zwrotnicy) bez uszkodzenia konstrukcji zamknięcia nastawczego. Jazda „na ostrze” występuje, gdy zwrotnica jest nastawiona w kierunku zwrotnym, przy rozjazdach łukowych jednostronnych - w kierunku łuku o mniejszym promieniu, a przy rozjazdach dwustronnych łukowych - po jednym z łuków.

Poniżej zaprezentowano zdjęcia pokazujące jazdę w kierunku „z ostrza” oraz w kierunku „na ostrze”.

Zdjęcie 54. Zaprezentowanie jazdy w kierunku „z ostrza” oraz w kierunku „na ostrze”



Rozprucie rozjazdu może prowadzić do **jazdy widełkowej**, gdzie przejazd pojazdu szynowego następuje przez zwrotnicę od strony iglic w momencie, gdy żadna z nich nie dolega do opornicy. Skutkuje to najczęściej wykolejeniem taboru i zniszczeniem zwrotnicy.

Rozjazdy należy wyposażać w urządzenia kontrolno-nastawcze zgodnie z zasadami określonymi w Standardach Technicznych w kontekście warunków technicznych dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości maksymalnej na poziomie 200 km/h (dla taboru konwencjonalnego)/ 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem).

Patrząc od początku rozjazdu, w przypadku rozjazdów przejeżdżanych z prędkością większą niż 130 km/h, jako pierwszy stosuje się napęd w wersji nierozpruwalnej. Kolejnymi napędami mogą być napędy w wersji rozpruwalnej.

W urządzeniach elektrycznych (przełącznikowych i komputerowych) stosuje się kontrolę położenia iglic do zwrotnic:

- 1) przejeżdżanych przez pociągi pasażerskie,
- 2) po których przewiduje się w sytuacjach awaryjnych przejazd na ostrze pociągów pasażerskich,
- 3) przejeżdżanych na ostrze wyłącznie przez pociągi towarowe z prędkością większą niż 50 km/h,
- 4) leżących na szlaku,
- 5) wyposażonych w napędy z wewnętrznymi zamknięciami nastawczymi, z wyjątkiem napędów szybkobieżnych.

Rozjazdy z krzyżownicami o dziobach ruchomych wyposażone są w następujące zamknięcia nastawcze i urządzenia kontroli iglic:

- 1) dla rozjazdu Rz 60E1(UIC60)-500-1:12 – zamknięcie w ostrzu iglic i zamknięcie środkowe w układzie jednapędowym ze sprzężeniem zamknięć nastawczych lub w układzie dwunapędowym; zamknięcie nastawcze dzioba ruchomego krzyżownicy nastawiane własnym napędem i urządzeniem kontrolnym;

- 2) dla rozjazdu Rz 60E1(UIC60)-1200-1:18.5:
- a) dwa zamknięcia nastawcze dzioba ruchomego krzyżownicy:
 - nastawiane własnym napędem uzależnionym, sprzężonym elektrycznie z napędem (lub napędami) zwrotnicowymi,
 - z indywidualnymi napędami i kontrolerami.
 - b) zamknięcie w ostrzu iglic i dwa zamknięcia środkowe w układzie:
 - jednonapędowym ze sprzężeniem zamknięć nastawczych oraz kontrolerami położenia iglic każdego zamknięcia,
 - z indywidualnymi napędami podłączonymi do każdego z zamknięć nastawczych i kontrolerami położenia iglic.

2.5. Opis oraz zasady stosowania diagnostyki rozjazdów i skrzyżowań torów kolejowych

Dokumentacja diagnostyki stanu rozjazdów, przyrządów wyrównawczych, wyrzutni płóz hamulcowych i szyn tocznych w hamulcach torowych składa się z następujących dokumentów:

- 1) dziennik oględzin rozjazdów, skrzyżowań torów w jednym poziomie – w zakresie oględzin rozjazdów; zakładany przez naczelnika sekcji eksploatacji i przekazywany na posterunek techniczny, w którego dyspozycji są rozjazdy; oraz w zakresie oględzin wyrzutni płóz hamulcowych i szyn tocznych hamulców torowych – zakładany i prowadzony przez naczelnika sekcji eksploatacji;
- 2) dziennik oględzin i badań technicznych przyrządów wyrównawczych – w zakresie oględzin przyrządów wyrównawczych; zakładany i prowadzony przez naczelnika sekcji eksploatacji;
- 3) w zakresie badań technicznych (przeглядów) rozjazdów i wstawek międzyrozjazdowych:
 - a) arkusze badania technicznego rozjazdów – zakładane przez naczelnika sekcji eksploatacji,
 - b) dziennik oględzin rozjazdów, skrzyżowań torów w jednym poziomie,

- c) książka kontroli stanu toru dla wstawek międzyrozjazdowych – zakładany przez naczelnika sekcji eksploatacji.

Arkusze badania technicznego rozjazdów oraz dziennik i książkę naczelnik sekcji eksploatacji przekazuje na posterunek techniczny, w którego dyspozycji są rozjazdy i wstawki.

- d) protokół z przeprowadzonych komisyjnych badań technicznych (przeглядów) rozjazdów – sporządzany przez inspektora (jako przewodniczącego komisji). W protokole ujmowane są rozjazdy, w których usterki powodują lub mogą spowodować ograniczenia eksploatacyjne (opisywane jest co to za usterka oraz do kiedy wymagana jest naprawa); w ciągu pięciu dni po zakończeniu badań, inspektor przekazuje oryginał protokołu do sekcji eksploatacji, a kopię głównemu inżynierowi. W przypadku opisu sprawnych rozjazdów w protokołach zamieszcza się zapis BEZ UWAG,
 - e) protokół zakwalifikowania części rozjazdowych do wymiany na podstawie przeprowadzonych badań diagnostycznych – sporządzany przez przedstawiciela sekcji eksploatacji przy współudziale inspektora; oryginał protokołu przesyłany jest do Zakładu Linii Kolejowych w celu podjęcia decyzji przez dyrektora, a kopia pozostaje w sekcji eksploatacji;
- 4) dziennik oględzin i badań technicznych przyrządów wyrównawczych – w zakresie badań technicznych (przeглядów) przyrządów wyrównawczych; zakładany i prowadzony przez naczelnika sekcji eksploatacji;
 - 5) protokół z przeprowadzonych komisyjnych badań technicznych (przeглядów) – w zakresie badań technicznych (przeглядów) wyrzutni płyt hamulcowych i szyn tocznych w hamulcach torowych; sporządzany przez inspektora (jako przewodniczącego komisji). W ciągu pięciu dni po zakończeniu badań, inspektor przekazuje oryginał protokołu do sekcji eksploatacji, a kopię głównemu inżynierowi.

Numeracja dokumentacji techniczno-ruchowej jest nadawana indywidualnie przez dane przedsiębiorstwo. Szerszy opis diagnostyki rozjazdów i skrzyżowań torów przedstawiono w podpunktach niniejszego punktu.

2.5.1. Opis oraz zasady stosowania pomiarów i oceny stanu rozjazdów i skrzyżowań torów kolejowych

Poprzez badanie techniczne rozumie się zespół działań mający na celu określenie stanu technicznego elementów nawierzchni polegający na ocenie wizualnej i specjalistycznych pomiarach. Badaniom technicznym podlegają wszystkie rozjazdy, skrzyżowania torów w jednym poziomie, wyrzutnie płóz hamulcowych, krzyżownice torów przy obrotnicach oraz przyrządy wyrównawcze.

Rysunek 145. Zakres badań technicznych rozjazdów i skrzyżowań torów kolejowych



Badania techniczne wstawek międzyrozjazdowych wykonuje się z częstotliwością badań technicznych rozjazdów, w zależności od prędkości [km/h] i obciążenia [Tg/rok]. Wyniki dotyczące stanu technicznego wstawek międzyrozjazdowych wpisuje się do „Książki kontroli stanu toru”. Dla połączeń torowych i występujących na nich wstawek, częstotliwość badania technicznego wstawki przyjmuje się taką, jaka obowiązuje dla rozjazdu z większą prędkością. Sprawdzane są: szerokość, przechyłka, stan techniczny szyn, połączeń szynowych, łubków i śrub łubkowych, podkładów lub podrozjazdnic, stan przytwierdzenia szyn do podkładów lub podrozjazdnic oraz stan podbicia podkładów lub podrozjazdnic. Przy ocenie stanu technicznego wstawek stosuje się odchyłki dopuszczalne przyjęte dla toru.

Częstotliwość badań technicznych przy określonych parametrach eksploatacyjnych (prędkość i obciążenie) przedstawia tabela.

Tabela 70. Częstotliwość badań technicznych przy określonych parametrach eksploatacyjnych (prędkość i obciążenie)

Lp.	Parametr	Częstotliwość badań przy określonych parametrach eksploatacyjnych				
1.	Prędkość [km/h]	$V \leq 40$	$40 < V \leq 120$		$120 < V \leq 160$	$160 < V \leq 250$
2.	Obciążenie* [Tg/rok]	-	≤ 10	> 10	-	-
3.	Częstotliwość podstawowa	6 m-cy	6 m-cy	3 m-ce	3 m-ce	2 m-ce
4.	Częstotliwość wydłużona	max. 12 m-cy	max. 9 m-cy	max. 6 m-cy	max. 6 m-cy	max. 3 m-cy

* Obciążenie jest sumarycznym obciążeniem przewozami wszystkich kierunków w rozjeździe

Jednocześnie na każdej z bocznic kolejowych funkcjonują Regulaminy Pracy Bocznic Kolejowej, gdzie zdefiniowane są częstotliwości badań technicznych.

Badania te przeprowadzane są przez komisję, w skład której zawsze wchodzi:

- 1) naczelnik/ kierownik lub jego zastępca lub zawiadowca ds. drogowo-budowlanych,
- 2) zastępca naczelnika/ kierownik ds. automatyki lub zawiadowca ds. automatyki lub diagnosta uprawniony do prowadzenia kontroli, jeżeli rozjazdy wyposażone są w urządzenia srk,
- 3) toromistrz,
- 4) pracownik uprawniony w zakresie elektroenergetyki kolejowej, jeżeli rozjazdy położone są w torach zelektryfikowanych lub wyposażone są w urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów.

Uprawnienia pracowników automatyki oraz energetyki regulują stosowne instrukcje branżowe.

Co najmniej raz w roku komisji przewodniczy inspektor z zespołu diagnostycznego ds. nawierzchni i podtorza posiadający właściwe uprawnienia wynikające z Prawa Budowlanego. Pozostałe badania techniczne mogą odbywać się bez udziału tego inspektora. Wtedy przewodnictwem komisji obejmuje naczelnik sekcji eksploatacji lub jego zastępca ds. drogowych lub zawiadowca ds. drogowo-budowlanych.

Sprawdzenie układu geometrycznego rozjazdów (czyli właściwego położenia w planie i profilu) jest wykonywane tak jak przedstawiono w tabeli.

Tabela 71. Zakres sprawdzenia układu geometrycznego rozjazdów

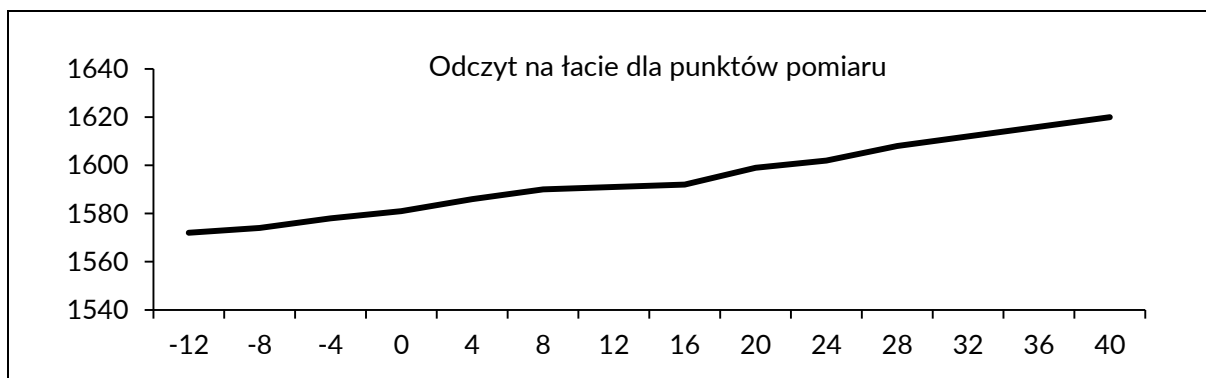
Zakres sprawdzenia układu geometrycznego rozjazdów		
we wszystkich rozjazdach	w rozjazdach eksploatowanych z prędkością $v \geq 160$ km/h	w pozostałych rozjazdach
w uzasadnionych przypadkach po wymianie części rozjazdowych	raz w roku oraz każdorazowo po wymianie rozjazdu, ciągłej wymianie podrozjazdnic lub ciągłym podbiciu rozjazdu	každorazowo po wymianie rozjazdu, ciągłej wymianie podrozjazdnic lub ciągłym podbiciu rozjazdu

Sprawdzenie układu geometrycznego jest wykonywane przez inspektora z zespołu diagnostycznego. Dopuszcza się jednak wykonanie tego sprawdzenia przez pracowników posiadających właściwe uprawnienia zawodowe w dziedzinie geodezji i kartografii.

Ocena położenia rozjazdu w profilu jest przeprowadzana na podstawie pomiaru drugich różnic (gradientów) wysokości, według zasad przedstawionych w tabeli.

Tabela 72. Zasada obliczania drugich różnic (gradientów) wysokości

Punkt pomiaru [m]	Odczyt na łacie	I różnica wysokości	II różnica wysokości
-12	1572	-	-
-8	1574	2	-
-4	1578	4	2
0	1581	3	-1
4	1586	5	2
8	1590	4	-1
12	1591	1	-3
16	1592	1	0
20	1599	7	6
24	1602	3	-4
28	1608	6	3
32	1612	4	-2
36	1616	4	0
40	1620	4	0



Położenie torów zwrotnych w płaszczyźnie poziomej jest oceniane na podstawie pomiarów strzałek na stałej cięciwie o długości zależnej od promienia toru zwrotnego. Sprawdzenie prawidłowego rozmieszczenia podrozdnic jest wykonywane za każdym razem po wymianie lub ciągłym podbiciu rozjazdu na podstawie dokumentacji lub rysunku rozjazdu, posługując się odpowiednimi przyrządami pomiarowymi. Maksymalnie do 5 dni kalendarzowych przed badaniem wykonywane są pomiary, które są wymagane przy badaniach technicznych. Są wykonywane przez pracowników wyznaczonych przez przewodniczącego komisji. Pomiary te charakteryzują się dużą prędkością. Wyniki pomiarów są przedstawione członkom komisji i wpisane do arkuszy badania technicznego rozjazdów, razem z datą przeprowadzenia pomiarów.

Podczas badań technicznych rozjazdów wykonywane są czynności wg zakresu, który przedstawiono w tabeli.

Tabela 73. Zakres badania technicznego rozjazdów

Lp.	Wyszczególnienie	Podczas badania technicznego należy sprawdzić:	Dotyczy również do ogłędzin (Tak/ Nie)
	Ogólny stan rozjazdu	<ul style="list-style-type: none"> - stan techniczny, - oznakowanie ukresów, - wolną przestrzeń między iglicą a opornicą oraz w żłobkach krzyżownic i kierownic, - utrzymanie rozjazdu w porządku, czystości, - wskaźniki zwrotnicowe, wykołownicowe oraz prawidłowość ich ustawienia wobec położenia zwrotnicy lub wykołownicy, 	Tak
		<ul style="list-style-type: none"> - układ geometryczny rozjazdu, - pełzanie rozjazdu lub jego części, 	Nie

Lp.	Wyszczególnienie	Podczas badania technicznego należy sprawdzić:	Dotyczy również do ogłędzin (Tak/ Nie)
	Zwrotnica	<ul style="list-style-type: none"> - opornice, - opórki iglic, - iglice (ze szczególnym uwzględnieniem wyszczerbień lub pęknięć i zamocowania w osadzie), - przyleganie iglic – do opornic - czy luz między iglicą a opornicą w ostrzu iglicy nie przekracza 1 mm, - stan smarowania elementów trących, <ul style="list-style-type: none"> - przyleganie iglic do opórek – luz nie może przekraczać 2 mm, - przyleganie iglic do płyt ślizgowych – luz nie może przekraczać 2 mm na nie więcej niż 50% płyt ślizgowych półzwrotnicy, - czy odległość iglicy odsuniętej od opornicy (w swej najmniejszej wartości, zwykle w miejscu przejścia od pełnego profilu iglicowego do części obrabianej struganiem) nie jest mniejsza od 58 mm, - czy powierzchnie toczne iglic i opornic leżą w granicach tolerancji, - czy zużycie iglic i opornic nie przekracza zużycia dopuszczalnego, - osady czopowe i zamocowanie w nich iglic, stan przyspawania podkładek i łożysk w płytach, - stan zamocowania zabezpieczenia przeciwpełznego iglic sprężystych (wielkość odchylenia od położenia środkowego czopa przeciwpełznego oraz stan zgrzewu iglicy z szyną łączącą), - czy zwrotnice nie wykazują nadmiernych oporów przy przestawianiu, jeżeli tak – należy dokonać pomiaru tych oporów (w przypadku podejrzenia nie zachowania prawidłowości współpracy układu rozjazd- napęd, zaleca się przeprowadzić analizę wykresów oporów przestawiania, a następnie doprowadzić rozjazd do stanu zapewniającego opory przestawiania na poziomie mniejszym lub równym oporom dopuszczalnym. Dla ustalenia przyczyn nadmiernych oporów przestawiania zaleca się obserwację wartości oporów w trakcie przestawiania ręcznego napędu. Sposób regulacji zamknięć nastawczych, sprzężeń oraz stabilizatorów iglic zawarte są w odrębnych zaleceniach producenta), - czy iglice nie mają ruchów w kierunku pionowym w osadach czopowych i na płytach ślizgowych, - czy urządzenia kompensujące różnice wydłużalności iglicy i opornicy pozwalają na swobodny ruch iglicy w kierunku wzdłużnym. 	<p style="text-align: center;">Tak</p> <p style="text-align: center;">Nie</p>
	Szyny łączące	<ul style="list-style-type: none"> - stan szyn, łubków i śrub łubkowych, - stan złącz szynowych klasycznych, spawanych oraz izolowanych, 	<p style="text-align: center;">Tak</p>

Lp.	Wyszczególnienie	Podczas badania technicznego należy sprawdzić:	Dotyczy również do oględzin (Tak/ Nie)
		<ul style="list-style-type: none"> - czy zużycie szyn łączących nie przekracza zużycia dopuszczalnego, 	Nie
	Zespół krzyżownicy	<ul style="list-style-type: none"> - kierownice, - dziób krzyżownicy, - szyny skrzydłowe, <ul style="list-style-type: none"> - szerokość toru w krzyżownicy na obu kierunkach jazdy, - szerokość i głębokość żłobków w krzyżownicy i przy kierownicach oraz wielkość sptywów metalu w dziobie i szynach skrzydłowych, - stan wkładek i śrub w krzyżownicy, - stan i wielkość zużycia kierownicy, - stan wkładek i śrub w kierownicach mocowanych do szyn oraz stan mocowań kierownic do koziołków i płyt żebrowych, - wielkość zużycia dziobów i szyn skrzydłowych oraz wielkość ich zużycia w miejscach charakterystycznych (początek dzioba oraz w miejscach załomu profilu podłużnego). Pomiar zużycia krzyżownicy wykonuje się za pomocą liniatu i suwmiarki z głębokościomierzem lub klina pomiarowego. Pomiary powinny być wykonywane także w miejscach największego zużycia krzyżownicy, a wielkość zużycia nie powinna przekraczać wartości dopuszczalnych, - wielkość maksymalna rozstawu powierzchni prowadzących w krzyżownicy, - prawidłowe położenie na podkładkach, stan przytwierdzenia krzyżownicy i kierownic do podrojazdnic oraz stan przekładek, - prostoliniowość wzajemnego położenia krawędzi tocznych dzioba i szyn skrzydłowych, - stan mechanizmu i umocowania napędów ruchomych dziobów krzyżownic. Stan dolegania dzioba do szyn skrzydłowych, opórek i płyt ślizgowych, - czy ruchomy dziób krzyżownicy nie wykazuje nadmiernych oporów przy przestawianiu, jeżeli tak – należy dokonać pomiarów tych oporów. W zakresie szczegółowych wymagań odnoszących się do krzyżownic z ruchomymi dziobami należy stosować się ściśle do instrukcji eksploatacyjnej producenta lub specjalnych wytycznych, 	Tak
	Zamknięcia i urządzenia nastawcze	<ul style="list-style-type: none"> - prawidłowość założenia pokryw na zamknięcia nastawcze, - ściągi iglicowe, - pręty nastawcze, - przymocowanie i działanie zamknięć i urządzeń nastawczych, napędów zwrotnic i krzyżownic, sprzężeń wielokrotnych zamknięć nastawczych i urządzeń stabilizujących iglice, - sworznie, nity, zawlecзки 	Tak

Lp.	Wyszczególnienie	Podczas badania technicznego należy sprawdzić:	Dotyczy również do oględzin (Tak/ Nie)
		<ul style="list-style-type: none"> - stan połączeń i izolacji izolowanych drążków suwakowych, - stan przytwierdzenia opórek i przewodnic zamknięć zwrotnicowych, - stan współdziałania zamknięć zwrotnicowych i zwrotnic z urządzeniami srk, - działanie sprzężeń zamknięć nastawczych, - przyleganie haka do opórki w zamknięciach hakowych i głowicy klamry do przewodnicy w zamknięciach suwakowych – luz nie może przekraczać 3 mm, - czy stopka haka w położeniu zamkniętym (w zamknięciach hakowych) nie wystaje poza krawędź opórki więcej niż 5 mm i obejmuje opórkę na długości nie mniejszej niż 60 mm, - wielkość dróg oporowych w zamknięciach suwakowych, - czy w zamknięciach hakowych sworznie łączące hak z iglicą i ściąganiem iglicowym, a w zamknięciach suwakowych – sworznie łączące klamrę z iglicą oraz sworznie bezpieczeństwa są zanitowane lub zabezpieczone zawleczkami i czy nie występują nadmierne luzy w połączeniach sworzniowych, - czy odległość iglicy odsuniętej od opornicy przy pierwszym zamknięciu jest jednakowa po obu stronach zwrotnicy i jest zachowana jej przepisowa wielkość (140, 150 lub 160 ± 10 mm w zależności od rodzaju zamknięcia), - prawidłowość działania zamknięcia w zwrotnicach. Jeżeli iglica nie dochodzi do opornicy na 4 mm lub więcej, to zamknięcie suwakowe lub hakowe nie powinno dać się zamknąć. W zakresie innych zamknięć niestandardowych należy stosować się ściśle do instrukcji producenta, - stan i prawidłowość działania urządzeń stabilizujących położenie iglic oraz zamknięć nastawczych w rozjazdach, w których te urządzenia występują. 	Nie
	Podrozzjazdnic	<ul style="list-style-type: none"> - czy nie występują złamania, pęknięcia i inne uszkodzenia podrozzjazdnic drewnianych, strunobetonowych lub stalowych zespolonych, - właściwe podbicie i obsypanie podsypką, - przytwierdzenia części rozjazdowych do podrozzjazdnic. 	Tak
	Urządzenia	<ul style="list-style-type: none"> - Urządzenia sterowania ruchem kolejowym współpracujące z rozjazdem – czy nie są uszkodzone oraz czy znajdują się na właściwym miejscu, - przymocowanie grzejników, przewodów zasilających, puszek połączeniowych i innych elementów ogrzewania rozjazdu, 	Tak
		<ul style="list-style-type: none"> - stan połączeń i izolacji elementów umocowań napędów zwrotnicowych i kontrolerów położenia iglic, - w okresie pogotowia zimowego należy sprawdzić stan urządzeń grzewczych zamknięć nastawczych instalacji 	Nie

Lp.	Wyszczególnienie	Podczas badania technicznego należy sprawdzić:	Dotyczy również do oględzin (Tak/ Nie)
		zasilającej (badania należy przeprowadzać wg odrębnych wytycznych).	
	Łączniki szynowe oraz styki izolowane w obrębie rozjazdów i połączeń torowych	<ul style="list-style-type: none"> - połączenia śrubowe, - czy nie występują wychlapki w podsypce, zwłaszcza pod złączami, - czy warstwy izolacyjne w złączach izolowanych nie wykazują przetarcia, - czy w szynach na stykach izolowanych nie występują spływy metalu, - czy nie występują pęknięcia lub przerwy w tokach szynowych, - czy łączniki szynowe oraz linki dławikowe obwodów torowych są trwale przymocowane do szyn, - czy nie występują pęknięcia łubków, - czy nie występuje pełzanie szyn powodujące zwarcia odcinków izolowanych, 	Tak
		<ul style="list-style-type: none"> - stan zanieczyszczenia podsypki (czy nie występują wychlapki, usypy, opiłki metalu) oraz czy znajduje się ona co najmniej 5 cm poniżej stopki szyny, - czy powierzchnie toczne szyn nie są pokryte korozją, jeżeli potrzeba takiego sprawdzenia jest ujęta w regulaminie technicznym. W przypadku stwierdzenia korozji powierzchni szyn odcinka izolowanego (bezzłączonego odcinka torowego) należy postąpić zgodnie z obowiązującymi przepisami. Stwierdzone w czasie badań i oględzin odcinków izolowanych nieprawidłowości należy odnotować w Dzienniku oględzin rozjazdów oraz w Książce kontroli sterowania ruchem. 	Nie

2.5.2. Opis oraz zasady stosowania oględzin rozjazdów kolejowych

Oględziny rozjazdów są przeprowadzane wzrokowo w celu stwierdzenia czy występują:

- 1) wykruszenia lub pęknięcia elementów rozjazdu,
- 2) inne usterki lub odkształcenia grożące naruszeniem prawidłowego działania rozjazdów lub urządzeń nastawczych.

Zakres badania technicznego rozjazdów w kontekście oględzin zawarto w tabeli w pkt. 2.5.1.

Ogłędziny rozjazdów wykonuje się z częstotliwością podaną w tabeli.

Tabela 74. Częstotliwość wykonywania ogłędzin rozjazdów

Lp.	Rodzaj toru	Kategoria linii				Infrastruktura nieczynna lub częściowo wyłączona*
		Magistralna	Pierwszorzędna	Drugorzędna	Znaczenia miejscowego	
1	Szlakowe, główne zasadnicze i dodatkowe	1 raz/dobę	1 raz/dobę	1 raz/dobę	1 raz/dobę	1 raz/6 miesięcy
2	Pozostałe	2 razy/tydzień	2 razy/tydzień	2 razy/tydzień	2 razy/tydzień	
3	Wszystkie	Zgodnie z przepisami o ogłędzinach, badaniach technicznych i utrzymaniu rozjazdów				

* Wykonuje pracownik dokonujący obchodów torów na obszarze swojego działania

Jednocześnie na każdej z bocznic kolejowych funkcjonują Regulaminy Pracy Bocznic Kolejowej, gdzie zdefiniowane są częstotliwości wykonywania ogłędzin rozjazdów.

Ogłędziny rozjazdów, wyrzutni płoż hamulcowych i szyn w hamulcach torowych są wykonywane przez toromistrza. Wykonuje je nie rzadziej niż dwa razy w miesiącu w torach szlakowych, głównych zasadniczych i dodatkowych, jednak nie rzadziej niż raz w miesiącu w torach pozostałych. Czynności prowadzone podczas ogłędzin muszą być wykonywane przy przekładaniu zwrotnic. Na poczet ogłędzin toromistrzowi zalicza się udział w badaniach technicznych.

2.5.3. Opis oraz zasady stosowania badań technicznych rozjazdów kolejowych

Badanie techniczne rozjazdów, skrzyżowań torów w jednym poziomie, krzyżownic torów przy obrotnicach, wstawek międzyrozjazdowych, wyrzutni płoż hamulcowych oraz przyrządów wyrównawczych przeprowadzane jest w zależności od stopnia obciążenia i prędkości maksymalnej (bez uwzględnienia okresowych ograniczeń prędkości) z częstotliwością podstawową.

Badanie techniczne po wbudowaniu nowego rozjazdu lub naprawie głównej przeprowadzane jest przez komisję. Jeżeli w dwóch kolejnych badaniach technicznych wykonanych z częstotliwością podstawową nie stwierdzono przekroczenia wartości

odchyłek dopuszczalnych i stan części składowych nie budzi obaw o przekroczenie odchyłek dopuszczalnych do następnego badania technicznego, to częstotliwość badań może być wydłużona, jednak nie dłużej niż do wielkości podanych w tabeli powyżej. Decyzja o wydłużeniu terminu kolejnego badania technicznego jest podejmowana na pisemny wniosek głównego inżyniera kierującego zespołem diagnostycznym ds. nawierzchni i podtorza lub naczelnika sekcji eksploatacji (po uzgodnieniu z głównymi inżynierem). Należy jednak nie przekroczyć założeń wyżej wymienionych. W momencie wystąpienia istotnych zmian warunków użytkowania rozjazdu (np. zmiana prędkości lub obciążenia) lub gdy podstawy do wydłużenia częstotliwości badań technicznych nie mają już zastosowania, wprowadzana jest ponownie częstotliwość podstawową badań. Wszystkie zmiany terminów badań technicznych rejestrowane są w harmonogramie badań technicznych. Badania techniczne nie są przeprowadzane na infrastrukturze nieczynnej lub częściowo wyłączonej z eksploatacji. Jednak należy je wykonać bezwzględnie przed wznowieniem ruchu.

2.6. Opis oraz zasady stosowania dokumentacji diagnostycznej badań rozjazdów kolejowych

2.6.1. Opis oraz zasady stosowania arkusza badania technicznego rozjazdów, skrzyżowań torów kolejowych

Książka badań technicznych rozjazdów, skrzyżowań torów w jednym poziomie oraz wyrzutni płóz hamulcowych na górkach rozrządowych zawiera informacje na temat wyników kontroli, spostrzeżeń i wydanych zarządzeń, a także termin przeprowadzenia kontroli i dane osoby kontrolującej. Wyniki przeprowadzonych badań przedstawione są w arkuszach badania technicznego rozjazdów, skrzyżowań torów kolejowych.

Jednocześnie w wyniku przeprowadzonych badań powstaje tabela, gdzie przedstawione zostają wymiary właściwe w rozjazdach i skrzyżowaniach. Poniżej zamieszczono przykład wypełnionej takiej tabeli dla 60E1 (UIC60). Tabela zawiera informacje o rodzaju rozjazdu, typie, promieniu i skosie rozjazdu, szerokości toru (w styku przediglicowym, w ostrzu iglicy, w strefie zwrotnicy, w środku rozjazdu

Tabela 75. Wymiary właściwe w rozjazdach i skrzyżowaniach 60E1 (UIC60)

Nr	Rodzaj rozjazdu	Typ, promień, skos	Wymiary właściwe w rozjazdach i skrzyżowaniach 60E1 (UIC60)													Szerokość toru													Szerokość szlabu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
			w ostrzu iglicy			w strefie zwalniczy			w środku rozjazdu			w kryżownicy			Odległość między prowadzającymi prowadzonymi szlabami			Krawędzie między szlabami			względni			przy kierownicy			w kryżownicy																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	aa	ab	ac	ad	ae	af	ag	ah	ai	aj	ak	al	am	an	ao	ap	aq	ar	as	at	au	av	aw	ax	ay	az	ba	bb	bc	bd	be	bf	bg	bh	bi	bj	bk	bl	bm	bn	bo	bp	bq	br	bs	bt	bu	bv	bw	bx	by	bz	ca	cb	cc	cd	ce	cf	cg	ch	ci	cj	ck	cl	cm	cn	co	cp	cq	cr	cs	ct	cu	cv	cw	cx	cy	cz	da	db	dc	dd	de	df	dg	dh	di	dj	dk	dl	dm	dn	do	dp	dq	dr	ds	dt	du	dv	dw	dx	dy	dz	ea	eb	ec	ed	ee	ef	eg	eh	ei	ej	ek	el	em	en	eo	ep	eq	er	es	et	eu	ev	ew	ex	ey	ez	fa	fb	fc	fd	fe	ff	fg	fh	fi	fj	fk	fl	fm	fn	fo	fp	fq	fr	fs	ft	fu	fv	fw	fx	fy	fz	ga	gb	gc	gd	ge	gf	gg	gh	gi	gj	gk	gl	gm	gn	go	gp	gq	gr	gs	gt	gu	gv	gw	gx	gy	gz	ha	hb	hc	hd	he	hf	hg	hi	hj	hk	hl	hm	hn	ho	hp	hq	hr	hs	ht	hu	hv	hw	hx	hy	hz	ia	ib	ic	id	ie	if	ig	ih	ii	ij	ik	il	im	in	io	ip	iq	ir	is	it	iu	iv	iw	ix	iy	iz	ja	jb	jc	jd	je	jf	jj	jk	jl	jm	jn	jo	jp	jq	jr	js	jt	ju	jv	jw	ka	kb	kc	kd	ke	kf	kg	kh	ki	kj	kl	km	kn	ko	kp	kq	kr	ks	kt	ku	kv	kw	kx	ky	kz	la	lb	lc	ld	le	lf	lg	lh	li	lj	lk	ll	lm	ln	lo	lp	lq	lr	ls	lt	lu	lv	lw	lx	ly	lz	ma	mb	mc	md	me	mf	mg	mh	mi	mj	mk	ml	mn	mo	mp	mq	mr	ms	mt	mu	mv	mw	mx	my	mz	na	nb	nc	nd	ne	nf	ng	nh	ni	nj	nk	nl	nm	nn	no	np	nq	nr	ns	nt	nu	nv	nw	nx	ny	nz	oa	ob	oc	od	oe	of	og	oh	oi	oj	ok	ol	om	on	oo	op	oq	or	os	ot	ou	ov	ow	ox	oy	oz	pa	pb	pc	pd	pe	pf	pg	ph	pi	pj	pk	pl	pm	pn	po	pp	pq	pr	ps	pt	pu	pv	pw	px	py	pz	qa	qb	qc	qd	qe	qf	qg	qh	qi	qj	qk	ql	qm	qn	qo	qp	qq	qr	qs	qt	qu	qv	qw	qx	qy	qz	ra	rb	rc	rd	re	rf	rg	rh	ri	rj	rk	rl	rm	rn	ro	rp	rq	rr	rs	rt	ru	rv	rw	rx	ry	rz	sa	sb	sc	sd	se	sf	sg	sh	si	sj	sk	sl	sm	sn	so	sp	sq	sr	ss	st	su	sv	sw	sx	sy	sz	ta	tb	tc	td	te	tf	tg	th	ti	tj	tk	tl	tm	tn	to	tp	tq	tr	ts	tt	tu	tv	tw	tx	ty	tz	ua	ub	uc	ud	ue	uf	ug	uh	ui	uj	uk	ul	um	un	uo	up	uq	ur	us	ut	uu	uv	uw	ux	uy	uz	va	vb	vc	vd	ve	vf	vg	vh	vi	vj	vk	vl	vm	vn	vo	vp	vq	vr	vs	vt	vu	vv	vw	vx	vy	vz	wa	wb	wc	wd	we	wf	wg	wh	wi	wj	wk	wl	wm	wn	wo	wp	wq	wr	ws	wt	wu	wv	ww	wx	wy	wz	xa	xb	xc	xd	xe	xf	xg	xh	xi	xj	xk	xl	xm	xn	xo	xp	xq	xr	xs	xt	xu	xv	xw	xa	xb	xc	xd	xe	xf	xg	xh	xi	xj	xk	xl	xm	xn	xo	xp	xq	xr	xs	xt	xu	xv	xw	ya	yb	yc	yd	ye	yf	yg	yh	yi	yj	yk	yl	ym	yn	yo	yp	yq	yr	ys	yt	yu	yv	yw	ya	yb	yc	yd	ye	yf	yg	yh	yi	yj	yk	yl	ym	yn	yo	yp	yq	yr	ys	yt	yu	yv	yw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb	zc	zd	ze	zf	zg	zh	zi	zj	zk	zl	zm	zn	zo	zp	zq	zr	zs	zt	zu	zv	zw	za	zb

i w krzyżownicy), odległości krawędzi prowadzącej kierownicy od bliższej krawędzi dzioba, odległości między prowadzącymi krawędziami prowadnic, szerokości żłobka (w gardzieli, przy kierownicy i w krzyżownicy).

Arkusze badania technicznego dla rozjazdów zawiera informacje o stacji gdzie dany rozjazd się znajduje, okręg nastawczy, numer rozjazdu, rodzaj i jego typ, datę wbudowania, producenta rozjazdu, prędkości dla rozjazdu, wymiary właściwe szerokości, żłobków i dopuszczalne odchylenia, wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia oraz wyniki badania, czyli właściwości zmierzone. W tabeli przedstawiono przykładowy arkusz badania technicznego dla rozjazdów.

Tabela 76. Arkusz badania technicznego dla rozjazdów

Stacja		Okręg nast.		Rozjazd nr		Rodzaj i typ		Producent		Wbudowany		Wybudowany		V [km/h]																									
				Rz 60E1-2500-1:26,5		...sb-S, 1:40																																	
$b1, b3 \dots d1, d3 \dots \text{tor zasadniczy}$ $w = b_{16} - z$ $p = e - h - i$ $b2, b4 \dots d2, d4 \dots \text{tor zwrotny}$ $w_1 = b_{15} - z_1$ $p_1 = e_1 - h_1 - i_1$																																							
Dzień badania i nazwiska osób badających	Wymiary właściwe szerokości, żłobków i dopuszczalne odchylenia [mm]															Stwierdzone braki, potrzebne części do wymiany oraz adnotacje o naprawach	Podpisy osób badających																						
	a	b	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃			b ₁₄	b ₁₅	b ₁₆	z	z ₁	c	c ₁	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈							
	1435	1436	1435															---		1435		1435																	
	+4	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5			+4	+5	+4	+5	≥ 58	---	+5	+4	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5						
	-2	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3			-2	-3	-2	-3	---	---	-3	-2	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3						
	Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]																	---																					
	d ₉	d ₁₀	d ₁₁	d ₁₂	d ₁₃	d ₁₄	d ₁₅	d ₁₆	d ₁₇	d ₁₈	m	s	s ₁	e	e ₁			e ₂	e ₃	k	k ₁	f	f ₁	i	i ₁	h	h ₁	p	p ₁	w	w ₁								
	1435																	---		1395		43		40		---													
	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4			+5	+4	+5	+4	+5	≥ 1392	---	+3	---	+3	---	---	---	< 1357	< 1380							
	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2	-3	-2			-3	-2	-3	-2	-3	---	---	-1	---	-1	---	---	---	---	---							
Wymiary właściwe przechyłki i dopuszczalne odchylenia [mm]															---																								
Wartości zmierzone w [mm]															---																								

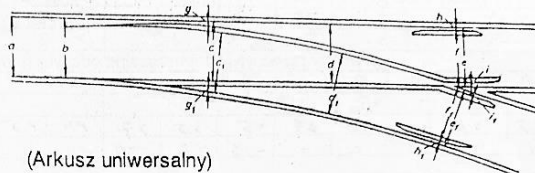
Uwagi:																																							
Uwagi:																																							

1		3																				4		5										
Dzień badania i nazwiska osób badających		Wymiary właściwe szerokości, słobków i dopuszczalne odchylenia (mm)																				Stwierdzone braki, potrzebne części do wymiany oraz adnotacje o naprawach	Podpisy osób badających											
		a	b	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	b ₉	b ₁₀	b ₁₁	b ₁₂	b ₁₃	b ₁₄	b ₁₅	b ₁₆	z	z ₁			c	c ₁	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅	d ₆	d ₇	d ₈	
		1435	1436	1435																---	1435				1435									
		+4	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4			+5	≥ 58	+5	+4	+4	+5	+4	+5	+4	+5	+4
Wymiary właściwe pręchyłki i dopuszczalne odchylenia (mm)																																		
Wymiary właściwe pręchyłki i dopuszczalne odchylenia (mm)																																		
Wartości zmierzone w (mm)																																		
Wymiary właściwe pręchyłki i dopuszczalne odchylenia (mm)																																		
Wartości zmierzone w (mm)																																		
Uwagi:																																		
Uwagi:																																		
Uwagi:																																		
Uwagi:																																		

Na zdjęciu zaprezentowano przykład wypełnienia arkusza uniwersalnego dla rozjazdu zwyczajnego.

Zdjęcie 55. Przykład wypełnienia arkusza uniwersalnego dla rozjazdu zwyczajnego

Stacja/bezimi:
 Rozjazd nr 23
 Rodzaj: rozjazd zwyczajny
 Typ: S49-1:9-190
 Producent
 Wbudowany 22.09.1996
 Wybudowany



(Arkusz uniwersalny)

1	2																3	4
Dzień badania i nazwiska badających	Wymiary właściwe i dopuszczalne odchylenie (mm)																Stwierdzone braki i potrzebne części do wymiany oraz adnotacje o naprawach	Podpisy badających rozjazd
	a	b	c	c ₁	d	d ₁	e	e ₁	f	f ₁	g	g ₁	h	h ₁	i	i ₁		
	1441	1445	1435	1441	1435	1441	1435	1435	1394	1394			41	41	44	44		
	+5		+5		+5	+8	+6		+2				+4		+4			
Wymiary pręchyłki i dopuszczalne odchyłki (mm)																		
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0																		
+5 -5																		
45 48 39 46 37 45 32 37 91 95 + 41 42 45 45																		
5 3 4 5 3 5 2 2																		
44 48 40 46 38 46 32 32 91 95 + 41 42 45 45																		
4 4 3 4 3 4 3 2																		
44 47 40 46 38 46 32 37 91 95 + 41 42 45 45																		
4 4 3 4 3 4 3 2																		
44 46 40 46 38 46 32 37 91 95 + 41 42 45 45																		
4 4 3 4 3 4 3 2																		
45 46 41 41 37 45 32 37 91 95																		
4 4 3 4 3 4 3 2																		

Arkusze uzupełniające badania technicznego jest arkuszem pomiaru drugich różnic (gradientów) wysokości rozjazdu/ skrzyżowania toru przy kroku niwelacji 4 m. Arkusze uzupełniające badania technicznego pomiarów strzałek na stałej cięciwie o długości zależnej od promienia toru zwrotnego zawiera informacje o stacji, gdzie prowadzone było badanie, okręg nastawczy, numerze rozjazdu, rodzaju i typie rozjazdu, cięciwie pomiarowej. Ponadto pomiary prowadzone są dla kilku odciętych, wartości maksymalnych i minimalnych, dzięki czemu uzyskuje się wartości zmierzone dla toku zewnętrznego.

Tabela 77. Wzór arkusza uzupełniającego badania technicznego pomiarów strzałek na stałej cięciwie o długości zależnej od promienia toru zwrotnego

Odcięta [m]	x = 3,5	x = 7,0	x = 10,5	x = 14,0	x = 17,5	
Wartość maksymalna [mm]	42,8	68,4	77,0	68,4	42,8	
Wartość minimalna [mm]	37,9	60,6	68,1	60,6	37,9	
Data pomiaru:						Podpis osób badających
Wartość zmierzona (tok zewnętrzny)						
Wartość zmierzona (tok zewnętrzny)						

Arkusze uzupełniające badania technicznego (pomiar strzałek na stałej cięciwie dla rozjazdów łukowanych z rozjazdu podstawowego) zawiera informacje na temat stacji, gdzie prowadzone są badania, okręgu nastawczym, numeru rozjazdu, rodzaju i typie rozjazdu i cięciwie pomiarowej. Pomiary prowadzone są dla kierunku zasadniczego i kierunku zwrotnego (dla wartości maksymalnych i minimalnych) i przy danych prędkościach pojazdów.

Tabela 78. Arkusz uzupełniający badania technicznego (pomiar strzałek na stałej cięciwie dla rozjazdów łukowanych z rozjazdu podstawowego typu Rz XX-300-1:9)

	Odcięta [m]	x = 3,5	x = 7,0	x = 10,5	Prędkość [km/h]
Kierunek zasadniczy	f _{max} [mm]				
	f _{min} [mm]				
Kierunek zwrotny	f _{max} [mm]				
	f _{min} [mm]				
	Data pomiaru				Podpis osób badających
Kierunek zasadniczy					
Kierunek zwrotny					
Kierunek zasadniczy					
Kierunek zwrotny					
Kierunek zasadniczy					
Kierunek zwrotny					

2.6.2. Opis oraz zasady stosowania dziennika oględzin rozjazdów kolejowych

Wyniki badań technicznych rozjazdów są każdorazowo rejestrowane w „Dzienniku oględzin i badań technicznych rozjazdów”, w arkuszach badań technicznych rozjazdów oraz w następujących arkuszach uzupełniających i zawierają:

- 1) pomiary parametrów współpracy napęd – rozjazd – za każdym razem podczas badań technicznych rozjazdów,
- 2) pomiary drugich różnic (gradientów) wysokości rozjazdów/ skrzyżowań toru przy krok – niwelacji 4 m. Opis oraz mechanizmy i zasady stosowania badań technicznych rozjazdów kolejowych w infrastrukturze kolejowej,
- 3) pomiary strzałek na stałej cięciwie.

Dokumenty te są zakładane przez naczelnika właściwej sekcji eksploatacji lub wyznaczonego przez niego pracownika. Tabelę przedstawiającą dziennik oględzin i badań technicznych rozjazdów przedstawiono poniżej. Zawiera ona informacje o numerach rozjazdów, czasie oględzin lub badania technicznego, stwierdzonych brakach lub rodzaju uszkodzenia, adnotacji o żądaniu naprawy, dacie żądania, adresacie żądania, czasie przybycia pracowników do naprawy, wyszczególnieniu usuniętego uszkodzenia, czasie dokonanej naprawy i ewentualnych uwagach.

Tabela 79. Dziennik oględzin i badań technicznych rozjazdów

Stacja.....
 Okręg nastawni.....
 Zakład Linii Kolejowych.....
 Sekcja Eksploatacji.....

DZIENNIK
 oględzin i badań technicznych rozjazdów, skrzyżowań
 torów w jednym poziomie oraz wyrzutni płóz hamulcowych
 na górkach rozjazdowych

Założono.....
 Zakończono.....

Nr rozjazdów	Czas oględzin		Stwierdzone braki lub rodzaj uszkodzenia	Żądano naprawy				Podpis kontrolującego	Czas przybycia pracownika do naprawy		Wyszczególnienie usuniętego uszkodzenia	Czas dokonania naprawy		Podpis stwierdzającego wykonanie naprawy	Uwagi
	Data	Godz.		Data	Godz.	Nr telefonu	Oddział, do którego skierowano żądanie		Data	Godz.		Data	Godz.		
Wk 2-7 5-102	08.01. 2020	10:30	Kontrola torów stacyjnych 1, 2, 3, 8												
Wk 2-7 5-102	10.01. 2020	08:50	W porządku oprócz ustaleń pokońcowych z dnia 20.12.2020												
Wk 2-7 5-102	15.01. 2020	08:30	W porządku oprócz ustaleń pokońcowych z dnia 20.12.2020												
Wk 2-7 5-102	20.01. 2020	08:45	W porządku oprócz ustaleń pokońcowych z dnia 20.12.2020												
	20.03. 2020	11:15	Komisyjne techniczne badania rozjazdów objęte na stacji XYZ oraz SZR nr 301. Komisja w składzie: 1.; 2.; 3.; Stwierdzone usterki:						20.03 2020	14:15	Zakończenie komisyjne technicznego badania rozjazdów				
5			- zużycie mechaniczne podrozjazdnic;												
7			- boczne zużycie podrozjazdnic;												
12			- brak usterek												

Pracownicy przeprowadzający kontrolę stanu rozjazdów i prawidłowości wykonywania oględzin zapisują w Dzienniku oględzin i badań technicznych rozjazdów wyniki sprawdzenia i spostrzeżenia oraz wydane polecenia w tym zakresie:

- 1) jeżeli stan rozjazdu może zagrażać bezpieczeństwu ruchu, pracownik dokonujący oględzin osłania miejsce sygnałami zgodnie z przepisami dotyczącymi sygnalizacji, po czym w Dzienniku oględzin i badań technicznych rozjazdów na odpowiednim posterunku zapisuje stwierdzone braki lub usterki i fakt osygnalizowania miejsca niebezpiecznego,
- 2) nie stwierdzenia nieprawidłowości lub usterek, pracownik dokonujący oględzin zapisuje wzdłuż rubryk 2÷5, iż dokonał oględzin rozjazdów, a stan rozjazdów jest w porządku. Jeżeli usterki w rozjazdach stwierdzone podczas ostatniego badania technicznego nie zostały usunięte do czasu ich usunięcia, musi zapisać, iż dokonał oględzin rozjazdów, a stan rozjazdów w porządku z wyjątkiem usterek w rozjazdach nr x stwierdzonych po badaniu technicznym w dniu y.

Po wykonaniu oględzin i odnotowaniu tego faktu w Dzienniku oględzin i badań technicznych rozjazdów, pracownik obsługi wyznaczony regulaminem technicznym zgłasza telefonicznie dyżurnemu ruchu o ich dokonaniu i informuje go o wszystkich zauważonych brakach, usterekach i uszkodzeniach. Wszelkie wyniki oględzin rozjazdów prowadzone na innym posterunku położonym w rejonie obchodu oraz meldunki otrzymane od innych pracowników dokonujących oględzin, są zapisywane w Dzienniku oględzin i badań technicznych rozjazdów.

Pracownik obsługi zapoznaje się ze stanem rozjazdów za każdym razem, gdy obejmuje dyżur w porze dziennej:

- a) na podstawie poprzednich zapisów w Dzienniku oględzin i badań technicznych rozjazdów,
- b) na podstawie własnych oględzin rozjazdów oraz na podstawie poprzednich zapisów.

Wyniki oględzin odnotowuje w Dzienniku oględzin i badań technicznych rozjazdów.

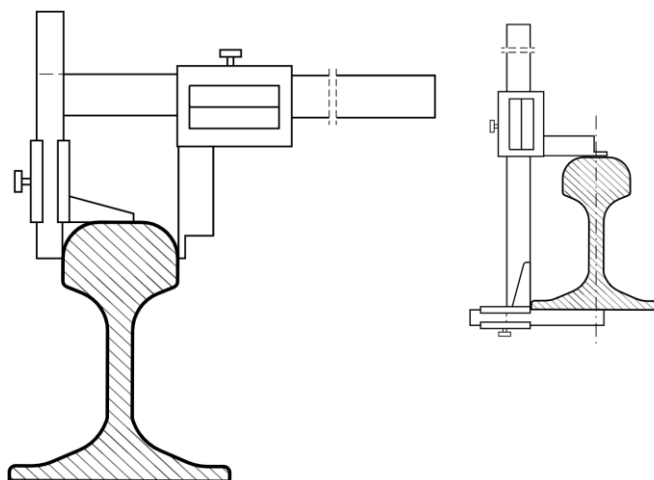
2.7. Opis oraz zasady stosowania przyrządów i urządzeń pomiarowych w procesie zarządzania infrastrukturą kolejową

Przykładowymi urządzeniami do pomiaru rozjazdów w procesie zarządzania infrastrukturą kolejową są, m.in. toromierz rozjazdowy, toromierz zwykły, suwmiarka, profilograf, przymiar liniowy, szczelinomierz lub klin pomiarowy, strzałkomierz.

Toromierz cyfrowy (ręczny) jest przeznaczony do pomiarów geometrii torów i rozjazdów. Posiada duży, czytelny i podświetlany wyświetlacz, na którym są wyświetlane w postaci cyfrowej wartości wszystkich parametrów. Wbudowana pamięć urządzenia pozwala na rejestrację wykonywanych pomiarów, a następnie skopiowanie danych na komputer. Przykład użycia w terenie toromierza przedstawia poniższy rysunek. Szczegółowy opis toromierza i jego działania znajduje się w pkt. 1.6.2.3.

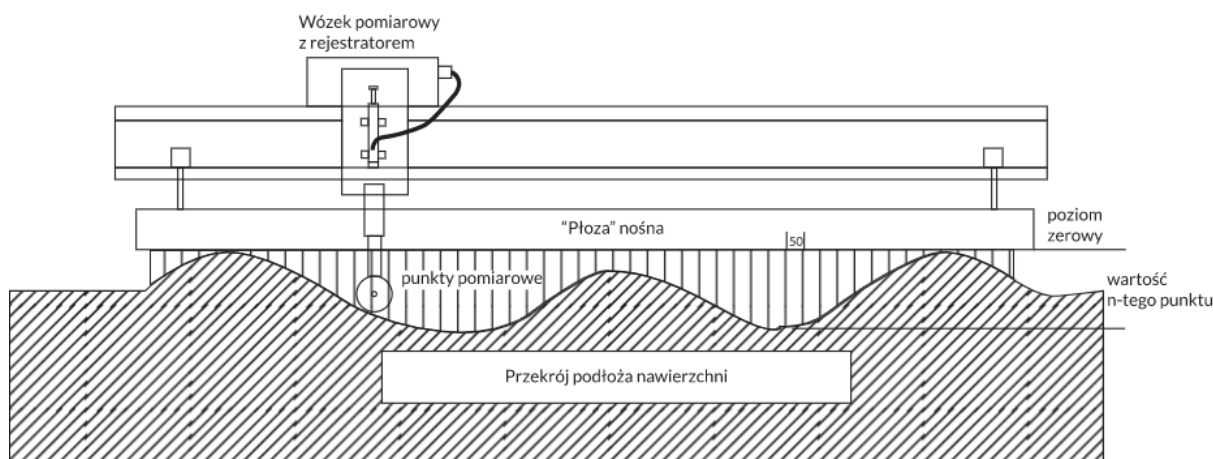
Suwmiarką wykonywane są różnego rodzaju pomiary długości, średnicy oraz grubości. Wykorzystanie suwmiarki daje pomiary zbyt mało dokładne, a pomiar wymaga zbyt wiele czasu lub daje niewystarczającą ilość informacji. Suwmiarkę rozjazdową wykorzystuje się do pomiaru zużycia części rozjazdowych. Pozyskane w ten sposób dane są porównywane z wielkościami nominalnymi znajdującymi się w dokumentacji technicznej. Przykład pomiaru zużycia bocznego oraz pionowego części stalowych rozjazdów oraz skrzyżowań torów (szyn) prezentuje rysunek. Szczegółowy opis suwmiarki i jej działania znajduje się w pkt. 1.5.2.2.

Rysunek 146. Przykładowy pomiar suwmiarką zużycia bocznego oraz pionowego części stalowych rozjazdów oraz skrzyżowań torów (szyn)



Profilograf (**profilomierz**) jest przyrządem umożliwiającym zarejestrowanie zarysu chropowatości powierzchni za pomocą wykresu. Służy do pomiarów pionowego i bocznego zużycia szyn. Profilomierze, mechanicznie (ręcznie) odwzorowujące zużycie profilu główki szyny przez poprowadzenie po jej badanej powierzchni odpowiedniego wózka, zamieniają ruch jego końcówki na zapis elektroniczny. Pomiar przeprowadza się przez umieszczenie profilografu na drodze prostopadłe do pasa ruchu i przesunięcie wózka pomiarowego z jednej skrajnej pozycji do drugiej. Zapis wyrażany jest w lokalnych współrzędnych, których odtworzenie w komputerze daje możliwość zobrazowania i nałożenia na profil nominalny, a także obliczenia różnic między dwoma konturami. Wyniki zapisane są w pamięci rejestratora, a specjalny czujnik optyczny rozróżnia kierunek przesuwania wózka. Nowsze wersje profilomierzy umożliwiają odtworzenie profilu zużytej szyny metodą bezdotykową za pomocą laserowych czujników pomiaru odległości. Głębokość w każdym z tych punktów wyznaczana jest jako odległość nawierzchni od dolnej krawędzi "płoz" nośnych. Schemat profilomierza przedstawiono na rysunku.

Rysunek 147. Schemat profilografu (profilomierza)



Przed rozpoczęciem robót torowych dokonuje się pomiaru luzów w obu tokach szynowych za pomocą klina pomiarowego w temperaturze szyny poniżej 15°C oraz zmierzenia wzajemnego przesunięcia styków przy użyciu węgielnicy torowej i przymiaru liniowego. Klin pomiarowy jest przeznaczony do pomiaru szczelin i luzów. Wykonany jest ze stali. Przykłady tych urządzeń przedstawiono na zdjęciach.

Zdjęcie 56. Węgielnica torowa i przedstawienie sposobu użycia



Węgielnica jest przyrządem używanym w geodezji. Służy do wytyczania kątów prostych, pełnych i półpełnych, czasem też połowy kąta prostego. Używane są razem z pionem sznurkowym (drążkowym). Nazwa pochodzi od węgła, czyli narożnika budynku. Wyróżnia się dwa rodzaje węgielnic: przeziernikowe i optyczne. Optyczne zapewniają dokładność większą niż 1' (minuta). Działanie węgielnic bazuje na zjawisku załamania promieni światła na granicy dwóch ośrodków i odbicia od powierzchni zwierciadlanej. W praktyce stosowane są węgielnice (tzw. pentagony podwójne) zbudowane z dwóch odpowiednio nałożonych na siebie pryzmatów pięciokątnych. Elementami optycznymi węgielnic zwierciadlanej są zamocowane we wspólnej oprawie dwa podłużne zwierciadła płaskie tworzące ze sobą kąt dwuścienny 45° . Przednia część oprawy jest otwarta, a na jej bokach (nad zwierciadłami) wycięte są prostokątne okienka umożliwiające przenikanie promieni świetlnych do wnętrza węgielnic. Do spodniej ścianki oprawy przymocowany jest haczyk do zawieszania pionu sznurkowego. Zasada działania węgielnic opiera się na prawie odbicia, zgodnie z którym promień padający i promień odbity leżą w jednej płaszczyźnie, prostopadłej do powierzchni zwierciadła, zaś kąty padania i odbicia są równe.

Strzałkomierz służy do kontroli strzałek. Metoda pomiaru strzałek na stałej cięciwie o długości zależnej od typu rozjazdu jest stosowana do kontroli krzywizny. Po pomiarach następuje interpretacja graficzna strzałek montażowych, które zostały zaprezentowane w postaci wykresu strzałek teoretycznych, uzyskanych na podstawie wartości strzałek projektowanych. Wykres strzałek montażowych

istniejących (uśrednionych) z pomiaru poszczególnymi przyrządami przedstawiono na przykładowym rysunku poniżej. Szczegółowy opis strzałkomierza znajduje się w pkt. 1.6.2.2.

W zależności od typu urządzenia oraz jego producenta, mogą występować inne sposoby obsługi danego urządzenia. W zależności też od momentu wykorzystania każdego z tych urządzeń, interpretacja wyników pomiarów wykonanych za ich pomocą, będzie inna. Szczegóły obsługi danego urządzenia zawarte są w instrukcjach obsługi tych urządzeń.

2.8. Opis oraz zasady stosowania zabezpieczenia rozjazdów kolejowych w terenie (np. przy uszkodzeniu, braku kontroli położenia) w infrastrukturze kolejowej

W momencie zapotrzebowania na wykonanie robót, wymagane jest zabezpieczenie miejsca tych robót w zależności od wykonywanej w torze naprawy. Dopuszcza się też stosowanie innych sposobów zabezpieczenia miejsca robót, np. z wykorzystaniem:

- automatycznych systemów ostrzegania (ASO),
- półautomatycznych systemów ostrzegania (PSO),
- ręcznych systemów ostrzegania (RSO),
- systemów ostrzegania na maszynach torowych (SOM),
- wygradzania stref niebezpiecznych (WSN).

Sposoby te powinny być określone w Regulaminie tymczasowym prowadzenia ruchu w czasie wykonywania robót, stosowanie do warunków miejscowych i zakresu tych robót. W miejscach koniecznych np. w głowicach rozjazdowych, torach stacyjnych), do oznaczania miejsca robót stosuje się biało-czerwone taśmy sygnalizacyjne, odblaskowe taśmy sygnalizacyjne lub przenośne barierki czy techniczne systemy ostrzegania (wtedy też nie zachodzi konieczność wystawiania sygnalisty).

Ostłonięcie miejsca wystąpienia nieprawidłowości, która może zagrażać niebezpieczeństwu ruchu pociągów i osób następuje zgodnie z przepisami o sygnalizacji, tj.:

- odcinki toru, na których prędkość pociągów powinna zostać ograniczona, osłania się z obu stron sygnałem D 6 „Zwolnić bieg” oraz wskaźnikiem W 14,
- sygnały te stosowane są też przy wykonywaniu robót, które przepisowo nie wymagają osłonięcia sygnałami, ale z powodu miejscowych warunków lub stanu pogody, wymagają zwiększonej ostrożności.

Jeśli prędkość pociągu ma zostać ograniczona poniżej 10 km/h, wykonywane roboty są prowadzone przy zamkniętym torze lub rozjeździe, przejazd pociągów oraz innych pojazdów kolejowych lub innych pojazdów kolejowych po danym odcinku toru lub rozjeździe nie jest przewidziany w czasie prowadzenia robót, miejsce osłania się sygnałem D 1 „Stój” zgodnie z przepisami o sygnalizacji. Sygnały te pozostają na miejscu, aż do całkowitego zakończenia działań w obrębie toru/rozjazdu i przywrócenia przejazdu pociągów z prędkością eksploatacyjną. Sygnały osłaniające miejsce w tunelu lub blisko niego są ustawiane przed wjazdem do tunelu. W momencie zamknięcia toru szlakowego na obu posterunkach zapowiadawczych ograniczających szlak ustawia się tarczę sygnału D 1 „Stój” w osi toru zamkniętego za ostatnią zwrotnicą prowadzącą na zamknięty tor szlakowy.

W przypadku wykrycia uszkodzenia itp. należy zamknąć tor dla ruchu pociągów. Szczegółowy zakres robót przy wymianie części rozjazdowych zależy między innymi od: typu rozjazdu, liczby zamknięć nastawczych i urządzeń kontroli iglic, sposobu łączenia szyn (łubki, spawy), ogrzewania rozjazdu itp.

Kontrole podczas przeprowadzonych badań technicznych rozjazdów i skrzyżowań torów są wykonywane przez osoby posiadające uprawnienia budowlane w odpowiedniej specjalności. Z każdej kontroli sporządzany jest protokół, który określa między innymi stan techniczny obiektu budowlanego, zakres prac niezbędnych do dalszego, bezpiecznego eksploataowania obiektu oraz odniesienie do poprzedniego protokołu kontroli. Nieprawidłowości stwierdzone podczas przeprowadzonych badań technicznych rozjazdów i skrzyżowań torów powinny być odnotowane

w sporządzanych protokołach, ponieważ wynika to z postanowień Prawa budowlanego.

2.9. Opis oraz zasady projektowania i stosowania planów schematycznych układów torowych i dróg zwrotnicowych

W celu odpowiedniego zarządzania infrastrukturą kolejową niezbędne jest wykorzystanie planu schematycznego infrastruktury kolejowej. Jego wykorzystywane skale, sposoby przedstawienia schematycznie elementów infrastruktury i urządzeń srk przybliżają i umożliwiają nadzór nad odpowiednimi obszarami danej infrastruktury.

Plan schematyczny jest graficznym szkicem na płaszczyźnie przedstawiającym położenie kolejowych szczegółów sytuacyjnych i urządzeń technicznych, narysowanych za pomocą umownych oznaczników. Schematy opracowuje się dla wszystkich posterunków ruchu i punktów ekspedycyjnych, przystanków osobowych i bocznic. Schematy są sporządzone do celów:

- a) eksploatacyjnych - jako załącznik do regulaminów technicznych posterunków ruchu,
- b) utrzymania budynków, instalacji i urządzeń technicznych stacji, utrzymania porządków oraz utrzymania zimowego,
- c) konstrukcji rozkładu jazdy, nadzoru nad prowadzeniem ruchu pociągów oraz jako punkt wyjścia do wykonywania modeli mikrosymulacyjnych ruchu kolejowego.

Schematy nie mogą jednak stanowić podkładu mapowego dla opracowania projektów przebudowy i rozbudowy stacji oraz wykonywania przejść podziemnych i naziemnych.

Plany schematyczne są sporządzane dla całych posterunków ruchu i punktów ekspedycyjnych, przystanków osobowych i bocznic. Jeżeli na szlaku przyległym do posterunku ruchu występują tarcze ostrzegawcze, które odnoszą się do semafora wjazdowego, zostają one ujęte na schemacie razem ze wskaźnikami W 11a / W11 b. Przedstawienie fragmentu odstępu między tarczą ostrzegawczą a semaforem wjazdowym jest zobrazowane w formie skróconej. Jednak skrócenia nie przedstawia się na łukach. Przy fragmencie podaje się odległość tarczy od semafora oraz elementy infrastruktury istotne dla prowadzenia ruchu kolejowego, które znajdują się w tym

obszarze (np. tarcze ostrzegawcze przejazdowe, przejazdy kolejowo-drogowe, sygnalizatory powtarzające, przystanki osobowe itp.).

Schematy sporządzane są na podstawie danych pochodzących z map sytuacyjno-wysokościowych, pomiarów bezpośrednich oraz profili podłużnych linii kolejowych. Na schematach uwzględnione zostają też schematy urządzeń SRK oraz schematy sekcjonowania sieci trakcyjnej. W celu aktualizacji schematów, podczas wykonywania pomiarów są stosowane najprostsze sposoby w rzutowaniu nowych obiektów i urządzeń kolejowych na linie pomiarowe istniejące już na aktualizowanym schemacie.

Schemat posiada następujące elementy:

- a) stosowne przedstawienie treści – zgodnie z oznacznikami (znakami konwencjonalnymi),
- b) odpowiedni opis schematu zamieszczonego w tabelach wykonanych zgodnie tabelami poniżej, tj. wykazem torów, rozjazdów, budynków oraz stroną tytułową.

Integralną częścią schematu są tabele stanowiące jego opisy umieszczone z lewej strony arkusza. Tabele zawierają następujące dane:

- 1) numery torów, ich długość ogólną, budowlaną i użytkową,
- 2) numery rozjazdów, długość, typ, kilometry ich początku (według odpowiedniej linii), numery i lokalizację wykolejnic,
- 3) numery i przeznaczenie budynków - w tym kontenery,
- 4) perony - długość użytkowa krawędzi dla każdego kierunku jazdy, szerokość i wysokość krawędzi peronu nad główką szyny oraz odległości osi torów od krawędzi peronowych.

Tabela torów zawiera informacje o przeznaczeniu toru, długości ogólnej, budowlanej i użytkowej toru oraz zarządcy/ użytkownika.

Tabela rozjazdów zawiera informacje o numerze rozjazdu, charakterystyce technicznej rozjazdu, jego lokalizacji i zarządcy/ użytkownika.

Wykaz budynków posiada informacje o numerze budynku, jego przeznaczeniu i kilometracji od budynki i ewentualne uwagi.

Wykaz peronów uwzględnia informacje o numerze peronu, jego lokalizacji, długości użytkowej krawędzi, szerokość peronu, wysokości peronu nad główką szyny, odległości osi torów od krawędzi peronowych.

Schematy są opracowywane się w dwóch skalach:

- a) podłużnej (dla długości torów) – 1:2000,
- b) poprzecznej (dla wzajemnego odstępu torów) – 1:500.

Kilometracja w planie schematycznym na zobrazowaniu posterunku ruchu lub punktu eksploatacyjnego wzrasta od strony lewej do prawej. Jeżeli na posterunku ruchu zbiega się kilka linii kolejowych o różnych kierunkach kilometracji, zobrazowanie na schemacie należy ułożyć wg linii o wyższej kategorii. Z lewej strony arkusza umieszcza się tabele zawierające informacje dotyczące torów, rozjazdów, budynków i urządzeń stacyjnych stanowiące opis schematu. Z prawej strony arkusza u dołu wykreśla się tabelę z opisem (metrykę). W tabeli tytułowej są zapisane dane osób opracowującej, wykreślającej i sprawdzającej schemat, skalę opracowania schematu, nazwę spółki, tytuł planu schematycznego oraz datę sporządzenia. Z lewej strony arkusza pozostawia się 30 mm na wszycie. Na schemacie nanoszone są dane, których wykaz prezentuje tabela.

Tabela 80. Dane prezentowane w planie schematycznym układów torowych

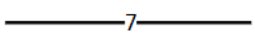
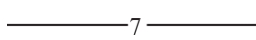
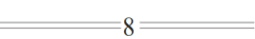
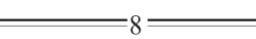
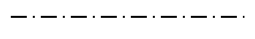

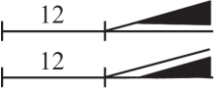

Dane w planie schematycznym
<ol style="list-style-type: none">1) tory:<ol style="list-style-type: none">a) szlakowe,b) główne zasadnicze,c) główne dodatkowe,d) specjalnego przeznaczenia (m.in. koszty oporowe, żeberka) i boczne,2) punkty styku pomiędzy zarządcami;3) granice okręgów nastawczych;4) początki torów odgałęziających bocznicę od torów stacyjnych (szlakowych) oraz tory zdawczo-odbiorcze, a przy bocznicach wszystkie tory bocznicowe;5) numery torów (w uzasadnionych przypadkach numery wstawek rozjazdowych);6) rozjazdy, skrzyżowania torów i wykolejnice w położeniu zasadniczym (wraz z numerami), wskaźniki W 17 (ukresy), urządzenia elektrycznego ogrzewania rozjazdów,7) wskaźniki pochyłeń (załomów) profilu podłużnego torów na posterunku i przyległych szlakach na długości maksymalnej drogi hamowania przed semaforami wjazdowymi z każdego kierunku;8) górki rozrządowe, profile podłużne górek rozrządowych;9) przejazdy kolejowo-drogowe i przejścia w poziome szyn, pomieszczenia dróżników przejazdowych, strażnice;10) sygnalizatory (semafory i tarcze) z podaniem ich opisu, wskaźniki przytorowe, rogatki, telewizja użytkowa, hamulce torowe, strefy objęte układową kontrolą nie zajętości (odcinki torowe i zwrotnicowe), urządzenia bezpiecznej kontroli jazdy pociągu (BKJP), sygnalizatory drogowe, przytorowe urządzenia samoczynnej sygnalizacji przejazdowej (SSP);11) przebiegi pociągowe wraz z ich opisem;12) kilometraż osi posterunku, znaki kilometrowe i hektometrowe dla każdej linii osobno;

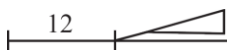
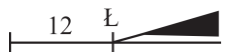
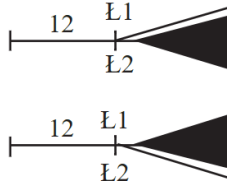
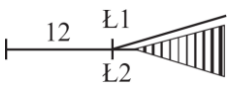
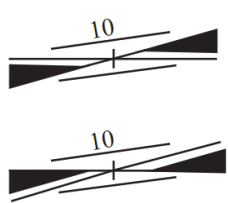
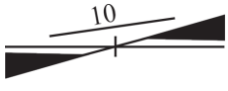
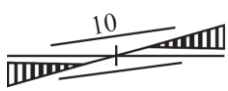

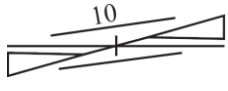
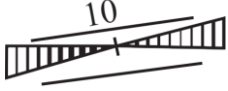




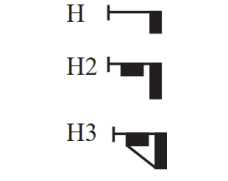
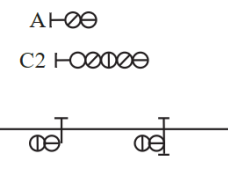
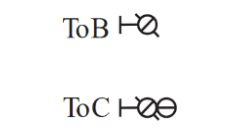
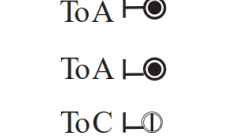
Dane w planie schematycznym
































- 13) kilometraż dla budynków stacyjnych, nastawni, posterunków technicznych, przejazdów, żurawi wodnych, rozjazdów, mostów, wiaduktów, przepustów, przejazdów, wskaźników oraz początków i końców peronów;
- 14) układ sekcjonowania sieci trakcyjnej (w tym: lokalizacja odłączników i izolatorów sekcyjnych, numeracja odłączników, pozycja odłącznika w stanie normalnym, napędy odłącznika (ręczny lub silnikowy sterowany lokalnie albo zdalnie));
- 15) budynki stacyjne (dworcowe);
- 16) budynki, budowle i urządzenia służące do prowadzenia ruchu kolejowego tj. takie, których wyłączenie z eksploatacji wymaga zmian w organizacji pracy posterunku ruchu albo punktu ekspedycyjnego, takie jak:
 - a) mosty, wiadukty, tunele, przepusty, ściany oporowe, schody, kładki dla pieszych, przejścia podziemne dla pieszych;
 - b) perony i międzytorza przystosowane do wsiadania i wysiadania podróżnych, z oznaczeniem czynnych krawędzi oraz podaniem numerów;
 - c) nastawnie, posterunki: zwrotniczych, stwierdzenia końca pociągu, starszego ustawiacza oraz maszynownie hamulców torowych wraz z właściwym oznaczeniem,
 - d) magazyny, sortownie, rampy, drogi i place ładunkowe, wagi wagonowe i wozowe, dźwigi, skrajniki oraz inne handlowe urządzenia stacyjne dla odprawy i przewozu przesyłek;
 - e) maszty i wieże GSM-R;
 - f) kontenery z określeniem funkcji;
- 17) nazwę najbliższego posterunku ruchu;
- 18) nazwę najbliższej stacji węzłowej;
- 19) w przypadku stacji węzłowych lub posterunków odgałęźnych należy oznaczyć przebieg zbiegających się linii kolejowych po torach głównych na posterunku ruchu;
- 20) kierunek północy.

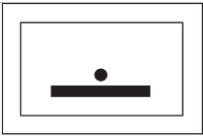
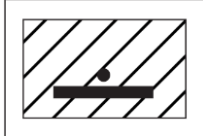
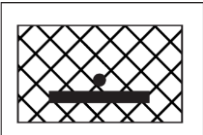
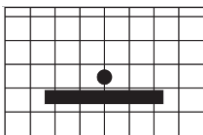
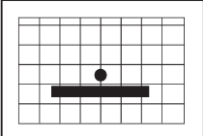

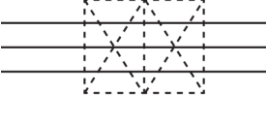

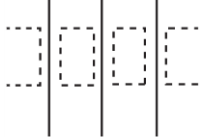
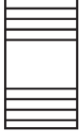
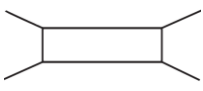

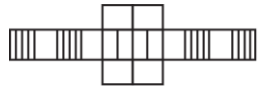

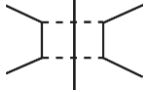

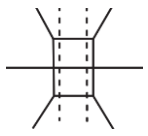
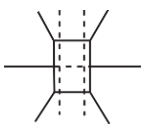
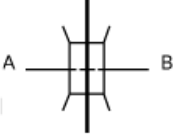

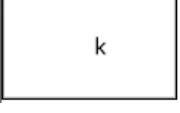
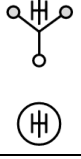
W tabeli przedstawiono wykaz oznaczeń stosowanych w planach schematycznych układów torowych.


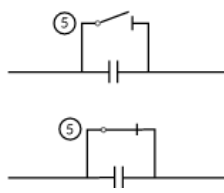





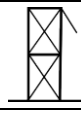
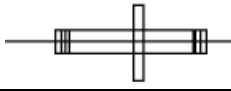
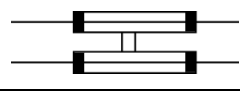
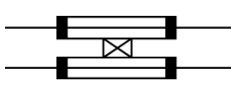
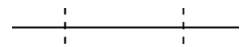
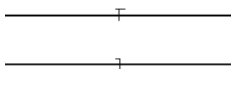
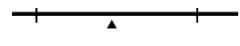

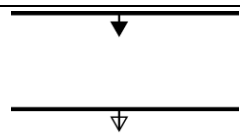

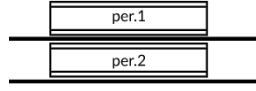
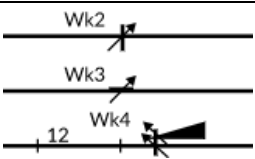
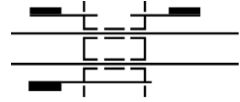
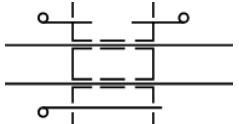

Tabela 81. Wykaz oznaczeń stosowanych w planach schematycznych układów torowych

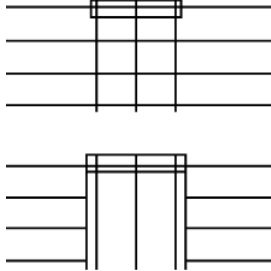
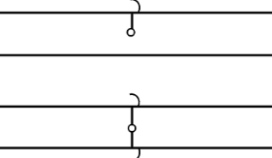

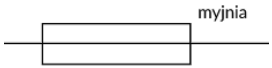

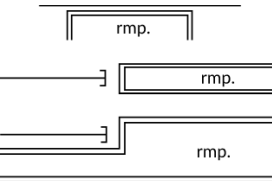
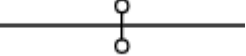

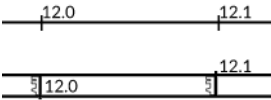

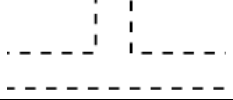
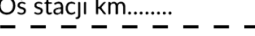


Oznaczenie	Opis oznaczenia	Oznaczenie	Opis oznaczenia
	Tor główny zasadniczy (na stacji i szlaku)		Tor boczny
	Oś toru na liniach szerokotorowych		Splot torów
	Oś toru rozebranego/nieczynnego		Istniejące podtorze
	Rozjazd zwyczajny ze zwrotnicą uzależnioną: - zasadnicze położenie na tor główny,		Rozjazd zwyczajny ze zwrotnicą niezależną

Oznaczenie	Opis oznaczenia	Oznaczenie	Opis oznaczenia
	- zasadnicze położenie na tor odgałęźny		
	Rozjazd zwyczajny nieoddany do użytku		Rozjazd łukowy jednostronny ze zwrotnicą uzależnioną
	Rozjazd łukowy dwustronny ze zwrotnicą uzależnioną: - zasadnicze położenie na tor lewy, - zasadnicze położenie na tor prawy		Rozjazd łukowy dwustronny ze zwrotnicą niezależną
	Rozjazd podwójny krzyżowy ze zwrotnicami uzależnionymi - zasadnicze położenie zwrotnic na tor: - główny, - odgałęźny		Rozjazd pojedynczy krzyżowy
	Rozjazd podwójny krzyżowy ze zwrotnicami niezależnymi		Rozjazd podwójny krzyżowy z jedną parą zwrotnic uzależnioną
	Rozjazd podwójny krzyżowy nie oddany do użytku		Skrzyżowanie torów kolejowych
	Ukres (wskaźnik W 17)		Poduszka piaskowa
	Kozioł oporowy		Międzytorze przystosowane do wsiadania i wysiadania podróżnych
	Semafor kształtowy: - jednoramienny; - dwuramienny; - dwuramienny sprzężony		Semafor świetlny (symbol szczegółowy zgodny z wytycznymi technicznymi budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym)
	Tarcza ostrzegawcza świetlna: - sygnał V0, v40/60;		Tarcza ostrzegawcza kształtowa: - dwustawna; - trzystawna;


Oznaczenie	Opis oznaczenia	Oznaczenie	Opis oznaczenia
	- sygnał V0, v40/60, vmax		- nieruchoma
Tm 1 	Tarcza manewrowa kształtowa	Tm2  Tm3 	Tarcza manewrowa świetlna: - wysoka, - karzełkowa
 	Tarcza rozrządowa: - kształtowa; - świetlna	126  131N 	Tarcza ostrzegawcza przejazdowa
	Tarcza zaporowa Z 1		Wskaźnik granicy przetaczania W 5
	Wskaźnik ustawienia tarczy ostrzegawczej W 1	   	Wskaźnik W 11a
  	Wskaźnik W 11b	 	Wskaźnik W 11p
 	Wskaźnik W 15		Wskaźnik W 24 (wjazd na tor przeciwny do zasadniczego)
	Wskaźnik zatrzymania się czoła pociągu W 4		Wskaźnik W 2, W 18, W 19, W 20, W 21, W 26, W 27a (wewnątrz symbolu umieszcza się literę lub liczbę albo symbol odpowiedniego wskaźnika)
	Wskaźnik W 3	 	Wskaźnik dawania sygnału baczność W 6, W 6a i W 6b (wewnątrz symbolu umieszcza się odpowiedni symbol danego wskaźnika)
	Wskaźnik W 32 zatrzymania czoła pociągu o długości określonej tym wskaźnikiem		Nastawnia ręczna parterowa (podłoga do wysokości 2 m nad główką szyny)
	Nastawnia parterowa mechaniczna (podłoga do wysokości 2 m nad główką szyny)		Nastawnia parterowa elektryczna (podłoga do wysokości 2 m nad główką szyny)

Oznaczenie	Opis oznaczenia	Oznaczenie	Opis oznaczenia
	Nastawnia piętrowa ręczna (podłoga wyżej niż 2 m nad główką szyny)		Nastawnia piętrowa mechaniczna (podłoga wyżej niż 2 m nad główką szyny)
	Nastawnia piętrowa elektryczna (podłoga wyżej niż 2 m nad główką szyny)		Nastawnia parterowa komputerowa (podłoga do wysokości 2 m nad główką szyny)
	Nastawnia piętrowa komputerowa (podłoga wyżej niż 2 m nad główką szyny)		Budynek
	Hale dworcowe nad torami kolejowymi		Wiata
	Przejście dla pieszych lub przejazd w poziomie torów kolejowych		Schody ze szpicznikami
	Most		Przejście piesze pod torami kolejowymi
	Przejście piesze nad torami kolejowymi		Linia kolejowa w tunelu
	Tunel pod linią kolejową		Przepust
	Skrzyżowanie linii kolejowej z drogą w dwóch poziomach		Skrzyżowanie linii kolejowej z drogą w dwóch poziomach (linia kolejowa w poziomie dolnym)
	Skrzyżowanie dwóch torów kolejowych w różnych poziomach (A-B w poziomie dolnym)		Wieża wodna
	Kontener		Wieża GSM-R: - kratownica, - betonowa lub stalowa

Oznaczenie	Opis oznaczenia	Oznaczenie	Opis oznaczenia
 st.p.g.	Stacja przepompowni gazu		Odłącznik jednobiegunowy: - otwarty o napędzie ręcznym, - zamknięty o napędzie silnikowym sterowanym lokalnie lub zdalnie
	Izolator sekcyjny		Oś toru zelektryfikowanego (z siecią trakcyjną)
	Latarnia		Dźwig obrotowy
	Dźwig bramowy		Dźwig wieżowy
	Kanał oczyszczający z elektrowciągiem		Kanał oczyszczający skibowy
	Kanał oczyszczający z dołem żużlowym		Strefa oddziaływania bezłączowych obwodów torowych SOT
	Złącze izolowane na styku: - dwóch szyn izolowanych, - szyny izolowanej z nieizolowaną (szyna izolowana po lewej)		Elektroniczny obwód nakładany
	Licznik osi		Czujnik magnetyczny: - pojedynczy, - podwójny
	Elektromagnes torowy SHP		Peron: - jednokrawędziowy, - dwukrawędziowy
	Wykolejnica		Rogatki z napędem mechanicznym
	Rogatki z napędem elektrycznym		Obrotnica

Oznaczenie	Opis oznaczenia	Oznaczenie	Opis oznaczenia
	Przesuwnica: - w poziomie szyn, - wgłębna		Żuraw wodny do obsługi: - jednego toru; - dwóch torów
	Hydrant pożarowy		Myjnia wagonów
	Waga: - wagonowa, - wozowa		Rampa: - boczna, - czołowa, - boczno-czołowa (oznaczenia: b-beton; c-cegła, k-kamień, T-transportowa)
	Skrajnik		Wskaźnik kilometrowy i hektometrowy linii kolejowej, stabilizowany dla linii: - jednotorowej, - dwutorowej z podaniem szerokości międzytorza
	Wskaźnik kilometrowy i hektometrowy linii kolejowej, niestabilizowany dla linii: - jednotorowej, - dwutorowej z podaniem szerokości międzytorza		Wyrzutnia płozów hamulcowych
	Drogi dojazdowe i place		Oś stacji
	Pochylenie niwelety (w przypadku różnych pochyłeń na sąsiednich torach)		Hamulce torowe zabudowane przy: - dwóch tokach szynowych, - jednym toku szynowym

Oznaczenie	Opis oznaczenia	Oznaczenie	Opis oznaczenia
	Balisa: - nieprzełączalna, - przełączalna		Granica okręgu nastawczego
	Urządzenia do prób hamulcowych i podgrzewania składów		Dodatkowe urządzenia do sygnalizacji samoczynnej na przejeździe kolejowym: - dzwon, - buczek
	Krzyż św. Andrzeja na przejeździe kolejowym linii kolejowej: - jednotorowej, - dwutorowej		Sygnalizacja samoczynna na przejeździe kolejowym (w zależności od kategorii przejazdu symbol sygnalizatora drogowego uzupełniony o oznaczenie krzyża św. Andrzeja)
	Przebiegi pociągowe: - wszystkich rodzajów w danym kierunku na terenie stacji i w kierunku zasadniczym na szlaku, - wyłącznie podmiejskich, - wyłącznie towarowych, - w celach związanych z obsługą pociągów (komunikacyjne), - wszystkich pociągów w kierunku przeciwnym do zasadniczego		Telewizja użytkowa
	Ogrodzenie		Elektryczne ogrzewania rozjazdów
	Górka rozrządowa		Ściana oporowa

Oznaczenie	Opis oznaczenia	Oznaczenie	Opis oznaczenia
	Mur oporowy	$\begin{array}{r} \underline{25.452} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \\ \text{wiadukt drogowy} \\ \underline{25.452} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \end{array}$	Kilometraż (drugi zapis: w przypadku wiaduktu, mostu, przepustu, kładki, przejazdu (z podaniem kategorii) oraz przejścia)

Tory zelektryfikowane zaznaczane są na każdym odcinku między rozjazdami. Wszystkie budynki posterunków ruchu oznaczane są wg zasad budowy oznaczeń literowych.

Przykładowy plan schematyczny zaprezentowano na rysunku.

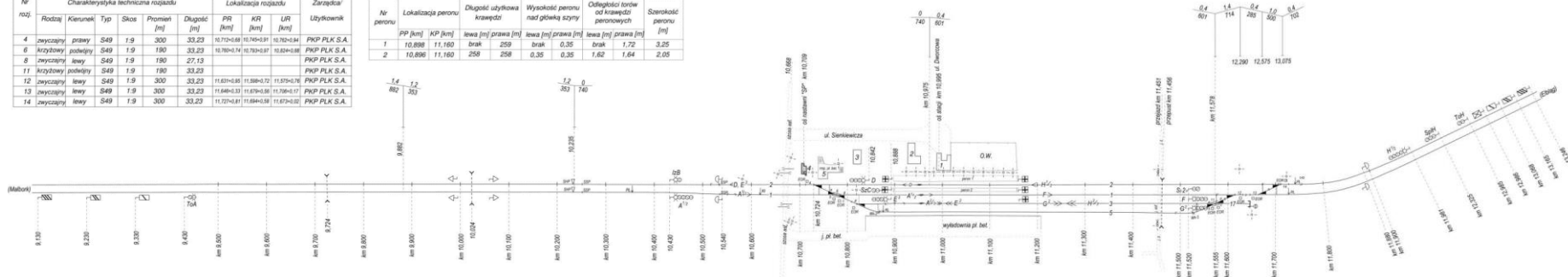
Rysunek 148. Przykładowy plan schematyczny

WYKAZ TORÓW							
Nr toru	Przeznaczenie toru	Długość opólna		Długość użytkowa toru		Zarządca / Użytkownik	
		od osi [m]	do osi [m]	od osi [m]	do osi [m]		
1	U6	U12	785	U6	SmF 717	PKP PLK S.A.	
2	U4	U14	955	U4	SmD 827	PKP PLK S.A.	
3	U6	U11	697	SmG ¹	U6	658	PKP PLK S.A.
5	U6	U11	697	U6	U11	691	PKP PLK S.A.
17	U11	KZ1	47	U11	KZ1	47	PKP PLK S.A.

WYKAZ BUDYNKÓW I ZAKŁADÓW			
Nr budynku	Przeznaczenie budynku	Km osi budynku	Uwagi
1	Budynek stacyjny	10,995	
2	Budynek poczty	10,941	
3	Budynek NZ	10,821	
4	Nastawnia SP	10,709	
5	Rampa boczno-czołowa		

WYKAZ ROZJAZDÓW										
Nr rozj.	Charakterystyka techniczna rozjazdu				Lokalizacja rozjazdu			Zarządca / Użytkownik		
	Rodzaj	Kierunek	Typ	Skos	Promień [m]	Długość [m]	PR [km]		KR [km]	UR [km]
4	zwykły	prawy	S49	1:9	300	33,23	10,70-0,68	10,70-0,91	10,70-0,34	PKP PLK S.A.
6	krzyżowy	połowy	S49	1:9	190	33,23	10,70-0,14	10,70-0,97	10,81-0,38	PKP PLK S.A.
8	zwykły	lewy	S49	1:9	190	27,13				PKP PLK S.A.
11	krzyżowy	połowy	S49	1:9	190	33,23				PKP PLK S.A.
12	zwykły	lewy	S49	1:9	300	33,23	11,62-0,30	11,62-0,12	11,67-0,19	PKP PLK S.A.
13	zwykły	lewy	S49	1:9	300	33,23	11,68-0,33	11,67-0,38	11,70-0,17	PKP PLK S.A.
14	zwykły	lewy	S49	1:9	300	33,23	11,72-0,81	11,69-0,38	11,67-0,02	PKP PLK S.A.

WYKAZ PERONÓW									
Nr peronu	Lokalizacja peronu		Długość użytkowa krawędzi		Wysokość peronu nad głowicą szyny		Odległość torów od krawędzi peronowych [m]	Szerokość peronu [m]	
	PP [km]	KP [km]	lewa [m]	prawa [m]	lewa [m]	prawa [m]			
1	10,898	11,160	brak	259	brak	0,35	brak	1,72	3,25
2	10,898	11,160	259	259	0,35	0,35	1,62	1,64	2,05



Data	Nazwisko	Podpis	PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Zakład Linii Kolejowych w Gdyni
Opracował: 08.11.2017r.	I. Obarowski		
Wykreślił: 08.11.2017r.	I. Obarowski		
Sprawił:			
Skala: 1:1000 1:4000	Plan schematyczny st. Stare Pole		stan na dn. 26.07.2017r.



III. UKŁADY ZASILANIA ELEKTROENERGETYKI KOLEJOWEJ SIECI TRAKCYJNEJ

3. Sieć trakcyjna w infrastrukturze kolejowej – założenia teoretyczne i formalno-prawne

Sieć trakcyjna jest częścią infrastruktury kolejowej, którą stanowią linie kolejowe oraz inne budowle, budynki i urządzenia wraz z zajętyymi pod nie gruntami, usytuowane na obszarze kolejowym, przeznaczone do zarządzania, obsługi przewozu osób i rzeczy, a także do utrzymania niezbędnego w tym celu majątku zarządcy infrastruktury. W zakres infrastruktury kolejowej wchodzi m.in.: urządzenia przetwarzania i rozdziału energii elektrycznej na potrzeby zasilania trakcyjnego: podstacje, kable zasilające pomiędzy podstacjami i przewodami jezdnymi, sieć trakcyjna wraz z konstrukcjami wsporczymi, a także trzecia szyna z konstrukcjami wsporczymi.

Zarządca infrastruktury w ramach udostępniania infrastruktury kolejowej udostępni również urządzenia sieci trakcyjnej, jeżeli są one częścią systemu.

System kolejowy w Polsce jest zasilany prądem elektrycznym, który dostarczany jest do niego za pośrednictwem sieci trakcyjnej, która składa się z sieci jezdnej (napowietrznej) i sieci powrotnej (torów). W takim schemacie elektryczny pojazd trakcyjny stanowi odbiornik energii w obwodzie połączonym, który umożliwia przepływ prądu. W systemie zasilania prądem stałym biegun dodatni (+) doprowadzony jest do sieci jezdnej, a biegun ujemny (-) do szyn. Następnie z sieci jezdnej poprzez odbierak prądu, czyli pantograf energia elektryczna doprowadzana jest do układów elektrycznych pojazdu trakcyjnego, a z nich obwód elektryczny przez koła jezdne jest zamykany szynami toru do bieguna ujemnego podstacji trakcyjnej.

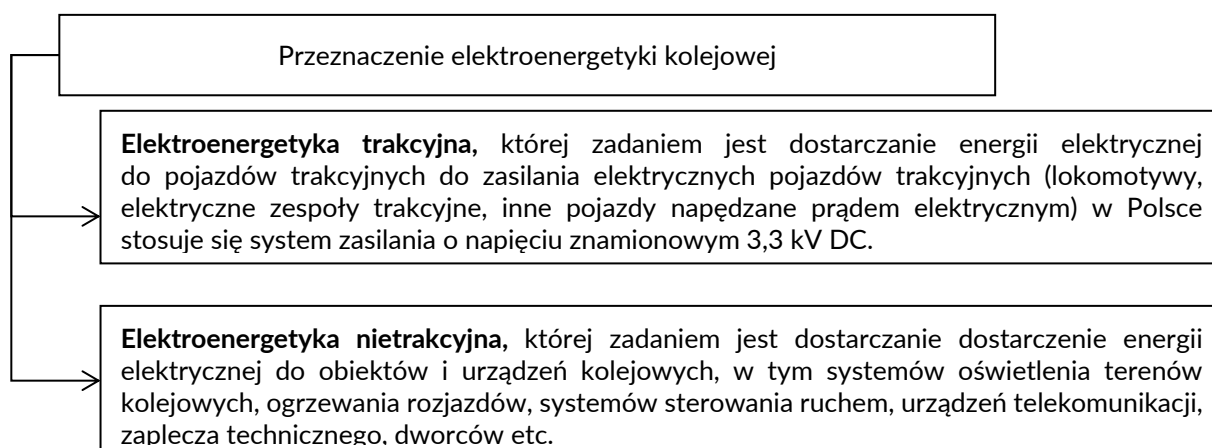
W ujęciu analizy formalno-prawnej należy również wziąć pod uwagę wymagania dla sieci trakcyjnej wynikające z zastosowania technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Energia”. Podstawowymi parametrami sieci trakcyjnej systemów prądu stałego, ocenianymi w procesie weryfikacji według wymagań TSI

podsystemu „Energia”, są: napięcie i częstotliwość, wydajność systemu zasilania, obciążalność prądowa dla pociągów na postoju, hamowanie odzyskowe, organizacja koordynacji zabezpieczeń elektrycznych, geometria sieci trakcyjnej (wysokość zawieszenia przewodów jezdnych, wywianie wiatrowe), skrajnia pantografu, średnia siła nacisku, charakterystyka dynamiczna i jakość odbioru prądu, przestrzeń na uniesienie przewodu jezdnych i rozstaw pantografów na potrzeby konstrukcji sieci trakcyjnej, materiał przewodu jezdnych, sekcje separacji systemów, środki ochrony przed porażeniem elektrycznym, zasady utrzymania.

3.1. Klasyfikacja funkcjonalno-techniczna elektroenergetyki kolejowej. Opis ogólnych informacji technicznych i organizacyjno-zarządczych w zakresie formułowania wymagań dotyczących kolejowej sieci trakcyjnej.

Dla właściwego zrozumienia zasad funkcjonowania elektroenergetyki kolejowej dokonano analizy podstaw technicznych w tym zakresie. Podstawową funkcją elektroenergetyki kolejowej jest dostarczenie energii elektrycznej, którą ze względu na przeznaczenie dzieli się na elektroenergetykę trakcyjną i elektroenergetykę nietrakcyjną. Na rysunku przedstawiono klasyfikację elektroenergetyki kolejowej ze względu na przeznaczenie.

Rysunek 149. Klasyfikacja elektroenergetyki kolejowej ze względu na przeznaczenie



Przepływ energii polega na jej wyprodukowaniu w elektrowni, wówczas jest to energia elektryczna prądu przemiennego o częstotliwości przemysłowej (50 Hz), która jest przesyłana do Krajowego Systemu Energetycznego, a stamtąd liniami elektroenergetycznymi wysokiego lub średniego napięcia do podstacji trakcyjnej, zlokalizowanej przy zelektryfikowanej linii kolejowej. W podstacji następuje przetworzenie prądu przemiennego na stały 3,3 kV, potrzebny do zasilania silników trakcyjnych. Prąd stały zostaje doprowadzony do przewodów zawieszonych nad torem kolejowym, za pomocą krótkich linii kablowych lub napowietrznych zwanych zasilaczami, a następnie pojazdy trakcyjne za pomocą pantografów odbierają tę energię elektryczną z przewodów, czyli z sieci jezdnej zlokalizowanej nad torami. System służący energetyce trakcyjnej, czyli system urządzeń zasilania trakcji elektrycznej tworzą podstacje trakcyjne, kabiny sekcyjne, zasilacze sieci jezdnej i połączenia powrotne oraz sieć trakcyjna.

Sieć trakcyjna jest składową trakcji elektrycznej. Do trakcji elektrycznej zalicza się również pojazd trakcyjny i urządzenia zasilania elektrotrakcyjnego. Trakcja to rodzaj napędu i zasilania pojazdu.

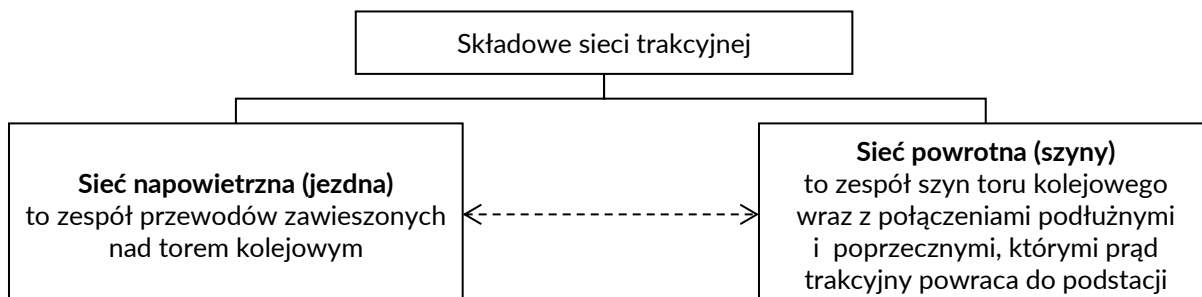
Sieć trakcyjna składa się dwóch oddzielnych systemów: z górnej sieci jezdnej (współpracującej z pantografami) biegun (+) i z dolnej sieci powrotnej (której elementem są szyny kolejowe i połączenie elektryczne między nimi oraz kable powrotne) – biegun (-).

Sieć jezdna definiuje się jako „zespół przewodów i szyn kolejowych, służących do zasilania energią elektryczną pojazdów trakcyjnych z napędem elektrycznym (konstrukcje wsporcze są częścią składową sieci trakcyjnej, a przewodów zasilaczy oraz kabli powrotnych nie zalicza się do sieci trakcyjnej). Na poniższym rysunku przedstawiono składowe sieci trakcyjnej.

Sieć jezdna jest więc tą częścią sieci trakcyjnej, która jest złożona z zespołu przewodów wraz z konstrukcjami wsporczymi, łącznie z elementami mocującymi i niezbędnym osprzętem, służąca do współpracy elektrycznej jak i mechanicznej z odbierakami prądu pojazdów trakcyjnych z napędem elektrycznym. Sieć powrotna

będąca biegunem (-) w sieci trakcyjnej jest tą jej częścią, która składa się z szyn kolejowych oraz ich połączeń elektrycznych przewodzących prąd trakcyjny.

Rysunek 150. Składowe sieci trakcyjnej



Nowe sieci trakcyjne są trójprzewodowe, typu łańcuchowego. Składają się z dwóch przewodów jezdnych o przekroju 150 mm² każdy, wykonanych z miedzi stopowej z domieszką srebra 1000 ppm i liny nośnej o przekroju 120 mm² (sieć YC120-2CS150) lub liny nośnej o przekroju 150 mm² (sieć YC150-2CS150). Sieci te posiadają zawieszenie elastyczne pod słupem wykonane z linki o przekroju 35 mm². Liny nośne wykonane są z miedzi elektrolitycznej. Sumaryczny przekrój przewodów wynosi: dla sieci YC120-2CS150 – 420 mm² Cu, a dla sieci YC150-2CS150 – 450 mm² Cu. Sieć YC150-2CS150 ma największy przekrój poprzeczny z sieci budowanych w Polsce. Podstawowe obliczeniowe parametry mechaniczne i elektryczne sieci YC120-2CS150 są zawarte w tabeli.

Do sieci trakcyjnej nie zalicza się przewodów zasilaczy i powrotnych. Sieć jezdna służąca bezpośredniemu doprowadzeniu energii elektrycznej do pojazdu trakcyjnego za pośrednictwem odbieraków prądu składa się z zespołu przewodów wraz z osprzętem sieciowym i konstrukcji wsporczych, a sieć powrotna składa się z szyn toru kolejowego oraz ich połączeń elektrycznych przewodzących prąd trakcyjny. Podział urządzeń trakcyjnych pokazano w tabeli.

Tabela 82. Podstawowe parametry mechaniczne i elektryczne sieci YC120-2CS150

Podstawowe obliczeniowe parametry mechaniczne i elektryczne sieci YC120-2CS150	<ul style="list-style-type: none"> - naciąg w linie nośnej $F_a = 15,89$ kN, - naciąg w przewodach jezdnych $F_b = 29,660$ kN, - naciąg w linie pomocniczej $F_c = 2,50$ kN, - długość uelastycznienia: $2 \times 8,5$ m, - normalna długość przęsła: 65 m, - wysokość konstrukcyjna: 1700 mm, - odległość pierwszego wieszaka od słupa: 1 m, - odległość między kolejnymi wieszakami: na tym samym przewodzie jezdnym – 6 m, na sąsiednich przewodach jezdnych – 3 m, - elastyczność minimalna: $e_{min} = 2,84$ mm/daN (położona w 15% długości przęsła), - elastyczność maksymalna: $e_{max} = 3,83$ mm/daN (w 15% długości przęsła), - współczynnik nierównomierności elastyczności obliczony z wzoru $u = 15\%$, - zwis przewodu jezdnego: 0 mm, - okres drgań własnych $T = 1,378$ s, - częstotliwość drgań własnych $f = 0,726$ Hz, - obliczeniowa prędkość krytyczna $V_{kryt} = 179,2$ km/h.
--	--

Tabela 83. Podział urządzeń trakcyjnych

Podział urządzeń trakcyjnych	przewody trakcyjne
	słupy trakcyjne
	tory
	elektryczne podstacje zasilające, kabiny sekcyjne oraz kabiny połączenia poprzecznego
	trzecia szyna – szynę prądową stosowaną głównie w metrze i na niektórych liniach kolejowych zamiast sieci napowietrznej; występuje w postaci szyny biegnącej wzdłuż torów obok lub pomiędzy szynami jezdnych

Dla sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interoperacyjnych na etapie projektowania linii należy wziąć uwagę parametry i wielkości charakterystyczne dla sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interoperacyjnych wymienionych w tabeli.

Sięgając do technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Energia” system sieci trakcyjnej został zdefiniowany jako system, który rozdziela energię elektryczną do pociągów znajdujących się na szlaku kolejowym i przekazuje ją do pociągów za pośrednictwem odbieraków prądu. System sieci trakcyjnej jest również wyposażony w ręczne lub zdalnie sterowane odłączniki wymagane w celu odizolowania sekcji lub grup sieci trakcyjnej stosownie do potrzeb eksploatacyjnych. Linie zasilające także należą do systemu sieci trakcyjnej.

Tabela 84. Parametry i wielkości charakterystyczne dla sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interoperacyjnych

Parametry i wielkości charakterystyczne dla sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interoperacyjnych	geometria sieci
	proces projektowania
	parametry podstawowe przyjmowane do projektowania
	obciążalność prądowa
	prędkość rozchodzenia się impulsu
	elastyczność i nierównomierność elastyczności
	siła nacisku odbieraka w punkcie styku
	wartość prądu pobieranego na postoju

W systemie prądu stałego o napięciu znamionowym 3,3 kV, funkcjonującym w Polsce warunkiem dopuszczenia do eksploatacji typu sieci trakcyjnej do stosowania na liniach kolejowych, jak i każdego typu budowli mającej wpływ na poziom bezpieczeństwa ruchu kolejowego, jest uzyskanie świadectwa dopuszczenia do eksploatacji. Wydanie takiego świadectwa przez Prezesa UTK jest poprzedzone złożeniem przez Wykonawcę do UTK wniosku o wydanie Świadectwa Dopuszczenia do eksploatacji typu na podstawie posiadanego certyfikatu zgodności typu i po wydaniu Świadectwa Dopuszczenia Wykonawca wystawia deklarację zgodności z typem.

W tabeli wskazano typy sieci trakcyjnej wraz z ich symbolami, zastosowanymi przekrojami przewodów, nominalnymi w nich naciągami, wysokościami konstrukcyjnymi, nominalnymi rozpiętościami przęseł i długościami podwieszenia „Y”, które aktualnie najczęściej są eksploatowane na sieci kolejowej.

Tabela 85. Typy sieci trakcyjnej

Kod sieci	Symbol sieci	Przekrój przewodów [mm ²]			Nominalne naciągi [daN]			Wysokość h _k [m]	Nom. przęsło [m]		Zaw. „Y” L _Y [m]
		Lina nośna	Przewód jezdny	Przewód „Y”	Lina nośna	Przewód jezdny	Przewód „Y”		Strefa wiatrowa		
									I	II	
3	C120-2C	120	2x100	---	1348	1405	---	1,70	72,0	68,0	---
4	C95-2C	95	2-100	---	1267	1274	---	1,70	72,0	66,0	---
10	C-95C	95	100	---	1167	956	---	1,30	72,0	66,0	---
20	YC120-2C150	120	2x150	25	1588	2648	200	1,70	70,0	70,0	14,0
26	Y _{WS} C120-2C	120	2x100	25	1576	1918	200	1,70	70,0	66,0	16,0

Kod sieci	Symbol sieci	Przekrój przewodów [mm ²]			Nominalne napięcia [daN]			Wysokość h _k [m]	Nom. pręstość [m]		Zaw. "Y" L _Y [m]
		Lina nośna	Przewód jezdny	Przewód "Y"	Lina nośna	Przewód jezdny	Przewód "Y"		Strefa wiatrowa		
									I	II	
30	Y _{WS} C120-2C-M	120	2x100	25	1588	1906	200	1,70	62,0	62,0	16,0
32	2C120-2C-3	2x120	2x100	--	3176	2118	--	1,70	65,0	62,0	22,0
35	2C120-2C-4	2x120	2x100	--	2860	1906	--	1,70	62,0	62,0	14,0
36	YC150-2CS150	150	2x150	35	1907	2966	250	1,70	65,0	65,0	17,0
37	YC120-2CS150	120	2x150	35	1589	2966	250	1,70	62,0	62,0	17,0

W symbolu sieci trakcyjnej zawarte są informacje dotyczące rozwiązania konstrukcyjnego dla jej danego typu i tak:

- **Litera Y** w symbolu oznacza, że sieć jest uelastyczniona, brak Y oznacza sieć nieuelastycznioną,
- **Litera C** na początku i cyfry (dwie lub trzy) oznaczają rodzaj materiału i przekrój liny nośnej, np. C120 – lina miedziana o przekroju 120 mm²,
- **Litera C** po myślniku oznacza przewód jezdny miedziany lub dwa przewody jezdne – oznaczenie odpowiednio C lub 2C oznacza djp o przekroju 100 mm²,
- Oznaczenie po myślniku mające postać: C150 lub 2C150 oznacza zastosowanie w sieci przewodu jezdneho djp o przekroju 150 mm²,
- Oznaczenie po myślniku mające postać: CS lub 2CS, oznacza zastosowanie przewodu jezdneho srebrowego o przekroju 100 mm²,
- Oznaczenie po myślniku mające postać: CS150 lub 2CS150 oznacza zastosowanie przewodu jezdneho srebrowego o przekroju 150 mm².

Konstrukcja sieci trakcyjnej w tym wymagane jej przekroje powinna być dostosowana do dopuszczalnych prędkości jazdy i największych poborów prądu przez pojazdy trakcyjne z napędem elektrycznym,

Aktualnie tylko trzy typy sieci trakcyjnej w Polsce mają świadectwo dopuszczenia na prędkość 200 km/h, a są nimi: sieć trójprzewodowa YC150-2CS150 i YC120-2CS150 odpowiednio o przekroju poprzecznym 450mm² i 420mm² oraz czteroprzewodowa 2C120-2C-3 o przekroju poprzecznym 440mm².

Przy projektowaniu nowej sieci trakcyjnej uwzględnia się następujący zakres temperatur charakterystycznych wynikających z przyjętych stref klimatycznych:

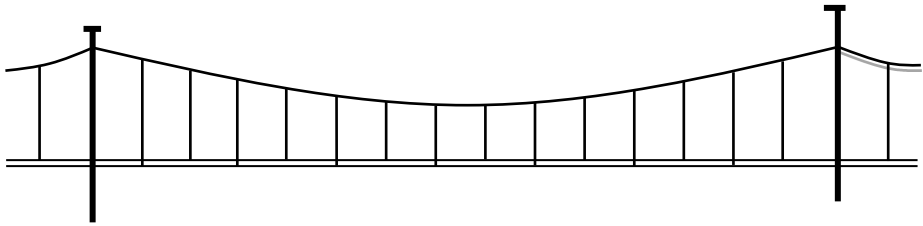
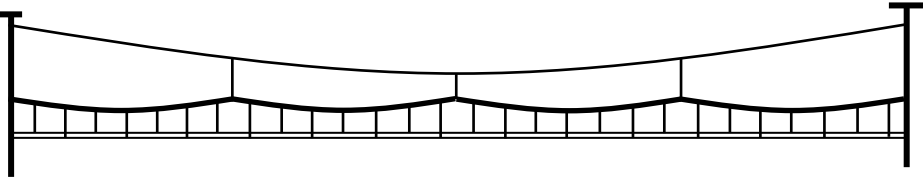
Tabela 86. Zakres temperatur przy projektowaniu nowej sieci trakcyjnej

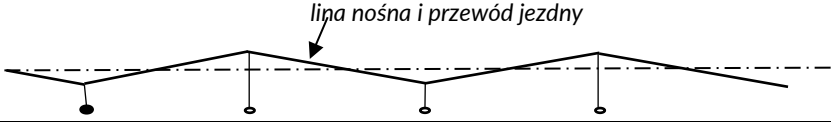
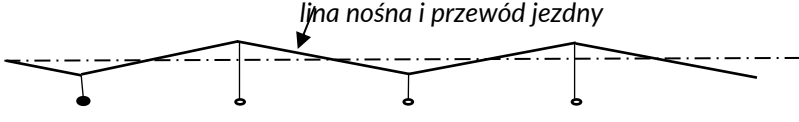
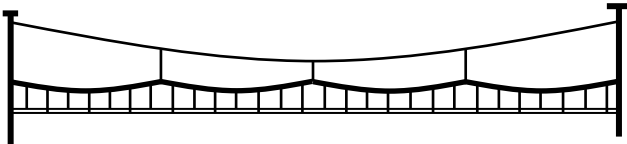
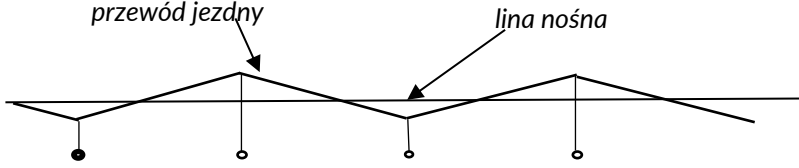
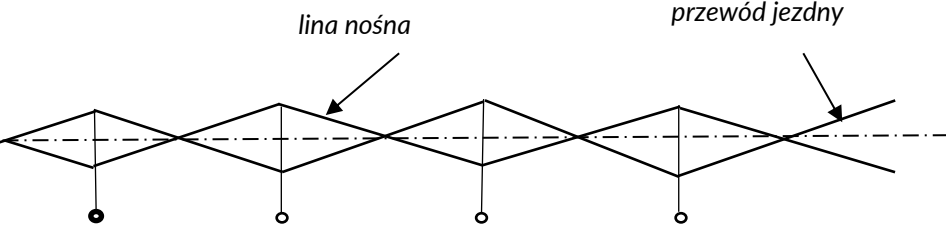
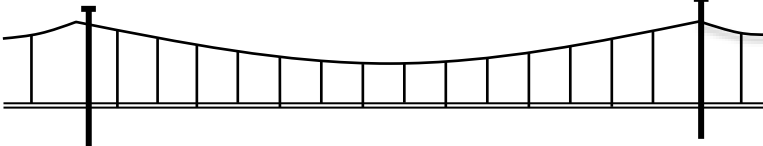
temperatura minimalna (mrozu)	- 25°C
temperatura normalna	+10°C
temperatura maksymalna (upału)	+40°C

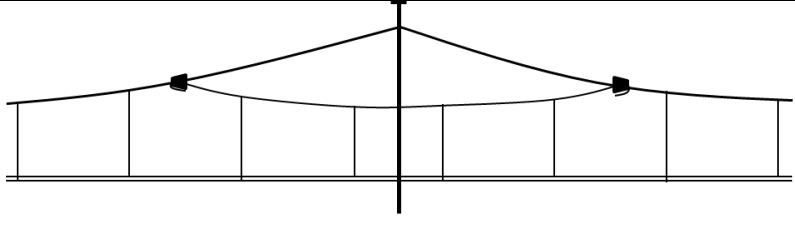
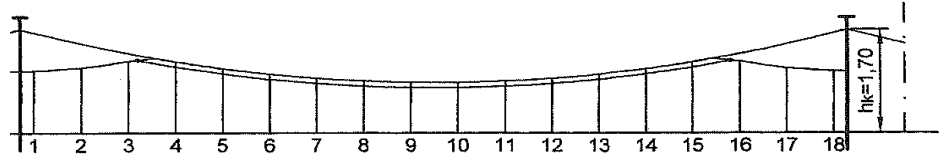
Normalna projektowana wysokość zawieszenia przewodów sieci trakcyjnej wynosi 5200-5600 mm nad płaszczyzną główek szyn, uwzględniając jednak profil linii w torach szlakowych oraz głównych zasadniczych i głównych dodatkowych przewody jezdne mogą być zawieszane w przedziale 4 900-5 600 mm. W pozostałych torach stacyjnych przewody jezdne zawieszają się na wysokości 4 900-6 200 mm nad płaszczyzną główek szyn. Istotną kwestią przy poruszaniu się pojazdów trakcyjnych z napędem elektrycznym zwłaszcza z większymi prędkościami jest właściwa współpraca odbieraka z siecią jezdnią dlatego też powszechne zastosowanie znalazła sieć łańcuchowa. Istotą konstrukcji sieci łańcuchowej jest podwieszenie przewodów jezdnych za pomocą wieszaków do liny nośnej, rozpiętej między stałymi punktami podwieszenia (konstrukcjami wsporczymi).

Sieć łańcuchową ze względu na rozwiązania konstrukcyjne dzieli się w następujący sposób, przedstawiony w tabeli.

Tabela 87. Podział sieci łańcuchowej ze względu na rozwiązania konstrukcyjne

pod względem: ilości lin nośnych na:	sieć łańcuchową pojedynczą LN +DjP lub LN + 2Djp
	
	sieć łańcuchową wielokrotną LN + lina pomocnicza + 1 lub 2 Djp
	
	sieć pionową

pod względem układu pionowego przewodów na:	sieć pochyłą
	sieć półpochyłą
	Sieć łańcuchowa półpochyła pionowa
	
	
	Sieć łańcuchowa wielokrotna LN + lina pomocnicza + 1 lub 2 Djp
	
pod względem zabudowy zawieszenia uelastyczniającego pod konstrukcją wsporcą na:	Sieć łańcuchowa pojedyncza półpochyła
	
	Sieć łańcuchowa pojedyncza pochyła
	
pod względem zabudowy zawieszenia uelastyczniającego o pod konstrukcją wsporcą na:	sieć nieuelastycznioną
	Sieć łańcuchowa pojedyncza nieuelastyczniona
	
	sieć uelastycznioną
Sieć łańcuchowa pojedyncza uelastyczniona podwieszeniem „Y”	

	
	sieć ze scalonym układem lin nośnych
	
kompensacji naciągów przewodów pod wpływem zmian temperatury na:	sieć skompensowaną
	sieć półskompensowaną
	sieć nieskompensowaną

Jak wynika z tabeli, w której wskazano typy sieci i podstawowe dane konstrukcyjne stosowane są następujące długości zwieszenia uelastyczniającego „Y”:

- dla prędkości jazdy 120 km/ h – 14 m,
- dla prędkości jazdy ≥ 160 km/ h – 16 lub 17 m,
- dla prędkości jazdy 200-250 km/h – 22 m (sieć ze scalonym układem lin nośnych).

Sieć nieskompensowana to taka sieć, w której wszystkie przewody (L_n i D_{jp}), są zakotwione na stałe na obu końcach odcinka naprężenia. Brak kompensacji naprężeń w skutek zmiany temperatury zewnętrznej otoczenia w takiej sieci następuje zmiana sił naciągów i zwisów przewodów.

Sieć półskompensowana – to taka sieć jezdna, w której tylko naciąg w przewodzie jezdnym (przewodach jezdnych) jest stały i niezależny od temperatury, a lina nośna jest z obu końców odcinka naprężenia zakotwiona na stałe bezpośrednio do konstrukcji wsporczej co skutkuje tym że wraz ze zmianą temperatury otoczenia zmieniają się w niej siły naciągu i wielkość zwisu.

Zdjęcie 57. Kotwienie w sieci półskompensowanej



Sieć łańcuchowa skompensowana to taka sieć jezdna, w której naciągi w linii nośnej lub linach nośnych oraz w przewodzie jezdny lub przewodach jezdnych w zależności od jej typu są stałe i niezależne od temperatury otoczenia.

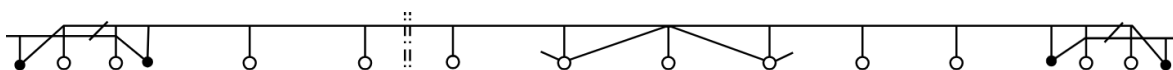
W sieciach skompensowanych siły naciągów przewodów są niezależne od pory roku i temperatury, stałą siłą wzdłużną kompensującą wydłużanie i skracanie przewodów sieci jezdnej w wyniku zmian temperatury otoczenia zapewniają urządzenia naprężające. W konsekwencji tego na końcach odcinków naprężenia czyli w rejonie przęseł naprężenia ruchy wzdłużne sieci są największe.

Ruch wzdłużny przewodów przy zmianach temperatury, ze względu na opory ruchu wysięgów i dopuszczalne ich odchylenie (nie większe niż 12°) od płaszczyzny przechodzącej przez oś konstrukcji wsporczej i prostopadłej do osi toru oraz ograniczony zakres działania urządzeń naprężających wymusza konieczność dzielenia sieci jezdnej na osobne odcinki niezależne mechanicznie od siebie, zwane odcinkami naprężenia. Odcinek naprężenia jest to odcinek sieci jezdnej stanowiący wydzielony układ mechaniczny zawarty między jego punktami zakotwienia. Takie odcinki naprężenia mają długość nie większą niż 1450 m. Powyższe wymusza konieczność zastosowania odpowiednich rozwiązań w celu umożliwienia bezkolizyjnego i płynnego przejścia ślizgu odbieraka prądu elektrycznego pojazdu trakcyjnego z jednego odcinka naprężenia na następny. Dlatego odcinki naprężenia zwane również *sekcjami*, zachodzą

na siebie na określonej długości (zależnej od typu sieci), tworząc w ten sposób tzw. **przęsła naprężenia**. Aby zapewnić ciągłość przepływu prądu do elektrycznego pojazdu trakcyjnego stosuje się w takich miejscach międzysekcyjne połączenia elektryczne. Każdy odcinek naprężenia obustronnie naprężony musi posiadać kotwienie środkowe sieci jezdnej polegające na unieruchomieniu przewodów w połowie jego długości dzieląc go tym samym na dwie półsekcje, z których każda naprężana jest jednym urządzeniem naprężającym. Rolą takiego kotwienia środkowego jest uniemożliwienie przesuwania się sieci wzdłuż toru kolejowego oraz ograniczenie szkód awarii do połowy odcinka w przypadku zerwania liny nośnej lub przewodu jezdnego. Jest ono zrealizowane za pomocą liny kotwienia środkowego, która jest połączona na słupie środkowym kotwienia środkowego poprzez zaciski z przewodami sieci, a końce tej liny zakotwione są do dwóch sąsiednich słupów wyposażonych w odciągi zapewniające przejście przez każdy z nich całej siły naciągu wszystkich przewodów sieci w przypadku zerwania takich przewodów na sąsiedniej połowie odcinka naprężenia.

Naciąg w linie kotwienia środkowego powinien być ustalony tak, aby w temperaturze upału najniższy punkt tej liny znajdował się co najmniej 300 mm powyżej poziomu przewodów jezdnych.

Rysunek 151. Odcinek naprężenia sieci jezdnej z kotwieniem środkowym i połączeniami międzysekcyjnymi w przęsłach naprężenia



Urządzenia naprężające stosowane w sekcjach w sieci skompensowanej:

1. Kotwienie ciężarowe

Kotwienia przewodów naprężanych przy pomocy ciężarów, muszą zapewniać swobodny ruch ciężarów w kierunku pionowym dla pełnego obliczeniowego zakresu temperatury (od -25°C do $+40^{\circ}\text{C}$),

Położenie ciężarów powinno być zgodne z tablicą montażową. Dopuszczalna tolerancja wysokości zawieszenia ciężarów naprężających, w zależności od odległości

kotwienia stałego lub środkowego do kotwienia ciężarowego odpowiednio dla odległości większej niż 600 m wynosi 100 mm a dla odległości mniejszej niż 600m wynosi 150 mm.

Przy projektowaniu nowych przęseł naprężenia w sieciach dla prędkości do 120 km/h zaleca się stosowanie wspólnego kotwienia liny nośnej i przewodów jezdnych. Dla prędkości powyżej 120 km/h - rozdzielonego kotwienia liny nośnej i przewodów jezdnych.

Zdjęcie 58. Kotwienie ciężarowe z przełożeniem 1:4 z dźwignią zapewniającą jednoczesne naprężenie wszystkich przewodów – układ rolek równoległy



Przy projektowaniu nowych przęseł naprężenia w sieciach dla prędkości powyżej 120km/h zaleca się stosowanie rozdzielonego kotwienia liny nośnej i przewodów jezdnych.

Zdjęcie 59. Rozdzielone kotwienie ciężarowe niezależne dla liny nośnej i przewodów jezdnych o przełożeniu 1:4 – układ rolek szeregowy



2. Kotwienie bezciężarowe sprężynowe

Dla właściwego doboru urządzenia naprężającego sprężynowego należy znać następujące parametry sieci: długość naprężanego odcinka sieci jezdnej, siłę naciągu przewodów jezdnych i/lub lin nośnych oraz symbol sieci.

Zdjęcie 60. Kotwienie kompensujące sprężynowe ze sprężynami skrętnymi typu TUN



Takie urządzenie zapewnia kompensację zmian długości przewodów sieci jezdnej zależnej od temperatury otoczenia w zakresie 800 mm.

Zastosowanie specjalnej konstrukcji sprężyny oraz krzywki geometrycznie (o zmiennym promieniu) dostosowanej do charakterystyki siłowej sprężyny zapewnia stały poziom (wartość) żądanych sił naprężenia (naciągu) elementów sieci jezdnej naprężanego odcinka.

Należy jednocześnie pamiętać, iż długość odcinka naprężonego odnosi się do połowy sekcji tj. do kotwienia środkowego. Jeżeli więc sekcja ma np. $L = 1200$ m to do tabeli odnosimy długość 600 m ($1/2 L$).

W trakcie montażu takiego urządzenia w sieci jezdnej konieczny jest odczyt aktualnej temperatury otoczenia. Znając zmierzoną temperaturę otoczenia i długość odcinka naprężanego należy skorzystać z poniższej tabeli przeliczeniowej (długość odcinka naprężanego/zmierzona temperatura otoczenia) i ustalić na podstawie tych dwóch wielkości wartość, na którą należy naprężyć sieć trakcyjną.

Tabela 88. Zapisy z tabeli przeliczeniowej

[m] °C		Długość odcinka naprężanego w [m]																		
		100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
-40	56	59	63	66	69	73	76	79												
-35	55	58	61	64	67	70	73	76	78											
-30	54	57	59	62	64	67	69	72	74	77	79									
-25	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74									
-20	53	54	56	58	59	61	63	64	66	68	69	71	73	74	76	78	79			
-15	52	53	54	56	57	58	59	61	62	63	64	66	67	68	69	71	72	73	74	
-10	51	52	53	54	54	55	56	57	58	59	59	60	61	62	63	64	64	65	66	
-5	50	51	51	52	52	52	53	54	54	54	54	55	55	56	56	57	57	57	58	
0	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
5	49	48	48	47	47	47	46	46	45	45	45	44	44	43	43	43	42	42	41	
10	48	47	46	45	45	44	43	42	41	40	40	39	38	37	36	36	35	34	33	
15	47	46	45	43	42	41	40	38	37	36	35	33	32	31	30	29	27	26	25	
20	46	45	43	41	40	38	36	35	33	31	30	28	26	25	23	21	20	18	17	
25	45	43	41	39	37	35	33	31	29	27	25	23	21	19	17	14	12	10	8	
30	45	42	40	37	35	32	30	27	25	22	20	17	15	12	10	7	5	3	0	
35	44	41	38	35	32	29	26	24	21	18	15	12	9	6	3	0				
40	43	40	36	33	30	26	23	20	17	13	10	7	3	0						
45	42	38	35	31	27	24	20	16	12	9	5	1								
50	41	37	33	29	25	21	17	12	8	4	0									
55	40	36	31	27	22	18	13	9	4											

Sieć jezdna jest więc naprężana do momentu, aż wskaźnik na skali urządzenia wskaże odczytaną i tak ustaloną wartość.

Zdjęcie 61. Widok podziałki urządzenia naprężającego typu TUN



W przypadku zastosowania poniższych urządzeń sprężynowych bezciężarowych sposób ustalenia i odczytywania wartości jaka winna być po naprężeniu sieci wskazana na wskaźniku danego urządzenia są podobne.

Zdjęcie 62. Kotwienie kompensujące sprężynowe ze sprężynami skrętnymi typu Tensorex C+



Zdjęcie 63. Kotwienie kompensujące sprężynowe teleskopowe typu KRSB



Izolowane przęsło naprężenia

W sieciach skompensowanych siły naciągów przewodów są niezależne od pory roku i temperatury, siła wzdłużna kompensująca wydłużanie i skracanie przewodów sieci jezdnej w wyniku zmian temperaturowych otoczenia realizowana jest przez urządzenia naprężające. W konsekwencji tego na końcach odcinków naprężenia, czyli w rejonie przęseł naprężenia ruchy wzdłużne sieci są największe.

Dochodzą one po około 0,4 m od położenia zerowego (w temperaturze montażu) w obie strony (wydłużanie i skracanie przewodów danej sekcji). W przęsle naprężenia ruchy sieci obydwu sekcji tworzących go są sobie przeciwne więc punkty na obydwu sieciach przesuują się względem siebie o wartość do około 0,80 m. Dlatego konstrukcja przęseł naprężenia musi uwzględniać i zapewniać taką swobodę ruchów wzdłużnych przewodów w obu sekcjach. Uzyskuje się to poprzez oddzielne podwieszenia dla każdej z sieci oraz zachowanie odpowiednich odległości pomiędzy poszczególnymi elementami obydwu tych sieci. Przęsła naprężenia są zasadniczo budowane jako czterostupowe lub sześciostupowe w zależności od typu sieci trakcyjnej. Dzieli się je na izolowane i zwarte. Przęsło zwarte to takie, w którym sieć jezdna różnych odcinków naprężenia jest trwale połączona elektrycznie za pomocą połączeń elektrycznych, a izolowane przęsło naprężenia to sieć jezdna różnych odcinków naprężenia wzajemnie odizolowanych elektrycznie. Izolowane przęsła

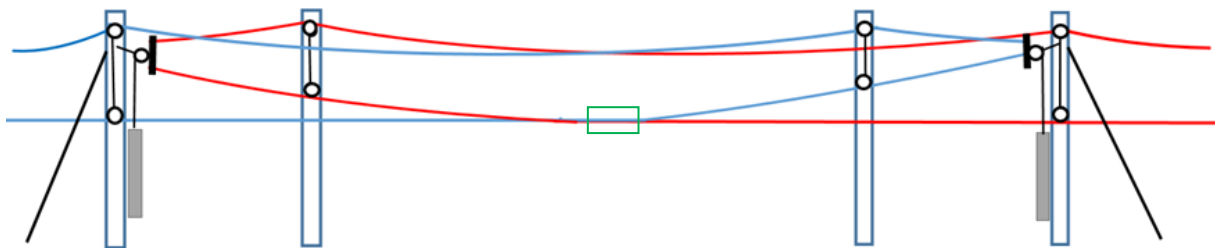
naprężenia są wykorzystywane do zabudowy rozłączników lub odłączników sekcyjnych, których zadaniem jest zapewnienie zwierania i rozwierania tych przęseł w zależności od potrzeby wykonania określonego sekcjonowania podłużnego sieci jezdnej. Rozłączniki ze względu na swoją charakterystykę zasadniczo stosuje się w miejscach podziału zasilania sieci jezdnej (podstacje trakcyjne, kabiny sekcyjne), granic elektrycznych stacji lub punktów zasilania sieci jezdnej natomiast w pozostałych miejscach sekcjonowania podstawowo stosuje się odłączniki sekcyjne.

W środkowej części przęśla naprężenia (pomiędzy słupami krzyżowymi) przewody jezdne obu odcinków sieci zawieszane są na pewnej długości na tym samym poziomie tworząc **wspólną bieżnię**. W miejscu tym pantograf elektrycznego pojazdu trakcyjnego ślizga się po przewodach jezdnych obu odcinków co zapewnia płynne jego przejście z jednego odcinka na drugi.

Dla każdego typu sieci trakcyjnej opracowane są odpowiednio katalogowe schematy montażowe przęseł naprężenia czterostupowych lub sześciostupowych, w których podane są charakterystyczne odległości m.in. dotyczące rozstawu słupów oraz odległości izolacyjnych.

Standardowa długość **wspólnej bieżni** w przęśle naprężenia lub sekcyjnej przerwie izolacyjnej, mierzonej bez docisku pantografu, powinna być nie mniejsza niż 1m i nie większa niż 2 m.

Rysunek 152. Schemat przęśla naprężenia czterostupowego. Wspólna bieżnia



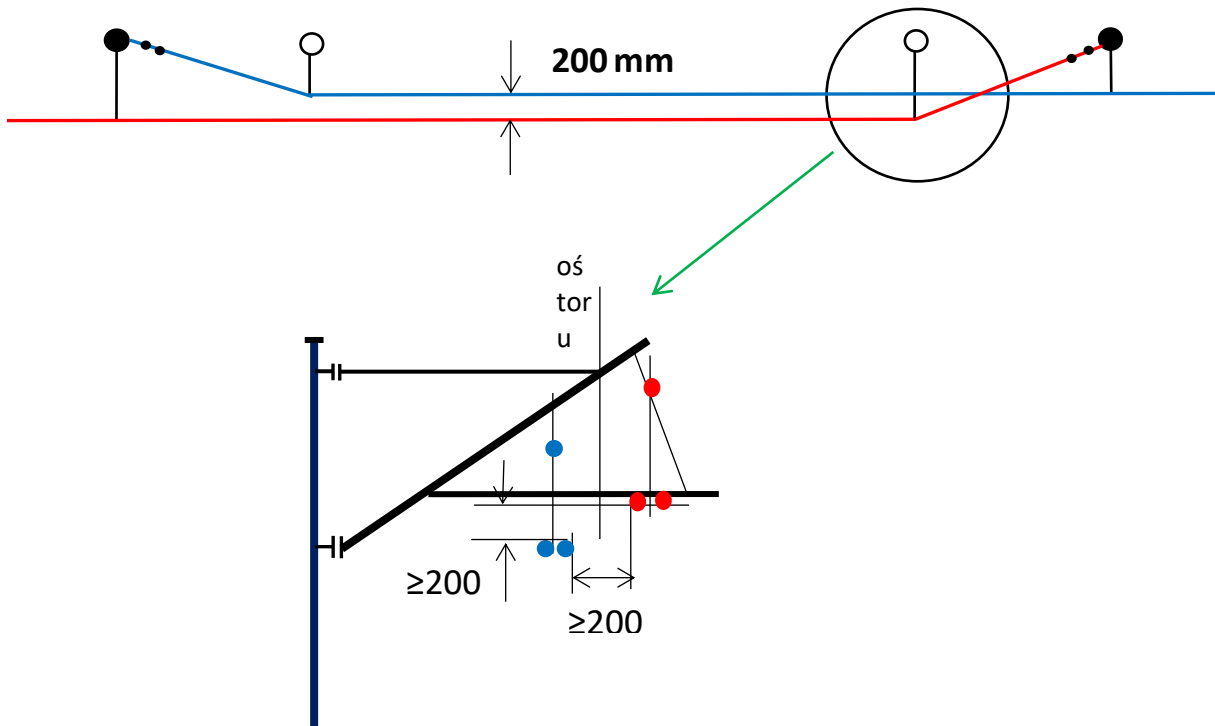
Rysunek 153. Rzut poziomy przęśla czterostupowego



Wymagane poziome i pionowe odstępy izolacyjne w prześle naprężenia

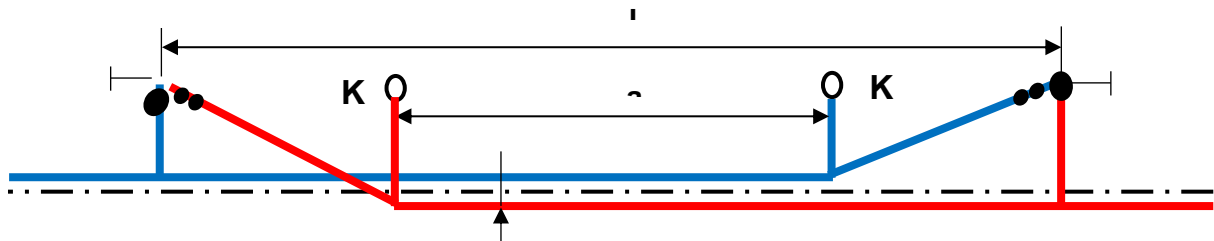
1. Wzajemna odległość pomiędzy osprzętem sieci jezdnej różnych odcinków naprężania, należących do różnych obwodów elektrycznych, powinna wynosić co najmniej 200 mm. Odległość ta może być zmniejszona do 150 mm, jeżeli dalsze wzajemne zbliżanie się jest ograniczone przez zastosowanie konstrukcji usztywniającej lub elementów izolacyjnych.
2. Odległość pionowa pomiędzy przewodami różnych odcinków naprężania, tworzących prześło izolowane, powinna wynosić w miejscach ich krzyżowania co najmniej:
 - 200 mm dla przewodów gołych,
 - 150 mm, jeśli krzyżujące się przewody są w ostonie izolacyjnej,
 - odległość pozioma zbliżających się przewodów różnych odcinków naprężania, tworzących prześło izolowane lub sekcijną przerwę powietrzną, powinno wynosić co najmniej 200 mm.

Rysunek 154. Odzworowanie wymaganych odległości poziomych i pionowych w prześle naprężenia



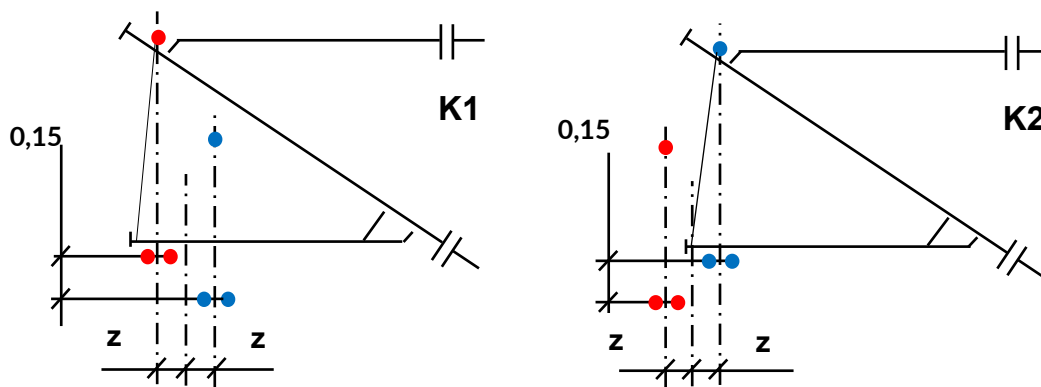
Dla każdego typu sieci trakcyjnej opracowane są odpowiednio katalogowe schematy montażowe pręseł naprężenia czterostupowych lub sześciostupowych, w których podane są charakterystyczne odległości m.in. dotyczące rozstawu słupów oraz odległości izolacyjnych.

Rysunek 155. Rzut poziomy przęsła czterostupowego - układ słupów krzyżowych (K1 i K2) w poszczególnych sekcjach tworzących takie przęsło



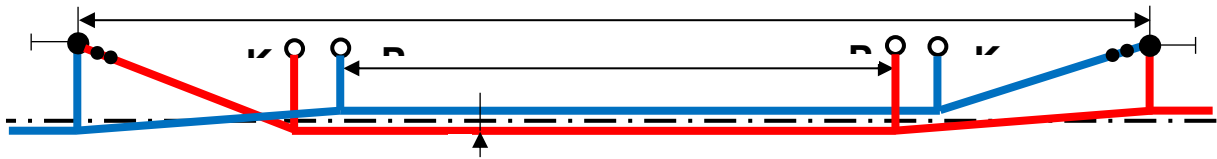
Jeśli w pręśle izolowanym odległość pionowa w miejscach krzyżowania się przewodów jest mniejsza niż 0.20 m należy zastosować osłonę izolacyjną.

Rysunek 156. Rzut pionowy wzajemnego położenia przewodów obu sekcji przy słupach krzyżowych (K1 i K2) w pręśle czterostupowym słupowym

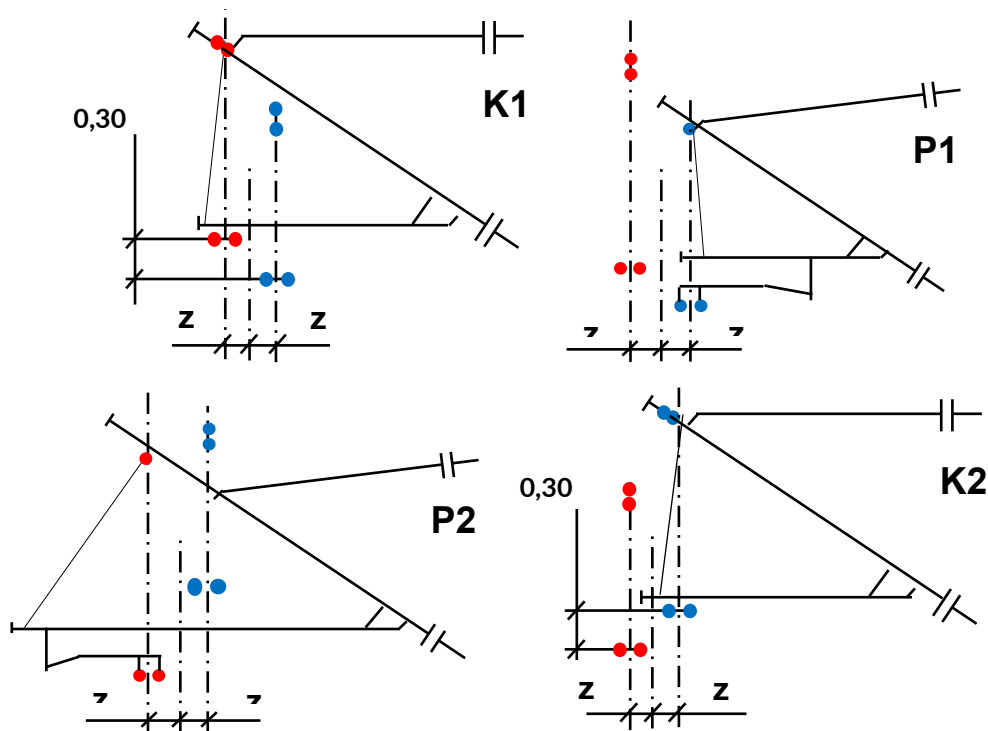


Parametry przęsła [m]		
L	a	z
84	38	0,2

Rysunek 157. Rzut poziomy przęła sześciostupowego – układ słupów w poszczególnych sekcjach tworzących takie przęło



Rysunek 158. Rzut pionowy wzajemnego położenia przewodów obu sekcji przy słupach krzyżowych (K1 i K2) i przelotowych (P1 i P2) w przęśle sześciostupowym



Parametry przęła [m]		
L	a	z
189,0	59,0	0,20

Uszynienie grupowe otwarte

System uszynienia grupowego w układzie otwartym polega na połączeniu elektrycznym liną wszystkich konstrukcji wsporczych sieci jezdnej objętych sekcją takiego uczynienia. Przekrój liny uszynienia grupowego wynika z przeprowadzonych obliczeń minimalnych prądów zwarcia ale nie mniejszy niż 120 mm² AFL. Długość sekcji

uszynienia grupowego wynosi od 2,5 do 3,5 km (w uzasadnionych przypadkach długość tej sekcji może być mniejsza). Sekcja uszynienia grupowego powinna zasadniczo obejmować co najmniej dwa obwody torowe.

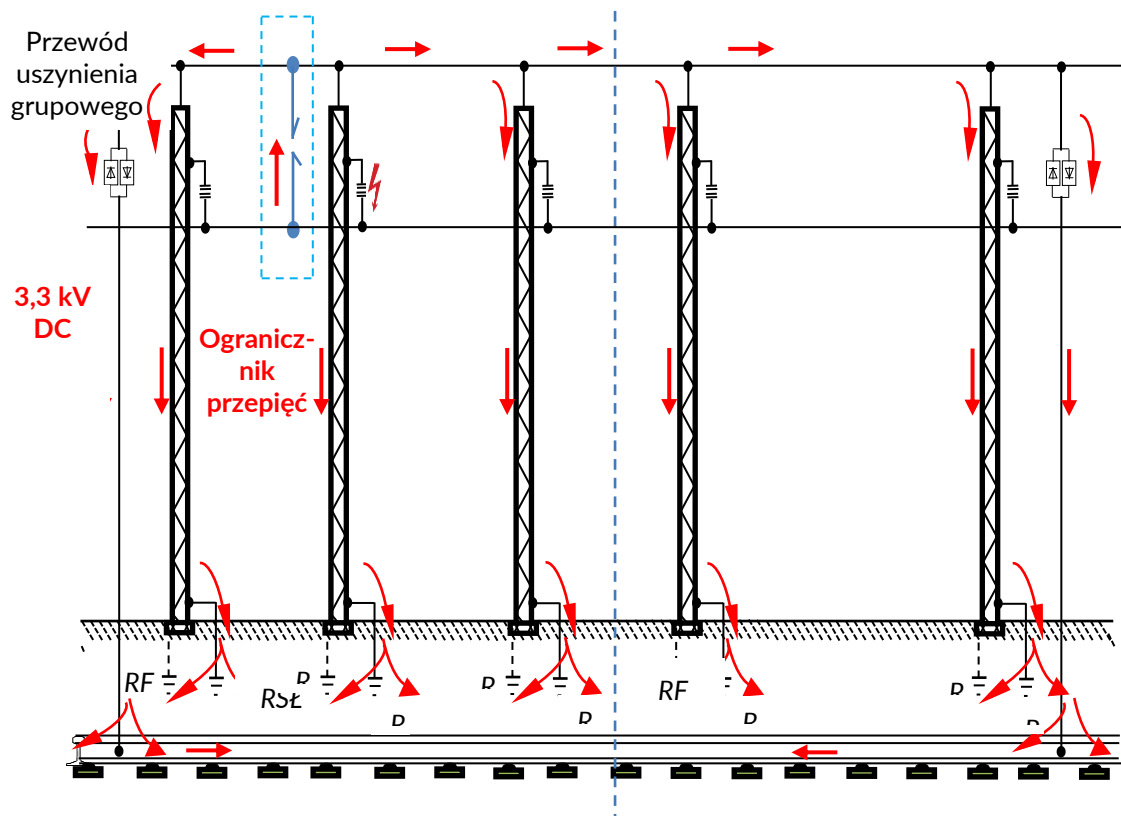
Na obu końcach lina uszynienia grupowego, poprzez ograniczniki niskonapięciowe wielokrotnego działania (np. TZD) i przewody w izolacji, przyłączona jest do szyny. Konstrukcje wsporcze połączone liną uszynienia grupowego w danej sekcji są co do zasady odizolowane od fundamentów i indywidualnie uziemione. Istotą **uszynienia grupowego otwartego** jest to, że w normalnym układzie zasilania ograniczniki niskonapięciowe (np. TZD) (są otwarte) i stanowią izolację między liną uszynienia grupowego (uziemionymi konstrukcjami wsporczymi) a szynami toru kolejowego.

W przypadku uszkodzenia izolacji sieci jezdnej, ograniczniki te wchodzą w stan przewodzenia na skutek pojawienia się określonej różnicy potencjałów na ich zaciskach, zamykając pętlę zwarciovą, czego efektem jest wyłączenie prądu zwarcia przez wyłącznik szybki w podstacji trakcyjnej lub kabinie sekcyjnej. Następnie po wyłączeniu zwarcia w sieci a w związku z tym i spadku różnicy potencjałów, ograniczniki niskonapięciowe przechodzą w stan otwarcia (nieprzewodzenia).

System uszynienia grupowego w układzie otwartym w powiązaniu z zastosowanym układem ochrony ziemnozwarciowej (zainstalowanym między szyną minusową, a uziomem) w obiektach zasilania (podstacje trakcyjne) zapewnia:

- a) wyłączalność zwarć spowodowanych uszkodzeniem izolacji głównej w sieci jezdnej, zerwaniem przewodów sieci jezdnej i opadnięciu na konstrukcje włączone do uszynienia grupowego,
- b) wyłączalność zwarć doziemnych,
- c) ogranicza napięcie rażenia (konstrukcja wsporcza-ziemia, szyna-ziemia) do wartości bezpiecznej, w momencie wystąpienia zwarcia izolacji głównej sieci jezdnej,
- d) zmniejsza potencjały szyny – ziemia,
- e) ogranicza upływ powrotnych prądów trakcyjnych do ziemi.

Rysunek 159. System uszynienia grupowego w układzie otwartym w powiązaniu z zastosowanym układem ochrony ziemnozwarciowej w obiektach zasilania



3. Wymagania dotyczące uszynienia grupowego otwartego

- a) Niedopuszczalne jest dodatkowe uszynianie indywidualne bezpośrednie konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej włączonych w sprawny system uszynienia grupowego.
- b) Przy uszynieniach grupowych w układzie otwartym wszystkie konstrukcje wsporcze sieci jezdnej powinny być uziemione, dotyczy to zarówno konstrukcji odizolowanych jak i nie odizolowanych od fundamentu.
- c) Na konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej na granicy sekcji uszynienia grupowego niedozwolony jest montaż ograniczników niskonapięciowych (np. TZD) należących do dwóch różnych sekcji uszynienia grupowego. Na konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej można montować jedynie taki ogranicznik niskonapięciowy, który należy do sekcji uszynienia grupowego, do której przyłączona jest ta konstrukcja wsporcza.

- d) Wypadkowa rezystancja zastępcza uziemienia jednej sekcji uszynienia grupowego nie powinna być większa niż 2 Ω .
- e) Rezystancja uziomu indywidualnego konstrukcji wsporczej nie powinna być większa niż 50 Ω .
- f) Skuteczność działania systemu uszynienia grupowego uwarunkowana jest również zachowaniem ciągłości sieci powrotnej, co nie zawsze jest spełnione, a w szczególności w wyniku prac inwestycyjnych, remontowych torów kolejowych oraz kradzieży. Należy wskazać, iż prace w torach nie zwalniają z wykonywania połączeń obejściowych, gdyż prąd powrotny (w danym torze lub toku) może płynąć nawet przy wyłączonym napięciu w sieci jezdnej na danym odcinku.

4. Interpretacja wyników pomiarów

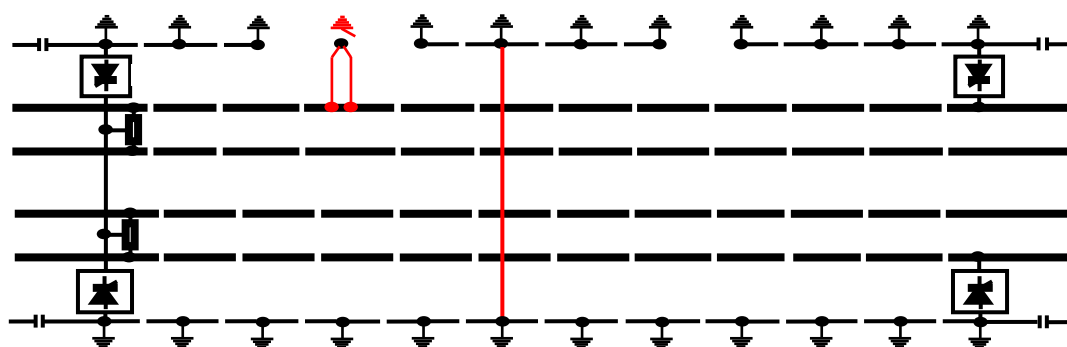
- a) Wyniki pomiarów wykonane na obu końcach danej sekcji uszynienia grupowego powinny być zbliżone i nie większe niż 2 Ω .
- b) Jeżeli wyniki pomiarów różnią się więcej niż 50%, ale są mniejsze od 2 Ω należy sprawdzić ponownie czy faktycznie zostały zdemontowane wszystkie uszynienia indywidualne lub któraś z konstrukcji wsporczych nie jest dodatkowo uziemiona przez małą rezystancję doziemną (np. przez konstrukcję na wiadukcie, moście itp.)
- c) Jeżeli wyniki pomiarów rezystancji różnią się więcej niż 50% i/lub są większe niż 2 Ω należy sprawdzić elektrycznie ciągłość liny uszynienia grupowego.
- d) W przypadku potwierdzenia ciągłości liny należy wykonać pomiary rezystancji względem ziemi wszystkich uziomów indywidualnych i ewentualnie wykonać uziomy dodatkowe lub uzupełnić istniejące (np. dobicie pręta na większą głębokość) tak, aby rezystancja uziomu indywidualnego nie była większa niż 50 Ω .

Zasady postępowania w przypadku kradzieży elementów uszynienia grupowego

W przypadku odłączenia kilku lub kilkunastu konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej (które mimo uszkodzenia są połączone między sobą liną uszynienia grupowego) od systemu uszynienia grupowego, należy połączyć tę grupę konstrukcji

(tzw. „wyspę” – bez kontaktu z ogranicznikami niskonapięciowymi instalowanymi na końcach sekcji uszynienia grupowego) z systemu uszynienia grupowego sąsiedniego toru. Połączenie to można wykonać łącząc jedną z konstrukcji wsporczych wyspy z konstrukcją wsporczą systemu uszynienia grupowego sąsiedniego toru i wykorzystać do tego celu np. typową linkę dławikową łączącą środki dławików torowych przy połączeniach międzytorowych. W takim przypadku nie należy odłączać uziomów indywidualnych od konstrukcji wsporczych.

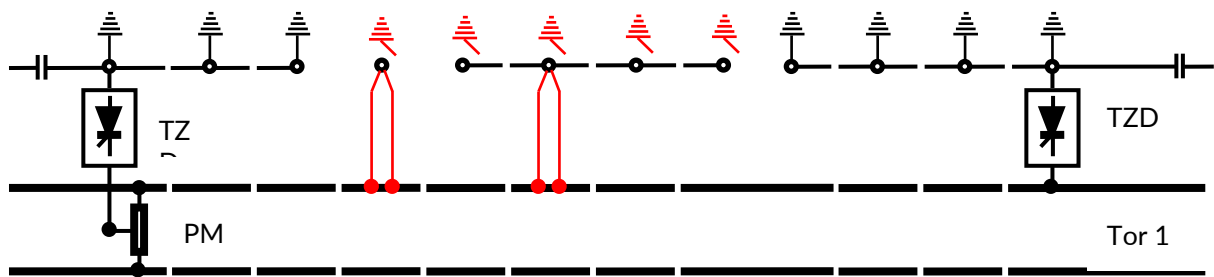
Rysunek 160. Sposób połączenia grupy konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej na tzw. „wyspę”



Zasady postępowania w przypadku kradzieży elementów uszynienia grupowego

W przypadku braku możliwości połączenia do systemu uszynienia sąsiedniego toru, należy wydzieloną grupę konstrukcji wsporczych (wyspę) połączyć w jednym miejscu (w rejonie środka wyspy) uszynieniem podwójnym z szyną danego toru kolejowego (uszynić jedną konstrukcję wsporczą uszynieniem podwójnym) i odłączyć uziomy indywidualne wszystkich konstrukcji wsporczych wyspy. Wszystkie połączenia uszyniające należy wykonywać do szyny toku przewodzącego powrotny prąd trakcyjny.

Rysunek 161. Sposób połączenia konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej w rejonie środka wyspy



Uszynienie indywidualne bezpośrednie

System uszynienia indywidualnego bezpośredniego stosuje się dla sieci trakcyjnej torów szlakowych, głównych zasadniczych, głównych dodatkowych i torów bocznych na stacji przypadku konstrukcji stalowych stalowych lub betonowych posadowionych w fundamentach blokowych. Uszynienia indywidualne wykonuje się zwykle za pomocą prętów ze stali okrągłej o średnicy 10 mm w powłoce izolacyjnej mocowanych z jednej strony do konstrukcji wsporczej a drugim końcem za pomocą specjalnych zacisków do stopki szyny kolejowej wiodącej prąd trakcyjny. Przy stosowaniu uszynień indywidualnych bezpośrednich nie należy stosować uziemiania konstrukcji wsporczych uszynionych. Przewody uszyniające muszą być kompletne i prawidłowo (w sposób widoczny) połączone z elementami podlegającymi uszynieniu oraz z szynami toru kolejowego wiodącymi prąd trakcyjny. Przewody uszyniające nie mogą być przerwane lub nadpalone zaś zaciski i połączenia w obwodach uszyniających nie mogą być luźne. Ze względu na bezpieczeństwo i zwiększenie skuteczności ochrony od porażień przy zastosowaniu uszynienia indywidualnego bezpośredniego niektóre konstrukcje wsporcze powinny być podwójnie uczynione. **Podwójne uszynienia** są to dwa oddzielne uszynienia niezależnie przyłączone do tego samego toku szyny, które są przewidywane dla:

- 1) konstrukcji wsporczych ustawionych poza terenem kolejowym, ustawionych na peronach lub w innych miejscach na terenie kolejowym, do którego jest dostęp dla osób jest normalnie dozwolony,

- 3) konstrukcji wsporczych, na których mocowane są odłączniki, rozłączniki sieciowe oraz ich napędy lub odgromniki,
- 4) bramek, z tym że uszynie należy jeden słup bramki w miarę możliwości do najbliższego zelektryfikowanego toru. Jeżeli na jednym ze słupów bramki jest zamontowany odłącznik lub rozłącznik, to należy uszynie ten słup bramki,
- 5) konstrukcji wsporczych, na których mocowane są semafony i tarcze ostrzegawcze.

Ochrona odgromowa

Jako ochronę odgromową w sieci jezdnej stosuje się podstawowo odgromniki różkowe, rzadziej ograniczniki przepięć zaworowe lub półprzewodnikowe.

W przypadku wystąpienia przepięcia w sieci trakcyjnej ulega przebiciu przerwa iskrowa odgromnika i pomiędzy różkiem połączonym z przewodami sieci jezdnej, a różkiem uszynionym zapala się łuk elektryczny. Łuk ten po odprowadzeniu fali przepięciowej przewodzi prąd następczy pod wpływem napięcia roboczego sieci. Prąd następczy zostaje przerywany w większości przypadków przez wyłączniki szybkie zasilaczy na podstacjach trakcyjnych lub kabinach sekcyjnych, gdyż jego wartość jest zwykle wyższa od nastawy wyzwalacza na zasilaczach. W szczególnych przypadkach gdy prąd następczy jest niższy od prądu wyzwalacza, jego przerywanie następuje samodzielnie, przez oddziaływanie podmuchu elektromagnetycznego i termicznego na łuk palący się na różkach odgromnika. Zaletą odgromnika różkowego jest praktycznie nieograniczona obciążalność i duża odporność na działanie łuku elektrycznego.

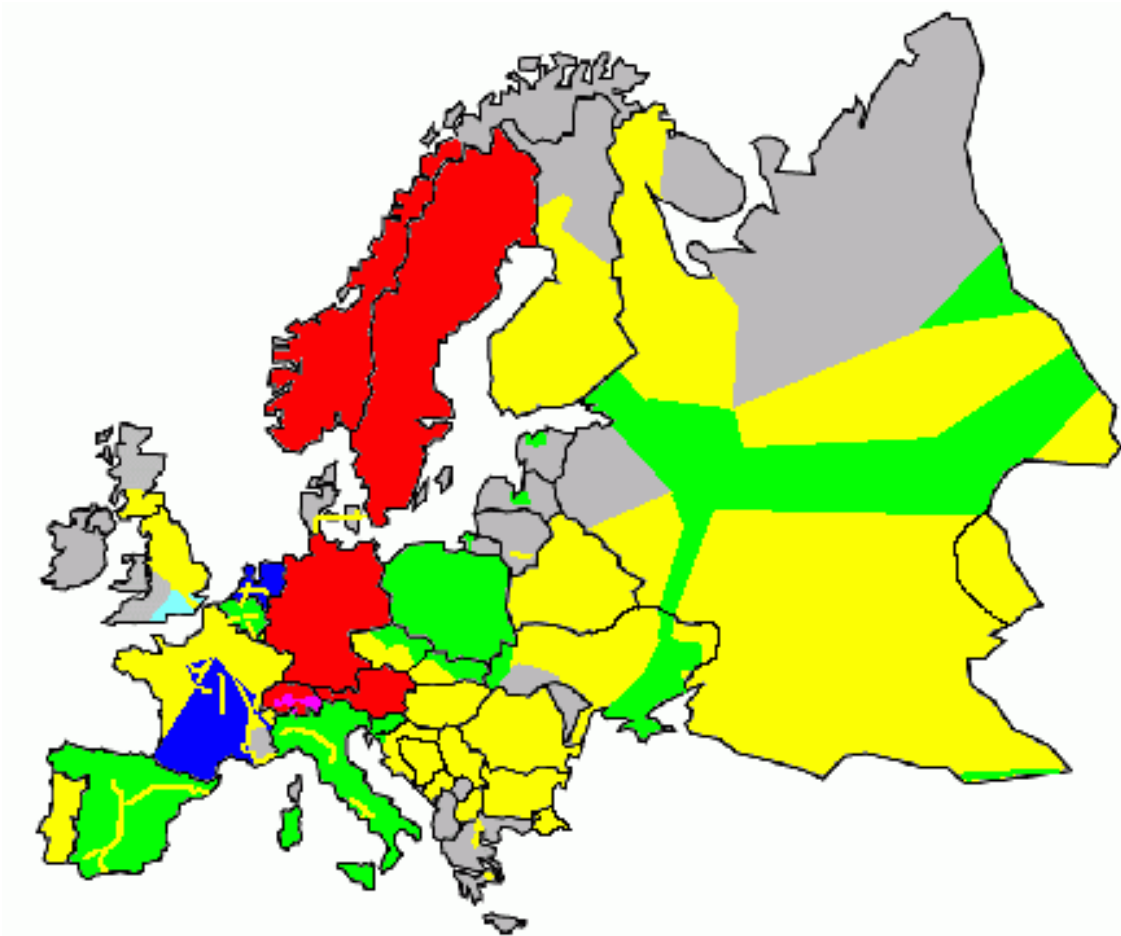
3.2. Rodzaje i poziomy napięć systemów trakcji elektrycznej w Europie

Wyróżnia się następujące podstawowe rozwiązania konstrukcyjne eksploatowanych sieci trakcyjnych:

- zasilanych napięciem stałym DC,
- zasilanych napięciem przemiennym AC.

W krajach Europy stosuje się różne wartości napięcia sieci trakcyjnej. Rysunek przedstawia wartości napięcia sieci trakcyjnej w krajach europejskich.

Rysunek 162. Systemy trakcji elektrycznej w Europie



- Kolor żółty: 25 kV, 50 Hz AC, w tym system 2×25 kV, 50 Hz AC (prąd przemienny),
- Kolor czerwony: 15 kV, 16.7 Hz AC,
- Kolor fioletowy: 11 kV, 16.7 Hz AC,
- Kolor zielony: 3 kV DC (prąd stały),
- Kolor niebieski: 1.5 kV DC,
- Kolor jasny niebieski: (trzecia szyna 750 kV DC),
- Kolor szary: (tylko trakcja spalinowa lub brak kolei).

W krajach takich jak Polska, Włochy, Hiszpania, Belgia, Słowenia, część Czech i Słowacji w sieci trakcyjnej stosowane jest napięcie stałe o napięciu znamionowym 3,3 kV DC. W Niemczech, Austrii, Szwajcarii, Szwecji oraz Norwegii – 15 kV/16⅔ Hz. Rumunia, Węgry, Bułgaria, Grecja, Finlandia, Dania, część Francji, Wielkiej Brytanii i Czech - 25 kV 50 Hz; w pozostałej części Francji, Wielkiej Brytanii oraz w Holandii stosowane jest napięcie stałe 1,5 kV prądu stałego. Pomimo powszechnego zróżnicowania systemów zasilania kolejowej sieci trakcyjnej w UE, nie ma większych problemów z tym, żeby połączyć infrastrukturę kolejową tych krajów w jeden system.

W Ukrainie przy rozstawie szyn 1520 mm również stosuje się różne systemy napięcia: napięcie stałe 3 kV i prąd przemienny 25 kV 50 Hz. Sieci DC w Europie są następujące:

- 1,5 kV – Francja (dla głównych linii, z wyjątkiem linii dużych prędkości),
- 3 kV – Hiszpania (odcinki trasy Madryt – Atocha i Sewilla – St. Justa); Włochy (odcinek 238 km linii kolejowej Włoskiej Kolei Państwowej (FS) „Direttissima” Rzym – Florencja), Rosja (odcinek Swierdłowskiej Kolei między Sjukai i Mendelejewo).

System zasilania sieci trakcyjnych na prąd przemienny AC to:

- 15 kV 16,7 Hz – Niemcy, Szwajcaria (odcinek trasy Mattstetten – Rothrist), Austria (ÖBB) (St. Pölten - Ybbs nad Dunajem), Norwegia (NSB),
- 25 kV 50 Hz – Francja (linia nr 1. Paryż – Lyon, nr 2. Paryż – Le Mans/Tours, nr 3. Paryż – Lille Calais, nr 4. Lyon – Valence, Obwodnica Paryża, nr 5. Valence – Marseille, nr 6. Paryż – Strasbur), Hiszpania (Madryt – Sevilla, Madryt – Lerida, Madryt – Toledo, Lerida – Barcelona – kierunek Francja, Cordoba – Malaga, Madryt – Valladolid – Vitoria – Francja, Madryt – Lizbona), Grecja (Ateny – Tesaloniki), Włochy (Rzym – Neapol, Turyn – Novara, Mediolan – Bolonia, Bolonia – Florencja), Holandia (lotnisko Amsterdam Schiphol - Rotterdam - granica z Belgią).

3.3. Typy sieci jezdnej w innych systemach zasilania

W Niemczech stosowane są systemy Re100 oraz Re200. Charakterystyka systemu Re 100 jest następująca:

- Przewód jezdny Cu Ri 100,
- Naciąg przewodu jezdnego 10 kN,
- Lina nośna (brąz, stop CuMg 0,5 o przekroju 50 mm²) Bz II 50,
- Naciąg liny nośnej 10 kN,
- Wysokość konstrukcyjna 1,40 m,
- Podwieszenie uelastyczniające typu Y brak,
- Maksymalna dopuszczalna rozpiętość przęsła 80 m,
- Nierównomierność elastyczności powyżej 30%,
- Długość odcinka naprężenia (2 x 750 m) 1500 m,
- Odsuw przewodów jezdnych na prostej ±0,4 m.

System Re 200. System ten jest udoskonalonym systemem Re 160, który był dopuszczonym do prędkości 160 km/h. Wprowadzone zmiany polegały na zmianie długości podwieszenia uelastyczniającego typu Y, zastosowanie wysięgników ze stopu aluminium i regulacji sieci na większy zakres temperatur.

Charakterystyka systemu Re 200:

- Przewód jezdny Cu Ri 100,
- Lina nośna (brąz, stop CuMg0,5 o przekroju 50 mm²) Bz II 50,
- Naciąg przewodu jezdnego 10 kN,
- Naciąg liny nośnej 10 kN,
- Wysokość konstrukcyjna 1,80 m,
- Podwieszenie uelastyczniające typu Y Bz II 25,
- Maksymalna dopuszczalna rozpiętość przęsła 80 m,
- Nierównomierność elastyczności j 16%,
- Długość odcinka naprężenia (2×750 m) 1500 m,
- Odsuw przewodów jezdnych na prostej ±0,4 m.

W Niemczech linie kolejowe o maksymalnej prędkości jazdy powyżej 250 km/h są wyposażone w system trakcyjny typu Re 250 lub Re 330. Systemy te przy jeździe z dwoma pantografami dopuszczone są odpowiednio do prędkości 280 km/h lub 330 km/h. Charakterystyka systemu typu Re 250:

- Przewód jezdny (RiS 120) o średnicy 120 mm² CuAg0,1,
- Naciąg przewodu jezdnego 15,0 kN,
- Lina nośna o średnicy 70 mm² Bz II 70,
- Naciąg liny nośnej 15,0 kN,
- Podwieszenie uelastyczniające typu Y Bz II 35,
- Długość liny Y 18 m wieszaki Bz II 16,
- Nierównomierność elastyczności 10,0%,
- Wysokość zawieszenia przewodu jezdnego 5,30 m,
- Maks. dopuszczalna rozpiętość przęsła 65 m,
- Odsuw przewodów jezdnych na prostej +0,3 m,
- Długość odcinka naprężenia (2×600 m) 1200 m,
- Przęsła naprężenia pięciopolowe,

- Wysokość konstrukcyjna 1,8 m,
- Przewód wzmacniający Al 240 mm²,
- Maksymalna obciążalność prądowa (przy 20% zużyciu przewodu jezdnego) 1270 A,
- Dopuszczalna prędkość 280 km/h.

Nowym typem sieci trakcyjnej jest typ SICAT H1.0, dopuszczony przez Niemiecki Urząd Kolejowy do prędkości 300 km/h. Charakteryzuje się on następującymi różnicami w porównaniu z Re330. Przedstawiono je w tabeli.

Tabela 89. Porównanie sieci trakcyjnej typu Re 330 z SICAT H 1.0

	Re 330	SICAT H 1.0
Przewód jezdny	CuMg 0,7 120	
Naciąg przewodu jezdnego	27 kN	
Lina nośna	Brąz 70 mm ²	
Naciąg liny nośnej	21 kN	
Podwieszenie uelastyczniające typu Y	Brąz 35 mm ² o naciągu 3,5 kN	
Długość liny Y	18 m	22 m
Wysokość zawieszenia przewodu jezdnego	5,30 m	
Maksymalna dopuszczalna rozpiętość przęsta	65 m	70 m
Długość odcinka naprężenia	1250 m	1400 m
Odsuw przewodów jednych na prostej	0,30 m	
Przęsta naprężenia	pięciopolowe	trójpolowe
Wysokość konstrukcyjna	1,80 m	1,60 m
Izolowane przęsta naprężenia	pięciopolowe	
Lina powrotna	240/61-E-AL.	240/40 E-Al.-St

W Szwajcarii opracowano system trakcji o nazwie FL 200 oraz typ typu ELINCAT 230 (E230). Są również inne systemy: SBB R-FI 160, SBB R-FI 1990, BLS BN 1961, BLS 1978, BLS FL 200 (BN 160).

Dane techniczne sieci E 230 wersja SBB przewód jezdny (RiS 120) średnicy 120 mm² CuAg0,1 naciąg przewodu jezdnego 15,35 kN lina nośna średnicy 70 mm² CuAg0,1 naciąg liny nośnej 10,8 kN podwieszenie uelastyczniające typu Y Bz II 35; 16 m wieszaki (min. długość 500 mm) Bz II 10 nierównomierność elastyczności 14,3% maksymalna obciążalność prądowa 2986 A (z przewodami wzmacniającymi przy maksymalnej temperaturze przewodu) wysokość zawieszenia przewodu jezdnego 5,40 m

maksymalna dopuszczalna rozpiętość przęsta 60 m długość odcinka naprężenia 1500 m.

Norweska kolej stosuje generalnie trzy typy sieci trakcyjnej: 1) dla prędkości do 160 km/h, 2) S20 dla prędkości do 200 km/h, 3) S25 dla sieci dużych prędkości do 250 km/h.

Charakterystyka greckiej sieci dużych prędkości jest następująca:

- brak liny uelastyczniającej typu Y,
- kotwienie przewodu jezdnego i liny nośnej razem do jednej przekładni rolkowej,
- prowadzenie wzdłuż całej trasy liny uziemiającej, zawieszanej na konstrukcjach wsporczych (słupy stalowe), połączonej wielokrotnie z szyną w odstępach nie większych niż 1000 m, tworzącej w ten sposób system układu powrotnego,
- konstrukcja nośna zbudowana ze stalowych słupów,
- wysięgniki wykonane ze stopu aluminium.

3.4. Systemy zasilania linii kolejowych w UE, maksymalne prądy pojedynczego pociągu

Przez maksymalny prąd pobierany przez pociąg rozumie się maksymalny prąd pobierany przez tabor przewidywany do eksploatacji. Maksymalny prąd pobierany przez pociąg, zgodnie z PN-EN 50388 „Zastosowania kolejowe – System zasilania i tabor – Warunki techniczne koordynacji pomiędzy systemem zasilania (podstacja) i taborem w celu osiągnięcia interoperacyjności”, może przyjmować wartości:

- 2500 A,
- 3200 A,
- 4000 A.

Zgodnie z PN-EN 50388, obwody główne wszystkich urządzeń zasilania i sieci trakcyjnej powinny charakteryzować się odpornością na przepływ prądu zwarciovego 50 kA.

Na wszystkich zelektryfikowanych typach linii należy stosować system zasilania sieci trakcyjnej: 3,3 kV prądu stałego. Zgodnie z PN-EN 50388 wartość średniego

napięcia użytecznego na pantografie powinna wynosić 2700 V lub 2800 V. TSI Energia mówi też o możliwości korzystania z 2800 V.

3.5. Zasilanie trakcyjne – składniki interoperacyjności.

Weryfikacja WE podsystemu „Energia”

Techniczne Specyfikacje Interoperacyjności TSI obejmują określony podsystem w celu zapewnienia interoperacyjności systemu kolei oraz spełnienia zasadniczych wymagań. Zasilanie sieci trakcyjnej jako składnika interoperacyjności regulują zapisy Rozporządzenia Komisji (UE) NR 1301/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Energia” systemu kolei w Unii. Składnik interoperacyjności „sieć trakcyjna” obejmuje elementy instalowane w obrębie podsystemu „Energia” oraz dotyczące ich zasady projektowania i przygotowania do eksploatacji. Składniki interoperacyjności w ramach podsystemu Energia zostały uwzględnione na rysunku.

Rysunek 163. Składniki interoperacyjności w ramach podsystemu Energia

Składniki interoperacyjności w ramach podsystemu Energia

Sieć trakcyjna

Składnik interoperacyjności „sieć trakcyjna” obejmuje elementy instalowane w obrębie podsystemu „Energia” oraz dotyczące ich zasady projektowania i przygotowania do eksploatacji.

Elementami sieci trakcyjnej są:

układ przewodów przeprowadzonych nad torami kolejowymi, których zadaniem jest dostarczanie energii elektrycznej do pociągów elektrycznych, wraz z towarzyszącym im oprzyrządowaniem, izolatorami liniowymi oraz innymi elementami dołączonymi, jak przewody zasilające i zwory. Elementy te znajdują się powyżej górnej granicy skrajni pojazdu i dostarczają do pojazdów energię elektryczną za pośrednictwem pantografów.

Konstrukcje wsporcze, takie jak słupy, maszty i fundamenty, przewody powrotne, zasilacze autotransformatorowe, przełączniki oraz pozostałe izolatory, **nie należą do składnika interoperacyjności „sieć trakcyjna”**. Są one objęte wymaganiami dotyczącymi podsystemu tylko w zakresie dotyczącym interoperacyjności.

Zgodnie z pkt 2.1. Technicznych Specyfikacji Interoperacyjności, podsystem „Energia” obejmuje niżej wymienione elementy:

Tabela 90. Urządzenia stacjonarne niezbędne do osiągnięcia interoperacyjności

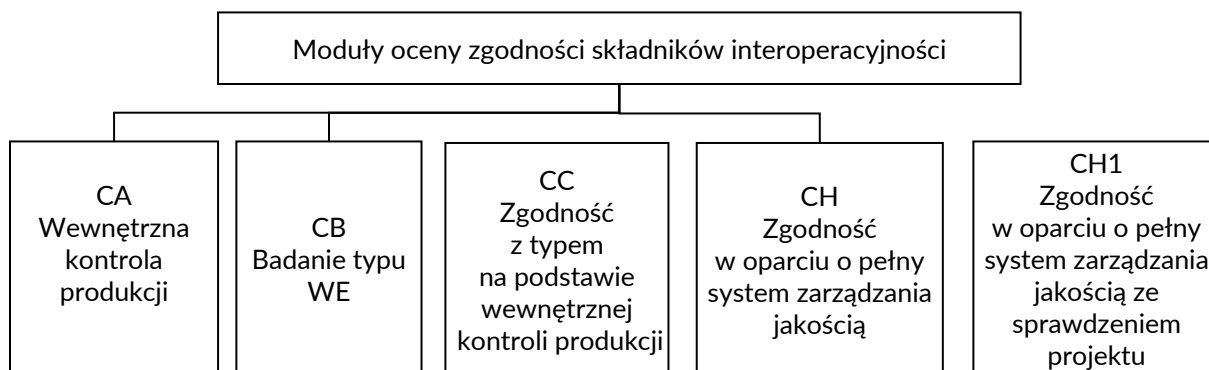
Podstacje	podłączone po stronie pierwotnej do sieci wysokiego napięcia i umożliwiające transformację lub przekształcenie wysokiego napięcia na napięcie, które jest odpowiednie dla pociągów. Strona wtórna podstacji połączona jest z systemem sieci trakcyjnej kolei,
Kabiny sekcyjne	wyposażenie elektryczne rozmieszczone między podstacjami w celu zasilenia i równoległego połączenia sieci trakcyjnej oraz zapewnienia zabezpieczenia, separacji i zasilania pomocniczego,
Sekcje separacji	wyposażenie niezbędne do umożliwienia przejścia między różnymi systemami zasilania elektrycznego lub między różnymi fazami tego samego systemu zasilania elektrycznego,
System sieci trakcyjnej	system, który rozdziela energię elektryczną do pociągów znajdujących się na szlaku kolejowym i przekazuje ją do pociągów za pośrednictwem odbieraków prądu. System sieci trakcyjnej jest również wyposażony w ręcznie lub zdalnie sterowane odłączniki, wymagane w celu odizolowania sekcji lub grup sieci trakcyjnej stosownie do potrzeb eksploatacyjnych. Linie zasilające także należą do systemu sieci trakcyjnej,
Sieć powrotna	wszelkie elementy przewodzące, które tworzą przewidywaną drogę powrotną dla prądu trakcyjnego. Sieć powrotna, rozpatrywana w tym aspekcie, należy więc do podsystemu „Energia” i posiada interfejs z podsystemem „Infrastruktura”.

Zgodnie z Rozporządzeniem wyprodukowane składniki interoperacyjności muszą być objęte deklaracją WE o zgodności lub przydatności do stosowania, co oznacza, iż dany typ sieci trakcyjnej, który jest jedynym składnikiem w podsystemie, musi być oceniany według tzw. modułu CB+CC lub CH1.

Zastosowanie modułów

Do celów oceny zgodności składników interoperacyjności stosuje się następujące moduły:

Rysunek 164. Moduły oceny zgodności składników interoperacyjności



Moduły do celów oceny zgodności stosowane w odniesieniu do składników interoperacyjności to dla wprowadzonych do obrotu w UE po wejściu w życie Technicznych Składników Interoperacyjności dla sieci trakcyjnej obejmuje moduły CB + CC lub CH1. Zgodnie z wytycznymi TSI Energia proces oceny zgodności ujęty w zakładowej kontroli produkcji jest przeprowadzany zgodnie z modułami oceny zgodności CB i CC określonymi w decyzji komisji (UE) nr 2010/713/UE z dnia 9 listopada 2010 r. w sprawie modułów procedur oceny zgodności, przydatności do stosowania i weryfikacji WE stosowanych w technicznych specyfikacjach interoperacyjności. Moduł oceny zgodności CB – badanie typu WE przeprowadzany jest przy udziale Jednostki Notyfikowanej. Moduł CC – zgodność z typem na podstawie wewnętrznej kontroli produkcji – jest realizowany przez personel spółki.

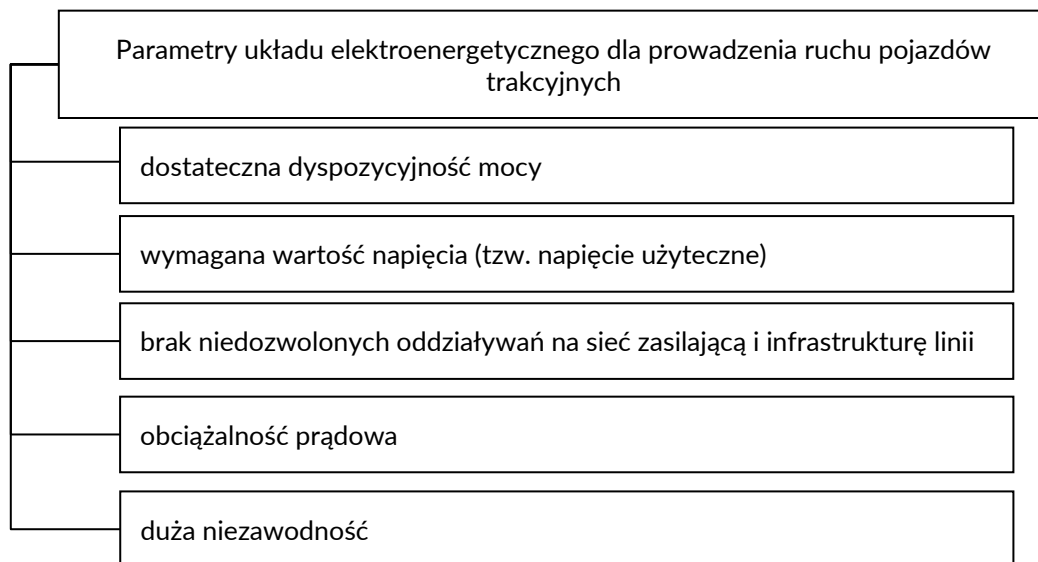
Ocena podsystemu „Energia” realizowana jest zgodnie z wymaganiami:

- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1301/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Energia” systemu kolei w Unii (TSI ENE) z późniejszymi zmianami,
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1303/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie aspektu „Bezpieczeństwo w tunelach kolejowych” systemu kolei w Unii Europejskiej (TSI SRT) z późniejszymi zmianami,
- Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego z dnia 19 stycznia 2017 r. w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań dotyczących interoperacyjności systemu kolei (LP UTK 2017),
- Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego z dnia 23 grudnia 2021 r. w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań interoperacyjności systemu kolei (LP UTK 2021).

3.6. Powiązania pomiędzy instalacjami stałymi zasilania trakcyjnego i wyposażeniem trakcyjnym instalowanym w pojazdach trakcyjnych

Przy wyborze i projektowaniu układu zasilania trakcji elektrycznej podstawowym kryterium oceny jakości pracy takiego układu jest zagwarantowanie dostawy energii o wymaganej jakości do prowadzenia ruchu pojazdów trakcyjnych określonej mocy. Tymi parametrami układu elektroenergetycznego dla prowadzenia ruchu pojazdów trakcyjnych są parametry przedstawione na rysunku.

Rysunek 165. Parametry układu elektroenergetycznego dla prowadzenia ruchu pojazdów trakcyjnych



W systemach dużych prędkości z pojazdami na poduszce magnetycznej problem poboru dużej mocy rozwiązano dzięki zastosowaniu silnika liniowego. Dzięki czemu istnieje możliwość zasilania torowiska (w którym umieszczony jest stator silnika liniowego), a nie pojazdu, co eliminuje napowietrzną sieć trakcyjną. System prądu stałego pozwala (np. w Polsce – 3,3 kV DC) na prowadzenie ruchu pojazdów z prędkościami do 220–250 km/h o mocach do 6–8 MW. Większe obciążenia (moce pojazdów i gęstość ruchu) generują znaczne spadki napięcia i duże prądy obciążenia przez co wymagane jest zwiększenie przekroju sieci trakcyjnej (do ponad 600 mm² Cu),

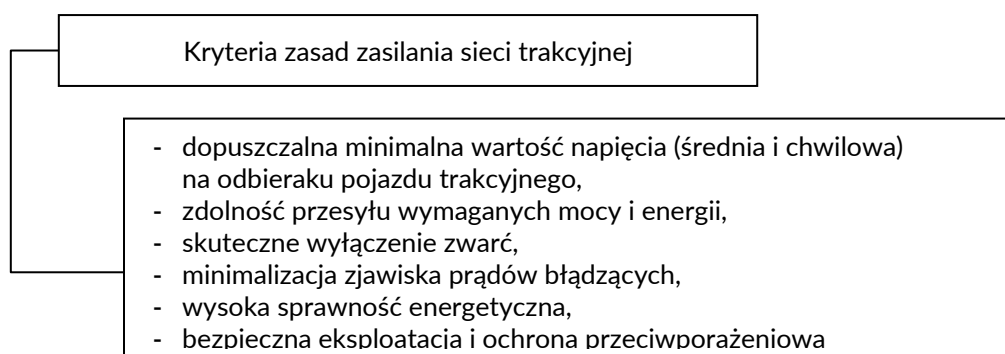
zmniejszenie odległości między podstacjami (do co 10–12 km), zwiększenie mocy zainstalowanych w podstacjach (powyżej 10 MW). Prowadzi to do zwiększenia nakładów inwestycyjnych i jest kosztowne w eksploatacji.

3.7. Zasady zasilania sieci trakcyjnej, rozmieszczenie punktów zasilania.

Proces zasilania sieci trakcyjnej rozpoczyna się od generatora w elektrowni, poprzez linie przesyłowe WN do stacji elektroenergetycznej, następnie liniami zasilającymi WN lub SN do podstacji trakcyjnej i przebiega aż do styku sieci trakcyjnej z pantografem pojazdu trakcyjnego.

Główne zasady zasilania sieci trakcyjnej odnoszą się do niżej wymienionych kryteriów opisanych na rysunku.

Rysunek 166. Kryteria zasad zasilania sieci trakcyjnej



3.7.1. Zasady stosowania podstacji trakcyjnych w transporcie kolejowym

System kolejowy trakcji stanowi elektroenergetyczna sieć przesyłowa przeznaczona do zasilania energią elektryczną pojazdów trakcyjnych z napędem elektrycznym. System ten obejmuje: sieć jezdną, sieć powrotną oraz punkty zasilające (podstacje trakcyjne).

Sieć jezdna jest częścią sieci trakcyjnej składającą się z zespołu przewodów wraz z konstrukcjami wsporczymi, łącznie z elementami mocującymi i niezbędnym osprzętem, służącymi do współpracy elektrycznej i mechanicznej z odbierakami prądu pojazdów trakcyjnych z napędem elektrycznym. Sieć powrotna stanowi również część

sieci jezdnej, składa się z szyn kolejowych oraz połączeń elektrycznych przewodzących powrotny prąd trakcyjny.

Należy wskazać, iż przewody zasilaczy oraz kabli powrotnych nie zalicza się do sieci trakcyjnej.

W występujących podstawowych systemach zasilania sieci trakcyjnej tj. 1,5 kV i 3,3 kV DC oraz jednofazowym napięciem 15 kV 16 2/3Hz i 25 kV 50Hz AC, wymagane jest przetwarzanie parametrów dostarczanej energii przez podstacje trakcyjne w tym obniżanie napięcia a w przypadku prądu stałego jeszcze jego przetwarzanie (prostowanie, przekształcanie).

Podstacje trakcyjne mają za zadanie pobieranie energii z krajowego systemu energetycznego OSD za pomocą co najmniej dwóch linii zasilających (podstawowej i rezerwowej) prądu trójfazowego przemiennego o częstotliwości 50Hz o napięciu SN 15 kV, 20 kV rzadko 30 kV AC i przetwarzanie jej na energię elektryczną o parametrach przyjętych dla danego systemu zasilania trakcji elektrycznej. Obecnie coraz częściej do zasilania podstacji trakcyjnych wykorzystywane są dwie linie zasilające prądu przemiennego o napięciu 110 kV AC. zapewniające jednostopniową transformacją napięcia (zespoły prostownikowe są zasilane z rozdzielni 110 kV AC) w celu zapewnienia wymaganych parametrów dostarczanej pojazdom trakcyjnym energii. Zaletą zasilania takim napięciem jest niska rezystancja zastępcza podstacji co ma wpływ na „sztywność” napięcia po stronie 3,3 kV DC.

W Polsce sieć trakcyjna zasilana jest podstawowo prądem stałym o napięciu znamionowym 3,3 kV DC.

Energia elektryczna prądu przemiennego doprowadzona do podstacji trakcyjnej za pomocą linii zasilających jest przetwarzana na:

- energię elektryczną prądu stałego o napięciu 3,3 kV DC dla potrzeb zasilania,
- pojazdów trakcyjnych z napędem elektrycznym lub o niższych napięciach dla zasilania innych rodzajów trakcji (np. tramwaje, metro), przetwarzanie to realizowane jest za pomocą zespołów prostownikowych,

- energię elektryczną prądu przemiennego o napięciu 400/230V do zasilania urządzeń pomocniczych na podstacji (potrzeb własnych), do przetwarzania służą dwa transformatory potrzeb własnych, z których jeden stanowi rezerwę,
- energię elektryczną prądu przemiennego do zasilania odbiorów nietrakcyjnych.

Rozmieszczenie oraz żadaną moc podstacji trakcyjnej określa się na podstawie obliczeń techniczno-ekonomicznych. Zależą one od przewidywanych wielkości przewozów towarowych i pasażerskich tj. natężenia ruchu pociągów, od profilu podłużnego linii kolejowych, od układu zasilania podstacji, układu zasilania sieci trakcyjnej, typu sieci i jej przekroju poprzecznego. W zależności od wymagań technicznych w zakresie zasilania danego systemu kolejowego podstacje trakcyjne wyposażane są w odpowiednią ilość rozdzielni i urządzeń. Standardowym wyposażeniem podstacji trakcyjnej 3,3 kV DC jest:

- 1 rozdzielnia prądu przemiennego SN składająca się:
 - 1) z 2 pól (celek) linii zasilających,
 - 2) z co najmniej 2 pól zespołów prostownikowych,
 - 3) z 2 pól transformatorów potrzeb własnych,
 - 4) z 1 pola łącznika szyn zbiorczych SN AC,
 - 5) z 2 pól linii zasilających potrzeby nietrakcyjne – zależnie od potrzeb,
- 2 rozdzielnia prądu stałego 3,3 kV składająca się:
 - 1) z 1 pola urządzeń wygładzających,
 - 2) z 1 pola odłączników plusowych prostowników,
 - 3) z 1 pola wyłącznika zapasowego,
 - 4) z co najmniej 4 pól wyłączników zasilaczy.

Szyna zbiorcza (+) i szyna zapasowa (+) rozdzielni często są sekcjonowane dwa razy, co zapewnia elastyczne warunki pracy podstacji. Szyna zapasowa umożliwia zastąpienie każdego wyłącznika szybkiego zasilacza wyłącznikiem zapasowym. Rozdzielnia jest wyposażona w zabezpieczenie podnapięciowe NAP działające w przypadku obniżenia się napięcia na szynach zbiorczych 3,3 kV poniżej nastawionej wartości (np. w przypadku wystąpienia zwarcia w obszarze szyny zbiorczej) w co najmniej 2 zespoły prostownikowe.

W skład zespołu prostownikowego wchodzi półprzewodnikowy prostownik typu np. PK 17, PD 12, PD 16, PD 17, PD17-S, dławik wygładzający (zwany również katodowym ze względu na miejsce zainstalowania), transformator prostownikowy o mocy od 4 do 6,3 MVA właściwy dla zastosowanego prostownika, Każdy dławik włączony jest do obwody tuż za zespołem prostownikowym od strony bieguna „+”. Rolą takiego dławika jest ograniczenie stromości narastania prądów zwarciovych (im mniejsza stromość narastania prądu tym mniejsza rzeczywista maksymalna wartość prądu zwarciovego wyłączanego przez wyłącznik szybki zasilacza) oraz dodatkowo ograniczenie tętnień prądu wyprostowanego.

Celka minusowa

W celce minusowej do szyny minusowej podłączone są wszystkie kable powrotne i kable biegunów ujemnych prostowników półprzewodnikowych oraz urządzenia ochrony ziemnozwarciowej, np. typu EZZ, GFP, TUZZ lub dawniej UZZ.

Rozdzielnia potrzeb własnych prądu przemiennego 400/230V i prądu stałego +220 V

W rozdzielni potrzeb własnych następuje rozdział energii do poszczególnych obwodów i urządzeń pomocniczych tj. prostownik ładowczy baterii akumulatorów, obwody automatyki i sterowania, ogrzewanie, oświetlenie itp. Źródłem zasilania odbiorów potrzeb własnych prądu stałego jest bateria akumulatorów pracująca w systemie buforowym z prostownikiem ładowczym.

Zadaniem rozdzielni prądu stałego 3,3 kV jest przyjęcie energii z zespołów prostownikowych, jej rozdział i doprowadzenie za pomocą zasilaczy sieci trakcyjnej wykonanych w postaci linii kablowych lub kablowo-napowietrznych do odbiorników (pojazdów trakcji elektrycznej) znajdujących się na określonych odcinkach linii kolejowej, W każdym polu rozdzielni danego zasilacza zamontowany jest wyłącznik szybki prądu stałego (np. BWS), którego zadaniem po załączeniu zasilania jest wyłączenie prądów roboczych, przeciążeniowych i zwarciovych. Wyłączniki zasilaczy są spolaryzowane i wyłączają samoczynnie prądy przepływające w kierunku od szyny zbiorczej (+) do sieci jezdnej. Stanowią więc element zabezpieczający od zwarc i przeciążeń na danym odcinku zasilania.

Szacuje się, że przeszło 70% liczby różnego rodzaju zwarć w sieci jezdnej ma charakter przejściowy (przemijający). Mogą to być na przykład zadziałania odgromników rożkowych, zwarcia w taborze trakcji elektrycznej, przemijające po wyłączeniu obwodów lokomotywy lub opuszczeniu pantografów. Po samoczynnym nadmiarowym wyłączeniu przez wyłącznik szybki danego odcinka sieci jezdnej celowe staje się więc wykonanie próby ponownego włączenia napięcia. Dla uniknięcia jednak załączenia wyłączników szybkich na zwarcie są one wyposażone w urządzenia samoczynnej próby linii. Urządzenie próby linii uruchamiane jest przy każdym operacyjnym (np. przez dyspozytora zasilania) załączeniu wyłącznika oraz po samoczynnym wyłączeniu wyłącznika szybkiego na skutek zwarcia lub przeciążenia. Automatyka próby linii wyłącznika wykonuje badanie izolacji sieci jezdnej w ustalonej ilości prób (przeważnie 2 rzadziej 3 próby) w ograniczonym całkowitym czasie ich trwania maksymalnie do 20s. Przy każdym załączeniu wyłącznika szybkiego następuje przynajmniej jeden cykl próby linii automatycznie i po jej pozytywnym wyniku (dobra izolacja sieci jezdnej) nastąpi jego załączenie. Przy trwałym zwarciu automatyka próby linii po wykonaniu ustalonej ilości prób (odpowiednio 2 lub 3) negatywnych spowoduje tzw. zablokowanie wyłącznika szybkiego zasilacza – nie zostanie załączony „na zwarcie”.

Podczas pracy prostownika powstają tętnienia napięcia wyprostowanego będące przyczyną powstawania harmonicznych o częstotliwościach zależnych od układu połączeń zespołu prostownikowego. Takie tętnienie niekorzystnie oddziałuje na prace silników trakcyjnych lokomotyw zwiększając ich nagrzewanie oraz iskrzenie na komutatorze pod szczotkami powoduje. Dlatego w podstacjach trakcyjnych (w rozdzielni +3,3 kV między szyną zbiorczą (+) a biegunem (-) montuje się urządzenia wygładzające skonfigurowane w zależności od zastosowanych zespołów prostownikowych i typu podstacji. Są one wykonane w postaci obwodów rezonansowych (filtrów) dostrojonych do częstotliwości harmonicznych składowej zmiennej prądu wyprostowanego. Działanie tych urządzeń polega na bocznikowaniu sieci trakcyjnej przez obwód o bardzo małym oporze dla prądu wyższych harmonicznych, a dostatecznie wielkim dla składowej stałej prądu wyprostowanego.

Kabiny sekcyjne

Sieć trakcyjna jest zasilana z podstacji trakcyjnej jednostronnie lub dwustronnie. Przede wszystkim na liniach dwu lub wielotorowych z zasilaniem dwustronnym w systemie prądu stałego stosuje się kabiny sekcyjne w szczególności gdy odległość między podstacjami przekracza 12-15 km. Są one stosowane zarówno w wykonaniu budynkowym jak i kontenerowym. Ze względu na wyposażenie w urządzenia rozróżnia się kabiny sekcyjne z wyłącznikami szybkimi stacjonarnymi i z wyłącznikami zamontowanymi na wózkach ruchowych (wysuwnych).

Podstawowym zadaniem kabin jest współpraca z sąsiednimi podstacjami trakcyjnymi i z tego powodu lokalizuje się je jak najbliżej środka odcinka międzypodstacyjnego.

W zależności od rozmieszczenia kabin na liniach zelektryfikowanych w systemie 3,3 kV DC wyróżnia się:

- kabiny sekcyjne szlakowe – usytuowane pomiędzy sąsiednimi podstacjami wyposażone zwykle w 4 zasilacze kabinowe,
- kabiny sekcyjne węzłowe – usytuowane na stacjach kolejowych, które mają dwie i więcej wylotowych linii zelektryfikowanych oraz wydzielone grupy funkcjonalne torów zelektryfikowanych,
- kabiny sekcyjne końcowe – usytuowane na końcu odcinka linii zelektryfikowanej zasilanego jednostronnie, współpracuje z jedną podstacją.

Kabiny odgrywają istotną rolę w układzie zasilania trakcji elektrycznej, ponieważ :

- polepszają rozptyw prądów w sieci trakcyjnej co przyczynia do zmniejszenia spadków napięcia i związanych z tym strat się energii elektrycznej dzięki poprzecznemu połączeniu sieci zasilanych torów za pomocą szyny zbiorczej (+) w kabinie sekcyjnej,
- powodują wyrównanie obciążeń w poszczególnych zasilaczach podstacyjnych,
- zapewniają dodatkowe sekcjonowanie sieci jezdnej a dzięki temu lepszą selekcję zwarć – zmniejszają o połowę długość wyłączzonego odcinka sieci zabezpieczonego danym wyłącznikiem szybkim przez co zwiększają pewność wyłączenia zwarcia wysokooporowego (łukowego),

- umożliwiają stosowanie różnych wariantów zasilania awaryjnego sieci trakcyjnej dzięki czemu zwiększają pewność zasilania pojazdów trakcyjnych z napędem elektrycznym.

Przy zasilaniu dwustronnym każdy zasilacz w podstacji trakcyjnej zasila na jednym odcinku sieć jezdnią między podstacją a kabiną sekcyjną lub między podstacją, a podstacją sąsiednią. W kabinach sekcyjnych łączenie wyłączników szybkich kabinowych współpracujących z odpowiadającym im wyłącznikami szybkimi podstacji jest wzajemnie uzależnione. W takich przypadkach wyłączniki szybkie w kabinach nie są wyposażone w automatykę próby linii. Działanie uzależnień między zasilaczami polega na tym, że w przypadku, gdy wyłączy się samoczynnie którykolwiek z uzależnionych wyłączników szybkich to wyłączony zostanie też ten drugi. Potem wyłącznik podstacyjny wyposażony w automatykę próby linii dokonuje automatycznie próby izolacji linii, i jeśli będzie ona pozytywna to załączy się sam i załączy automatycznie (przez uzależnienie) wyłącznik szybki w kabinie.

W kabinach sekcyjnych węzłowych oprócz zasilaczy współpracujących z zasilaczami podstacyjnymi są również zasilacze kabinowe wyposażone w automatykę próby linii spełniające zwykle funkcję zasilaczy stacyjnych zasilających jednostronnie wyodrębnione grupy torów.

Wyłączalność zwarć w systemie 3,3 kV DC

Podstawowo stosowanym elementem zabezpieczenia sieci trakcyjnej od zwarć i przeciążeń jest nadmiarowy wyłącznik szybki służący również do operacyjnego załączania i wyłączania prądów roboczych. W procesie wyłączania prądów zwarciovych ważną rolę odgrywa czas wyłączenia rozumiany jako czas liczony od chwili przekroczenia przez prąd wartości nastawionej na wyzwalaczu wyłącznika szybkiego do chwili osiągnięcia całkowitego przerwania prądu. Czas wyłączenia prądu zwarcia przez aktualnie eksploatowane wyłączniki szybkie typu BWS nie przekracza 30-40 ms. Zbyt długi przepływ prądu zwarciovego prowadzi do uszkodzeń cieplnych i dynamicznych układu zasilania np. słabych połączeń w sieci trakcyjnej, kabli zasilaczy, a także uszkodzeń w pojazdach trakcyjnych, zwłaszcza uzwojeń silników. Prądy zwarciove mogą być też przyczyną skracania trwałości eksploatacyjnej niektórych

obwodów zasilania np. diod w zespołach prostownikowych. Na wartość prądu zwarcia mają wpływ: rezystancja zastępcza źródła, napięcie źródłowe, liczba załączonych zespołów prostownikowych, długość kabli zasilaczy i powrotnych, konfiguracja układu zasilania oraz rezystancja odcinka sieci trakcyjnej wchodzącej w obwód zwarcia. Po uwzględnieniu powyższego można obliczyć minimalny prąd zwarcia przy dla awaryjnego układu zasilania sieci trakcyjnej tj. wyłączonej jednej podstacji i jednostronnym zasilaniu całego odcinka sieci z podstacji sąsiedniej.

Jeżeli obliczony w ten sposób minimalny prąd zwarcia spełnia wymagania poniższej zależności to należy uznać, że warunki wyłączalności zwarcia są spełnione.

$$I_{z \min} > I_n + 300 A$$

gdzie:

$I_{z \min}$ - minimalny prąd zwarcia,

I_n - prąd nastawienia wyzwalacza wyłącznika szybkiego.

Dla faktycznego potwierdzenia wyłączalności zwarć dokonuje się rzeczywistego jego sprawdzenia poprzez wykonanie prób zwarciovych z wykorzystaniem tzw. „stycznika zwarciovego”, za pomocą którego dokonuje się rzeczywistego zwarcia międzybiegu nowego między biegunem „+” i biegunem „-” w sieci trakcyjnej przy załączonym w niej napięciu 3,3 kV DC i pomiaru rzeczywistego prądu zwarciovego w tak utworzonej pętli zwarcioviej.

Podczas zwarć doziemnych, których jest większość, warunkiem wyłączenia prądu zwarcia jest szybkie przekształcenie zwarcia doziemnego w zwarcie międzybiegu nowe. Obecnie wszystkie podstacje trakcyjne i zdecydowana większość kabin sekcyjnych są wyposażone w układ ochrony ziemnozwarciowej EZZ, GFP, TUZZ lub dawniej UZZ włączony między kontur uziemienia szynę minusową podstacji.

W przypadku gdy różnica potencjałów szyny minus i uziemienia (np. podstacji) przekroczy nastawioną dopuszczalną wartość (niższą od dopuszczalnych napięć rażeniowych), co ma miejsce, gdy w podstacji lub jej bezpośredniej bliskości wystąpi zwarcie, urządzenie ochrony ziemnozwarciowej zwiera te dwa obwody przekształcając zwarcie doziemne w zwarcie międzybiegunowe i kontroluje w sposób ciągły wartość prądu zwarciovego płynącego od ziemi do szyny minusowej. Przekroczenie wartości progowej przez ten prąd (w podstacji trakcyjnej 600A a kabinie sekcyjnej 300A)

powoduje wygenerowanie przez urządzenie EZZ z opóźnieniem 200 ms impuls, który przez automatykę podstacji trakcyjnej spowoduje wyłączenie wszystkich wyłączników szybkich zasilaczy w rozdzielni 3,3 kV DC i uzależnionych z nimi zasilaczy kabinowych lub sąsiedniej podstacji oraz wyłączników mocy zespołów prostownikowych w rozdzielni SN lub WN AC. Skutkiem takiego zadziałania ochrony ziemnozwarciowej jest kompletne odcięcie zasilania zarówno od strony prądu przemiennego (wyłączenie zespołów) jak i od strony prądu stałego (wyłączenie wszystkich zasilaczy).

Sieć trakcyjna w systemie prądu stałego zasilana jest z podstacji trakcyjnej, w której następuje przetworzenie napięcia przemiennego z sieci energetycznej przemysłowej na prąd stały o napięciu znamionowym 3,3 kV, którym zasilane są pojazdy trakcyjne. Podstawową funkcją podstacji trakcyjnej w systemie prądu stałego jest przetworzenie napięcia systemu elektroenergetycznego i zmiana jego wartości do poziomu wymaganego przez pojazdy trakcyjne (np. z 15 kV napięcia przemiennego na 3,3 kV napięcia stałego).

Zasadniczymi urządzeniami w podstacjach są zespoły prostownikowe, w których skład wchodzi: transformator prostownikowy, prostownik i dławik wygładzający. Energia elektryczna pobierana jest z źródłowego systemu elektroenergetycznego, a następnie przetwarzana jest do poziomu napięcia przesyłowego. W podstacjach trakcyjnych energia transformowana jest do poziomu napięcia odpowiedniego do zasilania pojazdów trakcyjnych. Pojazdy trakcyjne stanowią ruchome odbiorniki zasilane z obwodu: sieć jezdna – sieć powrotna. W kolejowej trakcji elektrycznej zasilająca sieć jezdna w typowym rozwiązaniu konstrukcyjnym jest wieloprzewodową siecią napowietrzną, zaś obwodem powrotny – szyny toru kolejowego.

Zasadniczo podstacja trakcyjna zasilą sieć napięciem o wartości 3,3 kV. Podstawowe wyposażenie podstacji trakcyjnej stanowią:

- rozdzielnia prądu przemiennego AC (WN lub SN),
- zespoły prostownikowe składające się z transformatora i prostownika,
- rozdzielnia prądu stałego 3,3 kV z wyłącznikami szybkimi zabezpieczającymi zasilacze od zwarć i przeciążeń,

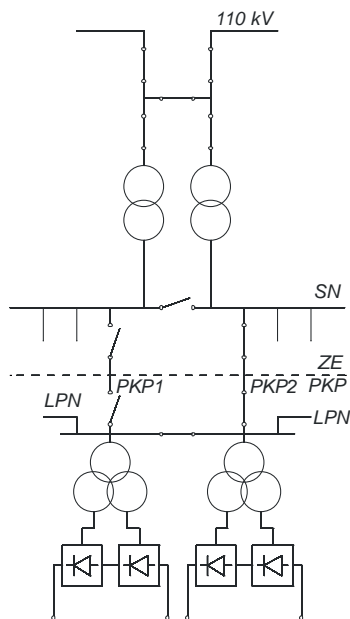
- rozdzielnia potrzeb nietrakcyjnych AC (SN) (tylko w przypadku zasilania podstacji trakcyjnej wysokim napięciem),
- transformatory potrzeb własnych,
- filtr lub filtry wyższych harmoniczných napięcia wyprostowanego,
- zasilacze i kable powrotne,
- urządzenie sterowania automatyki, pomiarów i zabezpieczeń.

W zależności od typu zespoły prostownikowe zasilane są z rozdzielni wysokiego (110kV) lub średniego (15 lub 20 kV) napięcia. W rozdzielni następuje połączenie jednej lub dwóch linii zasilających z zespołami prostownikowymi. W rozdzielniach zainstalowane są również urządzenia zabezpieczeń przeciążeniowych, zwarciovych oraz układy pomiarowo-rozliczeniowe. Przetworzone napięcie przekazywane jest w dalszej kolejności do górnej sieci trakcyjnej za pośrednictwem rozdzielni prądu stałego i kabli zasilaczy, jest to biegun dodatni, a biegun ujemny podłączony jest do szyn poprzez celkę minusową i kable powrotne. Podstacje trakcyjne są rozmieszczone w odległościach od 15 do 28 kilometrów od siebie. Rozróżnia się dwa sposoby zasilania sieci trakcyjnej: zasilanie z jednostopniową transformacją napięcia (najnowsze rozwiązania) oraz transformacją dwustopniową - starsze ale nadal często spotykane w Polsce rozwiązanie.

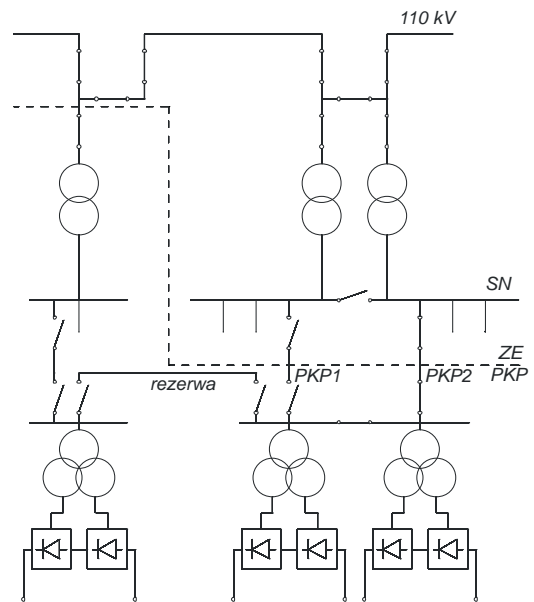
Zasilanie z jednostopniową transformacją napięcia polega na tym, że do podstacji trakcyjnej doprowadzone są bezpośrednio linie energetyczne sieci WN. Napięcie przemienne 110 kV jest bezpośrednio przetwarzane w zespołach prostownikowych podstacji na napięcie trakcyjne 3,3 kV prądu stałego. W ten sposób eliminuje się pośrednią transformację napięcia (WN/SN), a co się z tym wiąże istnienie stacji GPZ.

Rysunek 167. Schemat układu zasilania podstacji trakcyjnej

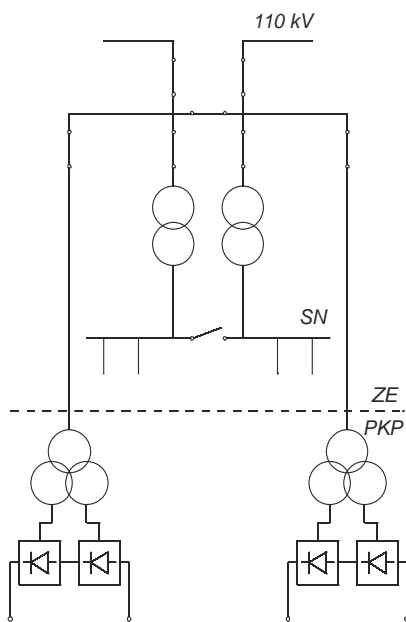
a)



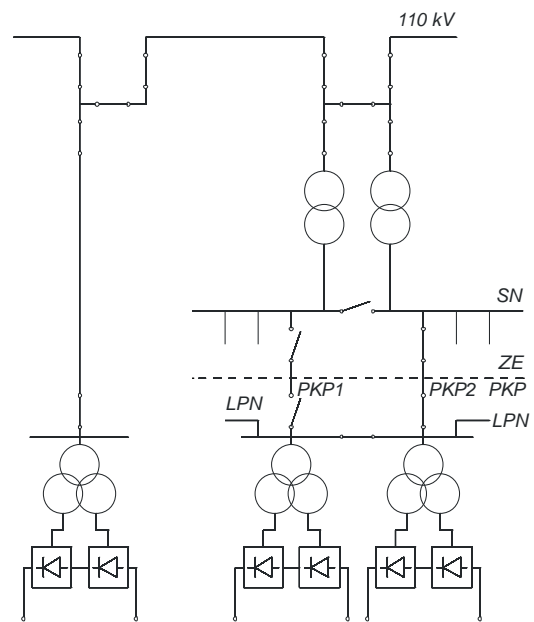
b)



c)



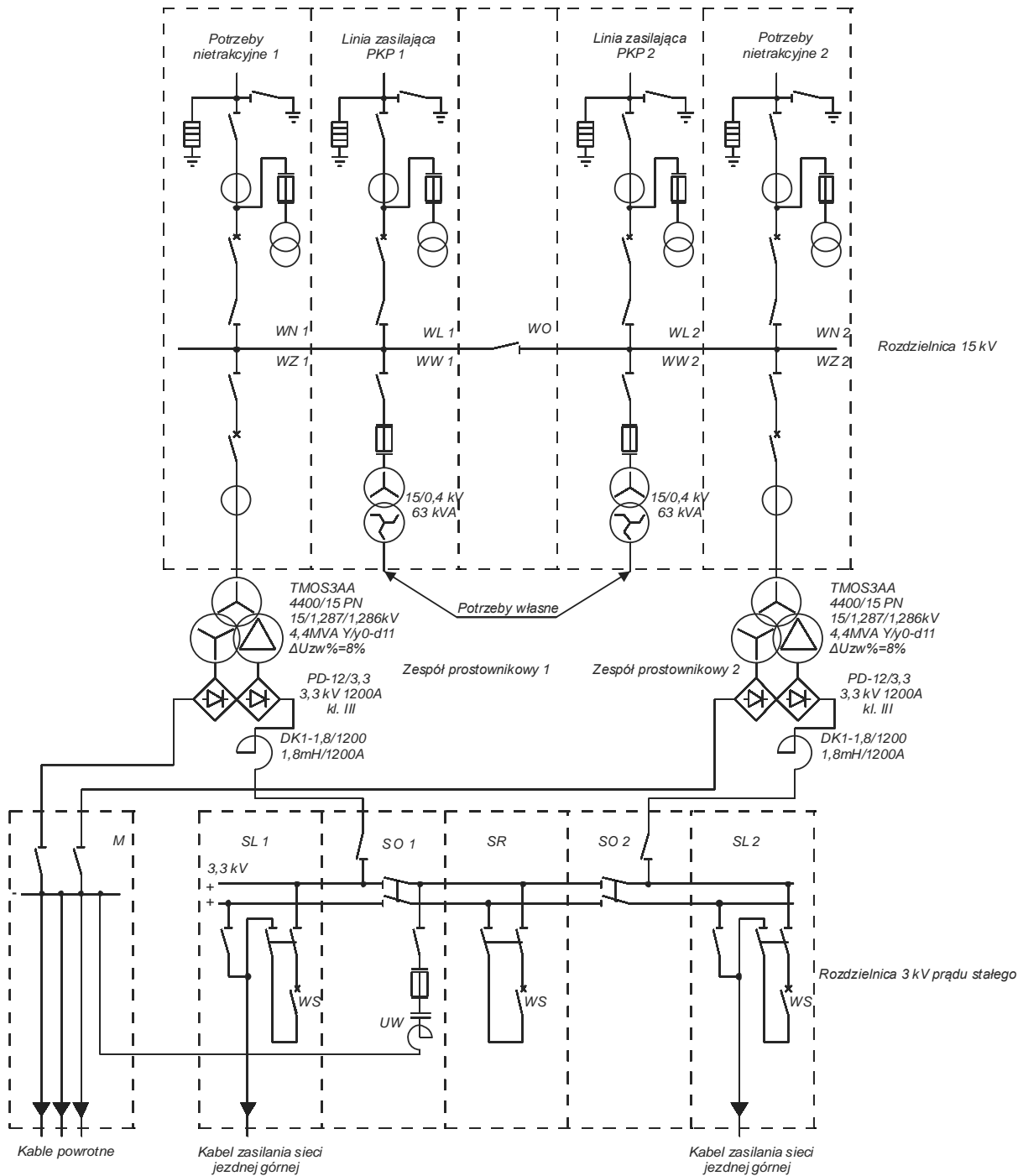
d)



a) SN/3 kV ze wspólnym punktem zasilania na poziomie SN; b) szlakowej i dodatkowej zasilanych z oddzielnych GPZ-tów; c) z jednostopniową transformacją napięcia 110 kV/3 kV; d) szlakowej ze wspólnym punktem zasilania na poziomie 110 kV i podstacji dodatkowej wyposażonej w zespół o jednostopniowej transformacji napięcia 110 kV/3 kV.

110 kV – sieć o napięciu znamionowym 110 kV, SN – szyny średniego napięcia, ZE – granica eksploatacji zakładu energetycznego (Operatora Systemu Dystrybucyjnego), PKP – granica eksploatacji służb energetycznych PKP, PKP1, PKP2 – linie zasilające PT, LPN – linia potrzeb nietrakcyjnych, rezerwa – linia rezerwowego zasilania dodatkowej PT.

Rysunek 168. Schemat obwodów głównych PT 15(20) kV/3 kV z 12-pulsowym zespołem prostownikowym



WN – pole linii potrzeb nietrakcyjnych, WL – pole linii zasilającej, WZ – pole zespołu prostownikowego, WW – pole transformatora potrzeb własnych, WO – odłącznik sekcyjny, M – rozdzielnia bieguna ujemnego, SL – pole kabla zasilania sieci jezdnej górnej, SO – pole odłącznika sekcyjnego i zespołu prostownikowego, SR – pole wyłącznika zapasowego, UW – urządzenie wygładzające, WS – wyłącznik szybki.

Zdjęcie 64. Widok stanowiska transformatora prostownikowego z transformatorem prostownikowym o mocy 6,3 MV·A



Zdjęcie 65. Widok rozdzielnicy prądu stałego o napięciu 3 kV



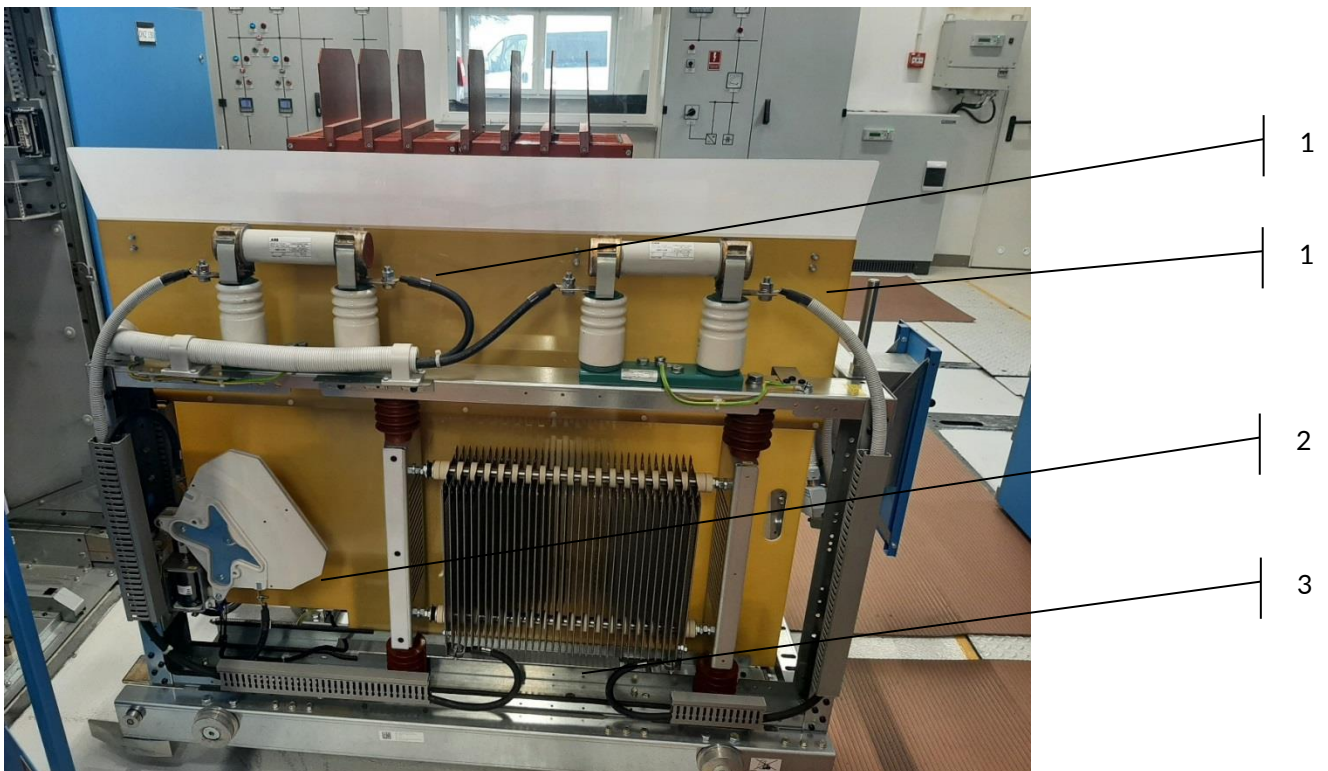
Celki koloru niebieskiego – sekcja 1, celki koloru czerwonego – pola odłączników sekcyjnych, celki kolory żółtego – od lewej odpowiednio pole zasilacza zapasowego, pole filtra gamma

Zdjęcie 66. Widok prostownika diodowego



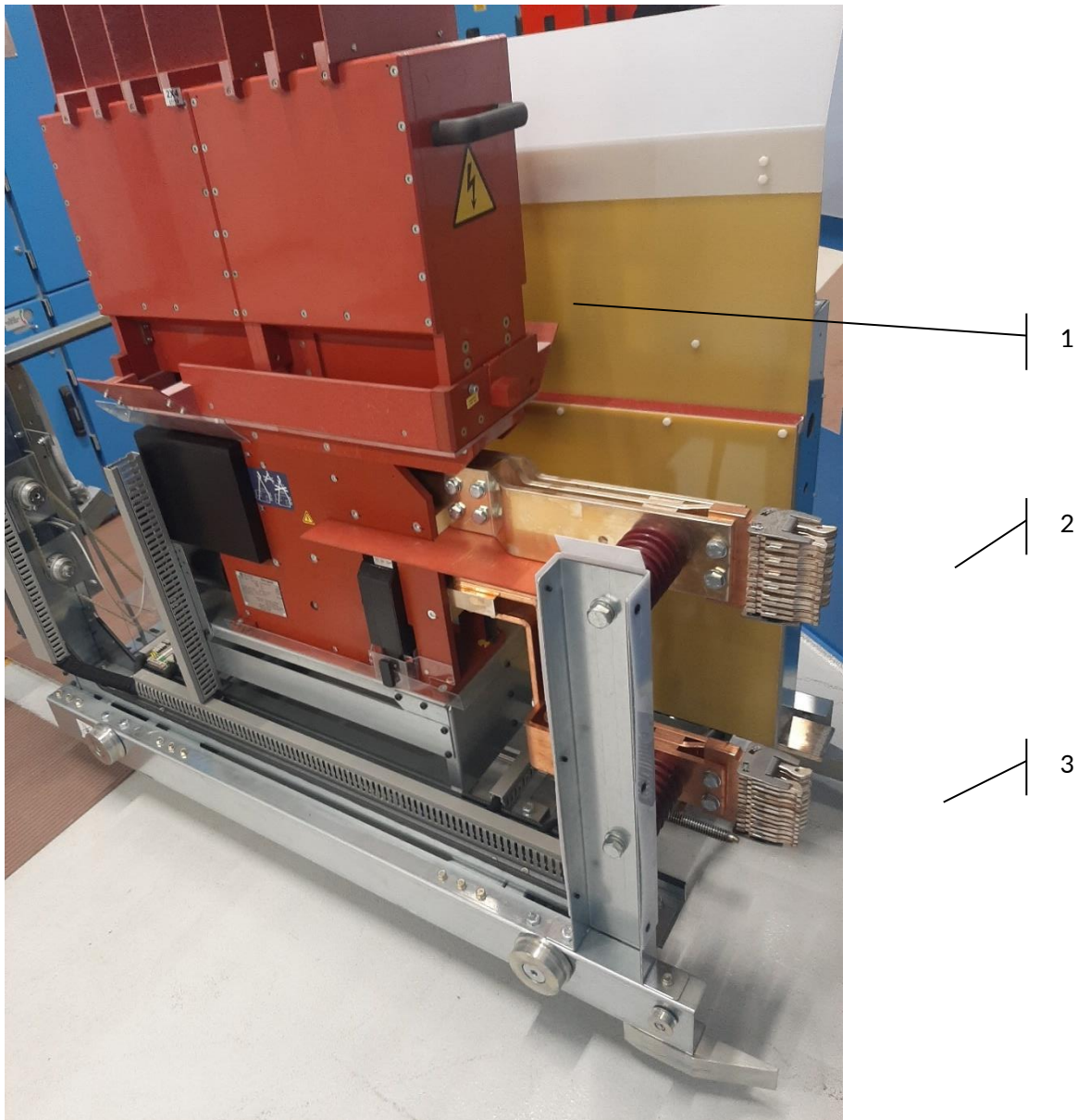
W lewej części zdjęcia szafa dławika katodowego, z prawej strony szafa diodowa. W górnej części zdjęcia widoczne oszynowanie i izolatory przepustowe w kierunku transformatora prostownikowego

Zdjęcie 67. Widok wózka wyłącznika szybkiego od strony urządzenia próby linii w wersji na wózku wysuwnym



1- stycznik próby linii, 2 - rezystor próby linii, 3 - bezpieczniki próby linii.

Zdjęcie 68. Widok wózka wyłącznika szybkiego od strony oszynowania



1 – komora gaszeniowa, 2-biegun wyłącznika od strony szyny głównej, 3 – biegun wyłącznika od strony kabla zasilacza.

W procesie zasilania poprzez jednostopniową transformacją napięcia do podstacji trakcyjnej doprowadzone są bezpośrednio linie energetyczne sieci WN, oznacza to, że wyeliminowana jest pośrednia transformacja napięcia, a napięcie przemienne 110 kV jest bezpośrednio przetwarzane w zespołach prostownikowych podstacji na napięcie trakcyjne 3,3 kV prądu stałego. Dla zapewnienia ciągłości (redundancji) zasilania, do każdej podstacji doprowadzane są dwie niezależne linie zasilające 110 kV. Jedna

z linii pełni funkcję rezerwową i załączana jest w przypadku awarii drugiej. Drugim typem zasilania jest zasilanie z dwustopniową transformacją napięcia. Najczęściej spotykanym sposobem zasilania sieci trakcyjnej w Polsce jest zasilanie z wykorzystaniem pośredniej transformacji napięcia. Linia energetyczna WN 110 kV doprowadzona jest z Zakładu Energetycznego do tak zwanego Głównego Punktu Zasilania (GPZ), czyli stacji energetyki zawodowej, gdzie następuje przetworzenie trójfazowego napięcia 110 kV, 50Hz (WN) na napięcie 15 kV lub 30 kV (SN). Stacja GPZ połączona jest linią zasilającą SN z podstacją trakcyjną, w której następuje transformacja napięcia trójfazowego średniego napięcia na prąd stały o napięciu 3,3 kV, którym zasilana jest sieć trakcyjna. Do podstacji dochodzą dwie linie zasilające z GPZ. Jedna pełni funkcję podstawową, a druga rezerwową. Obydwie linie są cały czas pod napięciem. Jedna zasilająca wszystkie bieżące potrzeby, a druga jest w gotowości do przejęcia zasilania w przypadku awarii tej pierwszej. Zasadniczo podstacja jest zasilana z głównej linii zasilania, a w przypadku jej awarii, możliwe jest przełączenie zasilania poprzez układ SZR (Samoczynnego Załączenia Rezerwy), który steruje wyłącznikiem zasilania rezerwowego.

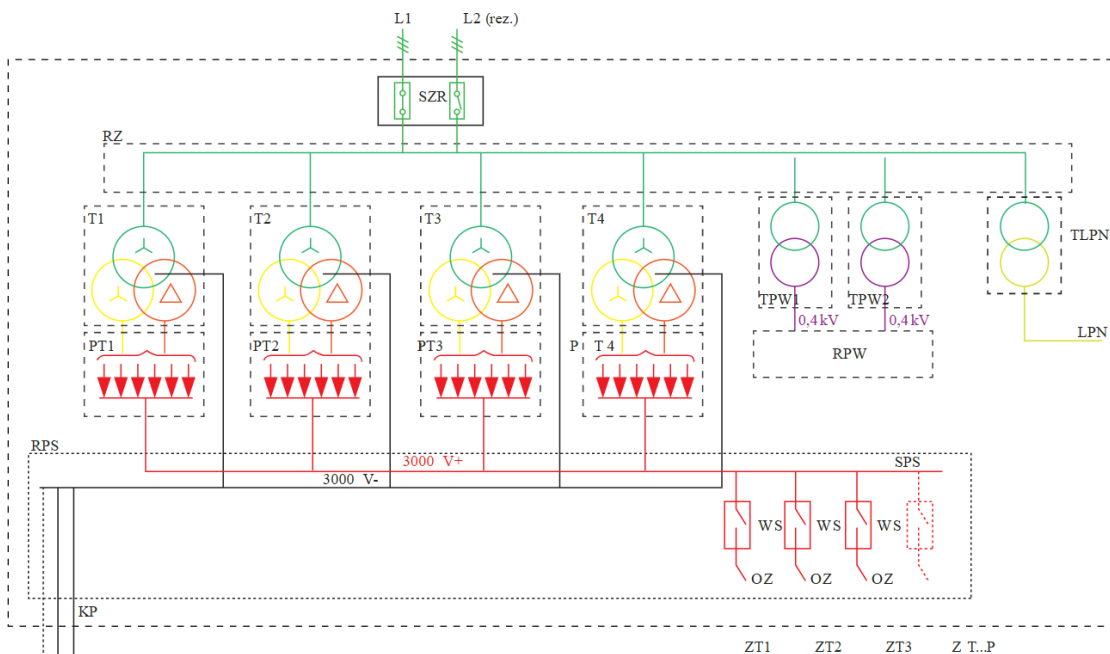
Zdjęcie 69. Widok transformatora trakcyjnego 400 kV/2x27,5 kV w podstacji trakcyjnej systemu 2x25 kV 50 Hz



Zdjęcie 70. Zasilanie sieci jezdnej z podstacji trakcyjnej systemu 2x25 kV 50 Hz



Rysunek 169. Uproszczony schemat przykładowej podstacji z czterema zespołami prostownikowymi

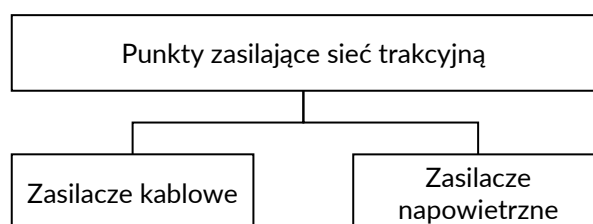


- L - linie zasilające (główna i rezerwowa),
- SZR - układ samoczynnego załączania rezerwy,
- RZ - rozdzielnia zasilania (RSN lub RWN),
- T - transformatory trakcyjne,
- PT - prostowniki trakcyjne,
- TPW - transformatory potrzeb własnych (zasilanie podstacji),
- RPW - rozdzielnia potrzeb własnych podstacji,
- TLPN - transformator zasilania LPN (Linii Potrzeb Nietrakcyjnych),
- RPS - rozdzielnia prądu stałego,
- SPS - szyna prądu stałego,
- WS - wyłączniki szybkie,
- OZ - odłączniki zasilaczy,
- KP - kable powrotne.

W podstacjach znajduje się od 2 do 5 zespołów prostownikowych w zależności od obszaru i natężenia ruchu jakie występuje w rejonie przez nią zasilanym. Jednak nie wszystkie zespoły pracują jednocześnie. W zależności od potrzeb jeden lub dwa zespoły stanowią rezerwę zasilania. W rozdzielni SN podstacji możliwe jest konfigurowanie żądanego zasilania transformatorów. W nowoczesnych podstacjach stosowane są zespoły transformatorowe suche wykonane w izolacji żywicznej z uzwojeniami miedzianymi. Do prostowania prądu stosuje się powszechnie prostowniki diodowe (krzemowe), pracujące w układzie podwójnego mostka 3-fazowego (12-pulsowe). Na transformatorach następuje zamiana napięcia dostarczanego z linii energetyki przemysłowej na napięcie 3 kV prądu zmiennego. Uzwojenia wtórne tych urządzeń połączone są z prostownikiem napięcia. Łąca elektryczne przechodzą do wnętrza podstacji przez izolatory przepustowe w ścianie budynku. Na prostownikach napięcie przemienne znamionowe 3 kV jest przekształcane (prostowane) na prąd stały, którym zasilana jest sieć trakcyjna. Przy prostownikach znajdują się też dławiki służące między innymi do filtracji napięcia i eliminacji drgań harmonicznnych. Energia elektryczna z bieguna dodatniego zespołu prostownikowego przekazywana jest do szyny prądu stałego rozdzielni 3,3 kV. Szyna ta połączona jest z wyłącznikami szybkimi od których odchodzą kable zasilaczy doprowadzające prąd elektryczny do punktów zasilających zlokalizowanych na trasie kolejowej.

Punkty zasilające sieć trakcyjną przedstawione na rysunku poniżej, to miejsca w których następuje zasilanie sieci jezdnej napięciem doprowadzonym kablami zasilającymi z podstacji trakcyjnej. Są to miejsca, w których kable zasilające (tzw. zasilacze) dochodzące z szyny prądu stałego (biegun +) podstacji trakcyjnej łączą się z siecią jezdnią.

Rysunek 170. Punkty zasilające sieć trakcyjną



Zasilacze kablowe prowadzone są w gruncie i po konstrukcjach wsporczych. Zasilacze napowietrzne wykorzystywane są, gdy punkt zasilający nie może być położony blisko podstacji. Punkt zasilający zasila jedną sekcję zasilania. Sekcje te są od siebie odizolowane izolatorami sekcyjnymi. Podstacje trakcyjne są rozmieszczone w odległościach od 15 do 28 kilometrów od siebie.

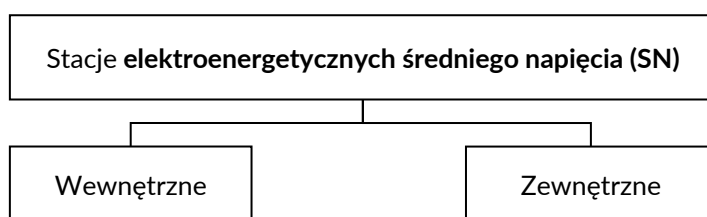
Zdjęcie 71. Zasilanie sieci jezdnej z podstacji trakcyjnej systemu 2x25 kV 50 Hz



Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia (SN) obejmują zespoły urządzeń elektroenergetycznych wraz z szynami zbiorczymi, połączeniami elektrycznymi, elementami izolacyjnymi, konstrukcją mechaniczną i osłonami, które wspólnie tworzą układ zdolny do transformacji energii elektrycznej z jednego poziomu napięcia na drugi i jej rozdzielania oraz do łączenia i zabezpieczenia obwodów zasilających i odbiorczych. Kluczowy jest w elektroenergetyce podział stacji elektroenergetycznych średniego napięcia (SN). Stacje dzielą się na wewnętrzne i napowietrzne.

Podział stacji elektroenergetycznych średniego napięcia (SN) może obejmować stacje wewnętrzne i zewnętrzne.

Rysunek 171. Podział stacji elektroenergetycznych średniego napięcia (SN)



Stacje elektroenergetyczne średniego napięcia (SN) pełnią ważne funkcje w lokalnym systemie elektroenergetycznym i stanowią węzły dystrybucyjnej sieci elektroenergetycznej SN.

Stacja elektroenergetyczna rozumiana jest jako zespół urządzeń służących do:

- przetwarzania i rozdziału (stacja transformatorowo-rozdzielcza);
- tylko do rozdziału energii elektrycznej (rozdzielnia, czyli stacja rozdzielcza);
- tylko do transformacji energii elektrycznej (stacja transformatorowa).

3.8. Opis oraz zasady stosowania elementów sieci jezdnej w infrastrukturze kolejowej

3.8.1. Fundamenty konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej

Sieć trakcyjna jako obiekt budowlany liniowy i element elektrycznego obwodu zasilania elektrycznych pojazdów trakcyjnych jest wywieszona nad torami kolejowymi i zamocowana do konstrukcji wsporczych słupowych stalowych lub żelbetonowych. Każda konstrukcja wsporcza posiada betonowy fundament, osadzony w gruncie. Aktualnie zastosowanie znajdują dwa rodzaje fundamentów: podstawowo fundamenty palowe wbijane w grunt przy użyciu kafarów i rzadziej fundamenty prefabrykowane ustawiane w wykopach.

Technologia mocowania konstrukcji wsporczych w fundamentach prefabrykowanych polega na wkładaniu słupa w otwór fundamentu i wypełnieniu mieszanką betonową. Natomiast mocowanie do fundamentów palowych słupów polega na połączeniu śrubowym stopy słupa z głowicą fundamentową.

Fundamenty prefabrykowane

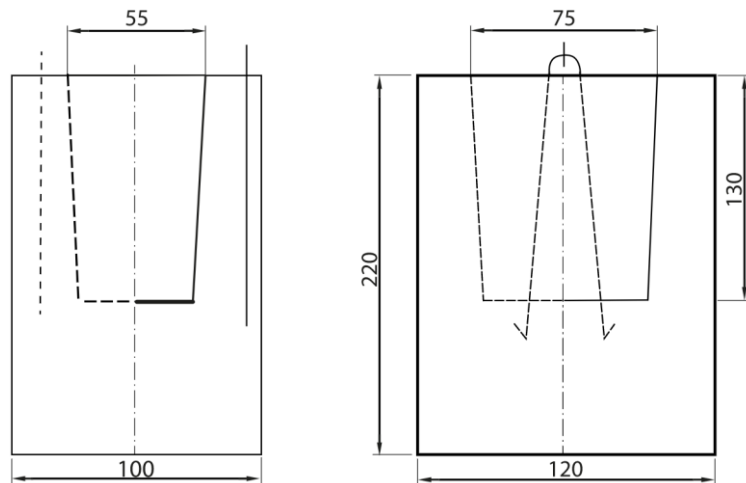
Prefabrykowane fundamenty betonowe posadawiane w wykopie i przeznaczone do mocowania konstrukcji wsporczych sieci jezdnej są stosowane podstawowo w odmianie „P” w kilku wykonaniach jak poniżej:

- nr kat. 23 -1422 - 1 o wymiarach 120 x 100 x 170 cm,
- nr kat. 23 -1422 - 2 o wymiarach 120 x 100 x 200 cm,
- nr kat. 23 -1422 - 3 o wymiarach 120 x 100 x 230 cm,
- nr kat. 23 -1422 - 4 o wymiarach 120 x 100 x 260 cm,
- nr kat. 23 -1462 - 1 o wymiarach 120 x 100 x 220 cm,

Prefabrykowane fundamenty betonowe do mocowania odciągów konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej stosowane są następujące wykonania:

- fundament odciążu nr kat. 23-1411 - 1 o wymiarach: 110 x 170 x 130 cm,
- fundamenty odmiany „K” (oblewane):
 - nr kat. 23-1451 - 1 o wymiarach 110 x 170 x 130 + 10 cm,
 - nr kat. 23-1451 - 2 o wymiarach 140 x 200 x 130 + 10 cm (oblanie 130 cm),
 - nr kat. 23-1451 - 3 o wymiarach 200 x 200 x 130 + 10 cm (oblanie min 80 cm),

Rysunek 172. Fundament betonowy odmiany „P”

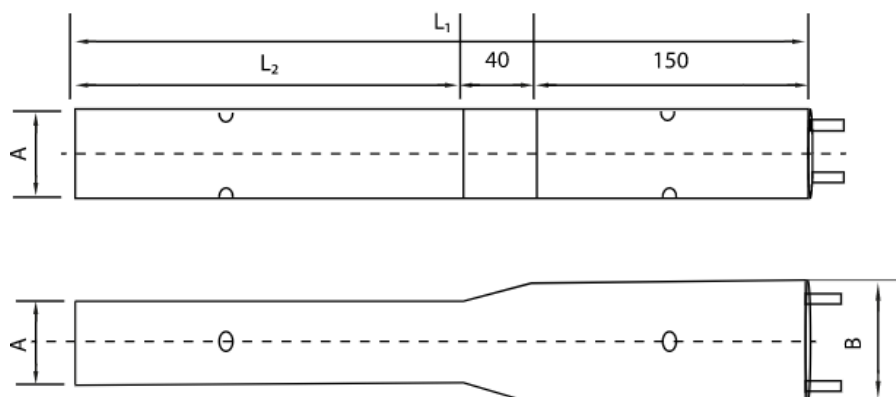


Fundamenty palowe

Obecnie fundamenty palowe znajdują powszechnie stosowane w miejsce fundamentów prefabrykowanych ze względu na stosowaną technologię budowy sieci trakcyjnej. Fundamenty te stosowane są jako podpory słupów trakcyjnych

indywidualnych, bramkowych, słupów przestrzennych z wyścięgiem przez dwa tory, podpory odciągów prętowych słupów kotwowych. Osadzone są one w gruncie przez udarowe wbijanie przy użyciu specjalnych kafarów szynowych a w szczególnie uzasadnionych przypadkach przez nawiercanie. Stosowane fundamenty palowe są konstrukcyjnie jednolite lub dwu lub wieloczętonowe. Fundamenty jednolite składają się z części głowicowej oraz trzonowej. W jednej z płaszczyzn przekroju poprzecznego część głowicowa jest szersza w stosunku do części trzonowej (jak przedstawiono na poniższym rysunku), a także posiada dodatkowe zbrojenie poprzeczne spiralne. Posiada również gwintowane kotwy fundamentowe, które są łączone do głównych prętów podłużnych zbrojenia. Szczegółowe dane dotyczące łączenia poszczególnych elementów fundamentów wieloczętonowych określone są w dokumentacji projektowej elementu.

Rysunek 173. Łączenie poszczególnych elementów fundamentów wieloczętonowych



Fundamenty palowe produkowane są w 5 typach (3 typy przeznaczone do mocowania konstrukcji wsporczych sieci jezdnej – indywidualnych, bramkowych, słupów przestrzennych z wyścięgiem przez dwa tory zaś 2 typy – dla odciągów prętowych słupów kotwowych) oraz o różnych długościach w granicach od 250 cm do 500 cm o stopniowaniu co 50 cm. Długość zastosowanego fundamentu zależna jest od określonych parametrów geotechnicznych ustalonych na podstawie badań warunków gruntowych oraz wielkości obciążeń poziomych i pionowych konstrukcji wsporczej sieci jezdnej.

Tabela 91. Parametry fundamentów palowych

Typ prefabrykatu	L1 [cm]	L2 [cm]	A [cm]	B [cm]	Średnica śruby	Liczba śrub	Izolatory odciążu		Klasa Betonu
							eliptyczny	tulejkowy	
I	250-500	60=310	32	45	M30	8	-	-	C 40/50
II	250-500	60-310	36	52	M36	8	-	-	C 40/50
III	250-500	60-310	40	58	M42	8	-	-	C 40/50
I-K	250-500	60-310	32	45	-	-	1	2	C 40/50
III-K	250-500	60-310	40	58	-	-	1	2	C 40/50

Wszystkie konstrukcje wsporcze sieci trakcyjnej posadowione na fundamentach palowych są od nich odizolowane elektrycznie za pomocą izolatorów (tulei izolacyjnych, przekładek izolacyjnych) w celu zapobiegnięcia przepływowi (upływowi) prądu przez elementy metalowe zbrojenia tego fundamentu na skutek różnic potencjału gruntu w miejscach posadowienia sąsiednich konstrukcji wsporczych. Taki stan rzeczy mogłoby spowodować wystąpienie korozji elektrolitycznej tych elementów metalowych, a w konsekwencji osłabienie wytrzymałości konstrukcyjnej danego pala. Żeby nie spowodować uszkodzenia elementów izolacyjnych podczas montażu słupów sieci trakcyjnej na fundamentach palowych nakrętki mocujące podstawę (stopę) słupa ze śrubami fundamentu należy dokręcać za pomocą klucza dynamometrycznego z zachowaniem odpowiednich wartości momentów, i tak dla:

- 1) fundamentu typ I - nakrętki M30 - 336 Nm,
- 2) fundamentu typ II - nakrętki M36 - 780 Nm,
- 3) fundamentu typ III - nakrętki M42 - 1321 Nm.

W praktyce (zgodnie z projektem technicznym) odizolowanie słupa trakcyjnego od fundamentu palowego jest realizowane za pomocą dwuczęściowych izolatorów właściwych dla średnicy występujących śrub w danym typie fundamentu, a izolowanie odciążów przy fundamentach kotwowych konstrukcji wsporczych wykonywane jest przy pomocy izolatorów eliptycznych lub izolatorów tulejkowych.

Zasady oznaczania fundamentów palowych:

- pierwsza duża litera znakowania fundamentu (np. B, P, M, T) – przypisana jest do danego producenta fundamentu,
- duże cyfry rzymskie – I, II, III po wielkich literach oznaczają typ fundamentu. oznakowanie fundamentu (np. B I) oznacza fundament dla konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej.
- wielka litera K po cyfrach rzymskich (np. B I-K) oznacza fundament palowy dla odciążu prętowego,
- przykładowe oznaczenie fundamentu - B I-K-250 gdzie np.:
 - B – litera identyfikująca danego producenta,
 - I-K-250 – fundament kotwowy o długości 250 cm.

Zdjęcie 72. Mocowanie słupa przelotowego trakcyjnego stalowego na fundamencie palowym



Zdjęcie 73. Mocowanie słupa trakcyjnego stalowego na fundamencie palowym

1 - widoczna koloru czarnego przekładka izolująca od góry stopy słupa stalowego od śrub i nakrętek fundamentu



1

Zdjęcie 74. Mocowanie słupa strunobetonowego wirowego na fundamencie palowym

1 - widoczna koloru czarnego przekładka izolująca spodnią część stopy słupa od śrub i nakrętek fundamentu



1

Zdjęcie 75. Posadowienie słupa bramki na jednym fundamencie palowym



Zdjęcie 76. Słupy bramki ustawione na dwóch palach



W przypadku, gdy nośność fundamentów palowych jest niewystarczająca w stosunku do ciężaru konstrukcji bramkowej słupy takiej bramki stawia się na dwóch palach jak na zdjęciu.

3.8.2. Opis oraz zasady stosowania przewodów jezdnych profilowanych

W sieci jezdnej są stosowane przewody przenoszące siły mechaniczne i przewodzące prąd elektryczny oraz takie, które przewodzą prąd i są obciążone tylko własnym ciężarem. W zależności od funkcji pełnionej jako element konstrukcyjny

budowy sieci jezdnej a w związku z tym stawianych wymagań elektrycznych i mechanicznych, przewody te są wykonywane w postaci linek lub drutów.

Przewody pracujące zarówno mechanicznie jak i elektrycznie (liny nośne, druty jezdne) muszą spełniać istotne w tym zakresie wymagania:

- mieć dużą wytrzymałość mechaniczną na rozrywanie,
- dobrze przewodzić prąd elektryczny,
- mieć dużą odporność na ścieranie i działanie łuku elektrycznego.

Druty jezdne (przewody jezdne) są podstawowym elementem konstrukcji sieci jezdnej bezpośrednio współpracującymi z odbierakami prądu elektrycznego trakcyjnych pojazdów elektrycznych. W związku z tym powierzchnia przewodu jezdnego powinna być gładka, bez zadziorów, naderwań, łusek, wgnieceń i innych mechanicznych uszkodzeń.

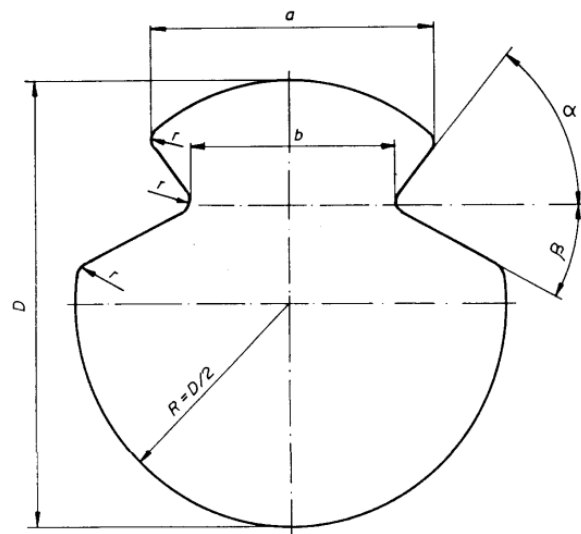
Przewody jezdne są profilowane i wykonane jako druty ciągnięte z miedzi. Mają one kształt okrągły ze wzdłużnymi rowkami w górnej części przekroju, które służą do mocowania na nim uchwytów i zacisków bez naruszania jego części ślizgowej współpracującej ze ślizgiem pantografu. Aktualnie stosowane na sieci PKP PLK typowe przekroje przewodów jezdnych profilowanych (djp) wynoszą 100 i 150 mm².

W poniższej tabeli przedstawiono parametry i wymiary przewodów jezdnych profilowanych.

Tabela 92. Parametry i wymiary przewodów jezdnych profilowanych

Rodzaj przewodu	Przekrój znamionowy [mm ²]	Wielkość znamionowa D	Wielkość znamionowa a	Orientacyjna masa 1000m przewodu [kg]	Max. rezystancja 1000 m djp w temp. 20° C [Ω]
Djp 100	100 ± 2,5	12 ± 0,16	8,7 ± 0,2	890	0,183
Djp 150	150 ± 2,5	14,5 ± 0,2	9,4 ± 0,2	1335	0,122

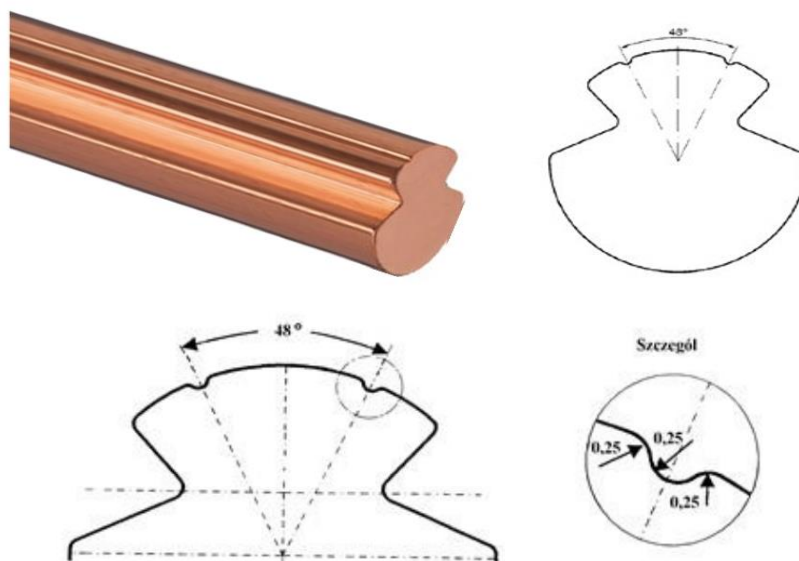
Rysunek 174. Profil przewodu (drutu) jezdniego djp



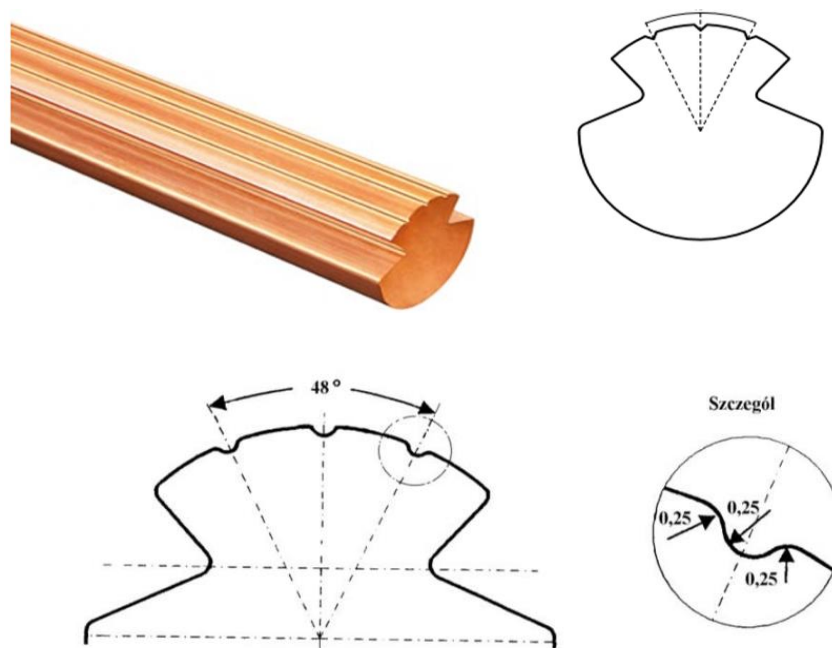
Rysunek 175. Drut jezdny (djp) ciągniony z miedzi elektrolitycznej w gatunku Cu - ETP



Rysunek 176. Djps z miedzi srebrowej w gatunku CuAg 0,1



Rysunek 177. DjpMg z miedzi magnezowej w gatunku CuMg 0,2 lub CuMg 0,5



Przewody miedziane wielodrutowe gołe (liny) najczęściej stosowane budowie sieci jezdnej przedstawiono w tabeli.

Tabela 93. Przewody miedziane wielodrutowe gołe (liny) najczęściej stosowane w budowie sieci jezdnej

Rodzaj przewodu	Przekrój znamionowy [mm ²]	Liczba drutów	Średnica znamionowa drutów [mm]	Numer katalogowy	Rodzaj zastosowania
L 10	10	7x7	0,51	9811-1	Linki wieszakowe
L 25	25	7	2,13	9811-2	Linki podwieszenia uelastyczniającego
L 35	35	7	2,52	9811-3	Linki podwieszenia uelastyczniającego, podwieszeniowe i odciągów sieci
L 95	95	19	2,52	9811-6	Liny nośne
L 120	120	19	2,80	9811-7	Liny nośne
L 150	150	37	2,26	9811-8	Liny nośne

Liny jednorodne są splecione z drutów ułożonych na rdzeniu w jednej, dwóch lub trzech warstwach, przy czym kolejne warstwy są skręcane w przeciwnych kierunkach co zapobiega rozplataniu tych lin pod wpływem naciągu. Zwykle liny o przekroju

95 i 120 mm² są splecione z 19 drutów (1+6+12) a w przypadku przekroju 150 mm² z 37 drutów (1+6+12+18). Kierunek skrętu w linii zewnętrznej warstwy drutów jest prawy zaś warstw wewnętrznych przemiennie lewy i prawy. Wieszaki przewodów jezdnych są wykonane z linki miedzianej 49 żyłowej (7 skrętek 7-drutowych) o przekroju 10 mm². Przewody miedziane wielodrutowe gołe w stanie miękkim przedstawiono w poniższej tabeli.

Tabela 94. Przewody miedziane wielodrutowe gołe w stanie miękkim

Rodzaj przewodu	Przekrój znamionowy [mm ²]	Liczba drutów	Średnica znamionowa drutów [mm]	Numer katalogowy
L ₂ 95	95	18+12+6+1	1,80	9812-6
L ₂ 185	185	18+12+6+1	2,52	9812-9
L ₂ 185	185	9x(18+12+6+1)	0,86	9815-9

W sieci jezdnej są stosowane przewody miedziane wielodrutowe w stanie miękkim (linki), które przewodzą prąd i nie pracują mechanicznie ale są obciążone tylko własnym ciężarem. Znajdują one zastosowanie jako przewody połączeń elektrycznych międzysekcyjnych, rozjazdowych, odłącznikowych, odgromnikowych, lin wzmacniających.

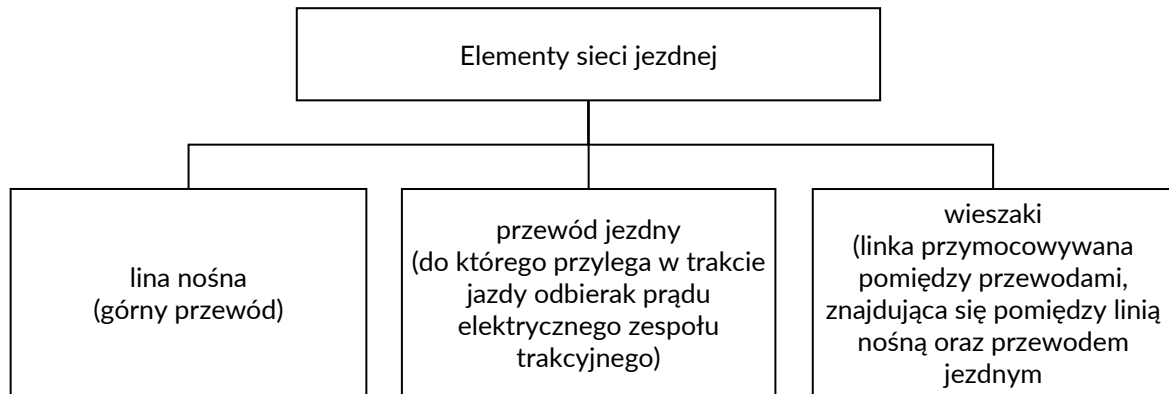
3.8.3. Opis oraz zasady stosowania lin nośnych

Lina nośna, jest to metalowa lina, najczęściej miedziana do której podwieszane są przewody jezdne i inne elementy sieci trakcyjnej. Sieć trakcyjna składa się z sieci jezdnej oraz sieci powrotnej oraz torów.

Sieć jezdna złożona jest z trzech podstawowych elementów przedstawionych na rysunku.

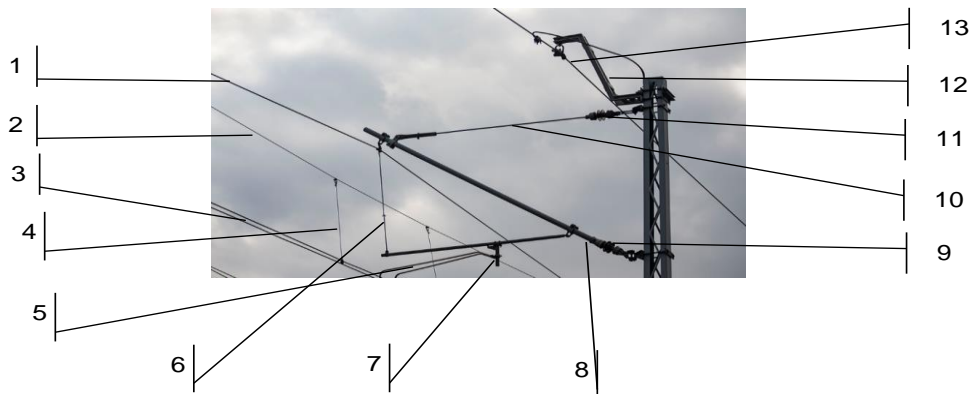
Linie wyposażone w linę nośną, przewód jezdny oraz wieszaki nazywane są sieciami łańcuchowymi. Lina wraz z przewodem jezdny tworzy odcinki naprężania. W zależności od tego, czy rozszerzalność temperaturowa lin nośnych kompensowana jest wraz z przewodami jezdny, czy też kompensacja dotyczy tylko przewodów jezdnych, wyróżnia się sieć trakcyjną skompensowaną lub półskompensowaną. W Polsce sieć trakcyjna z uelastycznioną liną nośną oznaczana jest literą „Y”.

Rysunek 178. Elementy sieci jezdnej



Materiały zalecane do stosowania jako liny nośne to miedź i jej stopy, spełniające wymagania normy PN-E-90081:1974. Poniżej przedstawiono przykładowe zdjęcie sieci z linią nośną, wieszakiem i przewodem jezdny.

Rysunek 179. Zdjęcie sieci z linią nośną uszynienia grupowego



Opis ważniejszych elementów podwieszenia rurowego sieci jezdnej: 1 – linia nośna, 2 – linia uelastyczniająca, 3 – druty jezdne, 4 – wieszak, 5 – ramiona odciągowe, 6 – wieszak wysięgu pomocniczego, 7 – wspornik ramion odciągowych, 8 – ukośnik, 9 – izolator ukośnika, 10 – odciąg ukośnika, 11 – izolator odciągu ukośnika, 12 – konstrukcja wsporcza liny uszynienia grupowego, 13 – linia uszynienia grupowego.

W konstrukcjach dostosowanych do zasilania napięciem 1,5 kV i 3,3 kV prądu stałego łączny przekrój przewodów jest znacznie większy niż w konstrukcjach dostosowanych do zasilania napięciem 15 kV i 25 kV prądu przemiennego. Wiąże się to z dużymi wartościami prądów roboczych i ograniczaniem spadków napięć oraz zagadnieniem identyfikacji zwarć odległych. Typowym rozwiązaniem jest zastosowanie

sieci łańcuchowej złożonej z liny nośnej i podwieszonych do niej za pomocą wieszaków jednego lub dwóch przewodów jezdnych. Przewód jezdny wykonywany jest obecnie tylko z miedzi przy przekroju od 100 mm² do 150 mm². Lina nośna (jedna lub dwie) może mieć przekrój od 50 mm² do 180 mm² (wykonywana jest z miedzi, brązu, stali ocynkowanej). Kompensacja zwisu przewodów jezdnych poprzez urządzenie naprężające jest stosowana zawsze na torach szlakowych i stacyjnych. Liny nośne są kotwione na stałe – w sieciach półskompensowanych, a poprzez urządzenie naprężające – w sieciach skompensowanych.

W tabeli przedstawiono zasady bezpieczeństwa pracy lin nośnych:

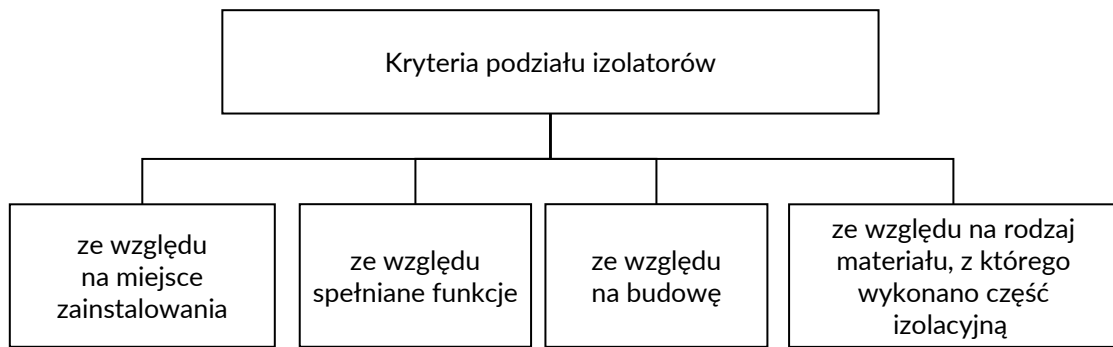
Tabela 95. Zasady bezpieczeństwa pracy lin nośnych

1.	Lina nośna nie może mieć uszkodzeń w postaci zerwanych, pękniętych, zgniecionych albo stopionych poszczególnych drutów oraz miejscowych przegrzań zmieniających strukturę materiału.
2.	W razie zerwania, pęknięcia lub stopienia się drutów liny nośnej należy w miejscu uszkodzonym wmontować złączkę.
3.	Jeśli rozmiar uszkodzenia na to nie pozwala, należy wyciąć odcinek uszkodzony i wmontować za pośrednictwem złączek nowy odcinek z tego samego materiału i o takim samym kierunku skrętu co uszkodzona lina.
4.	Liczba złączek w jednym odcinku naprężenia, w torach szlakowych i głównych zasadniczych, nie powinna przekraczać 6 sztuk.
5.	W linach odciągów sieciowych i w linach zawieszonych poprzecznych nie wolno stosować złączek. W razie uszkodzenia takiej liny należy ją wymienić.
6.	Na linach nośnych nie należy montować wskaźników ani tablic ostrzegawczych i informacyjnych.
7.	Elementy te mogą być montowane w zespołach podwieszenia na wysięgnikach ruchomych lub stałych.

3.8.4. Opis oraz zasady stosowania izolatorów

Izolatory są to urządzenia wykonane z materiałów nieprzewodzących, służące do podtrzymywania elementów innych urządzeń elektrycznych będących pod napięciem. Izolatory są podstawowym elementem sieci dystrybucji energii. Używane są do izolowania elementów będących pod napięciem od siebie i do elementów uziemionych. Izolatory dzieli się według kryteriów zdefiniowanych na rysunku poniżej.

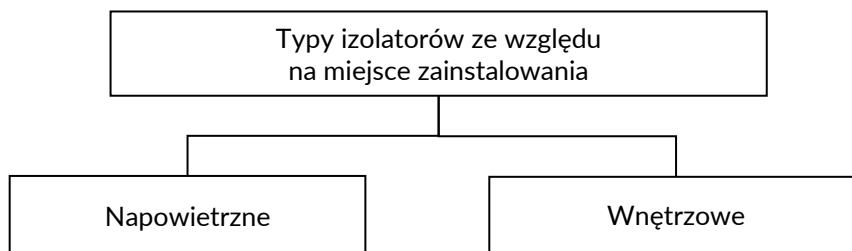
Rysunek 180. Kryteria podziału izolatorów



Wyróżnia się następujące typy izolatorów ze względu na:

- miejsce zainstalowania

Rysunek 181. Typy izolatorów ze względu na miejsce zainstalowania



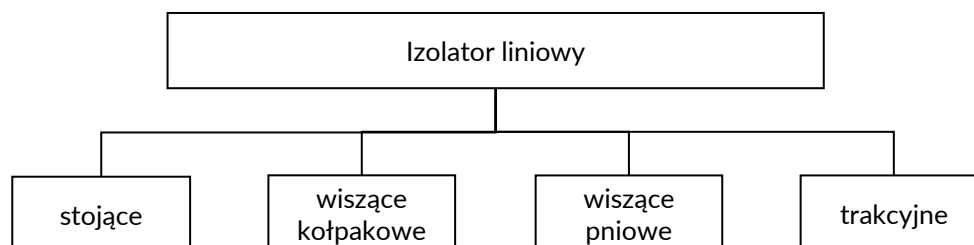
- na spełniane funkcje

Rysunek 182. Typy izolatorów ze względu na spełniane funkcje



Izolatory liniowe stosowane są w napowietrznych liniach energetycznych i trakcyjnych do podwieszania przewodów. Izolatory te pod względem budowy dzieli się na:

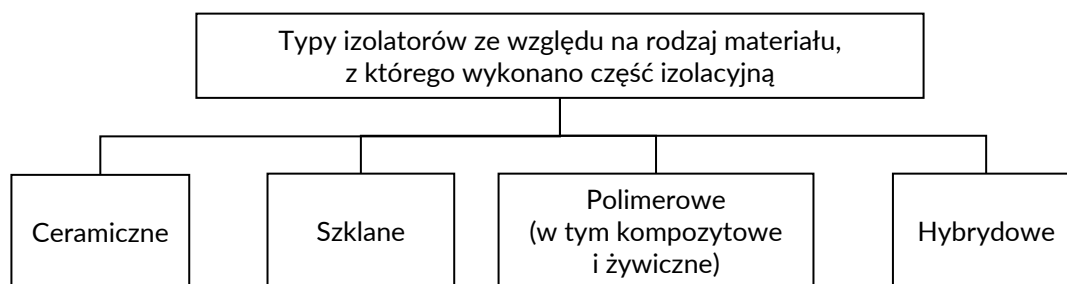
Rysunek 183. Podział izolatorów liniowych ze względu na budowę



Izolatory wsporcze stosowane są w napowietrznych lub wewnątrzowych stacjach elektroenergetycznych do sztywnego mocowania szyn lub elementów urządzeń. Izolatory przepustowe stosuje się do przeprowadzania przewodu pod napięciem przez ścianę budynku lub inną osłonę.

- na rodzaj materiału, z którego wykonano część izolacyjną.

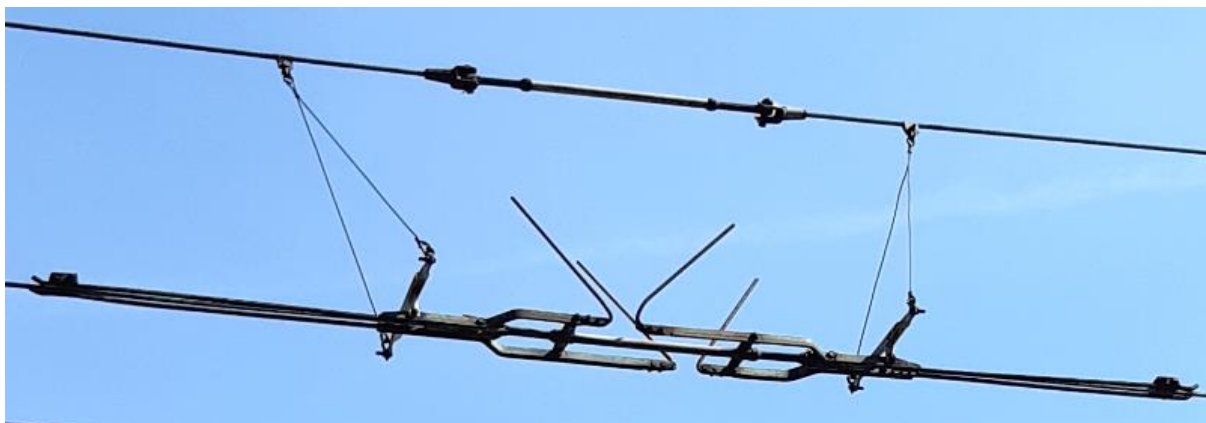
Rysunek 184. Typy izolatorów ze względu na rodzaj materiału, z którego wykonano część izolacyjną



Wyróżnia się również izolatory przebijalne i nieprzebijalne. Izolator nieprzebijalny to taki, w którym w razie przepięcia nie nastąpi przebicie i zniszczenie izolatora, lecz przeskok ładunku w powietrzu.

Izolator sekcyjny jest to urządzenie do izolowania dwóch części tego samego odcinka naprężenia przy zachowaniu możliwości swobodnego przejścia odbieraka prądu.

Zdjęcie 77. Izolator sekcyjny



Jako element sekcjonowania podłużnego wpina się go w przewody jezdne i podwiesza do liny nośnej specjalnymi wieszakami. Dodatkowo dla zagwarantowania pełnego podziału elektrycznego takiej sekcji nad izolatorem sekcyjnym w linie nośnej montowany jest izolator dzielczy (izolator traktacyjny ciągnowy).

Konstrukcja izolatora sekcyjnego umożliwia prześlizgiwanie się po nim odbieraków prądu elektrycznych pojazdów trakcyjnych poprzez zamontowane w poziomie przewodów jezdnych specjalne konstrukcje zwane prowadnicami. Stabilizują one ślizgacz pantografu podczas prześlizgu i zabezpieczają go przed zahaczeniem o konstrukcję tego izolatora.

Prowadnice zakończone są rożkami wydmuchowymi, na których gaszony jest samoczynnie łuk elektryczny powstający podczas przejazdu elektrycznego pojazdu trakcyjnego z poborem prądu z sieci.

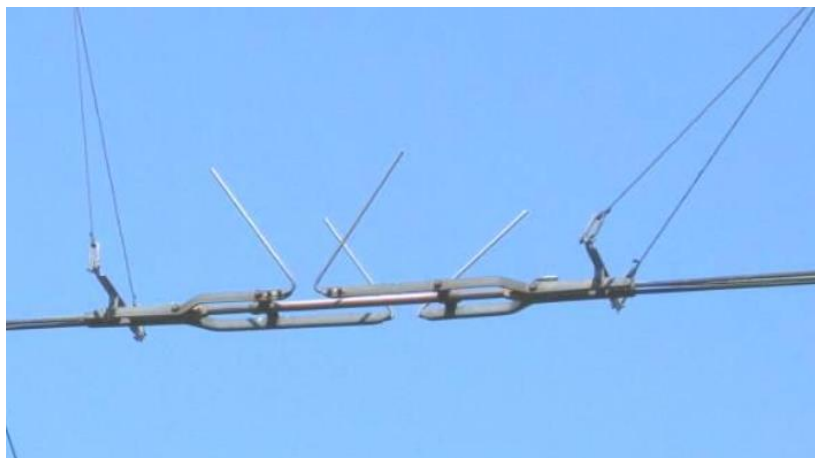
Izolator sekcyjny ceramiczny jest najstarszym z typów izolatorów, obecnie wycofywany z eksploatacji. Wadą tego typu izolatorów jest duży ciężar - waga około 27 kg oraz trudność z regulacją prawidłowej współpracy z odbierakiem prądu, co wymusiło ograniczenie prędkości przejazdu pociągów pod izolatorem do 45 km/h. Przykładowe zdjęcie izolatorów ceramicznych:

Zdjęcie 78. Przykładowy izolator sekcyjny ceramiczny



Izolator sekcyjny z tworzyw sztucznych. Część izolująca odcinki wykonana jest z żywicy epoksydowej, czyli z materiału, który nie przewodzi energii elektrycznej. Jest to lżejszy typ izolatora waży ok. 17 kg. Dopuszczalna prędkość przejazdu pociągów pod izolatorem wynosi 100 km/h.

Zdjęcie 79. Przykładowy izolator sekcyjny z tworzyw sztucznych



Izolator liniowy trakcyjny ciągnowy przeznaczony jest do pracy na napięcie znamionowe 3,3 kV prądu stałego kolejowej sieci trakcyjnej do pracy w warunkach zewnętrznych. Służy do podwieszania i odizolowania przewodów jezdnych i lin nośnych elektrycznej sieci trakcyjnej. W urządzeniach sieci trakcyjnej należy stosować materiały izolacyjne o właściwościach elektrycznych, mechanicznych i termicznych odpowiednich do pracy w kolejowych warunkach eksploatacyjnych. Jako

materiały izolacyjne należy stosować materiały ceramiczne (porcelana elektrotechniczna) lub tworzywa organiczne. Do izolacji urządzeń sieci trakcyjnej należy stosować izolatory znormalizowane, a w przypadku ich braku izolatory spełniające wymagania techniczne izolatorów znormalizowanych. Izolatory utrzymują w stałej pozycji górną sieć jezdnią i są mocowane bezpośrednio do konstrukcji wsporczych. Są obciążone siłami mechanicznymi ściskającymi lub rozciągającymi oraz izolują sieć pod napięciem od uszynionych słupów.

W tabeli przedstawiono zasady bezpieczeństwa pracy izolatorów:

Tabela 96. Zasady bezpieczeństwa pracy izolatorów

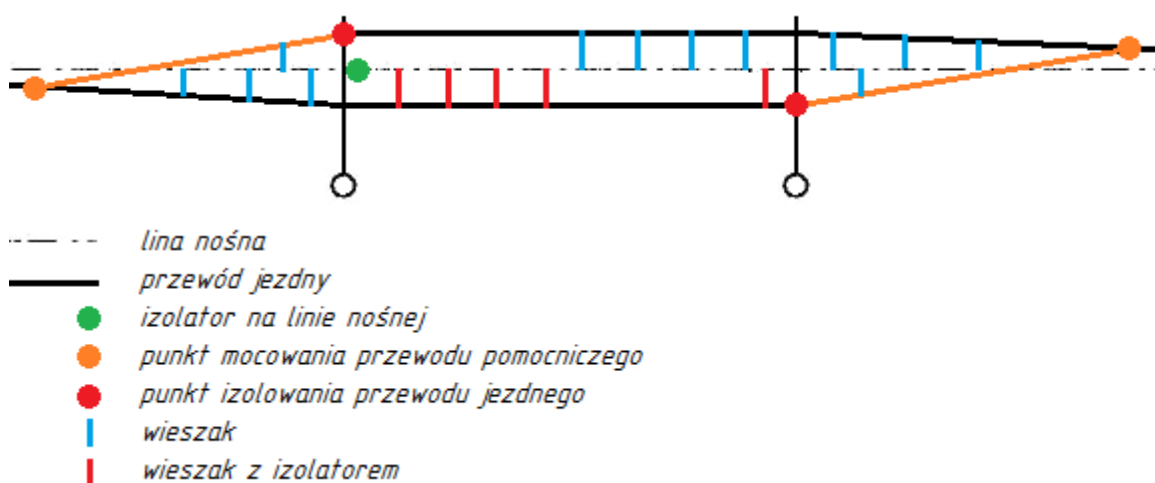
1.	Izolatory powinny być niezwłocznie wymienione jeżeli posiadają pęknięte lub nadłtuczone części izolacyjne lub pęknięte, odkształcone lub znacznie skorodowane okucia (kołpaki, trzonki, łączniki), osłabione zespolenia części izolacyjnych z okuciami; uszkodzone, oraz noszące ślady działania łuku elektrycznego, polewy porcelanowe.
2.	Izolator może nadal pracować, jeżeli punktowe uszkodzenie porcelanowej powierzchni izolatora nie przekracza 0,5 cm ² .
3.	Izolatory o kołpakach skorodowanych na powierzchni po zabezpieczeniu przed postępem korozji (np. przez malowanie farbami ochronnymi) mogą pracować w sieci jezdnej, natomiast izolatory wykazujące ślady korozji na styku kołpaka i trzonu porcelanowego powinny być wymienione.
4.	Izolatory nie mogą stykać się częścią izolacyjną z żadnymi innymi elementami, a odległość od nich nie może być mniejsza od połowy średnicy klosza. Wyjątek od tej zasady można stosować w odniesieniu do kloszy innych izolatorów izolujących elementy o równym potencjale, należących do tego samego odcinka zasilania. W tym przypadku odległość między kloszami izolatorów może być zmniejszona do 50 mm.
5.	Izolatory ciągnowe z tworzyw sztucznych o zauważalnym skręceniu poosiowym należy wyregulować poprzez wyeliminowanie przyczyny ich skręcenia, a w przypadku widocznych uszkodzeń wymienić.

Sekcyjna przerwa izolacyjna

Innym rozwiązaniem w sekcjonowaniu podłużnym, stosowanym we wcześniejszych rozwiązaniach konstrukcyjnych sieci jezdnej służącym do odizolowania dwóch części tego samego odcinka naprężania są **sekcyjne przerwy izolacyjne** (przerwy powietrzne). Stosuje się je na przęsłach przelotowych głównie w tych przypadkach, gdy nie ma możliwości zlokalizowania w danym miejscu izolowanego przęsła naprężania. Obecnie takie rozwiązanie przy budowie nowych typów sieci trakcyjnej nie znajduje zastosowania choć w starszych typach sieci w dalszym ciągu są

one eksploatowane. Konstrukcja sekcyjnej przerwy izolacyjnej pod względem mechanicznym nie jest równoznaczna izolowanemu przęstu naprężenia, gdyż nie dzieli sieci na niezależne mechanicznie od siebie odcinki, a zapewnia podobnie jak takie przęsto, płynne, bezkolizyjne przejście odbieraka prądu przez ten element konstrukcyjny. Izolację w sekcyjnej przerwie izolacyjnej uzyskuje się przez rozsuniecie drutów jezdnych, kolejne ich wyniesienie w punktach podwieszenia ponad poziom współpracy z pantografem oraz przez wbudowanie zarówno w przewody jak i w linię nośną izolatorów.

Rysunek 185. Przykład sekcyjnej przerwy izolacyjnej w sieci z jednym przewodem jezdny



Izolację w sekcyjnej przerwie izolacyjnej w sieci z dwoma przewodami jezdny uzyskuje się również przez rozsuniecie drutów jezdnych, kolejne ich wyniesienie w punktach podwieszenia ponad poziom współpracy z pantografem oraz przez wbudowanie zarówno w przewody jak i w linię nośną izolatorów.

3.8.5. Opis oraz zasady stosowania osprzętu

Przedstawiono osprzęt wykorzystywany w budowie sieci trakcyjnej (łącniki, przewody, uchwyty, zaciski prądowe, złącza śruby, miedziane przewody trakcyjne, podzespoły podwieszeń przewodów do słupów i bramek, urządzenia naprężające przewody, izolatory, połączenia elektryczne) w tym wieszaki.

Na potrzeby budowy, remontów, modernizacji i eksploatacji trakcji zasilającej oraz podstacji trakcyjnej stosowany jest osprzęt. Osprzęt służy do mocowania wysięgów do konstrukcji wsporczych, mocowania izolatorów, podwieszania przewodów, łączenia przewodów ze sobą, do podwieszenia trakcji, do naprężenia trakcji, do podwieszenia liny uszynienia grupowego.

Do budowy sieci trakcyjnych może być używany osprzęt, który stosowany jest w innych gałęziach gospodarki np. elektroenergetyce. Osprzęt ten powinien spełniać wymagania stawiane typowemu osprzętowi sieci trakcyjnej.

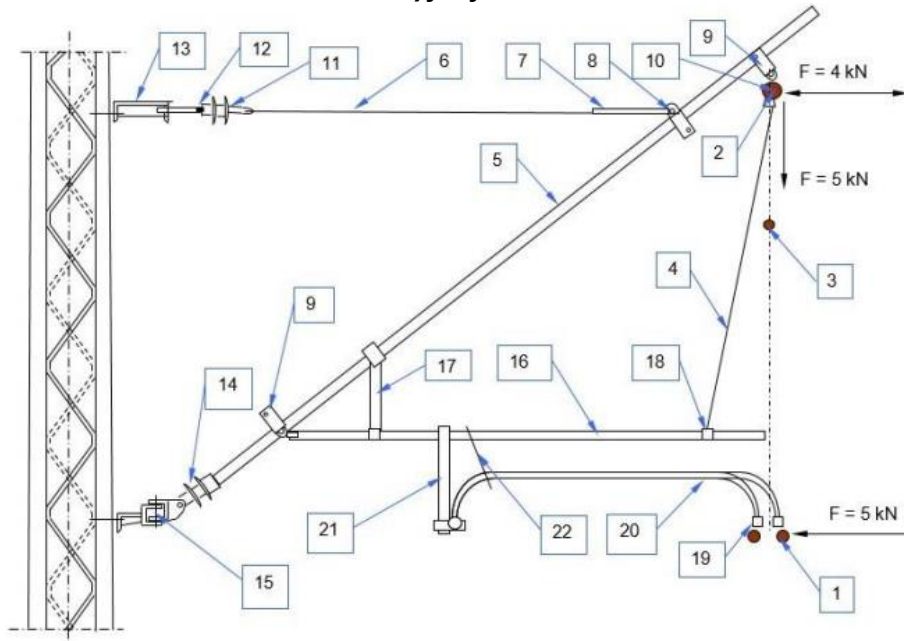
Osprzęt zamocowany na przewodach jezdnych powinien odznaczać się odpowiednią wytrzymałością i niewielkim ciężarem, aby zapewnić najkorzystniejsze warunki elastyczności sieci jezdnej.

Tabela 97. Zasady konstrukcyjne osprzętu

1.	Konstrukcja osprzętu powinna umożliwiać szybki i łatwy montaż sieci przy użyciu prostych narzędzi w każdych warunkach pogodowych.
2.	Połączenia przegubowe osprzętu powinny zapewniać możliwość wykonania wymaganego obrotu z jednoczesnym zabezpieczeniem przed samoczynnym rozłączeniem połączenia.
3.	Połączenia śrubowe powinny być zabezpieczone przed samoczynnym odkręceniem: podkładkami odginanymi lub sprężystymi, zawleczkami albo przeciwnakrętkami.
4.	W miejscu wejścia przewodu trakcyjnego do osprzętu krawędzie otworu powinny być zaokrąglone.
5.	Osprzęt zamocowany na przewodach jezdnych powinien odznaczać się niewielką masą i odpowiednią wytrzymałością, aby zapewnić najkorzystniejsze warunki elastyczności sieci jezdnej.
6.	Osprzęt sieci trakcyjnej podczas eksploatacji nie powinien ulegać samoistnym, niekorzystnym zmianom zarówno w zakresie wytrzymałościowym, elektrycznym jak i utraty odporności korozyjnej.
7.	Wykonany powinien być z materiału odpornego na wpływy atmosferyczne lub skutecznie zabezpieczonego przed tymi wpływami (głównie z ocynkowanej stali, miedzi i jej stopów oraz z tworzyw sztucznych).
8.	Jakość wykonania osprzętu powinna być wysoka, zarówno pod względem pokryć antykorozyjnych, dokładności wymiarowych, gładkości powierzchni, zaokrąglenia krawędzi, oznakowania jak i poprawności spawów, połączeń śrubowych i przegubowych.

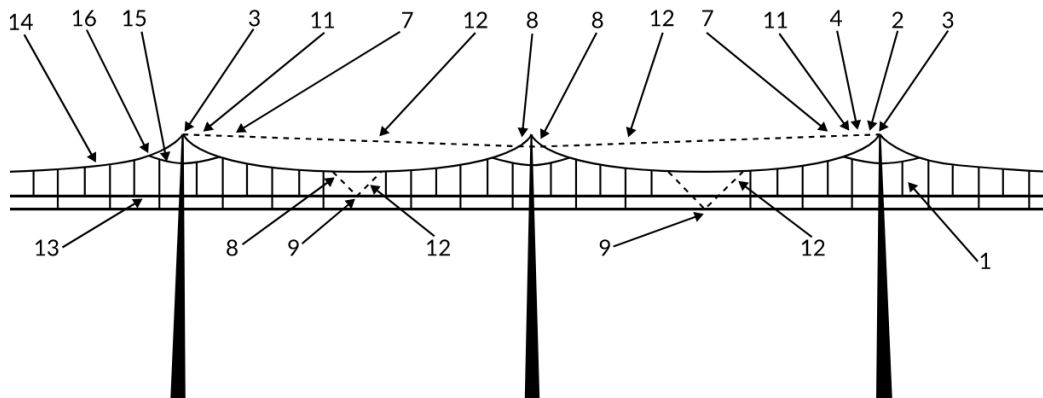
Ważne jest, aby osprzęt służący do łączenia elementów z konstrukcjami wsporczymi powinien zapewniać łatwość montażu bez konieczności wykonywania otworów w konstrukcjach. Poniżej zobrazowano zastosowanie osprzętu dla różnych konstrukcji.

Rysunek 186. Podwieszenie sieci trakcyjnej



1 - przewody jezdne, 2,3,4 - przewody wielodrutowe, 5 - ukośniki rurowe, 6 - odciążki ukośnika rurowego, 7 - końcówki odciążki ukośnika rurowego, 8 - uchwyty odciążki, 9 - uchwyty mocujące ukośnika rurowego, 10 - uchwyty podwieszeniowe, 11 - izolator trakcyjny, 12 - łącznik kabłąkowy, 13 - uchwyty izolatora odciążki, 14 - izolatory trakcyjne, 15 - wspornik ukośnika, 16 - wysięgnik pomocniczy, 17 - zastrzał przeciwwiatrowy, 18 - uchwyty wysięgnika, 19 - uchwyty przegubowe, 20 - ramiona odciążkowe, 21 - wspornik lekkich ramion odciążkowych, 22 - zabezpieczenie przed opadnięciem ramienia.

Rysunek 187. Kotwienie środkowe sieci trakcyjnej



1 - linka wieszakowa, 2 - śruba rzymska, 3 - przegubowy uchwyty do kotwienia przewodów, 4 - łącznik podwójny, 7 - uchwyty krańcowe lin nośnych i przewodu jezdne, 8 - uchwyty równoległe, 9 - uchwyty równoległe przewodu jezdne z linami nośnymi, 11 - izolatory ciągnowe trakcyjne, 12 - przewody stalowe odgromowe, 13 - przewody jezdne, 14, 15 - przewody wielodrutowe, 16 - uchwyty liny uelastyczniającej.

3.9. Opis oraz zasady stosowania sekcjonowania sieci trakcyjnej w infrastrukturze kolejowej

Konieczność wyłączenia określonego odcinka sieci jezdnej jednego z torów w celu np. usunięcia awarii (na wydzielonym uszkodzonym odcinku), wykonania wymaganych prac eksploatacyjnych (utrzymaniowych), wykonania innych czynności np. ładunkowych może być realizowana dzięki elektrycznemu podziałowi sieci jezdnej na wyodrębnione odcinki określaną jako **sekcjonowanie sieci**.

Taki podział elektryczny sieci (sekcjonowanie) powinien więc zapewniać wymagania technologiczne dotyczące możliwości prowadzenia ruchu pociągów, niezawodne zasilanie sieci przy awariach z zagwarantowaniem minimalnych spadków napięcia w sieci jezdnej a także możliwość wykonania napraw i prac konserwacyjnych.

Sekcjonowanie sieci jezdnej zasadniczo jest realizowane poprzez sekcjonowanie podłużne i sekcjonowanie poprzeczne.

Sekcjonowanie sieci jezdnej nad jednym torem nazywa się **sekcjonowaniem podłużnym**, oddzielenie od siebie sieci jezdnych sąsiednich torów względem siebie nazywa się **sekcjonowaniem poprzecznym**.

Jako elementy łączeniowe sekcjonowania stosuje się odpowiednio rozłączniki (umożliwiające wyłączenie prądów roboczych) i odłączniki sekcyjne. Rozłączniki ze względu na swoją charakterystykę zasadniczo stosuje się w miejscach podziału zasilania sieci jezdnej (podstacje trakcyjne, kabiny sekcyjne), granic elektrycznych stacji lub punktów zasilania sieci, a w pozostałych miejscach sekcjonowania podstawowo stosuje się odłączniki sekcyjne.

Sekcjonowanie podłużne zapewnia podział elektryczny sieci danego toru na szereg odłączalnych od siebie odcinków. Dlatego poprzez taki podział pozwala ono utrzymywać w miarę równomierną obciążalność sieci, jak również umożliwia (według potrzeb eksploatacyjnych i ruchowych) wyłączenie napięcia tylko na wybranym odcinku.

Sekcjonowanie podłużne i poprzeczne sieci trakcyjnej może być realizowane dzięki zastosowaniu specjalnych rozwiązań konstrukcyjnych, do których należą:

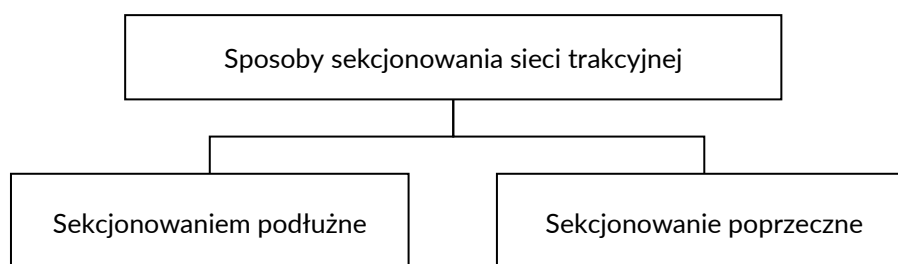
- Izolowane przęsła naprężenia,
- Izolatory sekcyjne,
- Wstawki izolacyjne.

Należy w tym miejscu wskazać, iż we wcześniejszych rozwiązaniach konstrukcyjnych elementów sekcjonowania podłużnego w sieci jezdnej stosowane były również sekcyjne przerwy izolacyjne (przerwy powietrzne), które obecnie nie są zabudowywane ale jeszcze do tej pory eksploatowane. Taka izolacyjna przerwa powietrzna służyła do odizolowania od siebie dwóch części tego samego odcinka naprężenia.

Sekcjonowanie sieci trakcyjnej w infrastrukturze kolejowej jest to podział elektryczny sieci jezdnej, w wyniku którego spełnione są wymagania technologiczne dotyczące ruchu pociągów. Taki podział daje możliwość wyłączenia spod napięcia danego odcinka nie powodując wyłączenia spod napięcia całej grupy torów, dzięki temu możliwe jest prowadzenie ruchu na sąsiednich torach. Odcinki te można wyłączać w celu naprawy uszkodzonego odcinka, prac konserwacyjnych, prac przeładunkowych na stacji towarowej lub też prac prowadzonych na dachu pojazdu znajdującego się pod siecią. Sekcjonowanie sieci trakcyjnej zapewnia również minimalne spadki napięcia oraz niezawodne zasilanie sieci przy awariach, a także umożliwia wykonywanie napraw i prac konserwacyjnych. Z perspektywy zasad BHP ważne, jest aby sieć nie była nadmiernie rozbudowywana o podział elektryczny sieci jezdnej. Najczęściej odcinki są dzielone przy dużych stacjach, w miejscach zasilania. Na stacjach sieć dzieli się w taki sposób, aby możliwe było wyłączenie napięcia sieci nad torami zasadniczymi dodatkowymi, przeładunkowymi bez konieczności wyłączania sieci spod napięcia nad torami głównymi. Sieć na stacjach dzieli się w taki sposób, aby liczba torów dodatkowych, których sieć jest połączona na stałe nie przekraczała dwóch, a liczba torów bocznicy nie przekraczała czterech. Ważniejsze tory zasilane są obustronnie, a tory załadunkowe, tory lokomotywowni zasilane są jednostronnie przez odłącznik ze stykiem uszyniającym. Ma to na celu wykluczenie możliwości przypadkowego załączenia napięcia na uszyniony odcinek. Elektryczne oddzielenie sieci torów szlakowych od torów stacyjnych nazywa się elektryczną granicą stacji. Sekcjonowania dokonuje się zwykle w punktach naprężenia.

Sekcjonowanie ma na celu podzielenie sieci na niezależne odcinki zasilania. Zapewnia to wyłączenie zwarć, równomierne obciążenie oraz uniezależnienie prowadzenia ruchu pociągów od uszkodzeń sieci. Rozróżniamy dwa sposoby sekcjonowania sieci trakcyjnej:

Rysunek 188. Sposoby sekcjonowania sieci trakcyjnej



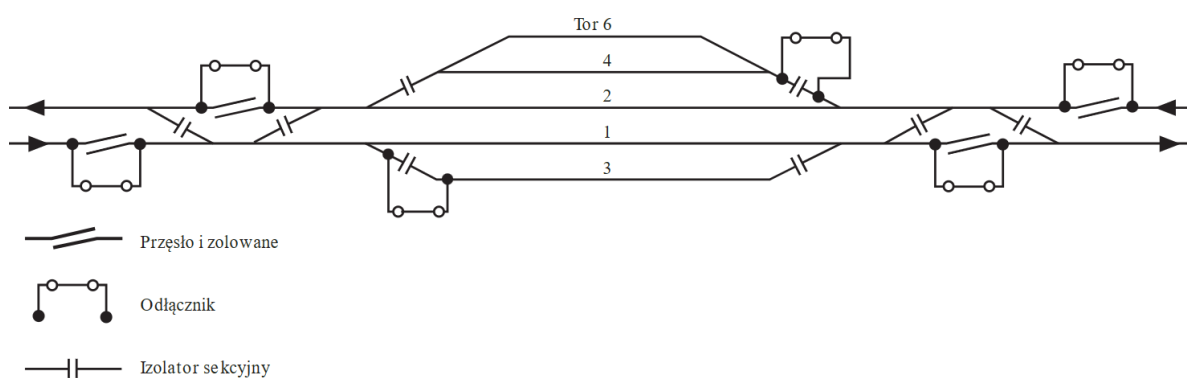
Sekcjonowanie podłużne, to sekcjonowanie sieci nad jednym torem. Sekcjonowanie poprzeczne, to rozdzielanie sieci jezdnej nad torami równoległymi.

Sekcjonowanie podłużne

Poprzez sekcjonowanie podłużne możliwe jest odłączenie napięcia na danym odcinku poprzez podzielenie sieci na odcinki zasilania, co umożliwi również utrzymanie w miarę równomiernego obciążenia sieci, jak również wyłączenie zasilania tylko na uszkodzonym odcinku sieci. Najprostszym sposobem izolowania podłużnego sieci jest wpięcie w linię nośną izolatora dzielczego, a w przewód jezdny izolatora sekcyjnego. Zaletą tego rozwiązania jest możliwość wyizolowania sieci w dowolnym miejscu. Ten typ sekcjonowania pozwala dzielić sieć na odcinki zasilania w wyniku czego możliwe jest utrzymanie mniej więcej równomiernego obciążenia sieci, jak również wyłączenie zasilania tylko na uszkodzonym odcinku sieci. Na trasach, gdzie prędkości pociągów przewyższają 100 km/h w miejscach sekcjonowania podłużnego stosuje się izolowane przęsła naprężania. Na niektórych konstrukcjach wsporczych przy których znajduje się sekcjonowanie podłużne montowane są odłączniki sekcyjne. Odłączniki sekcyjne dla torów głównych dodatkowo (rzadko torów bocznych) w miarę możliwości umieszcza się na początkach tych torów. Dla torów nieparzystych, patrząc w kierunku wzrostu kilometrażu. Dla torów parzystych, patrząc w kierunku spadku kilometrażu.

Izolator sekcyjny podwiesza się do liny nośnej za pomocą dwóch wieszaków trójkątnych. Z obu stron izolatora znajdują się prowadnice po których ślizga się odbierak prądu. Prowadnice są izolowane od siebie przerwą powietrzną z odgromnikiem rożkowym. Rożki te zabudowane na izolatory ułatwiają gaszenie łuku elektrycznego przechodzącego pantografu. Izolator stanowi przerwę w obwodzie. Dzięki tej przerwie zachowany jest podział na sekcje. Aby podać napięcie z jednej sekcji do drugiej, sekcje te zwiera się poprzez odłącznik. W rozwiązaniach konstrukcyjnych najczęściej stosuje się izolator sekcyjny z tworzyw sztucznych.

Rysunek 189. Przykładowe sekcjonowanie sieci jezdnej na małej stacji



Sekcjonowanie poprzeczne

To rozdzielanie sieci jezdnej nad torami równoległymi. Sekcjonowanie poprzeczne charakteryzuje się zawieszeniem sieci na odrębnych konstrukcjach wsporczych, bądź też zachowaniem odstępów izolacyjnych. Sekcjonowania poprzecznego sieci należy dokonywać poprzez stosowanie izolatorów sekcyjnych dostosowanych do wymaganej dla danego przejścia rozjazdowej prędkości jazdy. Są to zawieszania na konstrukcjach grupowych, podwieszenie parasolowe, zawieszenie poprzeczne oraz zawieszenie na konstrukcjach wsporczych indywidualnych na szlaku dwutorowym. Konstrukcje nośne od konstrukcji wsporczych oddzielają izolatory linowe. Na konstrukcji wsporczej przelotowej są izolatory wsporcze ukośnika oraz izolatory odciążu, a na konstrukcji wsporczej krzyżowej lub przelotowej słupa krzyżowego są izolatory wsporcze ukośnika i odciążu.

Do podziału sieci stosuje się odłączniki sekcyjne, które są napędzane:

- ręcznie, lub
- elektrycznie.


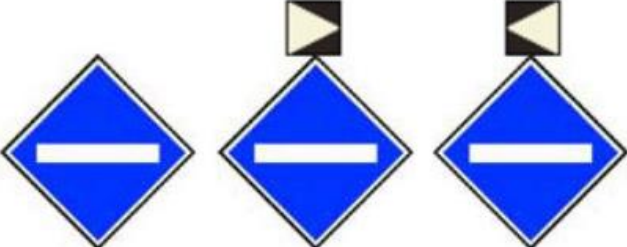
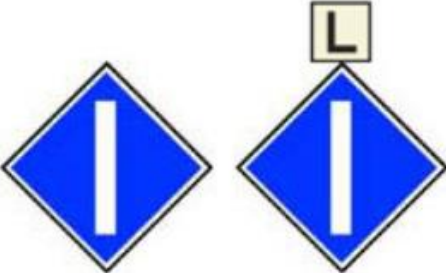
Odłączniki sekcyjne posiadają blokady, które uniemożliwiają manipulowanie przez osoby nieupoważnione. Ważniejsze odłączniki wyposażone są w napęd elektryczny. Sterowanie pracą odłączników napędzanych elektrycznie odbywa się z centrum sterowania lub z podstacji zasilającej dany odcinek. Opis oraz zasady projektowania i stosowania odłączników i rozłączników zostały opisane w kolejnym rozdziale.


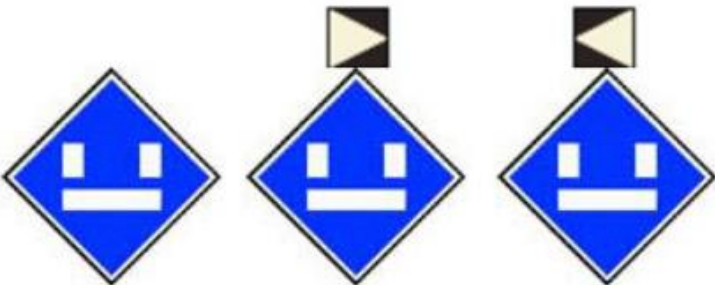
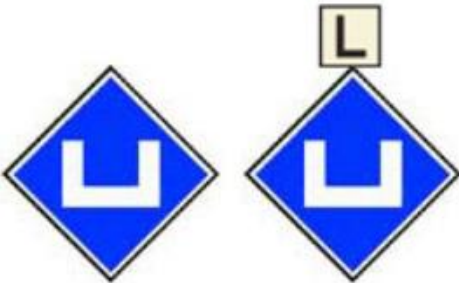
Do sekcjonowania sieci jezdnej stosowane są izolatory sekcyjne z tworzyw sztucznych.

W izolatorach sekcyjnych z tworzyw sztucznych prowadnice zakończone są różkami wydmuchowymi. Podczas przejazdu pojazdu trakcyjnego może powstać łuk elektryczny, który gaszony jest samoczynnie podczas przesuwu ślizgacza pomiędzy odcinkami zasilania na różkach wydmuchowych. Różki służą do wygaszenia łuku, w przeciwnym razie mogłoby dojść do uszkodzenia izolatora sekcyjnego. W związku z tym przejazd pod izolatorem sekcyjnym ceramicznym musi odbywać się bez poboru prądu. Aby nie wprowadzać zamieszania przy obowiązku wyłączenia poboru energii podczas przejazdu pociągu tylko pod niektórymi izolatorami sekcyjnymi, co doprowadzałoby do popełniania częstych pomyłek w przepisach stosowanych na PKP nakazane jest przejeżdżanie pod każdym sekcjonowaniem podłużnym bez poboru energii (jazda z rozpędu).

Miejsce, po którym należy sprowadzić nastawnik jazdy do pozycji "0" w celu przejechania pod sekcjonowaniem bez poboru prądu oznacza się wskaźnikami We 8a, We 8b lub We 8c, które oznaczają miejsce, przez które elektryczny pojazd trakcyjny powinien przejeżdżać bez pobierania prądu z sieci trakcyjnej: przy jeździe po torze, przy którym jest ustawiony wskaźnik (We 8a), przy jeździe na tor odgałęziający się w prawo od toru, przy którym ustawiony jest wskaźnik (We 8b) oraz przy jeździe na tor odgałęziający się w lewo od toru, przy którym ustawiony jest wskaźnik (We 8c).

Rysunek 190. Wskaźniki na liniach zelektryfikowanych

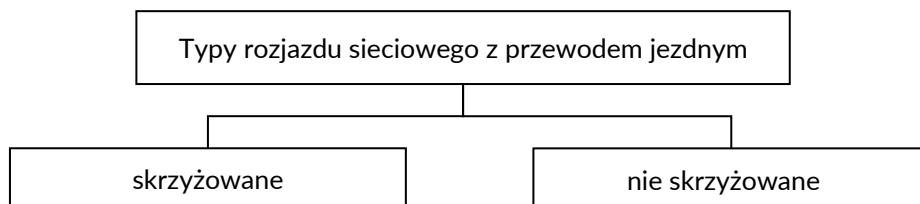
Lp.	Wskaźnik Zastosowanie
1.	
	<p>Wskaźnik We 1: Przygotować się do opuszczenia pantografów przed następnym wskaźnikiem i zmniejszyć prędkość do 60 km/h. Wskaźnik ten instaluje się na szlaku i na stacji przy torach głównych zasadniczych, w odległości 500 m przed wskaźnikiem opuszczenia pantografu.</p>
2.	
	<p>Wskaźniki We 2a, We 2b i We 2c: Opuścić pantografy niezależnie od kierunku jazdy (We 2a), przy jeździe na tor odgałęziający się w prawo (We 2b) lub przy jeździe na tor odgałęziający się w lewo (We 2c).</p> <p>Wskaźniki serii We 2 umieszcza się na szlaku i na stacjach w odległości 100 m przed początkiem odcinka toru, który należy przejechać z opuszczonymi pantografami.</p> <p>Zastosowanie: wjazd na odcinek sieci trakcyjnej odłączonej od zasilania lub konieczność jazdy wybiegiem na odcinku toru zelektryfikowanego w przypadku, gdy stan sieci lub inne względy techniczne nie pozwalają na współpracę z pantografami.</p>
3.	
	<p>Wskaźniki We 3a i We 3b: Podnieść pantografy elektrycznego zespołu trakcyjnego (We 3a) lub lokomotywy elektrycznej (We 3b). Wskaźnik dotyczący EZT ustawia się w odległości 200 m, a wskaźnik dotyczący lokomotyw w odległości 30 m za miejscem, w którym można podnieść pantografy</p>

Lp.	Wskaźnik Zastosowanie
4.	 <p>Wskaźniki We 4a, We 4b i We 4c: Wjazd elektrycznych pojazdów trakcyjnych zabroniony jest na tor, nad którym umieszczony jest wskaźnik (We 4a), na tor odgałęziający się w prawo (We 4b) lub na tor odgałęziający się w lewo (We 4c). Wskaźniki serii We 4 umieszcza się w odległości 15 m przed miejscem, poza które wjazd jest zabroniony.</p> <p>Zastosowanie: Oznaczenia-miejsc, poza które wjazd elektrycznych pojazdów trakcyjnych jest zabroniony - uszkodzenia sieci trakcyjnej lub jej koniec</p>
5.	 <p>Wskaźniki We 8a, We 8b i We 8c: Oznaczenie miejsca, przez które elektryczny pojazd trakcyjny powinien przejechać bez pobierania prądu z sieci trakcyjnej przy jeździe torem, nad którym umieszczony jest wskaźnik (We 8a), przy jeździe na tor odgałęziający się w prawo (We 8b) lub przy jeździe na tor odgałęziający się w lewo (We 8c). Wskaźniki serii We 8 umieszcza się w odległości 30 m przed elementami sekcjonowania sieci trakcyjnej.</p> <p>Zastosowanie: Oznaczenia miejsc takich jak izolowane przęsło naprężenia lub izolator sekcyjny, który oddziela elektrycznie dwa odcinki sieci i przez który należy przejechać bez pobierania prądu z sieci.</p>
6.	 <p>Wskaźniki We 9a i We 9b: Oznaczenie miejsca, od którego elektryczny zespół trakcyjny (We 9a) lub lokomotywa elektryczna (We 9b) mogą jechać, pobierając prąd z sieci trakcyjnej. Wskaźnik dotyczący EZT ustawia się w odległości 200 m, a wskaźnik dotyczący lokomotyw w odległości nie mniejszej niż 30 m i nie większej niż 100 m za miejscem, które należy przejechać bez pobierania prądu z sieci</p>

3.9.1. Opis oraz zasady stosowania rozjazdów sieciowych

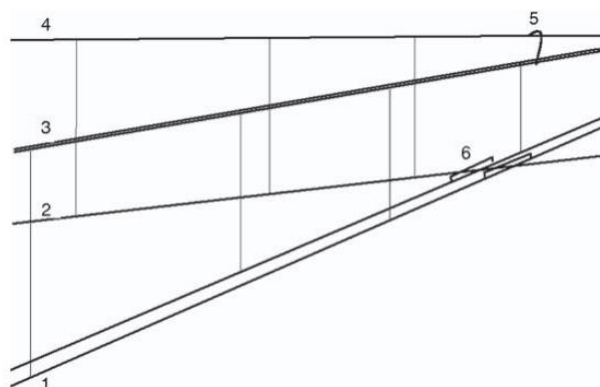
Rozjazd sieciowy jest to dedykowana konstrukcja umożliwiająca zawieszenie sieci m.in. nad zwrotnicą. Rozjazd sieciowy wykonuje się poprzez wzajemne krzyżowanie przewodów jezdnych różnych sieci. Przewód jezdny odcinka toru o mniejszym natężeniu ruchu przebiega zawsze nad przewodem odcinka toru bardziej obciążonego. Krzyżowanie przewodów może być wykonane w jednym miejscu lub dwóch. Konstrukcja samego rozjazdu musi zapewniać swobodne przejście pantografu we wszystkich kierunkach jazdy. Wyróżnia się następujące typy rozjazdu sieciowego:

Rysunek 191. Typy rozjazdu sieciowego



Rozjazd sieciowy ze skrzyżowanym przewodem jezdny to rozjazd, gdzie przewód jezdny zawieszony nad torem rozjazdowym krzyżuje się z przewodami jezdny toru głównego. Przewód jezdny sieci rozjazdowej znajduje się powyżej przewodów jezdnych sieci toru głównego. Krzyżujące się przewody jezdne związane są ze sobą specjalnym połączeniem mechanicznym, co pokazuje rysunek.

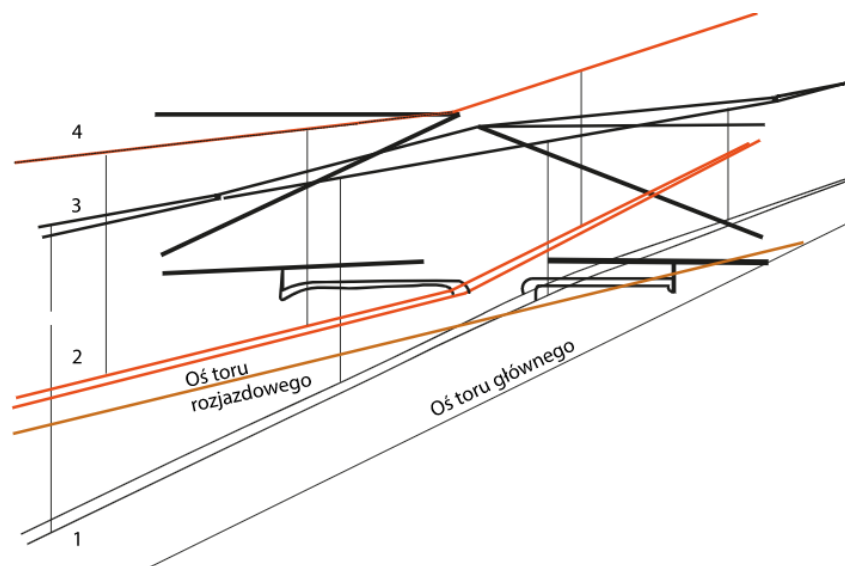
Rysunek 192. Rozjazd sieciowy ze skrzyżowanym przewodem jezdny



1 - przewody jezdne sieci toru głównego, 2 - przewód jezdny sieci toru rozjazdowego, 3 - liny nośne sieci toru głównego, 4 - lina nośna sieci toru rozjazdowego, 5 - połączenie elektryczne, 6 - połączenie mechaniczne przewodów jezdnych sieci toru rozjazdowego i głównego.

Dla dokonania podziału elektrycznego między sieciami torów głównych, w przewod jezdny toru rozjazdowego wmontowany jest izolator sekcyjny, a w linii nośnej izolator ciągnowy. Konstrukcja drugiego typu rozjazdu jest przestrzennym układem lin nośnych i przewodów jezdnych wzajemnie nie krzyżujących się. Konstrukcję sieci w miejscu skrzyżowania pokazano na rysunku.

Rysunek 193. Rozjazd sieciowy nie krzyżujący się

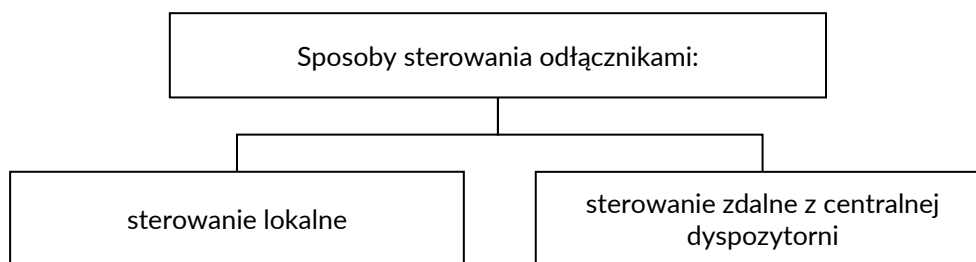


Zgodnie z wytycznymi technicznymi rozjazdy sieciowe w sieciach jezdnych dla prędkości jazdy większej niż 160 km/h powinny być wykonywane jako przestrzenny układ lin nośnych i przewodów jezdnych wzajemnie nie krzyżujących się. Powinny one zapewniać płynne przejście ślizgacza pantografu we wszystkich kierunkach, dla których jazda jest przewidziana. Zaleca się projektowanie rozjazdów tak by współpracowały prawidłowo ze ślizgaczem pantografu o długości 1950 mm lub 1600 mm.

3.9.2. Opis oraz zasady stosowania odłączników i rozłączników

Zarządzanie siecią trakcyjną polega przede wszystkim na sterowaniu odłącznikami, które dzielą ją na odcinki (odłączniki sekcyjne) lub załączają/ odłączają zasilanie do/ od poszczególnych części trakcji (odłączniki kabla zasilacza). Wyróżnia się następujące sposoby sterowania odłącznikami:

Rysunek 194. Sposoby sterowania odłącznikami



Sterowanie lokalne polega na tym, że napędem odłącznika steruje się „na miejscu”, korzystając z przełączników w szafie sterowniczej znajdującej się na przykład na posterunku ruchu lub na podstacji trakcyjnej. Przy takim sposobie można sterować odłącznikami rozlokowanymi na określonym terenie. W przypadku sterowania zdalnego zasięg terytorialny oraz liczba odłączników, którymi można zarządzać, są znacznie większe.

Każdy wyłącznik szybki posiada swój odłącznik nożowy spełniający analogiczną rolę do tego z rozdzielni SN. Dodatkowo odłączniki poszczególnych sekcji rozdzielni umożliwiają na zmianę konfiguracji zasilania tak, by możliwie wyeliminować przerwy w zasilaniu wynikłe z awarii lub koniecznych prac konserwacyjnych danych podzespołów.

Zasady projektowania i stosowania rozłączników i odłączników sekcyjnych

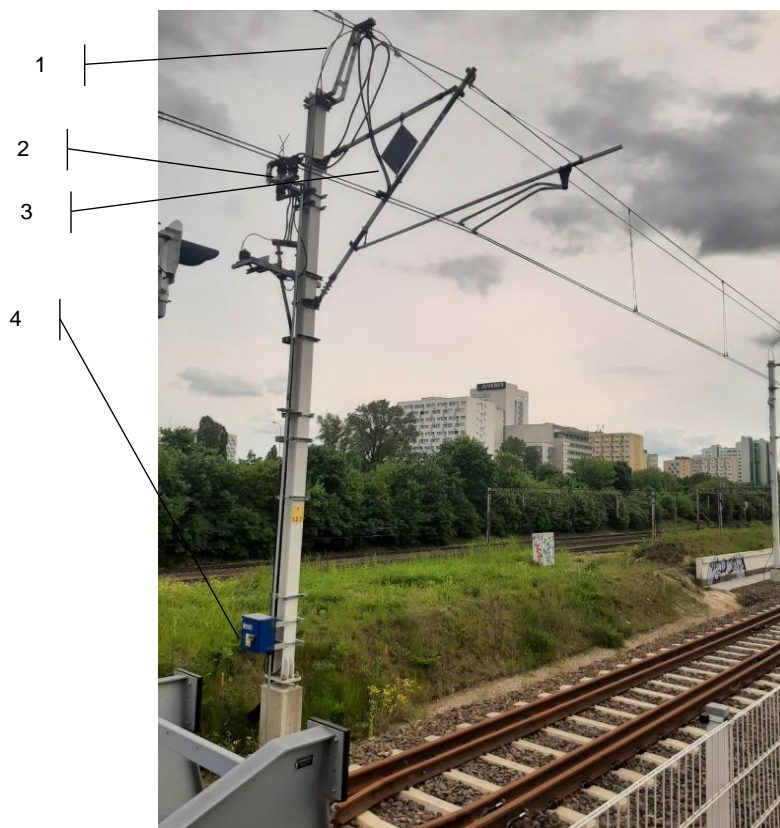
Należy unikać umieszczania rozłączników i odłączników sekcyjnych na słupach kotwowych sieci jezdnej, zwłaszcza przy rozdzielonym kotwieniu lin nośnych i przewodów jezdnych oraz przy kotwieniu dwóch odcinków naprężenia na jednym słupie. Nie należy umieszczać na jednym słupie rozłączników lub odłączników sekcyjnych sieci jezdnej i rozłączników punktów zasilania. Należy unikać stosowania, w układzie szeregowym, więcej odłączników sekcyjnych niż dwa, tj. jeden odcinający sieć całej grupy torów i jeden dalszego podziału. Zasada ta nie dotyczy sieci torów, przez które przewiduje się zasilanie awaryjne oraz sieci torów komunikacyjnych.

Odłączniki z napędem ręcznym w obrębie stacji należy, w miarę możliwości, grupować tak, aby znajdowały się jak najbliżej punktu, z którego mają być obsługiwane. Sieć jezdna przebiegająca nad torami ładunkowymi, torami postojowymi dla drobnych

napraw taboru, powinna być odizolowana od pozostałej części sieci będącej pod napięciem i wyposażona w odłącznik ze stykiem powodującym jej uszynienie po odłączeniu. Sieć jezdna przebiegająca nad torami stanowisk napiaszczania elektrowozów, kanałów rewizyjnych, pomostów do regulacji odbieraków prądu, mycia taboru, powinna być odizolowana od pozostałej części sieci będącej pod napięciem oraz powinna być wyposażona w odłącznik ze stykiem powodującym uszynienie tego odcinka, po jego odłączeniu. Z drugiej strony odcinka sieci powinien być zainstalowany drugi odłącznik (połączony jednostronnie do sieci odcinka wyłączzonego, bez możliwości załączenia napięcia) ze stykiem powodującym uszynienie go dopiero, po uszynieniu przez pierwszy odłącznik. Obydwa odłączniki powinny być sprzężone w sposób zapewniający odpowiednią blokadę ich wzajemnego położenia i sygnalizację stanu napięcia. W przypadku, gdy sieć jezdna kończy się w niedalekiej odległości poza omawianymi stanowiskami i nie istnieje możliwość drugostronnego zasilania odcinka, drugi odłącznik jest zbędny.

Sieć jezdna wprowadzana do budynku (np. elektrowozowni) powinna być odizolowana od pozostałej i wyposażona w odłącznik ze stykiem powodującym uszynienie sieci wewnątrz budynku, po odłączeniu napięcia. Odłącznik powinien posiadać sygnalizację stanu położenia (otwarty, zamknięty) widoczną z zewnątrz oraz wewnątrz budynku, z każdego miejsca, w którym mogą być wykonywane prace w pobliżu sieci. Sieć jezdna prowadzona w tunelach powinna mieć możliwość obustronnego (na jego końcach) odizolowania, poprzez odłączniki ze stykiem uszyniającym, od pozostałej części sieci. Obydwa odłączniki powinny być sprzężone w sposób zapewniający jednoczesne uszynienie.

Zdjęcie 80. Zdjęcie rozłącznika łączącego kabel zasilacza z siecią jezdnią w systemie ochrony od porażień uszynienie grupowe w układzie otwartym



1 – widoczne podwójne uszynienie konstrukcji wsporczej do liny uszynienia grupowego, 2 – rozłącznik, 3 – połączenie prądowe od rozłącznika do liny nośnej i drutów jezdnych, 4 – napęd silnikowy rozłącznika

Zasady oznaczania rozłączników i odłączników

Oznaczanie rozłączników sekcyjnych od odłączników sekcyjnych powinno się odróżniać symbolem graficznym. Rozłączniki lub odłączniki montowane:

- a) na elementach sekcjonowania podłużnego,
- b) do łączenia sieci jezdnych torów normalnie wzajemnie odizolowanych,
- c) do odłączania zasilacza od sieci jezdnej, powinny być oznaczone numerami jedno, dwu lub trzycyfrowymi.

Rozłączniki montowane na elementach sekcjonowania podłużnego przy podstacjach trakcyjnych i kabinach sekcyjnych powinny być oznaczane wyłącznie numerami trzycyfrowymi kończącymi się cyfrą 1 lub 2. Ostatnia cyfra numeru służy do określenia toru (nieparzysty, parzysty), na którym sieć jezdna jest sekcjonowana

podłużnie. Rozłączniki montowane do odłączania od sieci jezdnej zasilaczy z podstacji trakcyjnych lub kabin sekcyjnych powinny być oznaczane numerami dwu lub trzycyfrowymi, w których ostatnią cyfrą jest zero. Liczba nieparzysta lub parzysta powinna określać tor (nieparzysty i parzysty), nad którym sieć jezdna jest zasilana.

Odłączniki odcinające sieci jezdne poszczególnych torów w hali elektrowozowni powinny być oznaczane numerem głównego odłącznika odcinającego sieci grupy torów wprowadzanych do hali, łamanym przez numer toru w elektrowozowni. Odłączniki rozdzielni odcinających zasilanie kolejnych torów w grupie zasilanej osobnym zasilaczem powinny być oznaczane numerem głównego odłącznika zasilacza z dodaniem dużej litery alfabetu. Ostatnia cyfra numeru lub numer jednocyfrowy powinien charakteryzować przeznaczenie ruchowe rozłącznika lub odłącznika. Pozostałe cyfry służą do odróżnienia pomiędzy sobą rozłączników lub odłączników, których cyfry charakterystyczne są takie same. W rejonie danej stacji każdy rozłącznik lub odłącznik powinien być oznaczony innym numerem.

Odłączniki sekcyjne są numerowane w celu ułatwienia ich lokalizacji, według zasad:

Tabela 98. Zasady numeracji odłączników sekcyjnych

Lp.	Zasady numeracji odłączników sekcyjnych
1.	odłączniki sieciowe nad torami nieparzystymi mają numerację nieparzystą, a nad torami parzystymi-parzystą
2.	odłączniki numeruje się w kolejności zgodnej z kierunkiem ruchu pociągów
3.	przy większej liczbie odłączników spełniających te same zadania stosuje się na początku dodatkową cyfrę
4.	odłączniki dzielące sieć nad torami szlakowymi z siecią nad torami stacyjnymi po stronie wjazdu na stację oznaczone są numerami 1, 11, 21...91 i 2, 12, 22...92
5.	odłączniki dzielące sieć nad torami szlakowymi z siecią nad torami stacyjnymi po stronie wyjazdu ze stacji oznaczone są numerami 3, 13, 23...93 i 4, 14, 24...94
6.	odłączniki łączące w stacji sieć torów głównych i dodatkowych parzystych i nieparzystych oznaczone są numerami 5, 15, 25...95
7.	odłączniki służące do uszyniania sieci oznaczone są numerami 6, 16, 26...96, 206...296, 306...396
8.	odłączniki łączące sieć torów dodatkowych w stacji z siecią torów głównych są oznaczone numerami 7, 17, 27...97 i 8, 18, 28...98
9.	odłączniki łączące ze sobą sieć torów dodatkowych na stacji oznaczone są numerem 9, 19, 29...99, 109...199, 209...299, 309...399
10.	odłączniki łączące ze sobą sąsiednie odcinki zasilania przy podstacji lub kabinie nad torem nieparzystym są oznaczone numerami 101, 111, 121...191

Lp.	Zasady numeracji odłączników sekcyjnych
11.	odłączniki łączące ze sobą sąsiednie odcinki zasilania przy podstacji lub kabinie nad torem parzystym są oznaczone numerami 102, 112, 122...192
12.	odłączniki służące do odłączania kabla zasilacza od sieci trakcyjnej nad torem nieparzystym oznaczone są numerami 10, 110, 210...910 oraz 30, 130, 230...930
13.	odłączniki służące do odłączania kabla zasilacza od sieci trakcyjnej nad torem parzystym oznaczone są numerami 20, 120, 220...920 oraz 40, 140, 240...940

3.10. Opis oraz zasady stosowania elementów konstrukcji i osprzętu sieci trakcyjnej w infrastrukturze kolejowej

Nominalna wysokość zawieszenia przewodu jezdnego nad główką szyny, mierzona prostopadle do płaszczyzny przechodzącej przez powierzchnie toczne szyn, powinna wynosić 5600 mm. Wysokość zawieszenia przewodu jezdnego w tunelach, pod mostami, wiaduktami lub innymi budowlami może być, w razie konieczności mniejsza, niż 5600 mm, z tym, że należy zapewnić minimalną odległość 200 mm od skrajni taborowej lub ładunkowej obowiązującej dla danej linii kolejowej. Minimalna wysokość zawieszenia przewodu nie może wynosić mniej niż 4900 mm, a maksymalna 6200 mm, z tym, że wartość 4900 mm jest dopuszczalna wyłącznie dla obiektów niemodernizowanych. Dla sieci jezdnych torów bocznych, prowadzonych pod obiektami inżynierskimi i inżynieryjnymi, przy obliczaniu wysokości zawieszenia przewodu jezdnego należy uwzględniać występowanie sadzi. Poziom dowolnego przewodu sieci jezdnej nie może być niższy od poziomu przewodu jezdnej toru, do którego ten przewód należy, w najniekorzystniejszych obliczeniowych warunkach atmosferycznych. Odległość pomiędzy elementami sieci jezdnej lub odbierakiem prądu znajdującym się pod napięciem, a przedmiotami uziemionymi lub uszynionymi powinna, w najniekorzystniejszych obliczeniowych warunkach atmosferycznych, wynosić co najmniej 200 mm. Odległość ta może być zmniejszona do 150 mm, przy czym nie dotyczy odbieraka prądu, jeżeli zbliżenie w czasie jazdy taboru, uniemożliwione jest przez zastosowanie odpowiedniej konstrukcji. Zmniejszenie do 150 mm nie może być stosowane w sieciach przeznaczonych do prędkości 160 km/h i powyżej. Odległość sieci jezdnej lub jej elementów będących pod napięciem od części urządzeń sygnalizacji

wzrokowej oraz od części urządzeń oświetlenia zewnętrznego zasilanych linią kablową, powinna wynosić co najmniej:

- a) 1500 mm od słupa sygnalizatora oraz od krawędzi oprawy oświetleniowej. W odniesieniu do urządzeń oświetleniowych odległość ta powinna być mierzona w płaszczyźnie poziomej,
- b) 1000 mm od krawędzi oprawy sygnalizatora oraz od ramienia i przestony latarni semafora ramiennego i innych elementów sygnalizacji wzrokowej. Odległości te powinny być zachowane we wszystkich położeniach pracy elementów sygnalizatorów i oświetlenia zewnętrznego przy najniekorzystniejszych obliczeniowych warunkach atmosferycznych.

W zakresie skrzyżowań napowietrznych linii elektroenergetycznych niskiego napięcia z przewodami sieci trakcyjnej są niedozwolone.

Na liniach kolejowych dostosowanych do prędkości $V \leq 120$ km/h dopuszcza się prowadzenie, po konstrukcjach wsporczych sieci jezdnej, przewodów linii elektroenergetycznych średniego napięcia (LPN) zasilających obiekty związane z prowadzeniem ruchu pociągów. Prowadzenie po konstrukcjach sieci jezdnej przewodów linii telekomunikacyjnych, bez względu na ich typ, jest zabronione.

Podstawowe obliczenia i ustalenia dla projektowanej sieci jezdnej obejmują:

Tabela 99. Podstawowe obliczenia i ustalenia dla projektowanej sieci jezdnej

1.	ustalenie przekrojów i materiałów przewidywanych na przewody sieci, pod kątem wymaganego przesyłu energii i dostosowania do założonej prędkości prowadzenia ruchu pociągów
2.	obliczenia jednostkowych mechanicznych obciążeń poziomych i pionowych liny nośnej, przewodów jezdnych oraz całej sieci
3.	ustalenie rozpiętości normalnego przęsła na prostej spełniającej wymagania dopuszczalnego wychylenia przewodów oraz stref klimatycznych
4.	ustalenie długości przęseł naprężenia izolowanego i zwartego
5.	ustalenie długości odcinka naprężenia (sekcji)
6.	obliczenia lin nośnych i ustalających dla ewentualnych zawieszonych poprzecznych
7.	poza podstawowymi obliczeniami należy ustalić parametry dla ewentualnych przewodów wzmacniających, przewodów uszyniających, łączników sieci jezdnej i powrotnej; przewodów połączeń elektrycznych, odciągów sieciowych wysięgników podwieszonych sieci jezdnej, rodzaju urządzeń naprężających itp.

Dla nowych typów sieci jezdnej, stosowanie wysokości konstrukcyjnych:

- a) 1,70 m dla sieci szlakowych i torów głównych zasadniczych stacji,
- b) 1,30 m dla sieci stacyjnych.

Naprężenie w przewodzie jezdnym, przy temperaturze $t_m = -25^{\circ}\text{C}$ (obliczone dla rzeczywistego przekroju nowego przewodu) nie może przekraczać naprężenia dopuszczalnego:

- a) dla przewodu z miedzi twardej - 120 MPa,
- b) dla przewodu ze stopów miedzi - 120÷175 MPa,
- c) dla przewodów z innych materiałów – wartość ustalona przez właściwą placówkę naukowo-badawczą.

Wymagania dla lin nośnych:

Naprężenie w linie nośnej, przy temperaturze $t_m = -25^{\circ}\text{C}$ oraz przy temperaturze $t_s = -5^{\circ}\text{C}$ i obciążeniu sieci sadią, nie może przekraczać podanego naprężenia dopuszczalnego:

- a) dla miedzi przewodowej twardej, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 390 MPa – 185 MPa,
- b) dla miedzi przewodowej twardej, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 340 MPa – 170 MPa,
- c) dla miedzi kadmowej, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 590 MPa – 295 MPa,
- d) dla brązu krzemowego, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 490 MPa – 245 MPa,
- e) dla stali, o wytrzymałości doraźnej na rozciąganie 1180 MPa – 470 MPa,
- f) dla lin z innych materiałów dopuszczalne naprężenie powinno być określone przez właściwą placówkę naukowo-badawczą.

Wieszaki łączące linę nośną z przewodem lub przewodami jezdnyymi powinny być tak konstruowane, aby umożliwiały wzajemne ruchy liny i przewodów jezdnych (elastyczne). Konstrukcja powinna zapewniać trwałe usytuowanie wieszaka w miejscu montażu, na linie i przewodach jezdnych, oraz możliwość jego demontażu. Dla sieci jezdnych przeznaczonych do prędkości jazdy pociągów $V \geq 160 \text{ km/h}$, konstrukcja wieszaka powinna zapewniać przewodzenie prądu. Długość pojedynczego wieszaka nie

powinna być mniejsza od 250 mm, a złączka do zakarbowania powinna mieć długość nie mniejszą niż 20 mm Osprzęt zamocowany na przewodach jezdnych powinien odznaczać się odpowiednią wytrzymałością i niewielkim ciężarem, aby zapewnić najkorzystniejsze warunki elastyczności sieci jezdnej. Zaciski i złączki powinny być tak zaprojektowane, aby podczas przepływu prądu nie wykazywały spadku napięcia większego niż odcinek przewodu o analogicznej długości, przy czym temperatura tego osprzętu nie powinna być wyższa od temperatury przewodu.

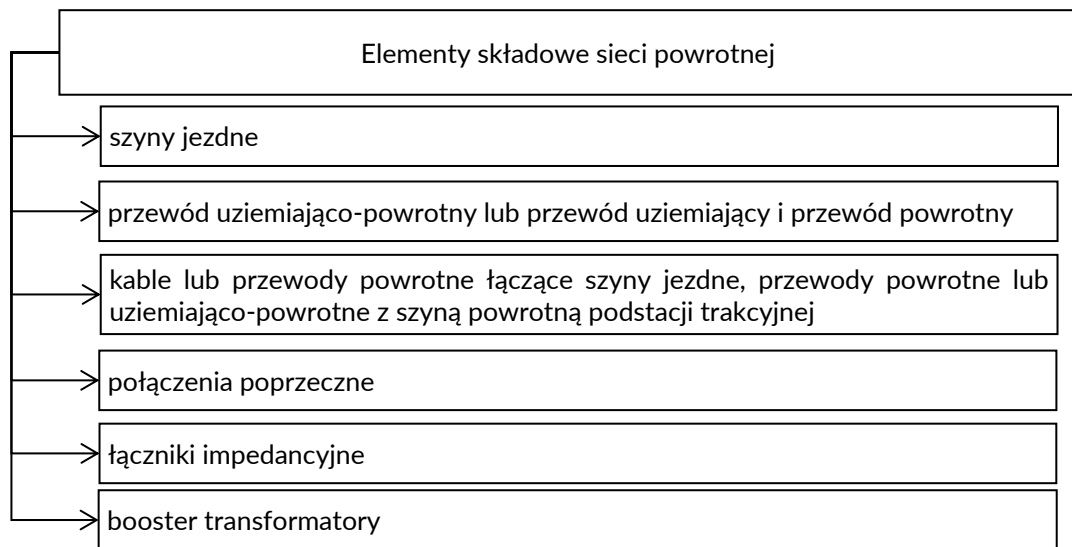
3.11. Opis oraz zasady stosowania sieci powrotnej.

Mechanizm prądów błędnych

Obwód powrotny układu zasilania prądu stałego 3,3 kV DC obejmuje oprócz szyn jezdnych połączenia poprzeczne międzytokowe i międzytorowe łącznie z dławikami katodowymi (w przypadku stosowania obwodów torowych), obwody uszynień, kable powrotne wraz z szyną minusową podstacji trakcyjnej. Sieć powrotna jako biegun (-) stanowi części sieci trakcyjnej, która jest złożona z szyn kolejowych (w tym rozjazdów) oraz ich połączeń elektrycznych i stanowi przewodnik zamykający obwód elektryczny dla spływu prądu trakcyjnego 3,3 kV DC do podstacji trakcyjnej.

W zależności od systemu zasilania sieci trakcyjnej sieć powrotna może zawierać następujące elementy składowe:

Rysunek 195. Elementy składowe sieci powrotnej



Podczas przepływu prądu przez sieć powrotną powstaje w niej spadek napięcia, którego wielkość zależy od rezystancji tej sieci na drodze między miejscem podłączenia kabli powrotnych (odprowadzających prąd do podstacji trakcyjnej) i miejscem na torach, w którym w danym momencie znajduje się elektryczny pojazd trakcyjny. W pobliżu miejsca, gdzie prąd trakcyjny wpływa z pojazdu trakcyjnego do szyn, szyny mają potencjał dodatni w stosunku do ziemi (jest to tzw. strefa anodowa). W miejscu zaś przyłączenia kabli powrotnych do szyn, szyny te mają w stosunku do ziemi potencjał ujemny (jest to tzw. strefa katodowa). Tak więc spadek napięcia w sieci powrotnej powoduje powstawanie różnic potencjałów między szynami toru, a ziemią, przy czym może ona być zarówno dodatnia jak i ujemna. Szyny toru nie są idealnie odizolowane od ziemi i prąd trakcyjny z elektrycznego pojazdu trakcyjnego zamyka się nie tylko przez szyny kolejowe ale jego część odgałęzia się z szyn do ziemi i powraca ziemią w kierunku przyłączenia kabli powrotnych do szyny lub w kierunku źródła zasilania jakim jest podstacja trakcyjna. Takie zjawisko odgałęziania się z sieci powrotnej części prądów powrotnych nazywane jest prądami błądzącymi. Drogę przepływu prądów błądzących bardzo ułatwia wszelkiego rodzaju uzbrojenie terenu np. metalowe, rury, kable, fundamenty itp. Spływające do ziemi prądy błądzące wywołują korozję elektrolityczną podziemnych urządzeń metalowych, która powoduje groźne w skutkach uszkodzenia powłok kabli, rurociągów, fundamentów w miejscach trudnych

do przewidzenia i zlokalizowania. Do ochrony urządzeń podziemnych przed skutkami prądów błędzących stosuje się ochronę bierną i czynną. Bierna ochrona urządzeń polega na izolacji tych urządzeń od ziemi zwłaszcza w strefach katodowych toru, stosowaniu izolacji podłużnej tych urządzeń, układanie kabli i rurociągów poza zasięgiem prądów błędzących. Dodatkowo ograniczenie upływu prądów błędzących z sieci powrotnej uzyskuje się m.in. na obniżeniu spadków napięcia w szynach, zwiększeniu oporu elektrycznego na drodze od szyn do ziemi (zapewnienie odpowiedniej izolacji szyn od ziemi), odizolowaniu torów niezelektryfikowanych od zelektryfikowanych poprzez zastosowanie łącz izolowanych, zapewnienie równomiernego obciążenia podstacji trakcyjnej. W przypadku nierównomiernego obciążenia podstacji (np. ze względu na profil torów – różne pochylenie, konieczne jest stosowanie łączników międzytokowych i międzytorowych). Do najczęściej stosowanych metod ochrony czynnej urządzeń podziemnych przed prądami błędzącymi zalicza się: drenaż, ochronę katodową i protektory.

Drenaż polega na połączeniu urządzeń podziemnych z szynami w celu odprowadzenia prądów błędzących do źródła ich powstania - do szyn.

Zastosowanie ochrony katodowej nie polega na ograniczeniu przepływu prądów błędzących. W ochronie katodowej na chronione urządzenie podziemne jest podawany potencjał ujemny (w stosunku do szyn) z dodatkowego źródła a w związku z tym prądy błędzące nie będą odgałęziać do tak chronionego urządzenia.

Ochrona protektorowa polega na elektrycznym połączeniu przewodem izolowanym z chronionym urządzeniem elektrod wykonanych ze stopu magnezu, mającym ujemny potencjał elektrochemiczny w stosunku do żelaza, aluminium itp. metali występujących w urządzeniach podziemnych. W takim przypadku prąd błędzący z urządzenia chronionego przepływał będzie przez izolowany przewód do takiego protektora i dopiero dalej do ziemi. Przenosi się więc w ten sposób korozję z urządzenia chronionego na protektor, który ulega korozji i musi być w związku z tym co pewien czas wymieniany. Ochrona taka działa bez konieczności instalowania dodatkowych źródeł napięcia.

We wszystkich torach zelektryfikowanych łącznie z rozjazdami i przejściami rozjazdowymi elementami zapewniającymi ciągłość elektryczną szyn kolejowych (UIC 60 i S 49) dla prądów trakcyjnych są:

- łączniki szynowe podłużne, stanowiące połączenie elektryczne ze sobą dwóch szyn tego samego toku,
- łączniki szynowe poprzeczne stanowiące połączenia wyrównawcze międzytokowe i międzytorowe, w tym łączące środki dławików sąsiednich torów,
- łączniki szynowe obejściowe w torach i odcinkach izolowanych z jednostopniową izolacją kontroli zajętości toru oraz w izolowanych odcinkach zwrotnicowych,
- dławiki torowe wraz z ich połączeniami elektrycznymi w torach i odcinkach izolowanych oraz dławiki w liniowych obwodach bezzłączowych SOT 1,
- połączenia elektryczne łączące dławiki torowe z kablami powrotnymi podstacji trakcyjnej i z kablami uszyniającymi oraz połączenia elektryczne tych dławików z tokami szyn.

Wszystkie te elementy zapewniające ciągłość elektryczną sieci powrotnej i ograniczające spadki napięcia w niej mogą być przytwierdzone do szyny poprzez spawanie, lutospawanie, wciskanie, skręcanie i inne technologie dopuszczone przez zarządcę infrastruktury. Aczkolwiek obecnie występuje tendencja od odchodzenia od technologii spawania wykorzystywanej do przytwierdzania łączników do toków szynowych.

Sposób przytwierdzenia łączników do szyn musi zapewniać trwałość połączenia i niezmienność rezystancji przejścia. Rezystancja połączenia sąsiednich odcinków szyn za pomocą łączników podłużnych nie powinna przekraczać wartości równej rezystancji jednego metra bieżącego szyny przez co zapewnione jest ograniczenie spadków napięcia w sieci powrotnej. Układ połączeń elektrycznych wraz z usytuowaniem wymaganych łączników szynowych musi być zgodny z planem izolacji torów i rozjazdów lub odpowiednio zgodny z dokumentacją techniczną. Łączniki szynowe poprzeczne i obejściowe powinny mieć izolację na napięcie 750V oraz powinny być ułożone w sposób zapobiegający ich uszkodzeniu mechanicznemu przez maszyny torowe. Na liniach wyposażonych w urządzenia blokady z izolowanymi obwodami torowymi nie można bezpośrednio łączyć toków szyn i torów za pomocą łączników szynowych. W celu

umożliwienia przepływu prądów trakcyjnych w miejscach izolacji odcinków torowych instaluje się specjalne urządzenia zwanymi dławikami torowymi. Są to indukcyjne cewki z rdzeniami stalowymi, stanowiącymi dużą rezystancję dla prądu przemiennego wykorzystywanego do zasilania torowego odcinka blokady i sterowania urządzeniami sygnalizacji (srk), zaś dla prądu stałego (trakcyjnego) odwrotnie, mają bardzo małą rezystancję. Końce cewki dławika torowego łączy się z tokami szyn izolowanego odcinka torowego zaś jej środek łączy się ze środkiem drugiej takiej cewki przyłączonej do toków szyn następnego izolowanego odcinka torowego. Dławik w takim przypadku zastępuje poprzeczny łącznik międzytokowy. Na liniach dwutorowych łączy się środki uzwojeń dławików sąsiadujących torów tworząc w ten sposób połączenie poprzeczne międzytorowe. Poniżej przedstawiono przykłady łączników podłużnych.

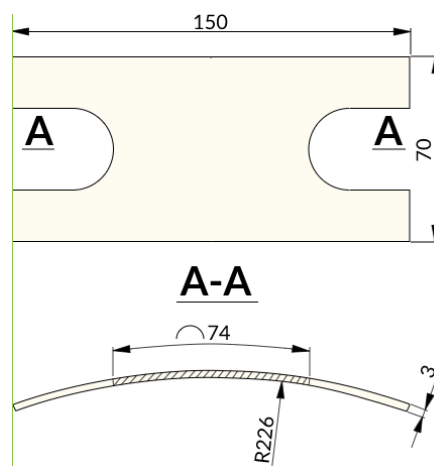
Zdjęcie 81. Miedziany łącznik podłużny spawany



Zdjęcie 82. Łącznik podłużny skręcany



Rysunek 196. Podłużny łącznik PP



Zdjęcie 83. Oznaczenie miejsca montażu łącznika PP w złączy szynowym



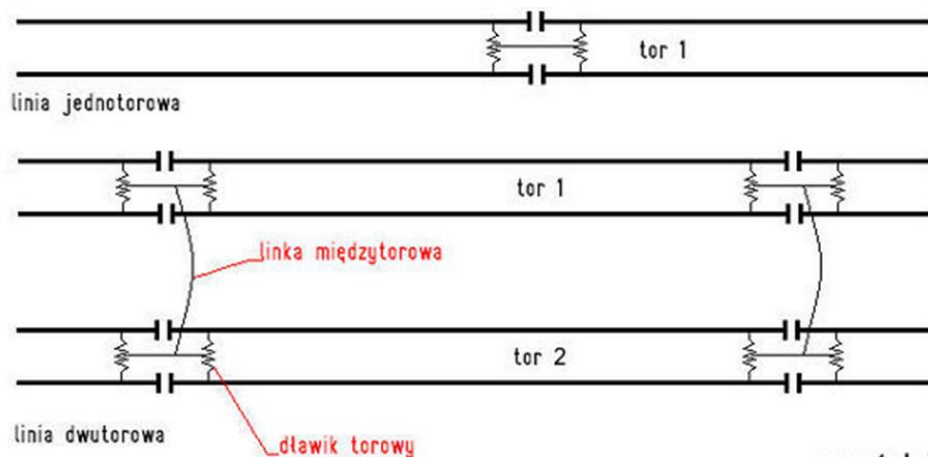
Zdjęcie 84. Łącznik międzylukowy skręcony



Zdjęcie 85. Łącznik międzytorowy



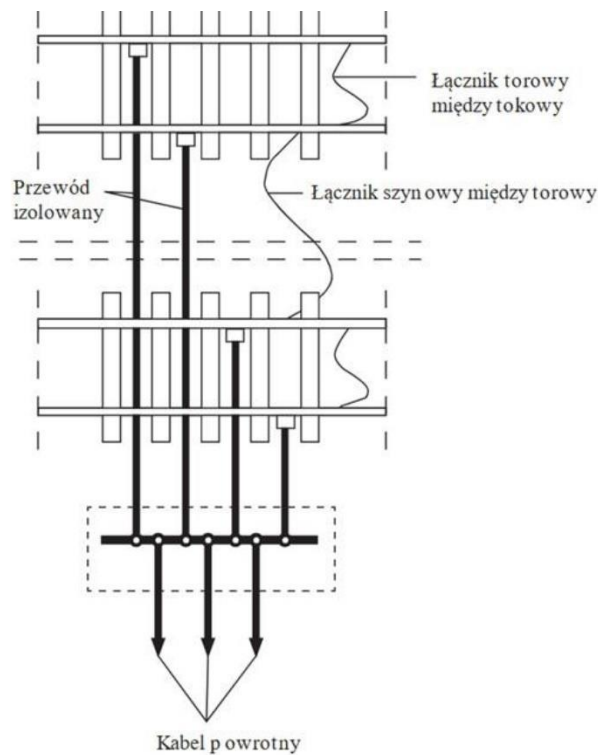
Rysunek 197. Linka międzytorowa i dławik torowy



Zdjęcie 86. Dławik torowy wraz z torowymi połączeniami elektrycznymi



Rysunek 198. Sieć powrotna w zelektryfikowanych systemach trakcyjnych



Zdjęcie 87. Połączenia elektryczne łączące torowy z kablami powrotnymi podstacji trakcyjnej



1 – skrzynka przytorowa kabli powrotnych

Rolą sieci powrotnej jest więc:

- umożliwienie skutecznego odprowadzenia prądu trakcyjnego oraz prądów zwarcia poprzez kable powrotne, do źródła zasilania jakim jest podstacja trakcyjna,
- ograniczenie spadków napięć w samej sieci powrotnej jak i pomiędzy poszczególnymi punktami sieci powrotnej a ziemią,

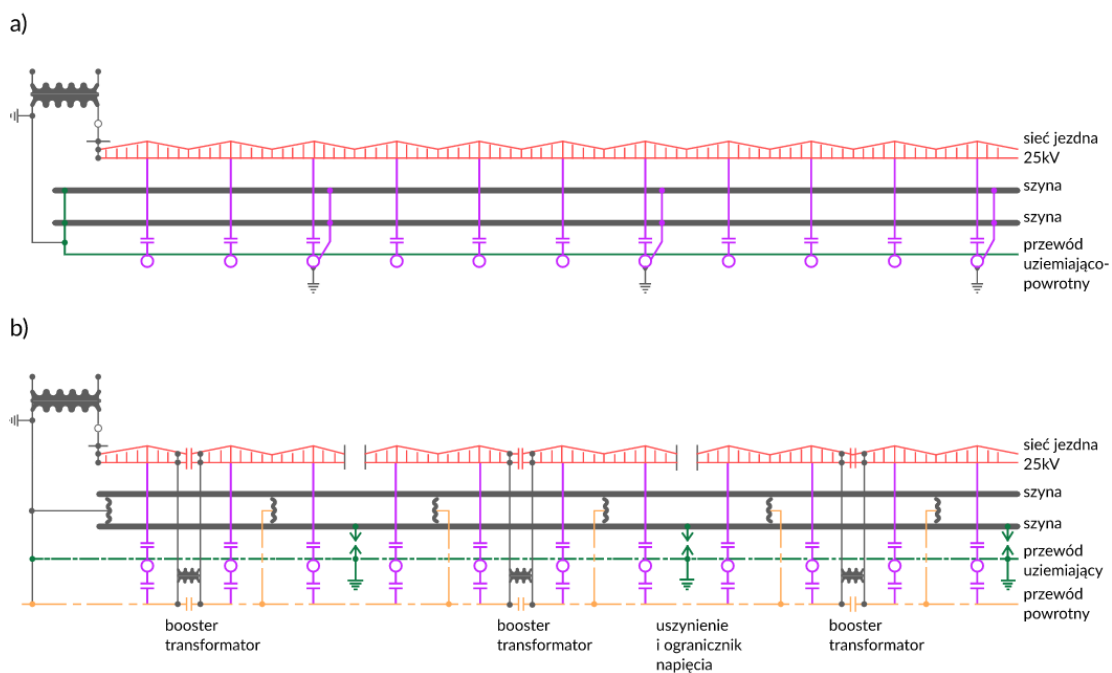
- zapewnienie ochrony przeciwporażeniowej poprzez zastosowane połączenia uszyniające znajdujących się w strefie górnej sieci jezdnej i strefie pantografu konstrukcji metalowych z szynami powrotnymi, która polega na niedopuszczeniu do powstania (utrzymywania się) różnicy potencjałów o wartościach niebezpiecznych,
- ograniczenia zjawiska prądów błędnych niekorzystnie wpływających na stan urządzeń infrastruktury podziemnej,
- zapewnienie prawidłowego działania urządzeń sterownia ruchem kolejowym (urządzeń srk).

Rysunek 199. Sieć powrotna zwierana równoległe



Rysunek 200. Sieci powrotne - schematy połączeń elektrycznych

- układ prosty,
- układ z booster transformatorem, łącznikiem impedancyjnym, ogranicznikiem napięć i uziemieniem bezpośrednim.



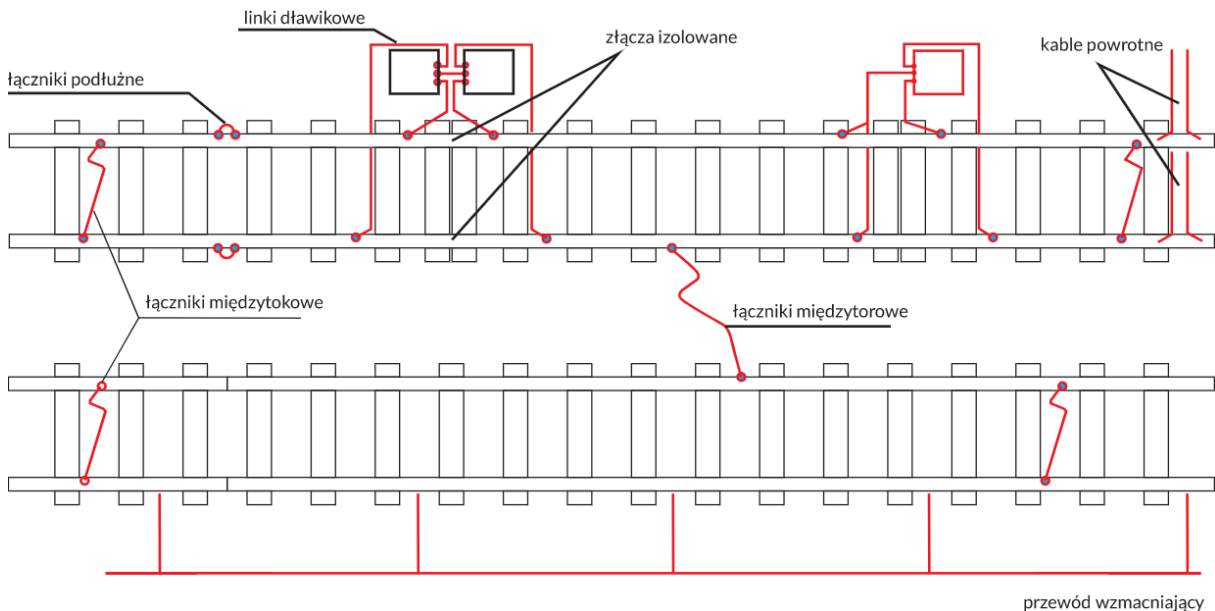
Do budowy sieci powrotnej stosuje się następujące elementy.

Rysunek 201. Elementy budowy sieci powrotnej



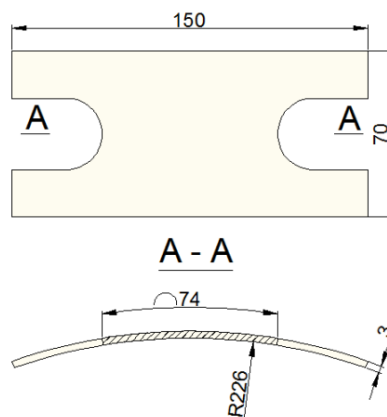
Typowe elementy, tworzące zamierzoną drogę przepływu prądu trakcyjnego, wchodzące w skład sieci powrotnej przedstawiono na rysunku.

Rysunek 202. Stosowane połączenia elektryczne sieci powrotnej



łącznik szynowy podłużny jest to element służący do elektrycznego połączenia ze sobą dwóch szyn tego samego toku. łącznik szynowy podłużny przedstawiono na rysunku.

Rysunek 203. Schemat łącznika szynowego podłużnego

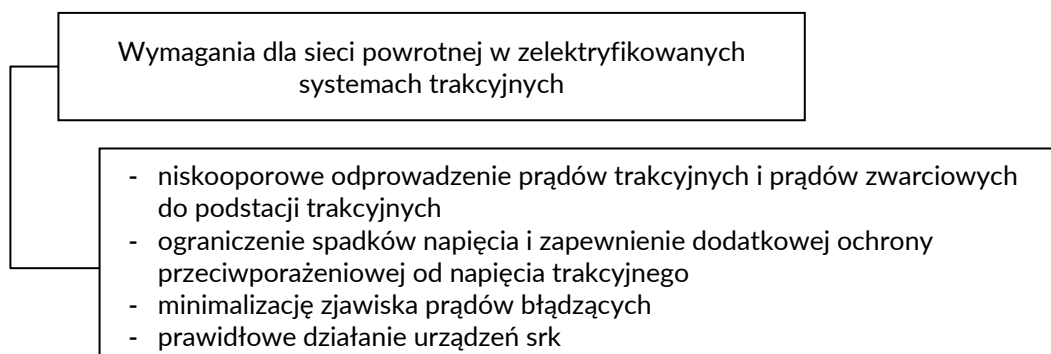


Łącznik szynowy poprzeczny, jest to element służący do elektrycznego połączenia ze sobą obu toków szynowych jednego toru.

Sieć powrotna z wykorzystaniem dławików torowych

Kolejnym wymogiem stawianym sieci powrotnej jest mała rezystancja. Przy dużej rezystancji sieci powrotnej, na końcach odcinków zasilania występuje duża różnica napięcia między szynami, a ziemią oraz upływ prądu do ziemi. Dla zmniejszenia rezystancji sieci powrotnej na stykach szyn stosuje się łączniki. Sieć powrotna musi posiadać także dużą rezystancję względem ziemi. Izolację, która spełnia ten warunek, stanowią drewniane podkłady lub wkładki izolacyjne przy podkładach betonowych. Szyny torów zelektryfikowanych są również odizolowane od szyn torów niezelektryfikowanych. Sieć powrotna w zelektryfikowanych systemach trakcyjnych powinna gwarantować:

Rysunek 204. Wymagania dla sieci powrotnej w zelektryfikowanych systemach trakcyjnych



Sieć powrotna w punktach zasilania

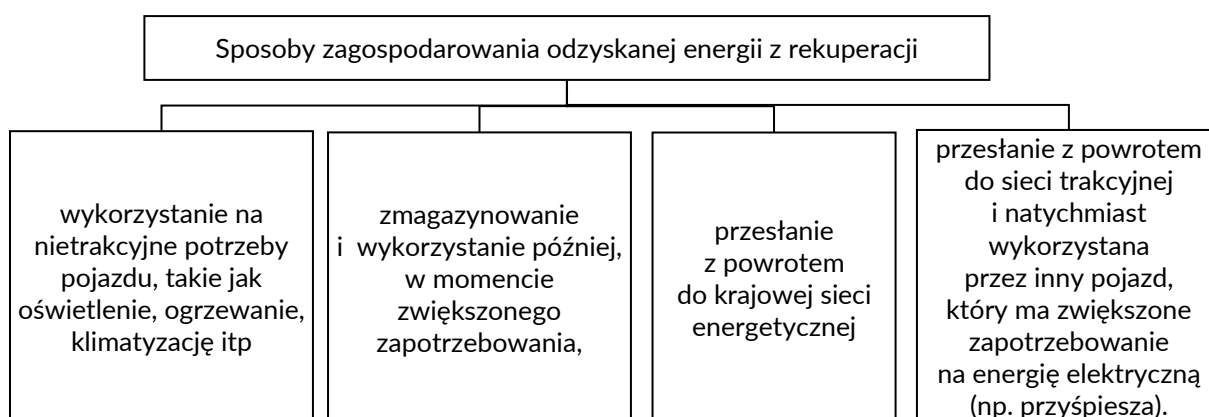
Przepływ prądu trakcyjnego z sieci powrotnej do szyny minusowej podstacji odbywa się za pośrednictwem kabli powrotnych. Kabel powrotny doprowadza się do specjalnej, zamkniętej skrzyni rozdzielczej, umieszczonej przy torze.

3.12. Odzyskiwanie energii podczas hamowania

- uwarunkowania rekuperacji

Rekuperacja to odzysk energii podczas hamowania pojazdu szynowego z napędem elektrycznym lub hybrydowym. W trakcie tego procesu silnik elektryczny pociągu działa jak prądnica – pozwala na przekształcenie części energii hamowania w energię elektryczną.

Rysunek 205. Sposoby zagospodarowania odzyskanej energii z rekuperacji



Podczas hamowania elektrycznego energia kinetyczna pojazdu jest zamieniana na elektryczną i przekazywana przez przekształtnik pojazdu do obwodu prądu stałego, czyli linii zasilającej. Aby zachodziło w pełni kontrolowane hamowanie energia ta musi być całkowicie zużytkowana. Może być ona pobrana przez inne pojazdy na zasilanie napędu lub na cele grzewcze, jest to wówczas tzw. hamowanie dynamiczne), albo może być przesłana do sieci elektroenergetycznej prądu przemiennego za pomocą przekształtnika rekuperacyjnego podstacji pracującego jako falownik, czyli tzw. hamowanie odzyskowe. Możliwość hamowania odzyskowego pojazdów trakcyjnych

umożliwia zmniejszenie zużywanej energii elektrycznej, a także oszczędność klocków hamulcowych i obręczy kół. Ważna jest również w pełni kontrolowana jakość napędowa takiego hamowania umożliwiającego nawet zatrzymanie pojazdu.

3.13. Opis i zasady stosowania sekcji separacji faz lub systemów

Sekcje separacji faz i systemów, to elementy podsystemu „Energia” określone rozporządzeniem. Sekcje separacji to wyposażenie niezbędne do umożliwienia przejścia między różnymi systemami zasilania elektrycznego lub między różnymi fazami tego samego systemu zasilania elektrycznego. W systemie zasilania 3,3 kV DC nie istnieją potrzeby separacji faz. Separacja systemów występuje tylko na granicach Polski. Stosowana jest metoda z pantografem opuszczonym (np. na granicy Polski i Niemiec). Ze względu na wymagane duże moce systemu zasilania konieczne jest przyjęcie systemu zasilania prądem przemiennym 15 kV lub 25 kV lub 2×25 kV. Powoduje to dodatkowe wymagania dla konstrukcji sieci trakcyjnych w stosunku do systemu 3,3 kV:

- określone sposoby separacji poszczególnych sekcji,
- prowadzeniem przewodu powrotnego wzdłuż sieci,
- zwiększenie odstępów izolacyjnych.

Zdefiniowane są dwie możliwości przejazdu pociągu przez sekcje separacji systemów.

Rysunek 206. Możliwości przejazdu pociągu przez sekcje separacji systemów

Stanowiska bezpośrednio związane z prowadzeniem i bezpieczeństwem ruchu kolejowego	
<p>z uniesionymi odbierakami prądu pozostającymi w kontakcie z przewodami jezdnyymi</p>	<p>W tym przypadku zapobieżenie występowania zwarć lub galwanicznego mostkowania sąsiednich systemów zasilania poprzez odpowiednią konstrukcję sieci jezdnej. Konstrukcja taka powinna obejmować trzy odcinki neutralne o sumarycznej długości przekraczającej 402 m, zgodnie z zapisami TSI „Energia” dla kolei dużych prędkości. Zastosowanie odpowiednich zabezpieczeń w systemach zasilania w celu zapobieżenia występowania zwarć lub galwanicznego połączenia sąsiednich systemów, działających w sytuacji gdy nie nastąpi zadziałanie zabezpieczeń elektrycznych taboru.</p>
<p>z opuszczonymi odbierakami prądu</p>	<p>W tym przypadku sekcja separacji powinna być tak zaprojektowana, aby uniknąć połączenia systemów przez przypadkowo uniesiony odbierak, stosując zabezpieczenia zapewniające wyłączenie zasilania obydwu systemów</p>

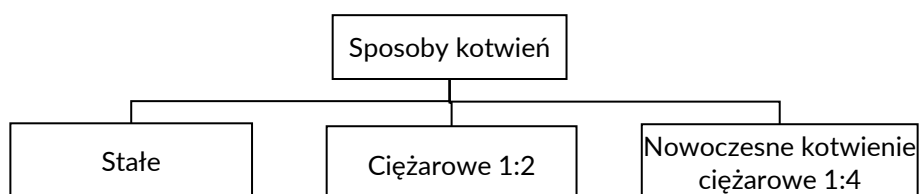
Istotnym elementem w sieciach trakcyjnych AC są sekcje separacji faz. Mogą one być wykonane jako 3- lub 4-odcinkowe. Konstrukcja sekcji separacji faz powinna zapewniać możliwość poruszania się pociągów zgodnych z TSI od jednej sekcji do następnej, bez połączenia dwóch faz. Układ zasilania powinien mieć możliwość takiego przełączenia, aby pociąg, który został zatrzymany w sekcji separacji faz miał możliwość ponownego uruchomienia i zjazdu z sekcji. Konstrukcja sekcji separacji faz powinna umożliwiać podłączenie go do jednej z sekcji przyległych za pomocą zdalnie sterowanych rozłączników.

3.14. Opis oraz zasady stosowania kotwienia przewodów w sieci trakcyjnej

Naprężanie sieci jezdnej jest konieczne z powodu jej pracy pod wpływem temperatur, gdyż wykonana jest z miedzi (metal). Przy niskiej temperaturze przewody/liny się kurczą, a przy wysokiej rozkurczają. Dlatego sieć jezdna podzielona jest na odcinki naprężania zakończone przęsłami naprężania, czyli miejscami kotwienia, gdzie kończy się jeden odcinek i zaczyna drugi poprzez mijankę z tym pierwszym. Końce odcinków sieci jezdnych zakończone są kotwieniami. Rozróżnia się kotwienia ciężarowe i kotwienia stałe – opis w dalszej części rozdziału.

W sieciach łańcuchowych kompensacja polega na utrzymaniu stałego naciągu przewodów za pomocą urządzeń naprężających. Końce przewodów są mocowane do konstrukcji stałych (kotwione) za pomocą urządzenia zapewniającego stałą siłę naciągu. W sieci jezdnej występują następujące kotwienia.

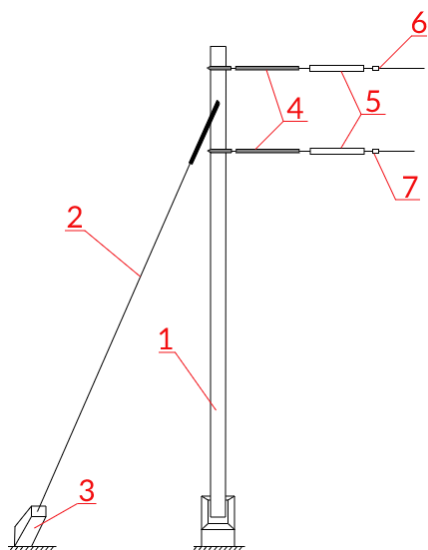
Rysunek 207. Sposoby kotwień



- Kotwienie stałe

Kotwienie stałe sieci stosuje się tam, gdzie odcinek naprężany jest krótszy niż 600 metrów i stosowany jest z jednej strony sekcji. Słup, na którym zakotwiona jest sieć na stałe nie posiada urządzeń naprężających. Sieć jezdna i lina nośna kończą się uchwytem krańcowym, który jest mocowany do śruby rzymskiej.

Rysunek 208. Schemat kotwienia stałego

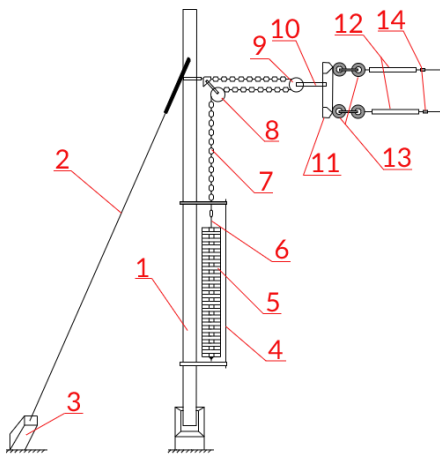


Schemat kotwienia stałego: 1 - konstrukcja wsporcza, 2 - odciąg, 3 fundament odciagu, 4 - izolatory dzielcze, 5 - śruby rzymskie, 6 - uchwyt krańcowy liny nośnej, 7 - uchwyt krańcowy djp.

- Kotwienie ciężarowe 1:2

Ten rodzaj kotwienia umożliwia przy pomocy jednego urządzenia naprężającego zastosować różne naciągi w stosunku do lin nośnych i przewodów jezdnych. Uzyskanie siły naprężającej dwukrotnie większej w stosunku do masy ciężaru uzyskuje się poprzez zastosowanie dwóch krążków urządzenia naprężającego. W przełożeniu 1:2 krążki są połączone specjalnym łańcuchem (Galla). Krążki obracają się na łożyskach tocznych. Przełożenie 1:2 cechuje bardzo duża liczba ciężarów nawet przy małym naprężeniu przewodów.

Rysunek 209. Schemat kotwienia 1:2

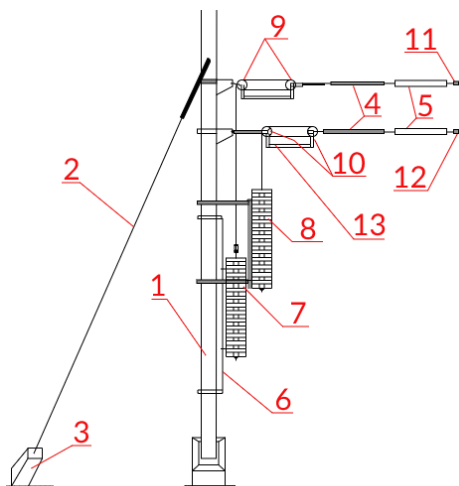


Schemat kotwienia 1:2; 1 - konstrukcja wsporcza, 2 - odciąg, 3 - fundament odciągu, 4 - prowadnica, 5 - ciężary, 6 - pręt, 7 - łańcuch, 8 - krążek stały, 9 - krążek ruchomy, 10 - uchwyt krążka ruchomego, 11 - dźwignia, 12 - śruby rzymskie, 13 - izolatory ceramiczne, 14 - uchwyty krańcowe.

- Nowoczesne kotwienie ciężarowe 1:4

Stosowane nowoczesne kotwienie ciężarowe polega na osobnym kotwieniu linii nośnej oraz przewodu jezdnej. Dzięki takiemu rozwiązaniu unika się stosowanie dźwigni co zapewnia lepszą regulację sieci i polepszenie jej parametrów. Dodatkowo przy sieci składającej się z 2 djp oraz 2 lin nośnych za śrubami rzymskimi wpięte są wyrównywacze przewodów. Izolatory dzielcze lin nośnych znajdują się za wyrównywaczem, a wyrównywacz przewodów jezdnych znajduje się za izolatorem dzielczym, który jest wspólny dla dwóch przewodów.

Rysunek 210. Schemat nowoczesnego kotwienia ciężarowego 1:4



Schemat nowoczesnego kotwienia; 1 - konstrukcja wsporcza, 2 - odciąg, 3 - fundament odciągu, 4 - śruby rzymskie, 5 - izolatory dzielcze, 6 - prowadnica, 7- ciężary naprężające linię nośną, 8 - ciężary naprężające linię djp, 9 - zespół krążków linii nośnej, 10 - zespół krążków djp, 11 - uchwyt krańcowy linii nośnej, 12 - uchwyt krańcowy djp, 13 - urządzenie zabezpieczające

Podstawowe elementy naprężające konstrukcji kotwowych

Ze względu na liczbę kotwionych przewodów, urządzenia naprężające różnią się konstrukcyjnie. W przypadku kotwienia sieci z dwoma djp, za izolatorem stosowany jest tzw. wyrównywacz przewodów, którego zadaniem jest niwelowanie różnic długości dwóch naprężanych djp.

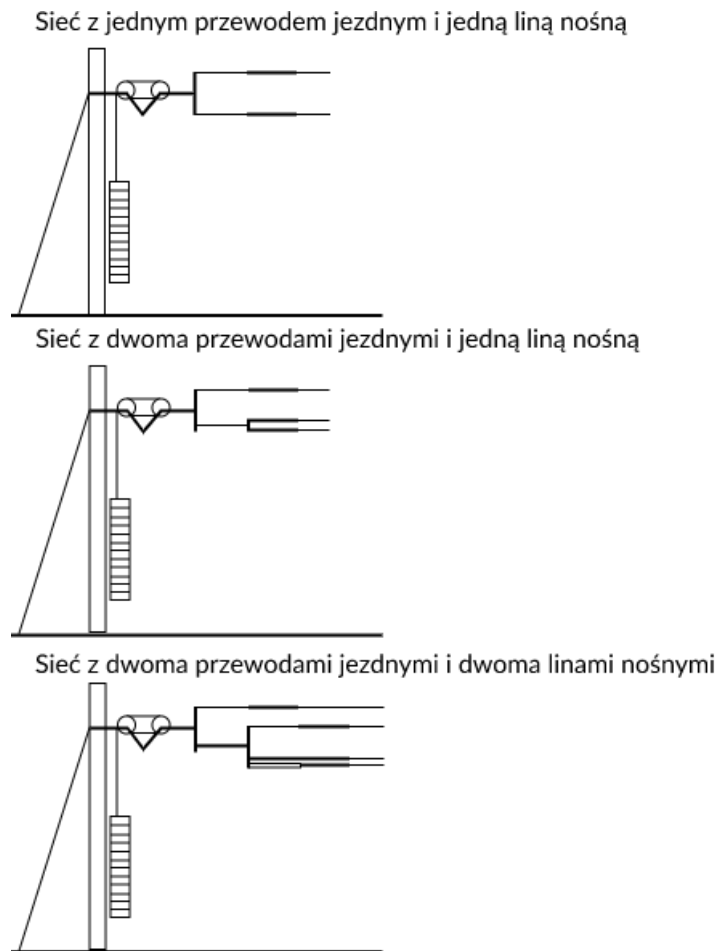
Wyrównywacz przewodów jezdnych.

W celu wyrównania różnic długości liny nośnej i djp w kotwieniu ciężarowym stosowane są dźwignie. Dźwignia to konstrukcja uniwersalna, która posiada szereg otworów służących do połączenia przewodów na różnych długościach ramion dźwigni. Umożliwia to odpowiedni dobór długości ramion zależnie od stosowanych naciągów w linie nośnej i djp. Do regulacji położenia dźwigni w pionie służą śruby rzymskie.

W przypadku kotwienia ciężarowego 1:4, aby zarwanie liny elastycznej urządzenia naprężającego nie spowodowało opadnięcia sieci na ziemię, pomiędzy krążki ruchome i nieruchome wpina się urządzenie zabezpieczające. W przypadku sieci z dwoma linami nośnymi, aby niwelować różnicę zmian ich długości, wpina się dodatkową dźwignię regulującą.

Ciężary w kotwieniu ciężarowym wykonane są jako żeliwne odlewy. Cały ciężar naprężający składa się z krążków o masie 27 kg każdy. Obecnie w celu wyeliminowania kradzieży coraz częściej stosowane są ciężary z betonu. Ciężary naprężające w przełożeniu 1:4 połączone są z cięgiem, w 1:2 z łańcuchem, za pomocą pręta. Swobodny ruch ciężarów przy zmianie temperatury umożliwia prowadnica (latem ciężary opadają, zimą są podnoszone).

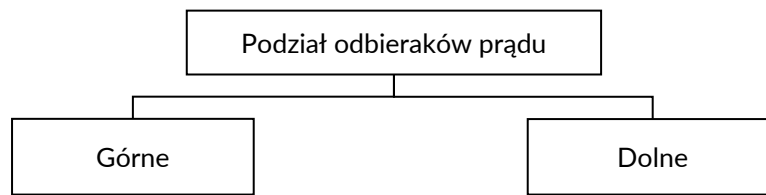
Rysunek 211. Słupy kotwowe w przełożeniu 1:4



3.15. Opis i zasady stosowania zasad współpracy pantografu z siecią trakcyjną

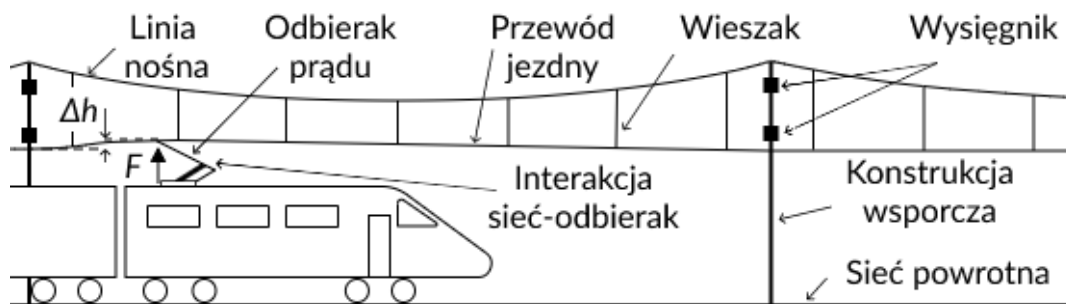
Kolejowe pojazdy elektryczne zasilane są poprzez górną sieć trakcyjną. Wzrost prędkości pojazdów jest zależny od poboru mocy i wymaga zapewnienia prawidłowej współpracy odbieraków prądu pojazdów z siecią jezdną, która wraz z pantografem pojazdu elektrycznego stanowi mechaniczny układ drgający, decydujący o przebiegu siły stykowej odbieraka, co z kolei ma bezpośredni wpływ na jakość odbioru prądu z sieci jezdnej. Odbierak prądu to aparat służący do ruchomego połączenia stykowego sieci trakcyjnej z elektrycznym obwodem głównym pojazdu trakcyjnego. Odbieraki prądu stosowane w pojazdach szynowych dzieli się na:

Rysunek 212. Podział odbieraków prądu



Odbieraki górne, czyli te przystosowane do odbioru energii z napowietrznej (górnej) sieci jezdnej. Odbieraki dolne, które umożliwiają odbiór z sieci dolnej czyli np. tzw. trzeciej szyny, opisanej w rozdziale poniżej. Poniżej przedstawiono schemat trakcji elektrycznej z wyróżnionym układem odbierak prądu – sieć jezdna.

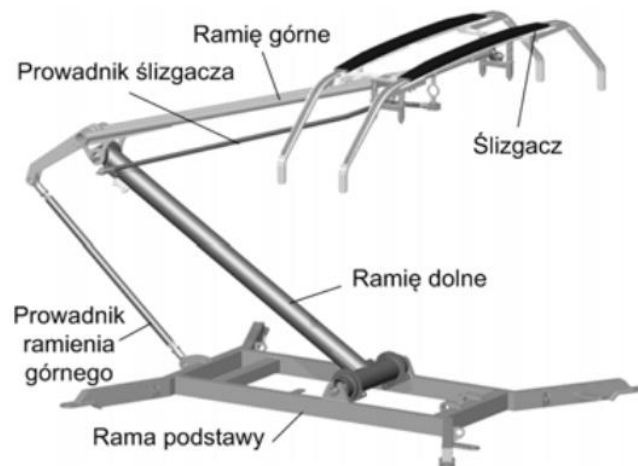
Rysunek 213. Układ odbierak prądu – sieć jezdna



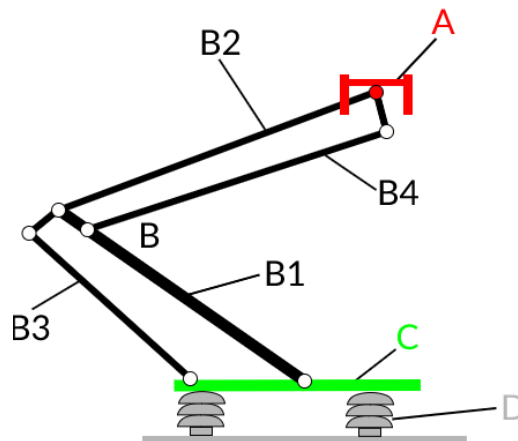
Zgodnie z wytycznymi TSI i aktami normatywnymi współpraca pomiędzy odbierakiem prądu, a siecią jezdną powinna podlegać ocenie parametrów takich, jak:

- uniesienie przewodów jezdnych,
- wartość średnia,
- odchylenie standardowe siły stykowej.

Rysunek 214. Widok odbieraka prądu



Rysunek 215. Układ kinematyczny pantografu jednoramiennego



Ślizgacz, to część, która odpowiada za bezpośrednią współpracę z przewodem jezdnyim sieci trakcyjnej. Bezpośredni styk z przewodem trakcyjnym realizują nakładki ślizgowe przymocowane do korpusu ślizgacza, które dzielą się na ślizgacze pojedyncze i bliźniacze.

Ślizgacz pojedynczy składa się z korpusu w formie poprzecznej płyty, do której zamontowane są nakładki ślizgowe, a ślizgacz bliźniaczy składa się z korpusu, który stanowią dwie lub więcej poprzecznych płyt, do których zamontowane są nakładki ślizgowe.

3.16. Opis oraz zasady stosowania zabezpieczeń sieci trakcyjnej przed porażeniem

Ochrona przeciwporażeniowa, ochrona odgromowa

System sieci trakcyjnej prądu stałego 3,3 kV DC ma oba bieguny odizolowane od ziemi. Biegun dodatni (sieć jezdna) ma pełną izolację na poziomie napięcia znamionowego 3 kV zaś biegun ujemny stanowi sieć powrotną (szyny toru kolejowego wraz z łącznikami podłużnymi i poprzecznymi) odizolowaną od ziemi za pośrednictwem warstwy tłucznia oraz podkładów drewnianych lub betonowych z przekładkami izolacyjnymi. Izolacja szyn względem ziemi z powodu występującego zjawiska prądów błądzących (dla ich maksymalnego ograniczenia) powinna być możliwie duża. Warunkiem skutecznej ochrony przeciwporażeniowej w obwodach zasilania trakcji elektrycznej prądu stałego jest szybkie wyłączenie prądu zwarcia przez wyłącznik szybki zasilacza. Takie wyłączenie zwarcia nastąpi wówczas, gdy wartość prądu zwarciovego przewyższa wartość nastawioną na wyzwalaczu pierwotnym tego wyłącznika. W określonych warunkach pracy sieci jezdnej niektóre elementy jej konstrukcji normalnie nie znajdujące się pod napięciem mogą mieć pewien potencjał względem ziemi. Przyczynami takiego stanu może być pojawienie się potencjału na częściach połączonych z ziemią na skutek upływu prądów błądzących ale przede wszystkim z powodu przebicia izolacji głównej i przeniesienia na konstrukcję potencjału sieci jezdnej. Ze względu więc na bezpieczeństwo i ochronę przeciwporażeniową konstrukcje wsporcze sieci jezdnej oraz obce części przewodzące nie będące w normalnych warunkach pracy pod napięciem, znajdujące się w strefie oddziaływania sieci jezdnej jak i pantografu są łączone z siecią powrotną (szynami) i dlatego takie połączenie nazywane jest uszynieniem. Aktualnie stosuje się uszynienie indywidualne bezpośrednie (metaliczne połączenie konstrukcji wsporczej np. prętem stalowym okrągłym o średnicy 10 mm), uszynienie indywidualne otwarte poprzez zastosowanie zwiernika TZD lub iskiernika (kładki nad torami, wiaty, wiadukty, ogrodzenia, mosty), oraz uczynienie grupowe otwarte. W starszych rozwiązaniach konstrukcyjnych sieci jezdnej stosowano szczególnie na torach stacyjnych lub liniach z blokadą samoczynną, gdzie nie mogło być wykonane uszynienie indywidualne bezpośrednie w dowolnym

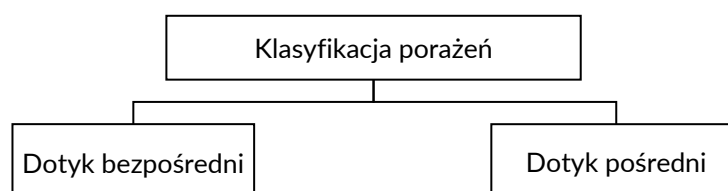
miejscu, wykonywane było uszynienie grupowe, łączące (przewodem uszyniającym) szereg konstrukcji wsporczych i bezpośrednio jednostronnie uszynione do szyn wiodących prąd trakcyjny.

Porażenie prądem, to zjawisko, do którego dochodzi, kiedy człowiek dotyka jednocześnie dwóch punktów, między którymi występuje napięcie, czyli różnica potencjałów. Tuż przed dotknięciem tych części występuje między nimi napięcie dotykowe spodziewane, czyli siła elektromotoryczna obwodu rażeniowego. Człowiek dotykając ich zamyka ten obwód i napięcie między wspomnianymi punktami może się zmniejszyć. Na rezystancji ciała człowieka występuje wtedy napięcie dotykowe rażeniowe.

W obiektach energetycznych zasilających system trakcyjny 3,3 kV DC, a pracujących po stronie napięcia zmiennego, ochrona przeciwporażeniowa jest zapewniana poprzez uziemienie ochronne. W obiektach energetycznych pracujących po stronie 3,3 kV DC ochrona przeciwporażeniowa jest zapewniana przez uszynienie.

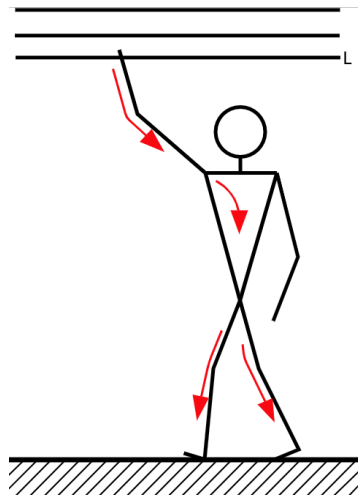
W klasyfikacji wypadków porażenia, a także w technice ochrony od porażen różni się dwie sytuacje, w jakich dochodzi do porażenia prądem przy dotykaniu urządzenia elektrycznego.

Rysunek 216. Klasyfikacja porażen



Dotyk bezpośredni – kiedy porażony dotyka co najmniej jednej części czynnej (należącej do obwodu elektrycznego). Może dotknąć dwóch części czynnych o różnym potencjale, ale taka sytuacja rzadko się zdarza. Znacznie częściej powodem jest styczność z częścią czynną oraz z częścią przewodzącą o potencjale zbliżonym do potencjału ziemi (metalową obudową lub konstrukcją wsporczą, szyną jezdnią, pudłem pojazdu szynowego) bądź z ziemią, co obrazuje rysunek:

Rysunek 217. Sposób porażenie przez dotyk bezpośredni

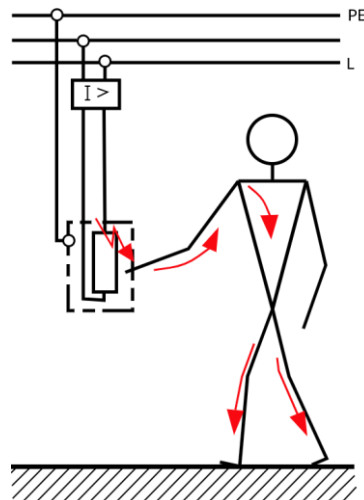


Tego typu wypadkom należy zapobiegać poprzez stosowanie tzw. ochrony przeciwporażeniowej podstawowej, która polega na stosowaniu co najmniej jednego z następujących środków:

- izolacja podstawowa części czynnych, osłaniająca je całkowicie i dająca się usunąć tylko przez zniszczenie,
- osłona lub obudowa zakrywająca części czynne ze wszystkich dostępnych kierunków dostępu, o wymaganym stopniu ochrony IP i zamykana we właściwy sposób,
- przesłona, przegroda lub odgródzenie (pełne bądź ażurowe) zapobiegające możliwości zetknięcia się z częściami czynnymi z niektórych kierunków,
- uniedostępnienie części czynnych przez umieszczenie ich poza zasięgiem ręki z dostępnych stanowisk, czyli przy zachowaniu wymaganych odstępów izolacyjnych powietrznych, mierzonych w linii prostej albo – w razie zastosowania przegród – wzdłuż linii łamanej.

Dotyk pośredni – kiedy porażony nie dotyka części czynnej, lecz część przewodzącą dostępną (obudowę, konstrukcję wsporczą), która znalazła się pod napięciem w następstwie uszkodzenia izolacji podstawowej, a jednocześnie styka się z częścią o potencjale zbliżonym do potencjału ziemi, co obrazuje rysunek:

Rysunek 218. Sposób porażenie przez dotyk pośredni

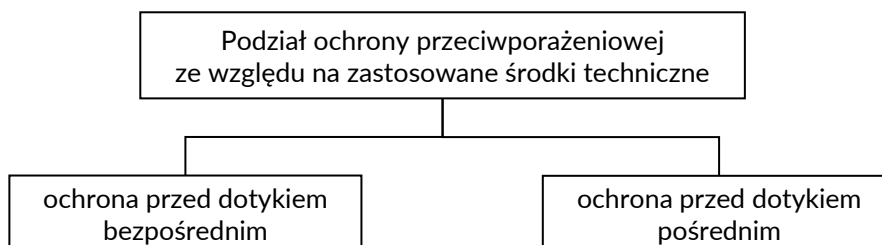


Tego typu wypadkom należy zapobiegać poprzez stosowanie tzw. ochrony przy uszkodzeniu, która w urządzeniach wysokiego napięcia polega na stosowaniu uziemień ochronnych zapewniających pożądany rozkład potencjału na powierzchni ziemi podczas zwarć doziemnych i na możliwie szybkim wyłączeniu tych zwarć.

Ochrona przeciwporażeniowa są to środki techniczne oraz organizacyjne i prawne, których zadaniem jest niedopuszczenie do przepływu przez organizm człowieka lub zwierzęcia prądu o wartości zagrażającej życiu.

Wyróżnia się podział ze względu na zastosowane środki techniczne, wyszczególnione na rysunku.

Rysunek 219. Podział ochrony przeciwporażeniowej ze względu na zastosowane środki techniczne



- **ochrona przed dotykiem bezpośrednim**, zwaną podstawową. Ochrona ta polega na zapewnieniu takich środków technicznych, które uniemożliwią dotknięcie do części

czynnych będących w normalnych warunkach pracy pod napięciem. Ochronę tę zapewnia się głównie przez izolowanie części czynnych i utrudnienie dostępu. Stosowane są również napięcia bezpieczne,

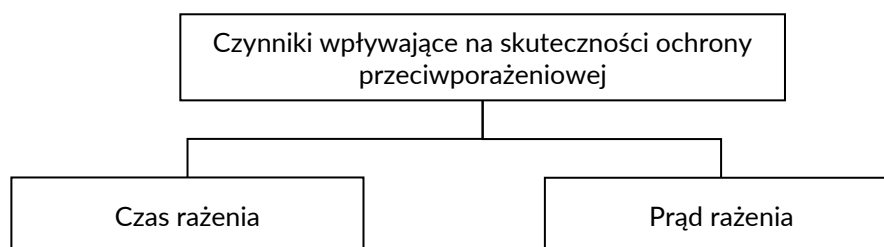
- **ochrona przed dotykiem pośrednim**, czyli ochrona dodatkowa, która polega na zastosowaniu rozwiązań technicznych gwarantujących takie działanie urządzenia elektrycznego, że części przewodzące dostępne, które w normalnych warunkach pracy nie znajdują się pod napięciem np.: obudowy rozdzielnic, korpusy silników czy w przypadku trakcji elektrycznej słupy trakcyjne, lub pudła wagonów lub elektrycznych pojazdów trakcyjnych, podczas stanów awaryjnych (w przypadku pojedynczego uszkodzenia), czyli np. po uszkodzeniu izolacji i dotknięciu przez człowieka części przewodzącej, nie będą zdolne do porażenia prądem elektrycznym.

Każda część przewodząca urządzenia elektrycznego, która może być dotknięta przez człowieka, i która w warunkach awaryjnych, może znaleźć się pod napięciem w wyniku uszkodzenia musi podlegać ochronie przeciwporażeniowej dodatkowej.

W zależności od niżej wymienionych czynników stosowany jest rodzaj ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej:

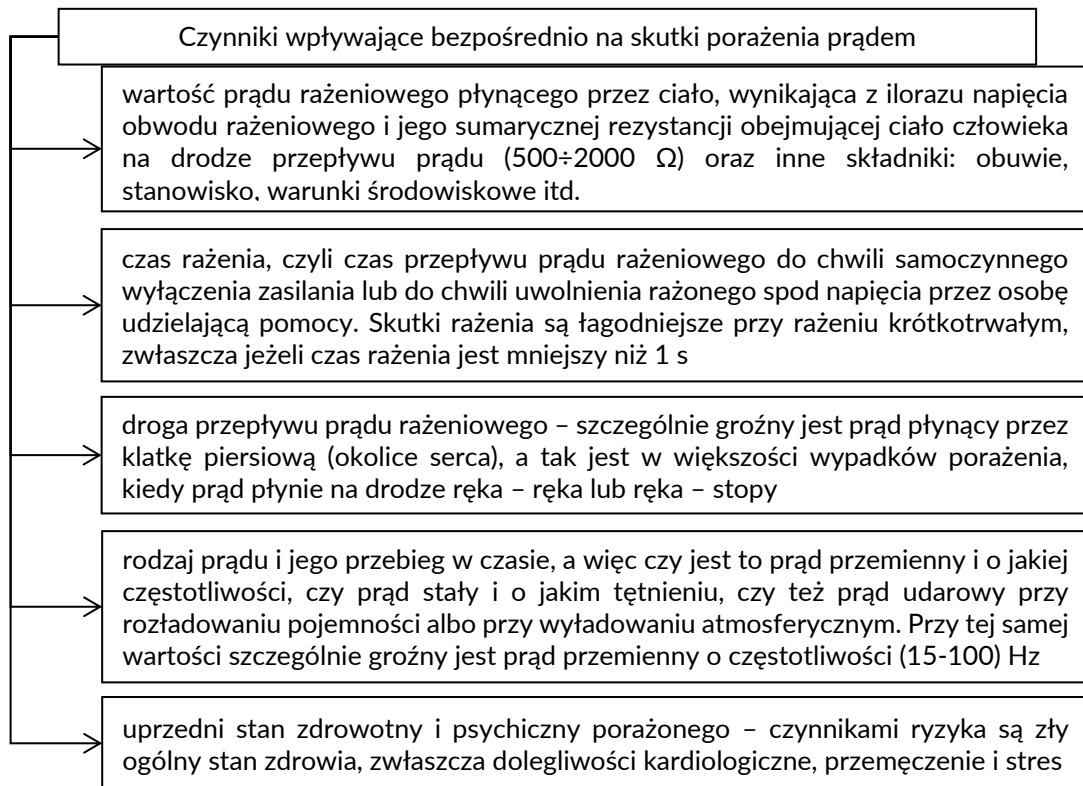
- rodzaj i poziom napięcia instalacji, w której ochrona jest realizowana,
- rodzaj chronionych urządzeń elektrycznych,
- układ sieci elektrycznej,
- przeznaczenie pomieszczenia, budynku lub innego obiektu, w którym jest zastosowana ochrona przeciwporażeniowa.

Rysunek 220. Czynniki wpływające na skuteczności ochrony przeciwporażeniowej



Czynniki, które wpływają bezpośrednio na skutki porażenia prądem, to:

Rysunek 221. Czynniki wpływające bezpośrednio na skutki porażenia prądem



W przypadku zwarcia przewodu górnej sieci jezdnej lub odbieraka prądu z jakąkolwiek konstrukcją przewodzącą o potencjale ziemi, powinno nastąpić samoczynne wyłączenie zasilania przez wyłącznik szybki w podstacji trakcyjnej bądź w kabinie sekcyjnej, co ma umożliwić metaliczna pętla zwarcia doziemnego, obejmująca przewody górnej sieci jezdnej i obwód powrotny.

Najczęściej wykorzystywanym środkiem ochrony przeciwporażeniowej dodatkowej w systemie kolei jest samoczynne wyłączenie zasilania. Taki mechanizm stosowany jest za pomocą aparatów elektrycznych takich, jak bezpieczniki, wyłączniki nadmiarowo-prądowe lub wyłączniki różnicowo-prądowe. Należy pamiętać, że samoczynne wyłączenie zasilania może być stosowane w układach sieciowych niskiego napięcia. Urządzenia elektryczne pracujące wzdłuż szlaku kolejowego umieszczone w bezpośredniej strefie oddziaływania trakcji elektrycznej, muszą mieć zastosowane środki ochrony przeciwporażeniowej, które zapewniają skuteczny poziom

ochrony zagrożeń elektrycznych, pochodzących od systemu zasilania trakcji elektrycznej, jak również od instalacji niskiego napięcia zasilającej te urządzenia.

W urządzeniach niskiego napięcia stosuje się co najmniej jeden z następujących środków:

Tabela 100. Środki ochrony przeciwnapięciowej w urządzeniach niskiego napięcia

1.	samoczynne wyłączenie zasilania obwodu dotkniętego uszkodzeniem
2.	izolacja ochronna w postaci izolacji podwójnej, izolacji wzmocnionej lub ochronnej osłony izolacyjnej
3.	separacja ochronna
4.	bardzo niskie napięcie ze źródła bezpiecznego (SELV, PELV)

3.17. Opis oraz zasady stosowania diagnostyki i dokumentacji diagnostycznej sieci trakcyjnej

Diagnostyka sieci trakcyjnej jest to zespół czynności polegający na zebraniu informacji i ocenie aktualnego stanu technicznego, a w konsekwencji przedstawienie prognozy stanu technicznego sieci trakcyjnej, na podstawie której można określić cykle utrzymaniowe oraz wyeliminować mogące wystąpić uszkodzenia. Diagnostyka sieci trakcyjnej ma znaczenie dla podniesienia niezawodności i bezpieczeństwa eksploatacji całego systemu urządzeń elektroenergetycznych. Dla jego prawidłowego działania, konieczne jest utrzymanie we właściwym stanie technicznym zarówno infrastruktury, jak i taboru. Kluczowe znaczenie techniczne z punktu widzenia niezawodności eksploatacyjnej ma układ odbioru prądu z sieci jezdnej przez poruszające się pojazdy. Wysoka jakość odbioru prądu zależy od ciągłości styku pomiędzy odbierakiem i siecią jezdnią. Jakość ta zależy m.in. od prawidłowej regulacji zarówno sieci jezdnej, jak i odbieraka prądu.

3.17.1. Charakterystyka ogólna mechanizmów diagnozowania sieci trakcyjnej

Diagnostyka sieci trakcyjnej wykonywana jest przez jednostki organizacyjne. Wykonawcy czynności diagnostycznych lub przez upoważnionych pracowników zakładu zarządzającego. W ramach procesu utrzymania wykonują się przeglądy okresowe w cyklach:

Tabela 101. Cykle przeglądowe sieci trakcyjnej

I.	co 6 miesięcy dla torów szlakowych i głównych zasadniczych na liniach kolejowych lub ich odcinkach o prędkościach $v > 200$ km/h,
II.	co 9 miesięcy dla torów szlakowych i głównych zasadniczych na liniach kolejowych lub ich odcinkach o prędkości 160 km/h $< v \leq 200$ km/h,
III.	co 12 miesięcy dla torów szlakowych i głównych zasadniczych na liniach kolejowych lub ich odcinkach o prędkości $v = 160$ km/h,
IV.	co 18 miesięcy dla torów szlakowych i głównych zasadniczych na liniach kolejowych lub ich odcinkach o prędkości $v < 160$ km/h,
V.	co 24 miesiące wg decyzji Zarządzającego: dla torów szlakowych i głównych zasadniczych na liniach kolejowych lub ich odcinkach o dużym natężeniu ruchu elektrycznych pojazdów trakcyjnych,
VI.	co 30-48 miesięcy na pozostałych zelektryfikowanych liniach i torach według wymagań zarządcy sieci trakcyjnej.

Diagnostyka techniczna przyczynia się do poprawy bieżącego utrzymania sieci trakcyjnej i odbieraków prądu. W procesie istotny wpływ mają dwa podsystemy eksploatacyjne – sieć trakcyjna, będącą w gestii zarządu infrastruktury (Polskich Linii Kolejowych) i pojazdy eksploatowane przez różnych operatorów. Diagnostyka wykonywana jest przez jednostki organizacyjne zakładu zarządzającego w zakresie i czasookresach określonych m.in. na podstawie „Wytycznych diagnozowania sieci trakcyjnej” dla zarządców infrastruktury.

Jednym z elementów diagnostyki jest system Diagnostyki Sieci Jezdnej (DST), który zbudowany jest z mobilnych wagonów pomiarowych oraz sieci stacjonarnych stanowisk do przetwarzania i analizy wyników oraz terenowe stanowiska pomiarowe do diagnostyki technicznej odbieraków prądu. Badania diagnostyczne są przeprowadzane okresowo. W trakcie diagnostyki używa się wyspecjalizowane wagony pomiarowe, wyposażone w różnego rodzaju systemy diagnostyczne. Proces diagnostyczny, realizowany przez tego typu system, jest zwykle dwuetapowy. Na etapie

pierwszym następuje zbieranie i archiwizacja danych pomiarowych, zaś na etapie drugim dane te są przetwarzane, przeprowadzana jest analiza wyników i ocena stanu technicznego sieci.

System DST służy do realizacji diagnostyki dynamicznej, tzn. uwzględniającej współpracę odbieraka prądu i sieci trakcyjnej w warunkach eksploatacyjnych. Można go również wykorzystać do badań statycznych, dotyczących pomiarów geometrii swobodnie wiszącej sieci. W systemie DST podczas przejazdu diagnostycznego, realizowane są pomiary:

Tabela 102. Pomiary sieci trakcyjnej podczas przejazdu diagnostycznego

1.	odsuw sieci jezdnej (zygzakowania)
2.	wysokość zawieszenia sieci jezdnej
3.	napięcie sieci trakcyjnej
4.	droga (położenia) i prędkość wagonu podczas przejazdu diagnostycznego
5.	ruchy pudła wagonu – w celu kompensacji ich wpływu na pomiar odsuwu i wysokości

Podczas pomiarów wykrywane są także niewłaściwie wyregulowane rozjazdy sieciowe, udary mechaniczne odbieraka prądowego, przerwy styku odbieraka prądu z siecią jezdnią – wraz z pomiarem ich czasu, konstrukcje wsporcze (punkty podwieszenia sieci), rezonatory torowe SHP.

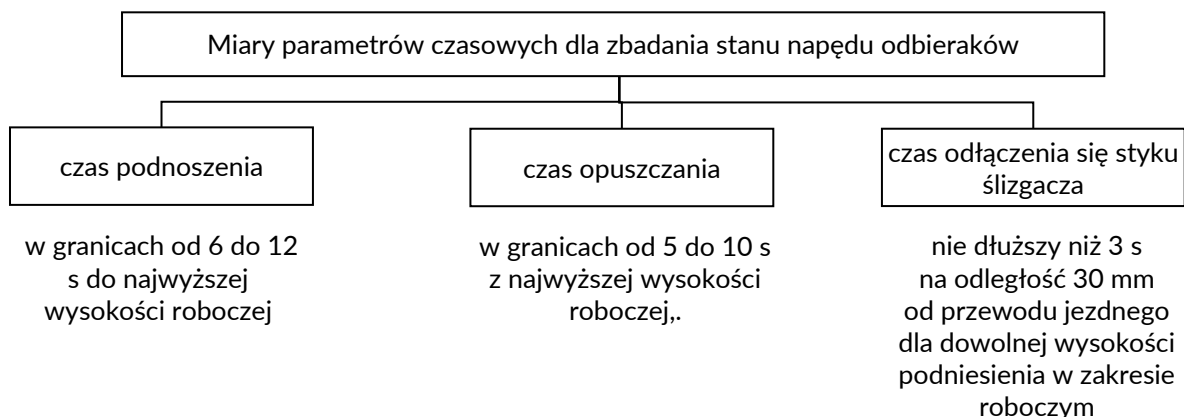
W ramach diagnostyki sieci wykonuje się również badania parametrów decydujących o jakości współpracy odbieraka prądu z siecią jezdnią, czyli nacisku odbieraka na sieć. Zbyt mały nacisk odbieraka na sieć prowadzi do powstawania przerw stykowych, natomiast zbyt duży – do nadmiernego wypierania sieci jezdnej, a w konsekwencji do ryzyka uszkodzeń mechanicznych i nadmiernego zużycia nakładek stykowych. Diagnostyka odbieraków prądu służy przede wszystkim weryfikacji siły nacisku, która musi mieć określoną normami wartość w całym roboczym zakresie wysokości uniesienia odbieraka.

Diagnostyka techniczna lokomotyw obejmuje swym zakresem także badanie napędu powietrznego pantografów. W dokumentach normatywnych, określających wymagania stawiane odbierakom prądu i metodykę ich badania, określa się, że ruch pionowy ślizgacza przy podnoszeniu i opuszczaniu za pomocą napędu powietrznego

powinien odbywać się płynnie, a jego dojście do przewodu i opadanie powinno się odbywać bez uderzeń.

W celu umożliwienia zbadania stanu napędu odbieraków definiuje się miary parametrów czasowych i odpowiednie dla nich wartości graniczne dla znamionowej wartości ciśnienia sprężonego powietrza i temperatur powyżej -10°C , takie jak:

Rysunek 222. Miary parametrów czasowych dla zbadania stanu napędu odbieraków

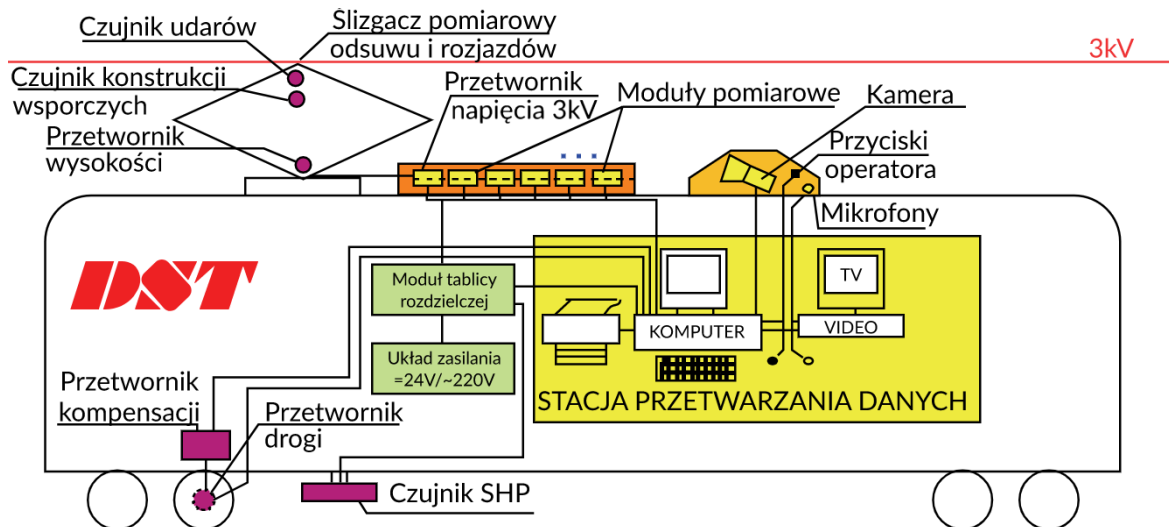


Diagnoza pod kątem tych parametrów odbywa się podczas przeglądów kontrolnych lokomotyw.

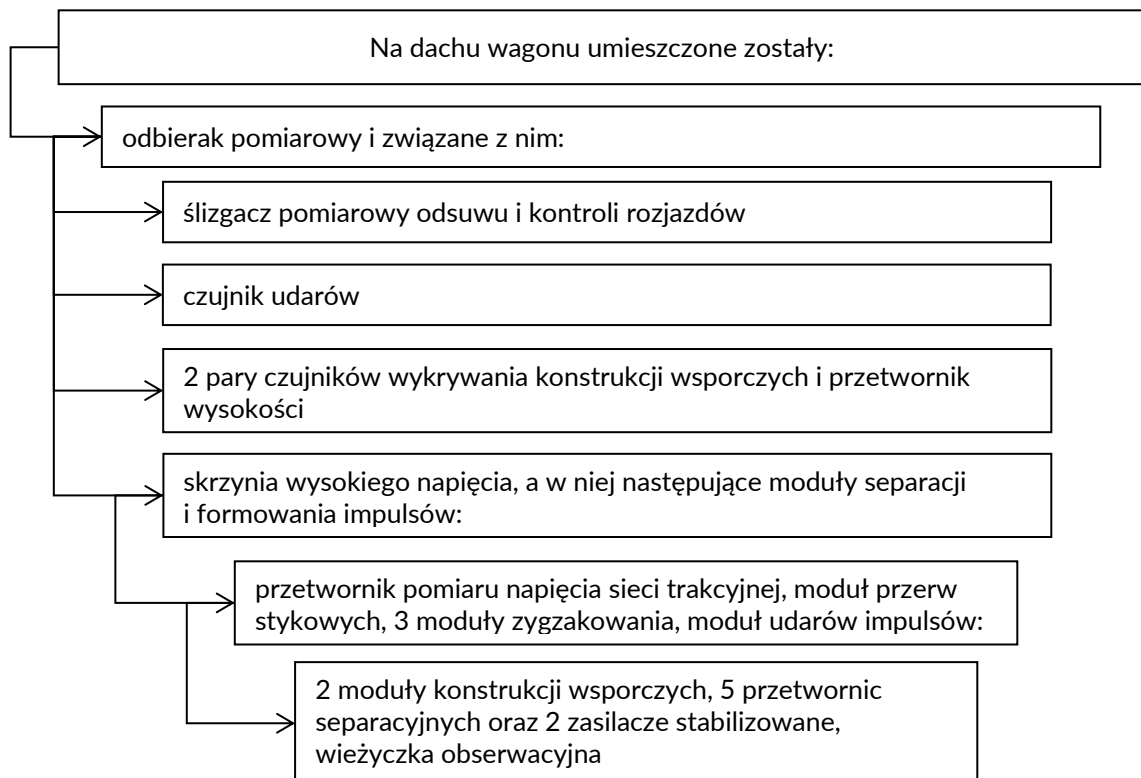
3.17.2. Procesy diagnostyki sieci trakcyjnej

Sieć trakcyjna nie posiada rezerwy i dlatego wysokie wymagania co do jakości i niezawodności jej funkcjonowania mają znaczenie strategiczne. Zarządcy sieci kolejowej diagnostykę opierają na wyspecjalizowanych wagonach pomiarowych, wyposażonych w różnego rodzaju systemy diagnostyczne. Na rysunku przedstawiono architekturę zabudowy systemu w wagonie diagnostycznym oraz rozmieszczenie czujników i podzespołów systemu.

Rysunek 223. Architektura sprzętowa na wagonie diagnostycznym



Rysunek 224. Architektura zabudowy systemu w wagonie diagnostycznym oraz rozmieszczenie czujników i podzespołów systemu



Zdjęcie 88. Dach wagonu diagnostycznego



Wewnątrz wagonu znajduje się przedział pomiarowy ze stanowiskiem operatorskim, gdzie znajduje się:

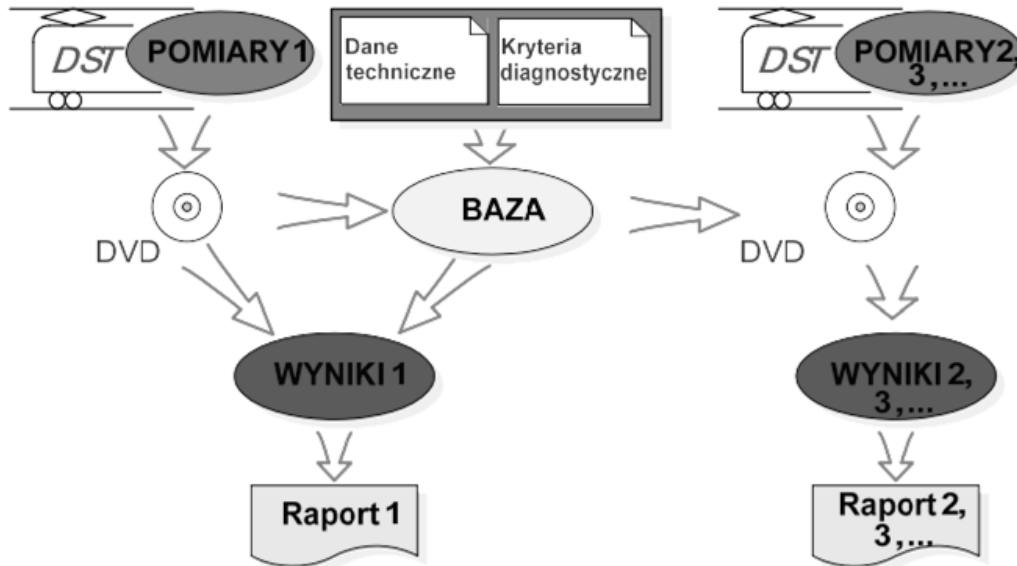
- stacja przetwarzania danych, a w niej: jednostka centralna komputera pokładowego,
- monitor komputerowy, klawiatura, drukarka, monitor telewizyjny, rejestrator video,
- mikrofon, przycisk zgłoszenia operatora oraz środki łączności pociągowej i trakcyjnej,
- tablica sterowania i sygnalizacji,
- rozdzielnia pomiarowa.

Zdjęcie 89. Stanowisko operatorskie



Organizacja procesu przetwarzania danych pomiarowych została przedstawiona na rysunku.

Rysunek 225. Organizacja procesu przetwarzania danych pomiarowych

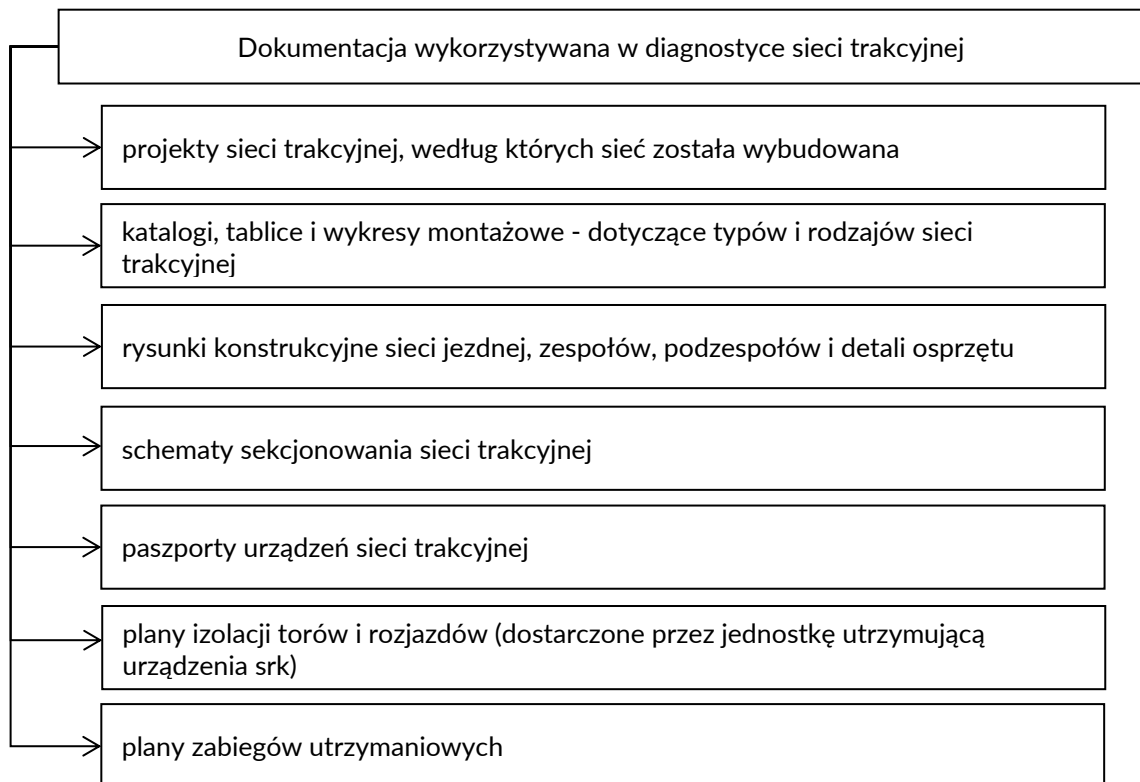


Stosowanie stanowisk stacjonarnych do przetwarzania danych pomiarowych wpływa na zwiększenie efektywności wykorzystania wagonów diagnostycznych. Podstawowym zadaniem wagonów diagnostycznych jest zbieranie danych pomiarowych. Sieć terenowych stanowisk stacjonarnych umożliwia służbom eksploatacyjnym ocenę stanu zdiagnozowanego odcinka sieci. Stanowiska stacjonarne – umieszczone w placówkach terenowych – umożliwiają bezpośrednie zapoznanie się z zarejestrowanym stanem technicznym sieci. Poprzez archiwizację wyników zarządca sieci ma również możliwość bieżącej kontroli stanu utrzymania sieci oraz racjonalnego planowania remontów. Proces diagnozy sieci odbywa się dwuetapowo. W pierwszym etapie dane są zbierane i archiwizowane, w drugim następuje ich przetwarzanie i wnioskowanie w zakresie analizy wyników i oceny stanu technicznego sieci. Opisany system DST służy do realizacji diagnostyki dynamicznej, tzn. uwzględniającej współpracę odbieraka prądu i sieci trakcyjnej w warunkach eksploatacyjnych. Można go również wykorzystać do badań statycznych, dotyczących pomiarów geometrii swobodnie wiszącej sieci.

3.17.3. Dokumentacja sieci trakcyjnej wykorzystywana w diagnostyce sieci trakcyjnej

Na rysunku wyszczególniono rodzaje dokumentacji, jaka powinna znajdować się w każdym zakładzie podmiotu zarządzającego siecią trakcyjną, tj.:

Rysunek 226. Dokumentacja wykorzystywana w diagnostyce sieci trakcyjnej



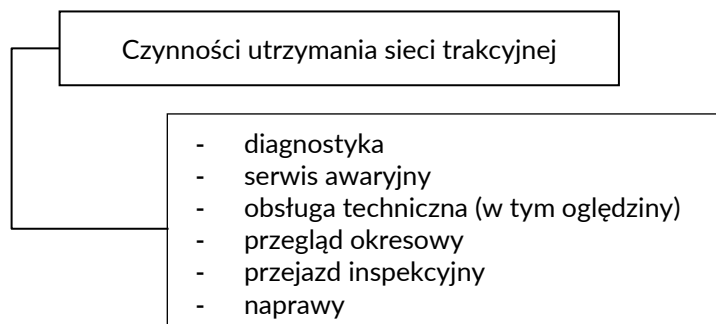
Powyższa dokumentacja powinna być uaktualniana regularnie z odnotowywaniem wykonanych zabiegów konserwacyjnych i naprawczych (wraz z określeniem zakresu napraw) oraz wyników pomiarów zużycia przewodów jezdnych, a za stan aktualności dokumentacji odpowiedzialna jest właściwa terenowo jednostka utrzymująca urządzenia srk.

3.17.4. Zasady organizacji utrzymania sieci trakcyjnej w infrastrukturze kolejowej

Celem utrzymania sieci trakcyjnej jest zapewnienie jej właściwych parametrów techniczno-eksploatacyjnych, utrzymanie w wyznaczonych standardach technicznych

oraz dokonanie oceny jej sprawności technicznej. Na czynności utrzymania sieci trakcyjnej składają się:

Rysunek 227. Czynności utrzymania sieci trakcyjnej



Jednostki organizacyjne zakładu odpowiadają za obsługę i utrzymanie w sprawności technicznej: urządzeń służących do przetwarzania i przesyłania energii elektrycznej dla celów trakcji elektrycznej; urządzeń wytwórczych, przetwórczych, zasilających i rozdzielczych oraz instalacji elektroenergetycznej będące środkami trwałymi w ewidencji danego zakładu.

Personel jednostek wykonawczych, utrzymujących urządzenia sieci trakcyjnej, wykonuje prace utrzymaniowe w odniesieniu do realizacji niżej wymienionych zadań.

Tabela 103. Zadania jednostek wykonawczych, utrzymujących urządzenia sieci trakcyjnej

Lp	Zadania w zakresie utrzymania urządzeń sieci trakcyjnej
1.	połączenia elektryczne łączących środki uzwojeń dławików torowych
2.	połączenia elektrycznych łączących dławiki torowe z kablami powrotnymi i kablami (przewodami) uszyniającym urządzeń wchodzących w skład sieci trakcyjnej lub obiektów zasilania elektroenergetycznego
3.	dławiki torowe i ich połączenia z tokami szynowymi w torach bez złączy izolowanych oraz, gdy dławiki te znajdują się w obwodzie kabli powrotnych i kabli (przewodów) uszyniających urządzeń wchodzących w skład sieci trakcyjnej lub obiektów zasilania elektroenergetycznego
4.	połączenia końcówek linii dławikowych z tokami szynowymi
5.	złącza szynowe z łącznikami typu PP oraz innych połączeń, dopuszczonych do stosowania przez zarządzającego, których technologię montażu określono w odrębnych Dokumentacjach Techniczno-Ruchowych (DTR)

U podstaw zadań związanych z utrzymaniem sieci trakcyjnej jest dyspozytor zasilania. Jest to osoba pełniąca dyżur na stanowisku dyspozytora zasilania elektroenergetycznego. Jego obowiązkiem jest zapewnienie ciągłości dostawy energii elektrycznej do elektrycznych pojazdów trakcyjnych oraz odbiorników potrzeb nietrakcyjnych, zasilanych z podstacji trakcyjnych. Do zadań dyspozytora należy w szczególności:

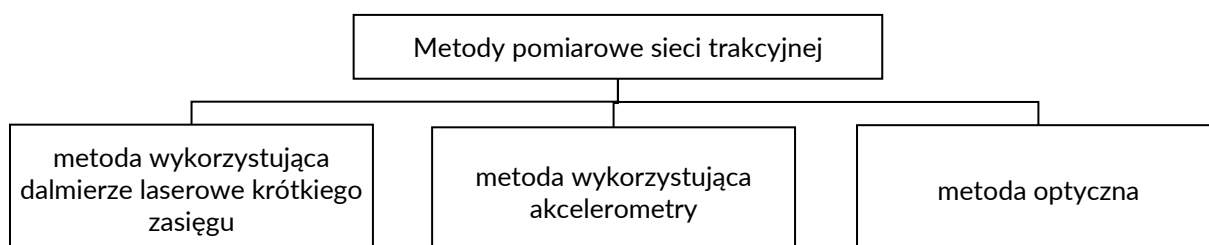
Tabela 104. Zadania dyspozytora zasilania

Zadania dyspozytora zasilania	<ol style="list-style-type: none"> 1) wydawanie poleceń na wykonanie prac awaryjnych oraz wydawanie zezwoleń na planowe prace konserwacyjne i remontowe przy urządzeniach sieci zasilania trakcji elektrycznej liniach potrzeb nietrakcyjnych zawieszonych na konstrukcjach wsporczych sieci trakcyjnej, 2) wyprawianie pociągów sieciowych i innych pojazdów do miejsc wykonania robót, 3) uzyskiwanie zamknięć torów w przypadku uszkodzeń sieci trakcyjnej, 4) współdziałanie z kierownikami brygad roboczych w zakresie bezpieczeństwa pracy przy urządzeniach sieci i zasilania oraz linii potrzeb nietrakcyjnych, zasilanych z podstacji trakcyjnych.
--------------------------------------	---

3.17.5. Metodyka pomiarów sieci trakcyjnej

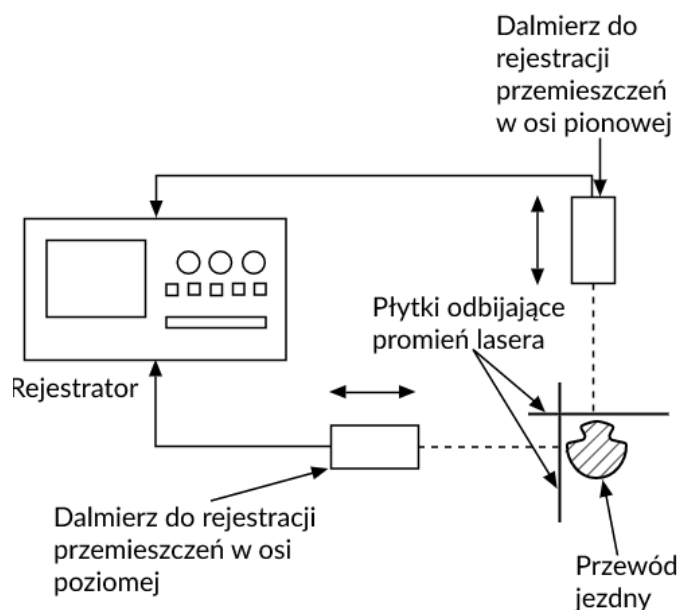
Metody pomiaru drgań górnej sieci jezdnej, polegającej na zbadaniu przebiegów drgań gasnących o charakterze oscylacyjnym sieci trakcyjnej, poszczególnych jej elementów lub ich fragmentów. Szczegółowe pomiary własności mechanicznych sieci trakcyjnej oraz jej zachowania przy różnych typach wymuszeń wymagają rozważnego wyboru metody pomiarowej, tak by uzyskane wyniki były poprawne i mogły zostać użyte do dalszych prac. Pomiary można wykonać za pomocą niżej wymienionych metod pomiarowych:

Rysunek 228. Metody pomiarowe sieci trakcyjnej



Metoda wykorzystująca dalmierze laserowe krótkiego zasięgu, wykorzystuje do pomiaru dalmierze laserowe krótkiego zasięgu połączone z układem, który rejestruje generowany przez nie sygnał napięciowy lub prądowy. Generowany przez nie sygnał napięciowy lub prądowy. Uproszczony schemat układu pomiarowego pokazano na rysunku.

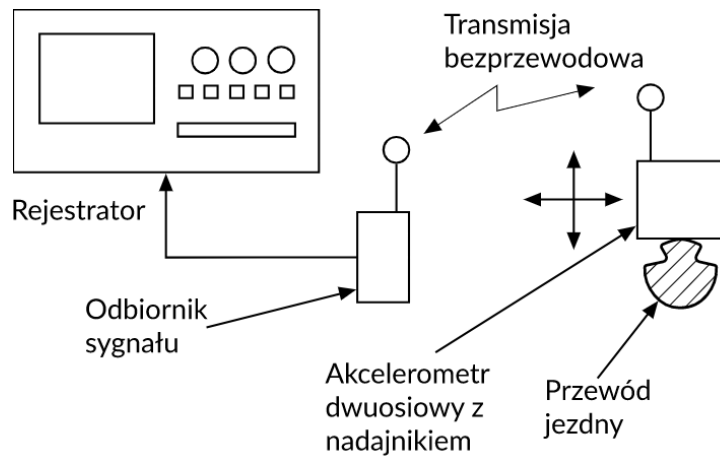
Rysunek 229. Schemat układu pomiaru drgań elementu sieci trakcyjnej



Budowa i wymagania stawiane przed układem dalmierzowym predestynują go do realizacji pomiarów w warunkach laboratoryjnych.

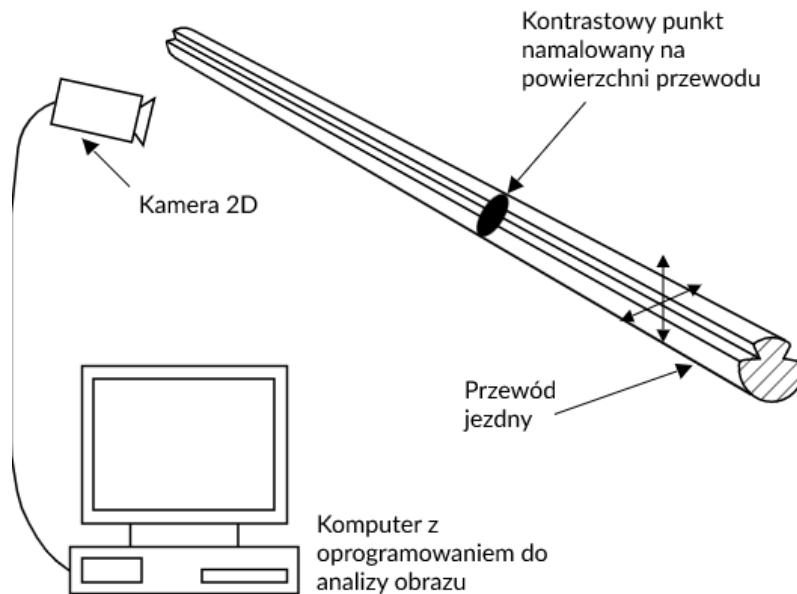
Metody wykorzystującej akcelerometrię, polegają na wykorzystaniu akcelerometru dwuosowego, który jest przymocowany do badanego elementu sieci trakcyjnej. Sygnały wyjściowe z akcelerometru (przyspieszenie) są rejestrowane, a następnie, po obróbce polegającej na usunięciu z sygnału wartości stałej poddawane dwukrotnemu procesowi całkowania, co pozwala na uzyskanie żądanych przebiegów pomiarowych, czyli przemieszczenia w obu osiach. Uproszczony schemat układu pomiarowego pokazano na rysunku.

Rysunek 230. Schemat układu pomiaru drgań elementu sieci trakcyjnej przy wykorzystaniu akcelerometru



Metoda optyczna to metoda która polega na wykorzystaniu kamery o dużej rozdzielczości oraz zaawansowanej analizie zarejestrowanego obrazu. Uproszczony schemat układu pomiarowego przedstawiono na rysunku.

Rysunek 231. Uproszczony schemat układu pomiaru drgań elementu sieci



Główną zaletą optycznej metody pomiaru jest brak ingerencji w parametry mechaniczne badanego układu, co jest nieosiągalne przy wykorzystywaniu metod wykorzystujących dalmierze laserowe i akcelerometry.

3.17.6. Zasady prowadzenia działań nadzorczych w zakresie budowy i utrzymania urządzeń zasilania kolejowego i sieci trakcyjnej

Przy budowie i odbiorach sieci trakcyjnych należy kierować się zasadami i przepisami Prawa budowlanego, przepisami TSI czy też Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 10 września 1998 r. (z późn. zm.) w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budowle kolejowe i ich usytuowanie. Podczas całego procesu inwestycyjnego, ale też po jego zakończeniu i w kontekście utrzymania urządzeń zasilania kolejowego i sieci trakcyjnej, związanego z budową lub modernizacją układów zasilania i sieci trakcyjnej należy stosować:

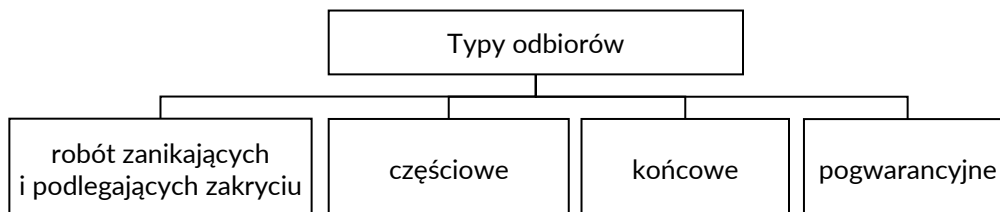
- przepisy Prawa budowlanego,
- rozporządzenia Ministra właściwego ds. infrastruktury i transportu,
- techniczne specyfikacje dla interoperacyjności systemu transeuropejskich kolei dużych prędkości,
- obowiązujące normy zharmonizowane,
- polskie normy,
- normy wskazane przez inwestora,
- standardy techniczne,
- przepisy i instrukcje służbowe,
- umowy pomiędzy zamawiającym i wykonawcą,
- zalecenia z przeprowadzonych kontroli,
- materiały i urządzenia posiadające stosowne świadectwa o dopuszczeniu do stosowania (eksploatacji),
- przepisy dotyczące ochrony środowiska,
- dokumentację projektową,
- wymagania techniczne dla wskaźników i tarcz sygnałowych.

Nadzorowi zgodnie z TSI, podlegają:

- projekt układu zasilania i sieci trakcyjnej,
- systemy jakości produkcji producenta i wykonawcy,
- wszystkie etapy budowy/modernizacji.

Nadzór ten wykonywany jest przez organ wyznaczony do kontroli i oceny zgodności budowanego obiektu z TSI (jednostka notyfikowana). Prawa, obowiązki i zakres kontroli wynikają bezpośrednio z Decyzji Komisji UE 2008/284/WE z dnia 6 marca 2008 r. (z późn. zm.) dotyczącej specyfikacji technicznej interoperacyjności podsystemu „Energia” transeuropejskiego systemu kolei dużych prędkości (TSI ENERGIA). Przeprowadzane jest badanie elementarnych części składowych, grupy części składowych, podzespołów lub zespołów wyposażenia włączonego lub przeznaczonego do włączenia do podsystemu TSI i wydawane tzw. „świadectwo zgodności z wymaganiami interoperacyjności”. Podczas robót związanych z budową układu zasilania i sieci trakcyjnej zapewniony jest nadzór projektantów. Po wykonaniu inwestycji następuje jej odbiór. Wyróżnia się następujące odbiory:

Rysunek 232. Typy odbiorów



Zakres badań pomontażowych i odbiorczych dla poszczególnych urządzeń i elementów sieci takich jak linie napowietrzne, linie kablowe, transformatory, wyłączniki itp., określony jest normą PN-E-04700 „Urządzenia i układy elektryczne w obiektach elektroenergetycznych. Wytyczne przeprowadzania pomontażowych badań odbiorczych”. Odbiorom podlegają urządzenia, obiekty, budowle, teren budowy oraz najbliższe otoczenie miejsca robót. Celem odbioru jest sprawdzenie czy urządzenia, obiekty lub elementy spełniają wymagania techniczne i inne określone w dokumentach będących podstawą wykonania robót.

Podczas nadzoru nad utrzymaniem urządzeń zasilania kolejowego i sieci trakcyjnej stosuje się kryteria oceny oraz dopuszczalne odchyłki. Przedstawiono je w tabeli.

Tabela 105. Kryteria oceny oraz dopuszczalne odchyłki w nadzorze nad utrzymaniem urządzeń zasilania kolejowego i sieci trakcyjnej

Lp	Nazwa parametru	Wartości i opisy
1.	Typ sieci oraz naciągi w przewodach jezdnych, linach nośnych	Typ sieci trakcyjnej musi spełniać wymagania dokumentacji dopuszczenia typu
2.	Maksymalna prędkość robocza sieci jezdnej	Nie może być większa, niż 70% prędkości rozchodzenia się fali mechanicznej
3.	Długość zawieszenia „Y”	Zgodnie z dokumentacją projektową i metryką typu sieci trakcyjne, dopuszczalna tolerancja +/- 50 mm
4.	Maksymalne dopuszczalne uniesienie przewodu jezdnych przez pantograf w miejscu jego podwieszenia	≤ 120 mm
5.	Udział procentowy przerw stykowych	$\leq 0,14\%$
6.	Średnia siła stykowa F_m	F_m nie większa niż $0,00097 \cdot V^2 + 70$ [N]
7.	Odchylenie standardowe przy maksymalnej prędkości linii	$\leq 0,3 F_m$
8.	Konstrukcje wsporcze	Tolerancja posadowienia konstrukcji wsporczej nie może przekraczać: W płaszczyźnie równoległej do osi toru +/- 500 mm W płaszczyźnie prostopadłej do osi toru: 0mm (w kierunku do osi toru) oraz 50 mm (w kierunku od osi toru). Odchyłki od pionu słupa przy wierzchołku +/- 20 mm. Konstrukcje wsporcze nie mogą posiadać uszkodzeń zewnętrznych warstw farby, a fundamenty nie mogą mieć pęknięć betonu lub wystających na zewnątrz prętów zbrojeniowych.
9.	Nominalna wysokość zawieszenia przewodu jezdnych	od 5080 do 5300 mm z tolerancją +/- 20mm
10.	Różnica wysokości zawieszenia przewodów jezdnych nad płaszczyzną główki szyn pomiędzy sąsiednimi punktami podwieszenia	Nie dopuszcza się zmian wysokości
11.	Pionowa odległość wysięgnika pomocniczego od powierzchni ślizgowej przewodów jezdnych	$\geq 2 \cdot S_o$ - gdzie S_o określa maksymalne uniesienie przewodu jezdnych wywołane oddziaływaniem odbieraka prądu, w miejscu podwieszenia, przy maksymalnej prędkości jazdy, jednak nie mniej niż 240 mm
12.	Ustawienie wysięgników ruchomych w zależności od temperatury otoczenia	Zgodnie z dokumentacją projektową, przy czym maksymalny kąt odchylenia wysięgnika od płaszczyzny poziomej powinien być $\leq 12^\circ$

Lp	Nazwa parametru	Wartości i opisy
13.	Dopuszczalne przemieszczenia poprzeczne zewnętrznego przewodu jezdnego pod naporem wiatru	≤ 400 mm
14.	Wysokość zawieszenia ciężarów naprężających oraz odległość między rolkami przy kotwieniu ciężarowym	Zgodnie z dokumentacją techniczną i tabela katalogową osprzętu sieci trakcyjnej
15.	Zwis liny kotwienia środkowego	Zgodnie z dokumentacją techniczną i tabela katalogową osprzętu sieci trakcyjnej, jednak nie niżej niż 300mm ponad wysokością zawieszenia przewodu jezdnego danego toru, tolerancja zwisu liny kotwienia środkowego +/- 20mm
16.	Zwis zasilacza dodatkowego lub przewodu uziemiająco - powrotnego	Zgodnie z dokumentacją techniczną, różnica wysokości w stosunku do wartości podanych w dokumentacji może przekroczyć +/- 100 mm i przewody te nie powinny się znajdować poniżej przewodów jezdnych
17.	Rozstaw wieszaków i ich ilość wzdłuż przęsła zawieszenia	Zgodnie z tabelą montażową i dokumentacja techniczną, tolerancja rozstawienia wieszaków +/- 50 mm

3.18. Opis i zasady stosowania rozwiązań niestandardowych

Do niestandardowych typów sieci trakcyjnej można zaliczyć m.in.:

- użycie tak zwanej sieci sztywnej (GSST),
- użycie tak zwanej trzeciej szyny.

Specjalnym sposobem dla górnej sieci jezdnej jest użycie tak zwanej sieci sztywnej, czyli tunelowej. Budowa tego typu sieci jest dedykowana do zastosowań w tunelach. Sieć sztywna to typ sieci, w której dowolne zmiany mocy węzłowych nie powodują zmian parametrów pracy sieci, czyli napięcia w węzłach sieci. Sieć sztywna cechuje się zwartą konstrukcją, nie wymagającą dużej przestrzeni. Głównym elementem tej sieci jest aluminiowy kształtownik, którego wysokość nie przekracza 120 mm, dzięki czemu wysokość całej konstrukcji sieci sztywnej, doliczając jej mocowanie, jest znacznie mniejsza od klasycznej linowej sieci łańcuchowej. Właściwości sieci sztywnej umożliwiają również zastosowanie tego typu rozwiązania w obiektach naziemnych, np. w halach napraw taboru. Są to często konstrukcje ruchome, składane na boczne ściany, umożliwiające bezpieczną pracę na dachu pojazdu szynowego. Ten rodzaj sieci poza kontrolą techniczną nie podlega badaniom wymaganych na szlakach kolejowych.

Sieć sztywna składa się z 11 podstawowych elementów.

Tabela 106. Elementy sieci sztywnej

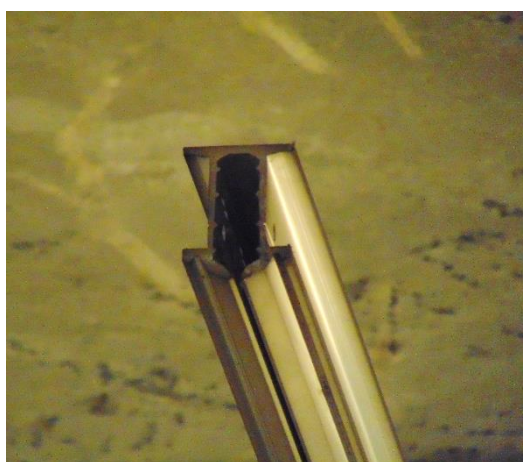
Lp.	Elementy sieci sztywnej
1.	alumiuniowa szyna prądowa o długości fabrykacyjnej 15 m i specyficznym kształcie przekroju poprzecznego. Kształt szyny umożliwia jej bezproblemowe mocowanie do konstrukcji wsporczych, jak i proste przyłączanie przewodu jezdnego
2.	łączniki do mechanicznego (i jednocześnie elektrycznego) łączenia dwóch kolejnych odcinków szyn prądowych. Łącznik składa się z kompletu aluminiowych płaskowników dociskanych śrubami do bocznych powierzchni szyn. Łączniki w niektórych wykonaniach posiadają miniaturowe wgłębienia wzdłuż powierzchni montażowych, ułatwiające dopasowanie łączników do szyn
3.	uchwyt do kotwienia środkowego sekcji szyn prądowych, mający na celu zapobieganie samoistnemu przemieszczaniu się szyn wzdłuż toru, a jednocześnie zachowanie możliwości ich swobodnego wydłużania wywołanego wzrostem temperatur. Dobór punktu mocowania ustalany jest w fazie projektowania
4.	wślizg szyny prądowej – łagodne wygięcie końcówki pojedynczej szyny, zapewniające płynne przejście pantografu z przewodów jezdnych (sieci konwencjonalnej) na szynę sztywną lub podczas przejścia na rozjazdach sieci sztywnej
5.	zacisk zasilający – służy do elektrycznego połączenia miedzianych przewodów zasilacza z szyną prądową sztywnej sieci trakcyjnej
6.	zacisk uziemiający z uchem uziemiającym – służy do podłączenia osprzętu uziemiającego w celu zapewnienia bezpieczeństwa podczas prac konserwacyjnych elementów systemu
7.	złącze kompensacyjne – kompensuje skutki wydłużenia termicznego profili aluminiowych sieci sztywnych, zapobiega zniekształceniom połączeń i powstawaniu zakłóceń we współpracy z pantografem
8.	stopniowanie szyny przewodzącej – specjalne wykonanie końcówki szyny w strefie połączenia z siecią konwencjonalną, zmniejszającą stopniowo różnicę sztywności szyny z sztywnością sieci konwencjonalnej
9.	podwieszenia szyny przewodzącej – komplet metalowych elementów (łącznie z izolatorami) do budowy konstrukcji mocującej szynę prądową do stropu tunelu lub do innego stałego obiektu
10.	izolatory do podwieszenia sieci sztywnej – elementy izolacyjno-konstrukcyjne ceramiczne lub kompozytowe do izolowania i mocowania szyny prądowej do stałego obiektu
11.	izolatory sekcyjne – urządzenia do elektrycznego podziału sieci sztywnej, współpracujące z pantografem

Sieć sztywna przy współpracy z typowymi pantografami pojazdów szynowych wymaga mniejszej wysokości konstrukcyjnej instalacji. Z tego powodu kwalifikuje się do zabudowy w niskich tunelach. Tego rodzaju sieć nie wymaga w budowie urządzeń naprężających przewody i kształtownik profilowy. Wyeliminowane są urządzenia naprężające ciężarowe a także strefa górnej sieci jezdnej. Prosta budowa wykorzystuje małą liczbę detali montażowych w odniesieniu do sieci łańcuchowej i charakteryzuje się wysoką wytrzymałością zwarciovą w odniesieniu do sieci łańcuchowej. Ponadto sieć

charakteryzuje się dłuższą żywotnością przewodów jezdnych, ze względu na dopuszczone zużycie przewodów jezdnych do 43÷50%. Sieć sztywna jest bardziej odporna na płomienie w tunelach niż sieć łańcuchowa, z tego powodu jest bezpieczniejsza w użyciu.

Sieć sztywna ze względu na swoją bezawaryjność i unikalne właściwości montażowe, jest standardem dla nowo powstających obiektów, umożliwiając redukcję rozmiarów budynków i ograniczenie nakładów inwestycyjnych.

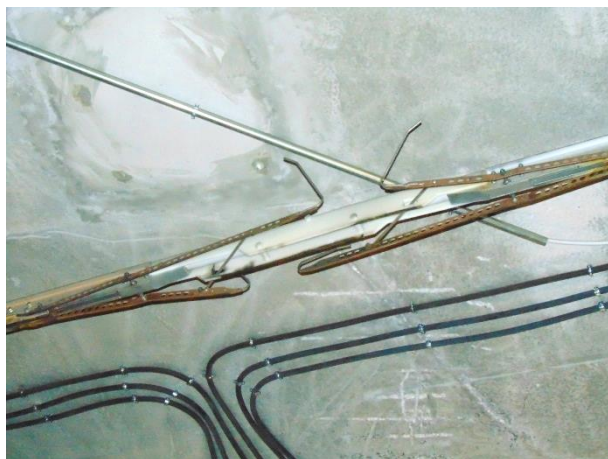
Zdjęcie 90. Przekrój poprzeczny profilu nośnego górnej sztywnej sieci trakcyjnej. Profil bez zainstalowanego drutu jezdnego



Zdjęcie 91. Widok zakończenia profilu nośnego w górnej sztywnej sieci trakcyjnej wraz z założonym drutem jezdnym w rozjeździe sieciowym



Zdjęcie 92. Widok z dołu izolatora sekcyjnego w górnej sztywnej sieci trakcyjnej



Zdjęcie 93. Widok podwieszenia górnej sztywnej sieci trakcyjnej



Zdjęcie 94. Widok połączeń prądowych w górnej sztywnej sieci trakcyjnej do odłącznika sekcyjnego



Kolejnym niestandardowym rozwiązaniem jest tzw. „trzecia szyna”. Jest to forma zasilania dolnego pociągów elektrycznych. Stanowi ją dodatkowa szyna umieszczona wzdłuż toru kolejowego i znajdująca się pod napięciem. **Trzecia szyna** to sztywny przewód elektryczny sieci jezdnej wykonany z metalowego kształtownika i zazwyczaj ułożony prawie na tym samym poziomie co szyny jezdne. forma zasilania dolnego pociągów elektrycznych. Stanowi ją dodatkowa szyna umieszczona wzdłuż toru kolejowego i znajdująca się pod napięciem. Zazwyczaj używa się jej w szybkich kolejach miejskich prowadzonych we własnych korytarzach, całkowicie lub prawie całkowicie wydzielonych od przestrzeni zewnętrznej.

3.19. Przykładowe nieprawidłowości stwierdzone w trakcie kontroli utrzymania urządzeń zasilania kolejowego, sieci trakcyjnej

Do najczęściej występujących nieprawidłowości stwierdzanych w trakcie kontroli utrzymania urządzeń zasilania kolejowego, sieci trakcyjnej można wyszczególnić:

Tabela 107. Wykaz najczęściej występujących nieprawidłowości w zakresie zasilania kolejowego, sieci trakcyjnej

Lp.	Nazwa zagrożenia	Źródło zagrożenia
1.	Niewłaściwe utrzymanie sieci trakcyjnej/urządzeń elektroenergetycznych	<ul style="list-style-type: none"> - Uszkodzenie sieci trakcyjnej skutkujące upływem prądu do innych uziemionych obiektów lub do gruntu - Uszkodzenie sieci i urządzeń elektroenergetycznych skutkujące porażeniem prądem elektrycznym
2.	Zerwanie sieci jezdnej	<ul style="list-style-type: none"> - Zerwanie sieci jezdnej przez działanie osób trzecich - Zerwanie sieci jezdnej przez siły natury - Zerwanie sieci jezdnej przez pojazd drogowy - Uszkodzenie sieci jezdnej w wyniku przejazdu pociągu z przekroczoną skrajnią
3.	Obniżenie sieci jezdnej	<ul style="list-style-type: none"> - Obniżenie sieci jezdnej przez działanie osób trzecich - Obniżenie sieci energetycznej przez siły natury
4.	Uszkodzenie elementów jezdnej	<ul style="list-style-type: none"> - Uszkodzenie elementów sieci jezdnej na skutek działania osób trzecich - Uszkodzenie elementów sieci jezdnej na skutek działania siły natury - Uszkodzenie sieci jezdnej przez pojazd drogowy
5.	Utrzymanie sieci powrotnej	<ul style="list-style-type: none"> - Uszkodzenia sieci powrotnej - Niewłaściwe parametry uszynienia obiektów (kładki, mosty, wiadukty, elementy srk i eor) - odprowadzających prądy błądzące - Niewłaściwe działanie urządzeń ochrony ziemnozwarciowej - Niewłaściwe wyłączenie prądów zwarć w sieci trakcyjnej

Lp.	Nazwa zagrożenia	Źródło zagrożenia
6.	Brak ciągłości zasilania	<ul style="list-style-type: none"> - Niedostosowanie zainstalowanych urządzeń do potrzeb zasilania na odcinku zasilania - Nieprawidłowa technologia montażu urządzeń - Błędna konfiguracja układu zasilania (niedostosowanie odległości podstacji, niewłaściwe typu i liczby zespołów prostownikowych, niedostosowane przekroje sieci trakcyjnej) - Niedostosowanie parametrów obciążeń (prąd, napięcie) w stosunku do wartości znamionowych układu zasilania - Nieprawidłowe nastawy wyłączników szybkich - Brak możliwości ograniczenia spadków napięć w układzie zasilania - Przeciążenia obwodów/przebiecia wpływające na izolację obwodów - Eksploatacja systemu niezgodna z przyjętymi założeniami ruchowymi, wynikającymi z symulacji układu zasilania - Awarie urządzeń i systemów zasilania lub systemów wpływających na zasilanie - Utrzymanie systemu niezgodne z procedurami wewnętrznymi i planem utrzymania - Nieprzestrzeganie cykli przeglądowych urządzeń elektroenergetycznych - Niedopasowanie zasad utrzymania w cyklu życia podsystemu wpływające na pogorszenie parametrów zasilania
7.	Brak zachowania zgodności technicznej i bezpiecznej integracji wewnątrz podsystemu Energia	<ul style="list-style-type: none"> - Błędne założenia projektowe przyjęte dla układu zasilania i sieci trakcyjnej - Wzajemne niedostosowanie elementów podsystemu Energia (w tym zabudowa innych urządzeń niż założono, odstępianie od wydanych warunków zabudowy) - Błędy przy realizacji prac, błędy eksploatacji i utrzymania wpływające na bezpieczną integrację podsystemu Energia - Brak badań i sprawdzeń współdziałania sieci trakcyjnej i układu zasilania - Nieskoordynowanie działań z zarządcą infrastruktury lub wykonawcą odpowiadającym za zabudowę sieci trakcyjnej, niekoordynowanie działań z zarządcą infrastruktury w obszarze eksploracji i utrzymania
8.	Brak zachowania zgodności technicznej i bezpiecznej integracji układu zasilania z systemem kolejowym	<ul style="list-style-type: none"> - Założenia projektowe pomijające zakładane parametry taboru oraz rozkład jazdy - Założenia projektowe pomijające otoczenie systemu kolejowego w którym realizowana jest przebudowa układu zasilania - Niedostosowanie zasad eksploatacji do warunków panujących na linii kolejowej po przebudowie podsystemu Energia, Infrastruktura, Sterowanie

Zakończenie

Zaprezentowany Poradnik stanowi kompendium wiedzy dotyczącej infrastruktury kolejowej, który zawiera kluczowe aspekty jej budowy i eksploatacji. Poradnik przeznaczony jest dla inspektorów zatrudnionych w Urzędzie Transportu Kolejowego. Forma, struktura i sposób prezentacji treści Poradnika ma na celu wyjaśnić wszelką niezbędną tematykę wynikającą z uwarunkowań konstrukcji, parametrów technicznych, wymagań eksploatacyjnych, wytycznych projektowych infrastruktury kolejowej oraz układów zasilania elektroenergetyki kolejowej sieci trakcyjnej.

Poradnik uwzględnia także zagadnienia ujęte w szkoleniach na stanowisko: toromistrza oraz elektroenergetyka w zakresie sieci trakcyjnej (łącznie z zagadnieniami w tym zakresie ujętymi w szkoleniu SEP E+D+ oraz SPE E+D+).

Poradnik składa się z trzech kluczowych rozdziałów:

- I. Budowa i eksploatacja infrastruktury kolejowej;
- II. Budowa i eksploatacja rozjazdów kolejowych i skrzyżowań torów kolejowych;
- III. Układy zasilania elektroenergetyki kolejowej sieci trakcyjnej.

Zaprezentowane treści powinny posłużyć użytkownikom w lepszym zrozumieniu szerokiej i złożonej tematyki związanej z infrastrukturą kolejową. W Poradniku wykorzystano szereg rysunków oraz zdjęć, które pozwalają dobrze zobrazować omawiane zagadnienia. Bogata i atrakcyjna szata graficzna, składająca się z ilustracji, wykresów, zdjęć i tabel ułatwia odnajdywanie poszukiwanych informacji. Poradnik zaopatrzone jest w spis treści, wykaz rysunków, wykaz tabel, wykaz zdjęć, słownik najważniejszych pojęć oraz indeks rzeczowy. Indeks rzeczowy na końcu Poradnika jest opracowany bardzo szczegółowo i jego celem jest ułatwić użytkownikom odnajdywanie poszczególnych obszarów tematycznych niniejszego Poradnika.

Słownik najważniejszych pojęć użytych w Poradniku

- 1) Autoryzacja - dokument potwierdzający ustanowienie przez zarządcę infrastruktury systemu zarządzania bezpieczeństwem oraz zdolność spełniania przez niego wymagań niezbędnych do bezpiecznego projektowania, eksploatacji i utrzymania infrastruktury kolejowej. Prezes UTK wydaje autoryzację bezpieczeństwa na wniosek zarządcy infrastruktury kolejowej na okres 5 lat i na wniosek zarządcy infrastruktury przedłuża jej ważność co 5 lat;
- 2) Badanie techniczne - zespół działań mający na celu określenie stanu technicznego elementów nawierzchni polegający na ocenie wizualnej i specjalistycznych pomiarach;
- 3) Bocznica kolejowa - wyznaczona przez zarządcę infrastruktury droga kolejowa, połączona bezpośrednio lub pośrednio z linią kolejową, służąca do wykonywania czynności ładunkowych, utrzymaniowych lub postoju pojazdów kolejowych albo przemieszczania i włączania pojazdów kolejowych do ruchu po sieci kolejowej;
- 4) Defektoskopia szyn - ciągłe badania szyn metodą ultradźwiękową za pomocą ręcznych defektoskopów szynowych lub wagonów defektoskopowych; badania defektoskopowe szyn mają na celu wykrywanie wad powstających w szynach i złączach szynowych zgrzewanych i spawanych oraz ocenę ich szkodliwości;
- 5) Diagnostyka elementów nawierzchni - służy określeniu ich stanu technicznego, zużycia oraz ustaleniu ewentualnego zakresu robót niezbędnych do wykonania dla prawidłowego utrzymania toru;
- 6) Diagnostyka sieci trakcyjnej - zespół czynności polegający na zebraniu informacji i ocenie aktualnego stanu technicznego, a w konsekwencji przedstawienie prognozy stanu technicznego sieci trakcyjnej, na podstawie której można określić cykle utrzymaniowe oraz wyeliminować mogące wystąpić uszkodzenia;
- 7) Długość przejazdu kolejowo-drogowego - odcinek drogi ograniczony z dwóch stron rogatkami, a w przypadku ich braku - odcinek drogi, którego punkty krańcowe są wyznaczone odległością 4 m od każdej ze skrajnych szyn;

- 8) Dobór – komplet wyprodukowanych podrozdnic strunobetonowych;
- 9) Drezyna pomiarowa to pojazd o własnym napędzie, wyposażony w dodatkowy wózek do pomiaru szerokości toru, nierówności poziomych, nierówności pionowych i różnicy wysokości toków szynowych wraz z rejestracją prędkości;
- 10) Droga rozjazdowa (droga zwrotnicowa) – wybrane połączenie lub połączenia torów w głowicy rozjazdowej, umożliwiające przejazd pojazdów szynowych pomiędzy określonymi torami;
- 11) Dworzec kolejowy - obiekt budowlany położony przy linii kolejowej, w którym znajdują się pomieszczenia przeznaczone do obsługi podróżnych korzystających z transportu kolejowego. Proces udostępniania przewoźnikom stacji pasażerskich przebiega na zasadach ogólnych określonych dla wszystkich obiektów infrastruktury usługowej;
- 12) Falistomierz - przyrząd służący do pomiaru falistości szyny; identyfikacja i ocena nierówności profilu podłużnego szyny przyczynia się wpływu na zużycie i komfort jazdy;
- 13) Głowica rozjazdowa – grupa rozjazdów, skrzyżowań torów oraz elementów pośrednich tworzących połączenia pomiędzy torami, zlokalizowana w obrębie posterunku ruchu, o określonych parametrach geometrycznych i konstrukcyjnych;
- 14) Gradient szerokości toru – wartość zmiany szerokości toru na długości 1 m, która wyrażana jest w [mm/m];
- 15) Iloczyn ruchu – iloczyn liczby pojazdów drogowych i pociągów przejeżdżających przez przejazd kolejowo-drogowy w ciągu doby;
- 16) Infrastruktura kolejowa - linie kolejowe oraz inne budowle, budynki i urządzenia wraz z zajętyymi pod nie gruntami, usytuowane na obszarze kolejowym, przeznaczone do zarządzania, obsługi przewozu osób i rzeczy, a także utrzymania niezbędnego w tym celu majątku zarządcy infrastruktury;
- 17) Izolator sekcyjny – służy do izolowania dwóch części tego samego odcinka naprężenia przy zachowaniu możliwości swobodnego przejścia odbieraka prądu;
- 18) Jazda „na ostrze” – przejazd pojazdu szynowego przez zwrotnicę od strony iglic;
- 19) Jazda „z ostrza” – przejazd pojazdu szynowego przez zwrotnicę od strony krzyżownicy;

- 20) Jazda widełkowa – przejazd pojazdu szynowego przez zwrotnicę od strony iglic w przypadku, gdy żadna z nich nie dolega do opornicy; jazda taka skutkuje najczęściej wykolejeniem taboru i zniszczeniem zwrotnicy;
- 21) Kabina sekcyjna - kabiny rozmieszczone pomiędzy podstacjami w celu zasilenia i równoległego połączenia sieci trakcyjnej oraz zapewnienia zabezpieczenia, separacji, zasilania pomocniczego;
- 22) Kolej wąskotorowa – kolej, której szyny mają rozstaw mniejszy niż normalny (tj. 1435 mm);
- 23) Kolejowe obiekty inżynierskie – występujące w miejscach przechodzenia linii kolejowej przez tereny o intensywnym zagospodarowaniu przestrzennym oraz przeszkody wodne i terenowe; są nimi: most, wiadukt, przejście pod torami, przepust, tunel liniowy, kładka dla pieszych, ściana oporowa;
- 24) Kompensacja sieci - utrzymanie stałego naciągu przewodów za pomocą urządzeń naprężających;
- 25) Konserwacja drogi kolejowej – obejmuje usuwanie usterek oraz wykonywanie drobnych napraw nawierzchni i podtorza kolejowego;
- 26) Krzywa przejściowa - krzywa stosowana w projektowaniu dróg i linii kolejowych w celu uzyskania płynnego przejścia między odcinkiem prostym i łukiem;
- 27) Łączenie szynowe podparte – miejsce łączenia znajduje się na linii przylegania dwóch zbliżonych do siebie podkładów drewnianych;
- 28) Łączenie szynowe wiszące – miejsce łączenia znajduje się mniej więcej w środku odległości między podkładami;
- 29) Łubki – służą do łączenia szyn; stalowe elementy cztero- lub sześciootworowe, służące do połączenia dwóch końców odcinków szyn. Na każdym łączeniu występują w dwóch sztukach (po obu stronach szyjek);
- 30) Łuk poziomy – złożony z łuku o stałym promieniu oraz najczęściej także krzywych przejściowych na początku i końcu łuku; stosowany w celu uniknięcia gwałtownych zmian przyspieszenia odśrodkowego; minimalny dopuszczalny promień łuku poziomego zależy od kategorii linii i warunków miejscowych;
- 31) Metryka – dokumentacja techniczno-eksploatacyjna przejazdu kolejowo-drogowego lub przejścia;

- 32) Naprawa bieżąca – służy utrzymaniu sprawności technicznej i zapobieganiu degradacji nawierzchni na skutek wymiany pojedynczych elementów nawierzchni oraz prowadzenia robót wydłużających jej trwałość;
- 33) Nawierzchnia bezpodsypkowa – nawierzchnia, w której stabilizacja układu geometrycznego toru oraz przenoszenie obciążeń stałych oraz ruchomych wywołanych ruchem pojazdów, na podtorze lub obiekty inżynieryjne odbywa się bez udziału podsypki;
- 34) Nawierzchnia kolejowa – konstrukcja przystosowana do przenoszenia na grunt obciążeń stałych i ruchomych związanych z ruchem pojazdów kolejowych, składająca się z toru lub rozjazdu, po którym poruszają się pojazdy kolejowe, elementów podporowych, elementów przytwierdzających i łączących oraz podsypki;
- 35) Nierówności pionowe – mierzone na powierzchni tocznej odchylenie pionowe szyny od linii odniesienia, którą jest cięciwa między punktami styczności kół skrajnych pojazdu pomiarowego z szyną;
- 36) Nierówności toków szynowych w płaszczyźnie pionowej – mierzone na powierzchni tocznej odchylenie pionowe szyny od linii odniesienia, którą jest cięciwa pomiędzy punktami styczności kół skrajnych pojazdu pomiarowego z szyną na bazie 10 m;
- 37) Nierówności toków szynowych w płaszczyźnie poziomej – są określane przez pomiar strzałki odchylenia poziomego toru na bazie 10 m dla każdego toku szynowego oddzielnie;
- 38) Niwelacja – określenie geodezyjne wyznaczania różnic wysokości między mierzonymi punktami terenowymi;
- 39) Niweleta toru – przebieg osi toru w rzucie na płaszczyznę pionową;
- 40) Obrys referencyjny (profil referencyjny) – obrys właściwy dla każdego typu skrajni, stanowiący wspólną podstawę do opracowania zasad wymiarowania infrastruktury oraz taboru;
- 41) Odcinki oddychające – końcowe odcinki toru bezstykowego, na długości których (w prawidłowo utrzymanym torze) występują zmiany długości szyny wywołane zmianami temperatury;

- 42) Odmiany skrajni budowli – skrajnie budowli różniące się wielkością dodatków przestrzennych jakie zostały uwzględnione do obrysu referencyjnego;
- 43) Pikietaż projektowy – określenie na planie sytuacyjnym lokalizacji punktów charakterystycznych układu geometrycznego w nawiązaniu do odległości od przyjętego punktu początkowego; wyznaczany dla każdego z projektowanych torów oraz połączeń torów niezależnie;
- 44) Plan schematyczny – graficzny szkic na płaszczyźnie przedstawiający położenie kolejowych szczegółów sytuacyjnych i urządzeń technicznych, narysowanych za pomocą umownych oznaczników; opracowywany dla wszystkich posterunków ruchu i punktów ekspedycyjnych, przystanków osobowych i bocznic;
- 45) Pociąg – skład wagonów lub innych pojazdów kolejowych sprzęgniętych z czynnym pojazdem trakcyjnym albo pojazd trakcyjny osygnalizowany i przygotowany do jazdy lub znajdujący się w drodze;
- 46) Podkłady – zapewniają utrzymanie odpowiedniej szerokości toru, czyli utrzymują przymocowane do nich za pomocą przytwierdzeń szyny w odpowiedniej odległości;
- 47) Podmioty zwolnione z obowiązku uzyskania certyfikatu bezpieczeństwa i autoryzacji bezpieczeństwa – zarządcy infrastruktury i przewoźnicy prowadzący działalność na kolei wąskotorowej itp.;
- 48) Podrozdniczka - zbliżona budową do standardowych podkładów, lecz są od nich odpowiednio dłuższe, tak że rozchodzące się tory rozjazdu spoczywają parami na podrozdnicach;
- 49) Podsypka - warstwa sypkiego gruboziarnistego kruszywa kamiennego o średnicy ziaren w przedziale [31,5 mm; 63,0 mm] i ostrych krawędziach;
- 50) Podtorze – kolejowa budowla geotechniczna wykonana jako nasyp lub przekop wraz z urządzeniami ją zabezpieczającymi, ochraniającymi i odwadniającymi podlegającą oddziaływaniom eksploatacyjnym, wpływom klimatycznym oraz wpływom podłoża gruntowego zalegającego bezpośrednio pod podtorzem i w jego najbliższym otoczeniu; Do podtorza zaliczamy nasypy, przekopy (wykopy), budowle odwadniające oraz związane z nimi budowle inżynierskie, jak mury oporowe, przepusty itd.;

- 51) Podtorze mające wady - podtorze posiadające zmniejszoną przydatność do eksploatacji lub też jest całkowicie nieprzydatne do eksploatacji w wyniku zbyt dużych odkształceń tej budowli, jej uszkodzeń, zmian wymagań itp.;
- 52) Podwójne uszynienia - dwa oddzielne uszynienia niezależnie przyłączone do tego samego toku szyny, które są przewidywane dla: (1) konstrukcji wsporczych ustawionych poza terenem kolejowym, ustawionych na peronach lub w innych miejscach na terenie kolejowym, do którego jest dostęp dla osób jest normalnie dozwolony; (2) konstrukcji wsporczych, na których mocowane są odłączniki, rozłączniki sieciowe oraz ich napędy lub odgromniki; (3) bramek, z tym że uszynie należy jeden słup bramki w miarę możliwości do najbliższego zelektryfikowanego toru. Jeżeli na jednym ze słupów bramki jest zamontowany odłącznik lub rozłącznik, to należy uszynie ten słup bramki; (4) konstrukcji wsporczych, na których mocowane są semafony i tarcze ostrzegawcze;
- 53) Pojazd diagnostyczny DP-560.00 - posiada system pomiarowy zapewniający pomiar geometrii toru i szyny, wideo inspekcję, skaning elementów infrastruktury, pomiar parametrów sieci trakcyjnej, pomiar przyspieszeń na maźnicach (oddziaływanie dynamiczne) i pomiar torowych urządzeń oddziaływania pociągu (pomiar elektromagnesów SHP);
- 54) Połączenie torów - budowla wykonana z użyciem rozjazdów/ skrzyżowań torów oraz odcinków pośrednich ułożonych pomiędzy lub stycznych do rozjazdów/ skrzyżowań torów, umożliwiająca przejazd pojazdów szynowych pomiędzy określonymi torami posterunku ruchu;
- 55) Półsamoczynny system przejazdowy - system przejazdowy, w którym urządzenia zabezpieczenia ruchu na przejeździe kolejowo-drogowym są sterowane ręcznie przez pracownika obsługi;
- 56) Proces diagnostyczny - działalność związana z planowaniem, przygotowaniem, realizacją badań, pomiarów i kontroli, analizą techniczną elementów konstrukcyjnych nawierzchni, podtorza i obiektów inżynierskich, oceną ich stanu technicznego oraz formułowaniem wniosków dotyczących warunków eksploatacyjnych;

- 57) Profil podłużny linii kolejowej - podstawa dla ukształtowania toru w płaszczyźnie pionowej; profil podłużny trasy jest wykonywany w skali skażonej, co oznacza, że skala pionowa jest inna niż skala pozioma; zawiera przekrój podłużny terenu (z naniesionymi różnego rodzaju przeszkodami) oraz tzw. niweletę toru, czyli przebieg osi toru w rzucie na płaszczyznę pionową;
- 58) Profilomierz - urządzenie wykorzystywane jest do trzyparametrowego badania geometrii przekroju poprzecznego kół kolejowych, dla których wyznaczane są parametry: wysokości obrzeża O_w , grubości obrzeża O_g , pochylenia boku obrzeża qR ; służą do sprawdzania poprawności pracy tokarek kołowych i podtorowych, do pomiaru parametrów geometrycznych obrzeży kół zestawów kołowych wagonów i lokomotyw oraz do dokumentowania jakości profilu nowych zestawów kołowych lub profilu zestawów po regeneracji; niezbędny element diagnostyki pojazdów trakcyjnych zapewniający wczesne wykrywanie nadmiernego zużycia kół;
- 59) Przechyłka - różnica wysokości toków szynowych w łukach w jednym przekroju toru w płaszczyźnie pionowej;
- 60) Przejazd kolejowo-drogowy - jednopoziomowe skrzyżowanie toru kolejowego z drogą publiczną, inne niż przejście;
- 61) Przejazd kolejowo-drogowy obsługiwany z odległości - przejazd kolejowo-drogowy, w którym miejsce obsługi jest oddalone od osi przejazdu kolejowo-drogowego ponad 60 m, mierząc wzdłuż osi toru, lub nie jest zachowana widoczność z miejsca obsługi;
- 62) Przejście kolejowe - skrzyżowanie w jednym poziomie chodnika z torem przeznaczone wyłącznie dla ruchu pieszego, rowerowego lub pieszego i rowerowego;
- 63) Przewody jezdne - podstawowy element konstrukcji sieci trakcyjnej, bezpośrednio współpracujący z odbierakami prądu elektrycznych pojazdów trakcyjnych;
- 64) Przęsło buforowe - przęsło toru klasycznego przylegające bezpośrednio do toru bezstykowego;

- 65) Przyrząd wyrównawczy (dylatacyjny) - konstrukcja stanowiąca część nawierzchni kolejowej, umożliwiająca względny przesuw dwóch przyległych szyn, przy zachowaniu prawidłowego prowadzenia i podparcia zestawu kołowego;
- 66) Przytwierdzenie bezpośrednie - szyna jest układana bezpośrednio na podkładzie i bezpośrednio do niego przytwierdzana lub w których między szyną a podkładem umieszczana jest stalowa podkładka, a element mocujący szynę do podkładki jest równocześnie elementem mocującym podkładkę do podkładu;
- 67) Przytwierdzenia pośrednie - między szyną a podkładem umieszczana jest podkładka, gdzie inne elementy mocują szynę do podkładki, a inne - podkładkę do podkładu;
- 68) Punkty stałe - służą do prowadzenia prostej odniesienia, wobec której wykonywany jest pomiar odległości do punktu bazowego na szynie;
- 69) Rampa przechyłkowa - odcinek przejściowy o zmiennej przechyłce stosowany na toku zewnętrznym toru kolejowego;
- 70) Rogatka - zespół urządzeń złożony z napędu rogatekowego i drąga rogatekowego zamykający ruch drogowy na przejeździe kolejowo-drogowym lub przejściu;
- 71) Rozjazd - specjalna konstrukcja wielotorowa wykonywana z szyn, kształtowników stalowych oraz innych elementów, umożliwiająca przejazd pojazdów kolejowych z jednego toru na drugi z określoną prędkością;
- 72) Rozjazd podstawowy - rozjazd, którego konstrukcja umożliwia jego wygięcie według ściśle określonych, zależnych od siebie promieni, zarówno w torze zasadniczym jak i odgałęźnym; w wyniku wygięcia z rozjazdu podstawowego powstaje rozjazd łukowy;
- 73) Rozprucie - przestawienie iglic obrzeżami kół w wyniku jazdy taboru z ostrza przy nieprawidłowym ustawieniu zwrotnicy;
- 74) Rozprucie rozjazdu - najechanie taborem kolejowym z ostrza na niewłaściwie ustawiony rozjazd z napędem rozpruwalnym;
- 75) Rozprucie zwrotnicy - przejazd pojazdu szynowego przez zwrotnicę torem od strony krzyżownicy, w momencie gdy zwrotnica przestawiona jest na jazdę po drugim torze. Wtedy zwrotnica zostaje przestawiona przez koła przejeżdżającego pojazdu, a żadna z iglic nie dotyka szyn;

- 76) Rozpruwalne zamknięcie hakowe - oznacza, że przy jeździe po zwrotnicy nastawionej do innej jazdy, zwrotnica może być przestawiona przez koła pojazdu podczas ruchu w kierunku „z ostrza” (od krzyżownicy ku zwrotnicy) bez uszkodzenia konstrukcji zamknięcia nastawczego;
- 77) Rozstaw - odległość między wewnętrznymi powierzchniami główek szyny i mierzony jest 14 mm poniżej górnej powierzchni szyn;
- 78) Samoczynny system przejazdu - system przejazdu, w którym urządzenia zabezpieczenia ruchu na przejeździe kolejowo-drogowym są sterowane samoczynnie przez jadący pociąg lub inny system sterowania ruchem kolejowym;
- 79) Sekcjonowanie sieci trakcyjnej w infrastrukturze kolejowej - podział elektryczny sieci jezdnej, w wyniku którego spełnione są wymagania technologiczne dotyczące ruchu pociągów;
- 80) Sieć jezdna - zespół przewodów zawieszonych nad torem służący do doprowadzenia energii do pojazdu trakcyjnego, składa się z liny nośnej oraz przewodu jezdny. Przewód jezdny podwieszony jest na linie nośnej za pomocą wieszaków. Przewód jezdny zawieszony jest na wysokości nominalnej 5,6 m;
- 81) Sieć łańcuchowa skompensowana - sieć jezdna, w której naciągi w linie nośnej lub linach nośnych oraz w przewodzie jezdny lub przewodach jezdnych w zależności od jej typu są stałe i niezależne od temperatury otoczenia;
- 82) Sieć nieskompensowana - sieć, w której wszystkie przewody (Ln i Dj), są zakotwione na stałe na obu końcach odcinka naprężenia;
- 83) Sieć powrotna - część sieci trakcyjnej złożona z szyn kolejowych oraz ich połączeń elektrycznych (łączników) przewodzących prąd trakcyjny; stanowi jeden obwód elektryczny, który może zawierać następujące przewody elektryczne wzdłużne, połączenia poprzeczne i elementy składowe: szyny jezdne, przewód uziemiająco-powrotny lub przewód uziemiający i przewód powrotny, kable lub przewody powrotne łączące szyny jezdne, przewody powrotne lub uziemiająco-powrotne z szyną powrotną podstacji trakcyjnej, połączenia poprzeczne, łączniki impedancyjne, booster transformatory;
- 84) Sieć półskompensowana - sieć jezdna, w której tylko naciąg w przewodzie jezdny (przewodach jezdnych) jest stały i niezależny od temperatury, a lina

nośna jest z obu końców odcinka naprężenia zakotwiona na stałe bezpośrednio do konstrukcji wsporczej;

- 85) Sieć sztywne - typ sieci, w której dowolne zmiany mocy węzłowych nie powodują zmian parametrów pracy sieci, czyli napięcia w węzłach sieci; cechuje się zwartą konstrukcją, nie wymagającą dużej przestrzeni; głównym elementem tej sieci jest aluminiowy kształtownik, którego wysokość nie przekracza 120 mm, dzięki czemu wysokość całej konstrukcji sieci sztywnej, doliczając jej mocowanie, jest znacznie mniejsza od klasycznej linowej sieci łańcuchowej;
- 86) Sieć trakcyjna - składowa trakcji elektrycznej; zespół szyn i przewodów, których zadaniem jest bezpośrednio zasilanie energią elektryczną taboru kolejowego o napędzie elektrycznym; składa się z sieci napowietrznej - jezdnej oraz sieci powrotnej;
- 87) Skos rozjazdu - w rozjeździe podstawowym tangens kąta zawartego pomiędzy styczną do osi toru odgałęźnego, wyznaczoną na końcu rozjazdu, a osią toru zasadniczego; wyrażony w postaci ułamka, w którym licznik jest zawsze liczbą 1, np. 1:9, 1:12, 1:14, 1:18,5 itp.; w rozjazdach łukowych skos rozjazdu nie ulega zmianie w stosunku do rozjazdu podstawowego;
- 88) Skrajnia budowli - wolna przestrzeń określona linią wyznaczającą minimalne odległości pomiędzy pojazdem kolejowym a obiektami i urządzeniami infrastruktury kolejowej, niezbędne dla zapewnienia bezpiecznego i bezkolizyjnego prowadzenia ruchu pojazdów kolejowych;
- 89) Skrajnia taboru kolejowego - skrajnia, której nie mogą przekraczać wymiary pojazdów szynowych;
- 90) Skrzyżowanie - przecięcie linii kolejowej lub bocznic kolejowej z drogą;
- 91) Skrzyżowanie torów (w jednym poziomie) - specjalna konstrukcja wielotorowa wykonywana z szyn, kształtowników stalowych oraz innych elementów, umożliwiająca przejazd pojazdów kolejowych po przecinających się torach z określoną prędkością;
- 92) Skrzyżowanie wielopoziomowe - skrzyżowanie, na którym droga przechodzi nad albo pod linią kolejową lub bocznicą kolejową;

- 93) Spokojność jazdy – jazda pociągu po torze kolejowym, którego parametry geometryczne dla określonej prędkości nie powodują drgań na skutek przyspieszeń wpływających niekorzystnie na pasażera;
- 94) Stacja pasażerska - szczególny przykład obiektu infrastruktury usługowej obejmujący dworzec kolejowy lub perony wraz z infrastrukturą umożliwiającą pasażerom dotarcie do peronów;
- 95) Strefa zagrożenia - przestrzeń po obu stronach toru, w której może powstać niebezpieczeństwo dla osób uprawnionych, pracujących w tej strefie, wywołane ruchem pojazdów szynowych;
- 96) Strzałkomierz (lub sprzęt geodezyjny, lub inny sprzęt) - służy do kontroli strzałek; metoda pomiaru strzałek na stałej cięciwie o długości zależnej od typu rozjazdu jest stosowana do kontroli krzywizny;
- 97) Suwmiarka - stosowana do wykonywania różnego rodzaju pomiarów, w tym pomiarów długości, średnicy oraz grubości;
- 98) System przejazdowy – system zainstalowany na przejeździe kolejowo-drogowym, zapewniający sterowanie i kontrolę sprawności dla urządzeń zabezpieczenia ruchu wchodzących w jego skład;
- 99) Szerokość (prześwit) toru - odległość między wewnętrznymi powierzchniami szyn mierzona 14 mm poniżej ich powierzchni tocznej;
- 100) Szerokość przejazdu kolejowo-drogowego – szerokość korony drogi na przejeździe kolejowo-drogowym;
- 101) Szyny kolejowe - podstawowy, najwyżej położony element konstrukcyjny nawierzchni kolejowej, bezpośrednio związany ze spokojnością i bezpieczeństwem jazdy;
- 102) Ślizgacz - część, która odpowiada za bezpośrednią współpracę z przewodem jezdnyim sieci trakcyjnej;
- 103) Środek geometryczny rozjazdu – punkt przecięcia stycznych do osi torów poprowadzonych z początku i końca rozjazdu;
- 104) Świadectwo bezpieczeństwa - dokument potwierdzający zdolność bezpiecznego prowadzenia ruchu kolejowego i wykonywania przewozów kolejowych

- wydawany podmiotom zwolnionym z obowiązku uzyskania certyfikatu bezpieczeństwa i autoryzacji bezpieczeństwa;
- 105) Technologia wykonywanych napraw – ogół informacji o metodach, środkach, sposobach mechanizacji, automatyzacji i realizacji procesów roboczych; metoda działań technicznych, z której wynikają kwalifikacje wykonawców robót, typ wyposażenia (np. wykorzystywane maszyny, narzędzia), rodzaj potrzebnych zasobów (np. materiały, prefabrykaty) oraz procesy robocze i kolejność ich realizacji;
- 106) Temperatura neutralna – temperatura, przy której w szynie nie występują naprężenia (czyli panuje stan beznaprężeniowy);
- 107) Temperatura przytwierdzenia – temperatura, w której następuje dokręcenie (zapięcie) przytwierdzeń;
- 108) Temperatura układki – temperatura szyn zmierzona termometrem szynowym bezpośrednio po rozładunku szyn i umieszczeniu ich na podkładach, ale przed ich przytwierdzeniem;
- 109) Teodolit – sprzęt przeznaczony głównie do wyznaczania pionowości, tyczenia linii prostych, wyznaczania kątów i spadków;
- 110) Terminal towarowy – obiekt budowlany lub zespół obiektów budowlanych obejmujący drogę kolejową, umożliwiający załadunek lub rozładunek wagonów lub integrację różnych rodzajów transportu w zakresie przewozów towarów;
- 111) Tor bezстыkowy – konstrukcja, w której szyny oraz toki szynowe w rozjazdach połączone są techniką spawalniczą w odcinki o długości większej od 180 m;
- 112) Tor kolejowy – dwa równoległe toki szynowe ułożone w ustalonej odległości od siebie, stanowiące podstawowy układ nośny nawierzchni kolejowej, których układ geometryczny przystosowany jest do bezpiecznego ruchu pojazdów szynowych z prędkościami i naciskami określonymi parametrami techniczno-eksploatacyjnymi o rozstawie szyn (inaczej: rozstaw toru, prześwit toru) wynosi na liniach normalnotorowych 1435 mm;
- 113) Tor w planie – składa się z odcinków prostych i krzywych (obejmujących łuki z krzywymi przejściowymi);

- 114) Tor w profilu – składa z odcinków położonych w poziomie i na pochyleniu (wzniesienia i spadki) oraz z załomów profilu podłużnego;
- 115) Toromierz cyfrowy (ręczny) – narzędzie przeznaczone do pomiarów geometrii torów i rozjazdów;
- 116) Tory boczne – tory rozrządowe, ładunkowe, postojowe, trakcyjne, warsztatowe, magazynowe oraz inne tory boczne, których przeznaczenie określone jest w „Regulaminie technicznym stacji” zależnie od ich wykorzystania;
- 117) Tory główne dodatkowe – pozostałe tory główne na stacjach przystosowane do jazd pociągowych;
- 118) Tory główne zasadnicze – tory główne na stacjach będące przedłużeniem torów szlakowych;
- 119) Trójkąt widoczności czoła pociągu z drogi przed przejazdem kolejowo-drogowym – miejsce skąd, w zwykłych warunkach atmosferycznych, jest widoczne czoło zbliżającego się pociągu, a co najmniej latarnie sygnałowe jego czoła, dla kierujących pojazdami drogowymi, mierzone od skrajnej szyny po osi jezdni, przez cały czas zbliżania się pojazdu do przejazdu kolejowo-drogowego;
- 120) Trzecia szyna – sztywny przewód elektryczny sieci jezdnej wykonany z metalowego kształtownika i zazwyczaj ułożony prawie na tym samym poziomie co szyny jezdne; forma zasilania dolnego pociągów elektrycznych; stanowi ją dodatkowa szyna umieszczona wzdłuż toru kolejowego i znajdująca się pod napięciem; zwyczajowo używana w szybkich kolejach miejskich prowadzonych we własnych korytarzach, całkowicie lub prawie całkowicie wydzielonych od przestrzeni zewnętrznej;
- 121) Typy skrajni budowli – skrajnie budowli różniące się przeznaczeniem eksploatacyjnym wyrażone obrysem referencyjnym według normy europejskiej mówiącej o skrajni budowli. Typy skrajni budowli mają wpływ na dopuszczenie określonych przewozów i pojazdów kolejowych zgodnych z danym obrysem referencyjnym;
- 122) Węgielnica - przyrząd używany w geodezji; służy do wytyczania kątów prostych, pełnych i półpełnych, czasem też połowy kąta prostego; używana razem z pionem sznurkowym (drążkowym); nazwa pochodzi od węgła, czyli narożnika

budynku; wyróżnia się dwa rodzaje węgielnic: przeziernikowe i optyczne; działanie węgielnic bazuje na zjawisku załamania promieni światła na granicy dwóch ośrodków i odbicia od powierzchni zwierciadlanej;

- 123) Wichrowatość toru – stosunek różnic wysokości toków szynowych w dwóch sąsiednich przekrojach do odległości między tymi przekrojami, który wyrażany jest w [mm/m] lub [%o];
- 124) Złącze buforowe – miejsce połączenia toru bezстыkowego z torem klasycznym, wykonane w postaci klasycznego, łukowego złącza szynowego;
- 125) Zwrotnica rozjazdu – część zawierająca elementy ruchome, umożliwiające przejazd pojazdu kolejowego z jednego toru na drugi przy zachowaniu ciągłości toków szynowych; zwrotnica w rozjeździe zwyczajnym składa się z: opornicy prostej, iglicy łukowej, iglicy prostej i opornicy łukowej;
- 126) Żeberko ochronne – tor zakończony kozłem oporowym służący do zabezpieczenia drogi przebiegu dla pociągów od najechania z boku przez inne pociągi lub pojazdy kolejowe.

Wykaz rysunków

Rysunek 1. Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania	15
Rysunek 2. Podział infrastruktury kolejowej według jej przeznaczenia funkcjonalnego	16
Rysunek 3. Podział infrastruktury kolejowej ze względu na status infrastruktury	20
Rysunek 4. Podział infrastruktury kolejowej według jej przeznaczenia	23
Rysunek 5. Podział wiat peronowych ze względu na wielkość osłanianej przestrzeni.....	26
Rysunek 6. Przekrój poprzeczny nawierzchni kolejowej na podsypce	28
Rysunek 7. Przekrój poprzeczny nawierzchni kolejowej dla mierzonej grubości podsypki pod tokami szynowymi..	30
Rysunek 8. Kumulacyjna krzywa przedstawiająca relację trwałych odkształceń podsypki wobec obciążenia eksploatacyjnego	31
Rysunek 9. Przekrój poprzeczny podtorza z elementami nawierzchni kolejowej w nasypie	32
Rysunek 10. Przekrój poprzeczny podtorza kolejowego w przekopie.....	33
Rysunek 11. Przykładowy przekrój normalny linii dwutorowej magistralnej i pierwszorzędnej.....	35
Rysunek 12. Przykładowe przekroje poprzeczne charakterystyczne w nasypie i w przekopie.....	35
Rysunek 13. Zabezpieczenie nasypu na terenie o dużym pochyleniu	37
Rysunek 14. Budowa nasypu wysokiego metodą zmiany pochylenia skarp	38
Rysunek 15. Budowa nasypu wysokiego metodą zastosowanie ławy.....	39
Rysunek 16. Budowa przykład nasypu z przyporami bocznymi	39
Rysunek 17. Przykładowe prawidłowe oraz nieprawidłowe rozmieszczenia gruntów przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych w budowie nasypów	40
Rysunek 18. Elementy odwodnienia podtorza.....	42
Rysunek 19. Przekrój poprzeczny podtorza wraz z odwodnieniem	43
Rysunek 20. Przykładowy plan sieci odwadniającej na stacji.....	44
Rysunek 21. Tradycyjny drenaż pionowy pod rowem bocznym	45
Rysunek 22. Przykład równoległych dronów francuskich	46
Rysunek 23. Przykład budowy drenażu z rurą drenażową lub bez rury drenażowej.....	46
Rysunek 24. Przykład drenażu skarpowego	47
Rysunek 25. Przekrój poprzeczny szyny 60E1.....	49
Rysunek 26. Przekrój poprzeczny szyny 49E1.....	50
Rysunek 27. Przekrój poprzeczny szyny S42	51
Rysunek 28. Przykład cechowania wypukłego szyn.....	52
Rysunek 29. Przykład cechowania wklęsłego szyn	53
Rysunek 30. Klasyfikacja przytwierdzeń szyn	55
Rysunek 31. Schemat przytwierdzenia bezpośredniego do szyny S42	56
Rysunek 32. Schemat przytwierdzenia pośredniego typu K do podkładu betonowego.....	58
Rysunek 33. Schemat przytwierdzenia pośredniego typu KS z łapką Skl-12 do podkładu drewnianego	60
Rysunek 34. Schemat przytwierdzenia bezpośredniego sprężystego SB do podkładu betonowego	62
Rysunek 35. Rodzaje podkładów kolejowych	65
Rysunek 36. Podział podkładów ze względu na materiał	66

Rysunek 37. Charakterystyka podkładów stalowe typu Ypsilon.....	70
Rysunek 38. Przykładowe rysunki poszczególnych typów podkładów.....	74
Rysunek 39. Klasyfikacja złącz szynowych.....	78
Rysunek 40. Przekrój złącza szynowego.....	78
Rysunek 41. Złącze podparte nieizolowane – ogólny schemat, widok z boku i z góry.....	80
Rysunek 42. Złącze nieizolowane wiszące do szyn 60E1 – ogólny schemat, widok z boku i z góry.....	82
Rysunek 43. Złącze nieizolowane wiszące do szyn 49E1 – ogólny schemat, widok z boku i z góry.....	82
Rysunek 44. Złącze podparte izolowane – ogólny schemat, widok z boku i z góry.....	83
Rysunek 45. Złącze izolowane wiszące klejono-sprężone – ogólny schemat, widok z boku i z góry.....	85
Rysunek 46. Typy łubków.....	87
Rysunek 47. Metody łączenia szyn kolejowych.....	88
Rysunek 48. Przykład znakowania szyny zgrzanej.....	91
Rysunek 49. Fazy procesu zgrzewania szyn kolejowych.....	92
Rysunek 50. Przykład form spawalniczych.....	94
Rysunek 51. Schemat spawania łukiem elektrycznym.....	95
Rysunek 52. Fazy procesu spawania łukiem elektrycznym.....	96
Rysunek 53. Rysunek konstrukcyjny szyny przejściowej UIC60/S49 (60E1/49E1).....	97
Rysunek 54. Schemat toru bezстыkowego.....	98
Rysunek 55. Nadsypka w torze bezстыkowym.....	100
Rysunek 56. Żeberko ochronne zakończone koźłem oporowym.....	104
Rysunek 57. Przypadki stosowania skrzyżowań wielopoziomowych przy budowie linii kolejowej, bocznic kolejowej lub drogi publicznej.....	109
Rysunek 58. Aktualnie stosowane w Polsce nawierzchnie drogowe na przejazdach kolejowo-drogowych.....	109
Rysunek 59. Schemat prefabrykowanej płyty żelbetowej.....	111
Rysunek 60. Prefabrykowana nawierzchnia typu „Miroslaw” przejazdu kolejowego.....	115
Rysunek 61. Schemat budowy płyt żelbetowych.....	117
Rysunek 62. Podział konstrukcji nawierzchni bezpodsypkowej.....	118
Rysunek 63. Przykładowy schemat budowy nawierzchni bezpodsypkowej.....	121
Rysunek 64. Schemat budowy nawierzchni bezpodsypkowej.....	122
Rysunek 65. Schemat budowy nawierzchni bezpodsypkowej z prefabrykatów.....	123
Rysunek 66. Schemat budowy nawierzchni bezpodsypkowej z masy zalewowej.....	124
Rysunek 67. Schemat układania odbojnic na obiektach inżynieryjnych.....	131
Rysunek 68. Przykładowy schemat kształtowania kanału szynowego systemu szyny w otulinie ERS na mostach stalowych i betonowych zintegrowanych z pasem górnym dźwigara.....	131
Rysunek 69. Przykładowe schematy budowy mostów i wiaduktów.....	133
Rysunek 70. Przykładowy schemat budowy przejścia pod torami.....	137
Rysunek 71. Przykładowy schemat budowy przepustu.....	139
Rysunek 72. Przykładowy schemat budowy tunelu liniowego.....	141
Rysunek 73. Przykładowy schemat budowy kładki dla pieszych.....	143
Rysunek 74. Przykładowy schemat budowy ścian oporowych.....	145
Rysunek 75. Przykład torowiska złożonego z 4 wiązek zbudowanych z 5 szyn typu S49.....	146
Rysunek 76. Schemat budowy przyrządu wyrównawczego z ciągłą krawędzią toczną dla małych wartości odkształceń.....	149

Rysunek 77. Schematy rozkładu dodatkowych naprężeń w szynach na moście w zależności od występowania przyrządu wyrównawczego i ich liczby	150
Rysunek 78. Warunki widoczności czoła pociągu z drogi publicznej przed przejazdem kolejowo-drogowym (trójkąty widoczności).....	155
Rysunek 79. Trójkąt widoczności czoła pociągu przed przejściem dla pieszych kategorii E niewyposażonym w urządzenia zabezpieczenia ruchu	157
Rysunek 80. Przykładowy szkic układu torowego z naniesionymi prędkościami	172
Rysunek 81. Przykład zastosowania symboli do oznaczania początku i końca elementu układu geometrycznego	173
Rysunek 82. Parametry kinematyczne toru	175
Rysunek 83. Parametry geometryczne toru w płaszczyźnie poziomej	176
Rysunek 84. Schemat połączenia kierunków głównych trasy za pomocą łuku kołowego	177
Rysunek 85. Przyspieszenia poprzeczne działające na pojazd szynowy poruszający się po łuku kołowym	178
Rysunek 86. Rampa przechyłkowa	181
Rysunek 87. Przykładowy schemat rampy prostoliniowej.....	182
Rysunek 88. Krzywoliniowa rampa przechyłkowa.....	182
Rysunek 89. Przykład połączeń torów wraz z wykresem krzywizny i parametrami kinematycznymi	183
Rysunek 90. Skrajnia kolejowa	188
Rysunek 91. Graficzne przedstawienie skrajni budowli i skrajni taboru.....	188
Rysunek 92. Skrajnia taboru	189
Rysunek 93. Skrajnia budowli ujednolicona GPL-1, przestrzeń udostępniona i skrajnia pantografu.....	192
Rysunek 94. Zakres napraw torowych.....	196
Rysunek 95. Obszary diagnostyki kolejowej	198
Rysunek 96. Proces diagnostyki dróg kolejowych	198
Rysunek 97. Rysunek poglądowy przechyłki toru.....	199
Rysunek 98. Rysunek poglądowy wchrowatości toru.....	200
Rysunek 99. Rysunek poglądowy nierówności pionowych	200
Rysunek 100. Rysunek poglądowy szerokości toru.....	200
Rysunek 101. Rysunek poglądowy nierówności poziomych	201
Rysunek 102. Sposób wyznaczania przechyłki toru	215
Rysunek 103. Przykładowy wykres parametrów geometrycznych toru kolejowego wygenerowany przez drezynę pomiarową EM-120.....	216
Rysunek 104. Przykład tabulogramu drukowanego podczas pomiarów wykonywanych za pomocą drezyny EM-120	217
Rysunek 105. Przykład wyników zarejestrowanych za pomocą toromierza GXT	221
Rysunek 106. Przykładowe wykresy parametrów geometrycznych toru otrzymane za pomocą dedykowanego programu obsługującego toromierz TEC-1435.....	223
Rysunek 107. Rysunek schematyczny dzioba	230
Rysunek 108. Wzór metryki toru bezstykowego	232
Rysunek 109. Przykładowe wykresy strzałki montażowej	246
Rysunek 110. Przykładowy schemat budowy suwmiarki.....	247
Rysunek 111. Przykładowy pomiar suwmiarką żłobków (krzyżownicy).....	248
Rysunek 112. Przykładowy pomiar suwmiarką zużycia bocznego oraz pionowego części stalowych rozjazdów oraz skrzyżowań torów (szyn)	248
Rysunek 113. Działania w przypadku wystąpienia wady podtorza	259

Rysunek 114. Przykłady czynników wpływających na dalsze działania w kontekście naprawy podtorza	259
Rysunek 115. Układy oraz oznaczenia opisowe i schematyczne rozjazdów	261
Rysunek 116. Schemat pojedynczego połączenia torów	262
Rysunek 117. Schemat podwójnego połączenia torów	262
Rysunek 118. Skrzyżowanie torów	264
Rysunek 119. Rysunek geometrii rozjazdu zwyczajnego	266
Rysunek 120. Zasady oznaczania rozjazdów	267
Rysunek 121. Oznaczenie rozjazdu	268
Rysunek 122. Składowe rozjazdu zwyczajnego	268
Rysunek 123. Budowa rozjazdu zwyczajnego	269
Rysunek 124. Schemat rozjazdu krzyżowego pojedynczego (Rkp) z iglicami wewnątrz czworoboku	269
Rysunek 125. Schemat rozjazdu krzyżowego podwójnego (Rkpd) z iglicami wewnątrz czworoboku	270
Rysunek 126. Rozjazd skupiony	271
Rysunek 127. Zwrotnica w rozjeździe zwyczajnym	271
Rysunek 128. Układ geometryczny iglicy przecinającej opornicę	273
Rysunek 129. Przykładowy schemat krzyżownicy zwyczajnej	274
Rysunek 130. Przykładowy schemat układu geometrycznego rozjazdu Rz 49E1-190-1:9 z krzyżownicą prostą	275
Rysunek 131. Przykładowy schemat układu geometrycznego rozjazdu Rz 49E1-300-1:9 z krzyżownicą łukową	276
Rysunek 132. Przykładowy schemat krzyżownicy podwójnej	277
Rysunek 133. Poglądowy rysunek krzyżownicy zwyczajnej	277
Rysunek 134. Schemat budowy skrzyżowania torów	283
Rysunek 135. Łukowe skrzyżowanie torów o promieniu $R \leq 750$ m	284
Rysunek 136. Konstrukcja skrzyżowania torów pod kątem 60° - 90°	284
Rysunek 137. Schemat położenia zamknięcia nastawczego hakowego	286
Rysunek 138. Schemat zespołu zamknięć iglicowych zamknięcia nastawczego hakowego	286
Rysunek 139. Schemat suwaka napędowego	287
Rysunek 140. Schemat haków w zamknięciu nastawczym hakowym	288
Rysunek 141. Schemat zamknięcia suwakowego przy początku iglic	290
Rysunek 142. Rodzaje zamknięć nastawczych suwakowych	291
Rysunek 143. Schemat zamknięcia nastawczego suwakowego BKL60 i BKL61	294
Rysunek 144. Schemat mimośrodowego wodzika ślizgowego	294
Rysunek 145. Zakres badań technicznych rozjazdów i skrzyżowań torów kolejowych	303
Rysunek 146. Przykładowy pomiar suwmiarką zużycia bocznego oraz pionowego części stalowych rozjazdów oraz skrzyżowań torów (szyn)	320
Rysunek 147. Schemat profilografu (profilomierza)	321
Rysunek 148. Przykładowy plan schematyczny	336
Rysunek 149. Klasyfikacja elektroenergetyki kolejowej ze względu na przeznaczenie	338
Rysunek 150. Składowe sieci trakcyjnej	340
Rysunek 151. Odcinek naprężenia sieci jezdnej z kotwieniem środkowym i połączeniami międzysekcyjnymi w przęsłach naprężenia	348
Rysunek 152. Schemat przęsła naprężenia czterostupowego. Wspólna bieżnia	354
Rysunek 153. Rzut poziomy przęsła czterostupowego	354

Rysunek 154. Odzworowanie wymaganych odległości poziomych i pionowych w przęśle naprężenia.....	355
Rysunek 155. Rzut poziomy przęsła czterostupowego - układ słupów krzyżowych (K1 i K2) w poszczególnych sekcjach tworzących takie przęsto	356
Rysunek 156. Rzut pionowy wzajemnego położenia przewodów obu sekcji przy słupach krzyżowych (K1 i K2) w przęśle czterostupowym.....	356
Rysunek 157. Rzut poziomy przęsła sześciostupowego – układ słupów w poszczególnych sekcjach tworzących takie przęsto	357
Rysunek 158. Rzut pionowy wzajemnego położenia przewodów obu sekcji przy słupach krzyżowych (K1 i K2) i przelotowych (P1 i P2) w przęśle sześciostupowym	357
Rysunek 159. System uszynienia grupowego w układzie otwartym w powiązaniu z zastosowanym układem ochrony ziemnozwarciowej w obiektach zasilania.....	359
Rysunek 160. Sposób połączenia grupy konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej na tzw. „wyspę”	361
Rysunek 161. Sposób połączenia konstrukcji wsporczej sieci trakcyjnej w rejonie środka wyspy	362
Rysunek 162. Systemy trakcji elektrycznej w Europie.....	364
Rysunek 163. Składniki interoperacyjności w ramach podsystemu Energia.....	369
Rysunek 164. Moduły oceny zgodności składników interoperacyjności	370
Rysunek 165. Parametry układu elektroenergetycznego dla prowadzenia ruchu pojazdów trakcyjnych.....	372
Rysunek 166. Kryteria zasad zasilania sieci trakcyjnej.....	373
Rysunek 167. Schemat układu zasilania podstacji trakcyjnej.....	383
Rysunek 168. Schemat obwodów głównych PT 15(20) kV/3 kV z 12-pulsowym zespołem prostownikowym.....	384
Rysunek 169. Uproszczony schemat przykładowej podstacji z czterema zespołami prostownikowymi	389
Rysunek 170. Punkty zasilające sieć trakcyjną.....	390
Rysunek 171. Podział stacji elektroenergetycznych średniego napięcia (SN).....	392
Rysunek 172. Fundament betonowy odmiany „P”.....	393
Rysunek 173. Łączenie poszczególnych elementów fundamentów wieloczołowych.....	394
Rysunek 174. Profil przewodu (druetu) jezdnego djp.....	400
Rysunek 175. Druet jezdny (dj)p) ciągniony z miedzi elektrolitycznej w gatunku Cu – ETP	400
Rysunek 176. Dj)S z miedzi srebrowej w gatunku CuAg 0,1.....	400
Rysunek 177. Dj)Mg z miedzi magnezowej w gatunku CuMg 0,2 lub CuMg 0,5	401
Rysunek 178. Elementy sieci jezdnej.....	403
Rysunek 179. Zdjęcie sieci z liną nośną uszynienia grupowego	403
Rysunek 180. Kryteria podziału izolatorów	405
Rysunek 181. Typy izolatorów ze względu na miejsce zainstalowania.....	405
Rysunek 182. Typy izolatorów ze względu na spełniane funkcje	405
Rysunek 183. Podział izolatorów liniowych ze względu na budowę	406
Rysunek 184. Typy izolatorów ze względu na rodzaj materiału, z którego wykonano część izolacyjną.....	406
Rysunek 185. Przykład sekcyjnej przerwy izolacyjnej w sieci z jednym przewodem jezdnym.....	410
Rysunek 186. Podwieszenie sieci trakcyjnej.....	412
Rysunek 187. Kotwienie środkowe sieci trakcyjnej.....	412
Rysunek 188. Sposoby sekcjonowania sieci trakcyjnej.....	415
Rysunek 189. Przykładowe sekcjonowanie sieci jezdnej na małej stacji	416
Rysunek 190. Wskaźniki na liniach zelektryfikowanych.....	419
Rysunek 191. Typy rozjazdu sieciowego.....	421
Rysunek 192. Rozjazd sieciowy ze skrzyżowanym przewodem jezdnym	421

Rysunek 193. Rozjazd sieciowy nie krzyżujący się.....	422
Rysunek 194. Sposoby sterowania odłącznikami.....	423
Rysunek 195. Elementy składowe sieci powrotnej.....	431
Rysunek 196. Podłużny łącznik PP.....	435
Rysunek 197. Linka międzytorowa i dławik torowy.....	436
Rysunek 198. Sieć powrotna w zelektryfikowanych systemach trakcyjnych.....	437
Rysunek 199. Sieć powrotna zwierana równolegle.....	438
Rysunek 200. Sieci powrotne - schematy połączeń elektrycznych.....	438
Rysunek 201. Elementy budowy sieci powrotnej.....	439
Rysunek 202. Stosowane połączenia elektryczne sieci powrotnej.....	439
Rysunek 203. Schemat łącznika szynowego podłużnego.....	440
Rysunek 204. Wymagania dla sieci powrotnej w zelektryfikowanych systemach trakcyjnych.....	440
Rysunek 205. Sposoby zagospodarowania odzyskanej energii z rekuperacji.....	441
Rysunek 206. Możliwości przejazdu pociągu przez sekcje separacji systemów.....	442
Rysunek 207. Sposoby kotwień.....	443
Rysunek 208. Schemat kotwienia stałego.....	444
Rysunek 209. Schemat kotwienia 1:2.....	445
Rysunek 210. Schemat nowoczesnego kotwienia ciężarowego 1:4.....	445
Rysunek 211. Słupy kotwowe w przełożeniu 1:4.....	447
Rysunek 212. Podział odbieraków prądu.....	448
Rysunek 213. Układ odbierak prądu – sieć jezdna.....	448
Rysunek 214. Widok odbieraka prądu.....	449
Rysunek 215. Układ kinematyczny pantografu jednoramiennego.....	449
Rysunek 216. Klasyfikacja porażień.....	451
Rysunek 217. Sposób porażenie przez dotyk bezpośredni.....	452
Rysunek 218. Sposób porażenie przez dotyk pośredni.....	453
Rysunek 219. Podział ochrony przeciwporażeniowej ze względu na zastosowane środki techniczne.....	453
Rysunek 220. Czynniki wpływające na skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.....	454
Rysunek 221. Czynniki wpływające bezpośrednio na skutki porażenia prądem.....	455
Rysunek 222. Miary parametrów czasowych dla zbadania stanu napędu odbieraków.....	459
Rysunek 223. Architektura sprzętowa na wagonie diagnostycznym.....	460
Rysunek 224. Architektura zabudowy systemu w wagonie diagnostycznym oraz rozmieszczenie czujników i podzespołów systemu.....	460
Rysunek 225. Organizacja procesu przetwarzania danych pomiarowych.....	462
Rysunek 226. Dokumentacja wykorzystywana w diagnostyce sieci trakcyjnej.....	463
Rysunek 227. Czynności utrzymania sieci trakcyjnej.....	464
Rysunek 228. Metody pomiarowe sieci trakcyjnej.....	465
Rysunek 229. Schemat układu pomiaru drgań elementu sieci trakcyjnej.....	466
Rysunek 230. Schemat układu pomiaru drgań elementu sieci trakcyjnej przy wykorzystaniu akcelerometru.....	467
Rysunek 231. Uproszczony schemat układu pomiaru drgań elementu sieci.....	467
Rysunek 232. Typy odbiorów.....	469

Wykaz tabel

Tabela 1. Elementy infrastruktury kolejowej.....	11
Tabela 2. Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania.....	15
Tabela 3. Podział stacji kolejowych pod względem przeznaczenia.....	16
Tabela 4. Podział infrastruktury kolejowej według sposobu jej funkcjonowania.....	17
Tabela 5. Podział infrastruktury kolejowej według prawodawstwa europejskiego.....	18
Tabela 6. Obiekty infrastruktury usługowej	20
Tabela 7. Perony specjalne – warunki stosowania.....	24
Tabela 8. Podstawowe wymagania dla podsypki w zależności od rodzaju podkładów oraz kategorii linii kolejowych.....	30
Tabela 9. Charakterystyka granulometryczna gruntu w podtorzu.....	36
Tabela 10. Możliwości stosowania poszczególnych materiałów do budowy podtorza.....	37
Tabela 11. Sposoby wzmocnienia podtorza i podłoża.....	40
Tabela 12. Podstawowe wymagania dla szyn w zależności od kategorii linii kolejowych	51
Tabela 13. Stosowana zabudowa typów podkładów	66
Tabela 14. Wymiary podkładów odpowiadające poszczególnym typom.....	68
Tabela 15. Zalecana trwałość graniczna podkładów drewnianych ze względu na użyty materiał i klasę torów kolejowych	68
Tabela 16. Kształty i wymiary typów podkładów drewnianych	69
Tabela 17. Zalety i wady podkładów stalowych.....	71
Tabela 18. Charakterystyki podkładów betonowych eksploatowanych na terenie Polski.....	74
Tabela 19. Szczegółowe wymiary dla przykładowych typów podkładów PS-83 i PS-94 dla przytwierdzenia sprężystego SB i rodzaju szyn 49E1 i 60E1	76
Tabela 20. Podstawowe wymiary złącz szynowych - podpartego nieizolowanego, podpartego izolowanego oraz wiszącego izolowanego klejono-sprężonego	81
Tabela 21. Wymiary złącz izolowanych wiszących klejono-sprężonych	86
Tabela 22. Rozmieszczenie podkładów w torze	103
Tabela 23. Zalety i wady poszczególnych rodzajów nawierzchni na przejazdach kolejowo-drogowych.....	117
Tabela 24. Wymagania ogólne konstrukcji nawierzchni bezpodsypkowej.....	120
Tabela 25. Zalety i wady nawierzchni bezpodsypkowej z prefabrykatów	123
Tabela 26. Rodzaje budowli inżynierskich.....	127
Tabela 27. Minimalne odległości punktu obserwacyjnego i dopuszczalne prędkości pojazdów drogowych w celu zapewnienia widoczności przejazdu.....	154
Tabela 28. Wzory określające długości odcinków widoczności czoła pociągu z drogi publicznej.....	155
Tabela 29. Zakres informacji zawartych w metryce przejazdu kolejowo-drogowego	163
Tabela 30. Przykład wypełnienia metryki przejazdu kolejowo-drogowego	164
Tabela 31. Parametry układu geometrycznego	171
Tabela 32. Minimalne promienie łuku	179
Tabela 33. Minimalne długości odcinków prostych oraz łuków poziomych (L) w torach szlakowych, głównych zasadniczych i dodatkowych (poza połączeniami torów)	180
Tabela 34. Wartości dopuszczalne niedomiaru przechyłki (I).....	185
Tabela 35. Wartości dopuszczalne nadmiaru przechyłki (E).....	186

Tabela 36. Wartości poszerzenia toru w łukach.....	187
Tabela 37. Klasyfikacja skrajni budowli według procesu wieloprogowego.....	190
Tabela 38. Wartości granicy strefy zagrożenia oraz strefy bezpiecznej.....	193
Tabela 39. Odległość krawędzi peronu od osi toru oraz wysokości krawędzi peronu dla przykładowej standardowej wysokości peronu 760 mm.....	193
Tabela 40. Wzory dla obliczeń odległości peronu od osi toru oraz wysokości peronów w przypadku umiejscowienia peronu na łuku i przechyłce toru.....	194
Tabela 41. Diagnostyka elementów nawierzchni.....	195
Tabela 42. Naprawa bieżąca nawierzchni.....	197
Tabela 43. Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia torów zapewniających spokojność jazdy (dla pomiarów wykonanych pojazdem pomiarowym).....	201
Tabela 44. Wartość wadliwości torów kolejowych.....	203
Tabela 45. Działania w obrębie diagnostyki nawierzchni.....	203
Tabela 46. Wartości graniczne dla kryteriów użytkowania szyn dla poszczególnych klas torów.....	204
Tabela 47. Badania diagnostyczne podsypki.....	205
Tabela 48. Formy dozoru linii kolejowych.....	207
Tabela 49. Przykład wypełnienia Książki kontroli stanu toru wraz ze stroną tytułową.....	210
Tabela 50. Zakres działania programu komputerowego dla zebranych wyników pomiarów.....	222
Tabela 51. Wyniki pomiarów wykonanych toromierzem przedstawione w formie tabelarycznej.....	224
Tabela 52. Rodzaje występujących wad w szynach kolejowych.....	226
Tabela 53. Skład dokumentacji diagnostyki stanu toru.....	230
Tabela 54. Zakres informacji metryki toru bezstykowego.....	231
Tabela 55. Przykładowe wypełnienie karty badania defektoskopowego szyn.....	235
Tabela 56. Przykładowe wypełnienie karty badania defektoskopowego szyn wykonane wagonem defektoskopowym.....	236
Tabela 57. Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru (dla pomiarów ciągłych wykonanych drezyną pomiarową i toromierzem elektronicznym).....	242
Tabela 58. Wartości dopuszczalnych odchyłek podstawowych parametrów położenia toru (dla pomiarów ręcznych).....	243
Tabela 59. Przykładowy wzór arkusz badania technicznego dla rozjazdu zwyczajnego.....	244
Tabela 60. Przykładowy wzór arkusz badania technicznego dla skrzyżowania torów.....	244
Tabela 61. Zakres regulaminu kolei wąskotorowej.....	254
Tabela 62. Klasyfikacja wad podtorza.....	257
Tabela 63. Cechy charakteryzujące rozjazdy.....	266
Tabela 64. Dopuszczalne prędkości na torze zwrotnym rozjazdu.....	267
Tabela 65. Podział krzyżownic ze względu na różne czynniki.....	275
Tabela 66. Podział krzyżownic zwyczajnych pod względem konstrukcyjnym.....	276
Tabela 67. Działanie zamknięcia nastawczego hakowego w czasie przestawiania zwrotnicy.....	288
Tabela 68. Przykład działania zamknięcia suwakowego zwrotnicy.....	292
Tabela 69. Przykłady zastosowania zamków ryglowych.....	297
Tabela 70. Częstotliwość badań technicznych przy określonych parametrach eksploatacyjnych (prędkość i obciążenie).....	304
Tabela 71. Zakres sprawdzenia układu geometrycznego rozjazdów.....	305
Tabela 72. Zasada obliczania drugich różnic (gradientów) wysokości.....	305
Tabela 73. Zakres badania technicznego rozjazdów.....	306

Tabela 74. Częstotliwość wykonywania oględzin rozjazdów	311
Tabela 75. Wymiary właściwe w rozjazdach i skrzyżowaniach 60E1 (UIC60).....	313
Tabela 76. Arkusz badania technicznego dla rozjazdów.....	314
Tabela 77. Wzór arkusza uzupełniającego badania technicznego pomiarów strzałek na stałej cięciwie o długości zależnej od promienia toru zwrotnego	316
Tabela 78. Arkusz uzupełniający badania technicznego (pomiar strzałek na stałej cięciwie dla rozjazdów łukowanych z rozjazdu podstawowego typu Rz XX-300-1:9)	317
Tabela 79. Dziennik oględzin i badań technicznych rozjazdów	318
Tabela 80. Dane prezentowane w planie schematycznym układów torowych.....	327
Tabela 81. Wykaz oznaczeń stosowanych w planach schematycznych układów torowych	328
Tabela 82. Podstawowe parametry mechaniczne i elektryczne sieci YC120-2CS150.....	341
Tabela 83. Podział urządzeń trakcyjnych	341
Tabela 84. Parametry i wielkości charakterystyczne dla sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interoperacyjnych.....	342
Tabela 85. Typy sieci trakcyjnej.....	342
Tabela 86. Zakres temperatur przy projektowaniu nowej sieci trakcyjnej.....	344
Tabela 87. Podział sieci łańcuchową ze względu na rozwiązania konstrukcyjne	344
Tabela 88. Zapisy z tabeli przeliczeniowej	351
Tabela 89. Porównanie sieci trakcyjnej typu Re 330 z SICAT H 1.0	367
Tabela 90. Urządzenia stacjonarne niezbędne do osiągnięcia interoperacyjności.....	370
Tabela 91. Parametry fundamentów palowych	395
Tabela 92. Parametry i wymiary przewodów jezdnych profilowanych	399
Tabela 93. Przewody miedziane wielodrutowe gołe (liny) najczęściej stosowane w budowie sieci jezdnej.....	401
Tabela 94. Przewody miedziane wielodrutowe gołe w stanie miękkim	402
Tabela 95. Zasady bezpieczeństwa pracy lin nośnych	404
Tabela 96. Zasady bezpieczeństwa pracy izolatorów.....	409
Tabela 97. Zasady konstrukcyjne osprzętu.....	411
Tabela 98. Zasady numeracji odłączników sekcyjnych.....	426
Tabela 99. Podstawowe obliczenia i ustalenia dla projektowanej sieci jezdnej.....	428
Tabela 100. Środki ochrony przeciwnapięciowej w urządzeniach niskiego napięcia.....	456
Tabela 101. Cykle przeglądowe sieci trakcyjnej	457
Tabela 102. Pomiary sieci trakcyjnej podczas przejazdu diagnostycznego.	458
Tabela 103. Zadania jednostek wykonawczych, utrzymujących urządzenia sieci trakcyjnej	464
Tabela 104. Zadania dyspozytora zasilania	465
Tabela 105. Kryteria oceny oraz dopuszczalne odchyłki w nadzorze nad utrzymaniem urządzeń zasilania kolejowego i sieci trakcyjnej	470
Tabela 106. Elementy sieci sztywnej.....	472
Tabela 107. Wykaz najczęściej występujących nieprawidłowości w zakresie zasilania kolejowego, sieci trakcyjnej	475

Wykaz zdjęć

Zdjęcie 1. Trzecia szyna założona w torze w ciasnym łuku	12
Zdjęcie 2. Przykładowa szyna z oznaczeniem cechowania.....	53
Zdjęcie 3. Przykładowe występowanie przytwierdzenia bezpośredniego w terenie.....	56
Zdjęcie 4. Przykładowe występowanie w terenie przytwierdzenia pośredniego typu K.....	58
Zdjęcie 5. Przykładowe występowanie przytwierdzenia pośredniego typu KS z łapką Skl-12 w terenie	61
Zdjęcie 6. Przykładowe występowanie przytwierdzenia bezpośredniego sprężystego SB do podkładu betonowego w terenie	62
Zdjęcie 7. Schematy budowy przytwierdzenia W14 oraz Systemu 300	64
Zdjęcie 8. Przykładowe zdjęcie przedstawiające podkłady drewniane terenie	70
Zdjęcie 9. Przykładowe podkłady kolejowe typu PS83.....	73
Zdjęcie 10. Przykładowe zdjęcie przedstawiające podkłady betonowe w terenie.....	77
Zdjęcie 11. Złącze podparte nieizolowane w terenie.....	81
Zdjęcie 12. Złącze podparte izolowane w terenie.....	84
Zdjęcie 13. Złącze izolowane wiszące klejono-sprężone w terenie	86
Zdjęcie 14. Przykład spawu w terenie.....	89
Zdjęcie 15. Przykładowe zdjęcie zgrzewarki szyn.....	92
Zdjęcie 16. Szyna przejściowa.....	97
Zdjęcie 17. Kozioł betonowy oraz kozioł samohamujący	104
Zdjęcie 18. Przykład prefabrykowanej płyty żelbetowej w terenie.....	111
Zdjęcie 19. Płyty gumowe do dużych obciążeń w terenie	113
Zdjęcie 20. Płyty z płyt gumowych dla małych obciążeń w terenie	114
Zdjęcie 21. Płyty z płyt gumowych dla pieszych i przejazdów rowerowych w terenie.....	114
Zdjęcie 22. Przykładowy przyrząd wyrównawczy na moście	150
Zdjęcie 23. Przykładowe zobrazowanie widoczności czoła pociągu z drogi publicznej z odległości 5 m przed przejazdem kolejowo-drogowym w terenie.....	156
Zdjęcie 24. Przykładowa nieprawidłowo wykonana wstawka będąca tymczasowym zabezpieczeniem	204
Zdjęcie 25. Przykładowe negatywne skutki eksploatacji podsypki	205
Zdjęcie 26. Przykładowe negatywne skutki eksploatacji złączy i przytwierdzeń	206
Zdjęcie 27. Przykładowe wady nawierzchni torowej.....	227
Zdjęcie 28. Przykład złamanej iglicy	229
Zdjęcie 29. Przykłady defektoskopu ręcznego i wagonu defektoskopowego w terenie	235
Zdjęcie 30. Drezyna pomiarowa EM-120 w terenie.....	237
Zdjęcie 31. Przykład pojazdu diagnostycznego DP-560.00 w terenie	239
Zdjęcie 32. Przykład toromierza analogicznego w terenie.....	240
Zdjęcie 33. Przykład pracy z toromierzem w terenie	241
Zdjęcie 34. Przykładowe dane wyświetlane na ekranie toromierza ręcznego.....	241
Zdjęcie 35. Zamontowany strzałkomierz w terenie.....	245
Zdjęcie 36. Falistość szyny w terenie	249
Zdjęcie 37. Falistomierz w terenie	249
Zdjęcie 38. Profilomierz torowy w terenie.....	250

Zdjęcie 39. Niwelator w terenie.....	251
Zdjęcie 40. Tachymetr w terenie.....	252
Zdjęcie 41. Teodolit w terenie.....	252
Zdjęcie 42. Przykładowe wady podtorza w terenie.....	257
Zdjęcie 43. Przykładowe skrzyżowanie torów.....	264
Zdjęcie 44. Przykład splotu torów.....	265
Zdjęcie 45. Przykład zwrotnicy z iglicami sprężystymi w terenie.....	272
Zdjęcie 46. Przykładowa krzyżownica rozjazdu.....	274
Zdjęcie 47. Przykładowe podrozjazdnice drewniane.....	281
Zdjęcie 48. Zamknięcie nastawcze hakowe w terenie.....	287
Zdjęcie 49. Zamknięcie nastawcze drążków suwakowych wyposażone w uchwyt do mocowania prętów nastawczych położony w ich środkowej części.....	291
Zdjęcie 50. Zamknięcie nastawcze suwakowe w terenie.....	295
Zdjęcie 51. Przykładowe zamknięcie nastawcze.....	295
Zdjęcie 52. Przykład zamka trzpieniowego.....	297
Zdjęcie 53. Rozprucie rozjazdu.....	299
Zdjęcie 54. Zaprezentowanie jazdy w kierunku „z ostrza” oraz w kierunku „na ostrze”.....	299
Zdjęcie 55. Przykład wypełnienia arkusza uniwersalnego dla rozjazdu zwyczajnego.....	315
Zdjęcie 56. Węgielnica torowa i przedstawienie sposobu użycia.....	322
Zdjęcie 57. Kotwienie w sieci półskompensowanej.....	347
Zdjęcie 58. Kotwienie ciężarowe z przełożeniem 1:4 z dźwignią zapewniającą jednoczesne naprężenie wszystkich przewodów – układ rolek równoległy.....	349
Zdjęcie 59. Rozdzielone kotwienie ciężarowe niezależne dla liny nośnej i przewodów jezdnych o przełożeniu 1:4 – układ rolek szeregowy.....	350
Zdjęcie 60. Kotwienie kompensujące sprężynowe ze sprężynami skrętnymi typu TUN.....	350
Zdjęcie 61. Widok podziałki urządzenia naprężającego typu TUN.....	352
Zdjęcie 62. Kotwienie kompensujące sprężynowe ze sprężynami skrętnymi typu Tensorex C+.....	352
Zdjęcie 63. Kotwienie kompensujące sprężynowe teleskopowe typu KR5B.....	353
Zdjęcie 64. Widok stanowiska transformatora prostownikowego z transformatorem prostownikowym o mocy 6,3 MV·A.....	385
Zdjęcie 65. Widok rozdzielnic prądu stałego o napięciu 3 kV.....	385
Zdjęcie 66. Widok prostownika diodowego.....	386
Zdjęcie 67. Widok wózka wyłącznika szybkiego od strony urządzenia próby linii w wersji na wózku wysuwym.....	386
Zdjęcie 68. Widok wózka wyłącznika szybkiego od strony oszynowania.....	387
Zdjęcie 69. Widok transformatora trakcyjnego 400 kV/2x27,5 kV w podstacji trakcyjnej systemu 2x25 kV 50 Hz.....	388
Zdjęcie 70. Zasilanie sieci jezdnej z podstacji trakcyjnej systemu 2x25 kV 50 Hz.....	389
Zdjęcie 71. Zasilanie sieci jezdnej z podstacji trakcyjnej systemu 2x25 kV 50 Hz.....	391
Zdjęcie 72. Mocowanie słupa przelotowego trakcyjnego stalowego na fundamencie palowym.....	396
Zdjęcie 73. Mocowanie słupa trakcyjnego stalowego na fundamencie palowym.....	397
Zdjęcie 74. Mocowanie słupa strunobetonowego wirowego na fundamencie palowym.....	397
Zdjęcie 75. Posadowienie słupa bramki na jednym fundamencie palowym.....	398
Zdjęcie 76. Słupy bramki ustawione na dwóch palach.....	398
Zdjęcie 77. Izolator sekcyjny.....	407

Zdjęcie 78. Przykładowy izolator sekcyjny ceramiczny	408
Zdjęcie 79. Przykładowy izolator sekcyjny z tworzyw sztucznych	408
Zdjęcie 80. Zdjęcie rozłącznika łączącego kabel zasilacza z siecią jezdnią w systemie ochrony od porażeń uszynienie grupowe w układzie otwartym	425
Zdjęcie 81. Miedziany łącznik podłużny spawany	434
Zdjęcie 82. Łącznik podłużny skręcany	434
Zdjęcie 83. Oznaczenie miejsca montażu łącznika PP w złączy szynowym	435
Zdjęcie 84. Łącznik międzytokowy skręcany	435
Zdjęcie 85. Łącznik międzytorowy	436
Zdjęcie 86. Dławik torowy wraz z torowymi połączeniami elektrycznymi	436
Zdjęcie 87. Połączenia elektryczne łączące torowy z kablami powrotnymi podstacji trakcyjnej	437
Zdjęcie 88. Dach wagonu diagnostycznego	461
Zdjęcie 89. Stanowisko operatorskie	461
Zdjęcie 90. Przekrój poprzeczny profilu nośnego górnej sztywnej sieci trakcyjnej. Profil bez zainstalowanego drutu jezdniego	473
Zdjęcie 91. Widok zakończenia profilu nośnego w górnej sztywnej sieci trakcyjnej wraz z założonym drutem jezdnym w rozjeździe sieciowym	473
Zdjęcie 92. Widok z dołu izolatora sekcyjnego w górnej sztywnej sieci trakcyjnej	474
Zdjęcie 93. Widok podwieszenia górnej sztywnej sieci trakcyjnej	474
Zdjęcie 94. Widok połączeń prądowych w górnej sztywnej sieci trakcyjnej do odłącznika sekcyjnego	474

Bibliografia

Literatura

1. Adam Jabłoński, Marek Jabłoński, Operacjonalizacja kształtowania i pomiaru kultury bezpieczeństwa w transporcie kolejowym, Magazyn Kultury Bezpieczeństwa, Urząd Transportu Kolejowego, Warszawa 2020. ISSN – brak
2. Auguściuk M., Dziedzic E., Kaniewski M., Kawecki A., Kiesiewicz P., Knych T., Kuca M., Kwaśniewski P., Maciołek T., Majewski W., Mamala A., Mierzejewski L., Rojek A., Woźniak K., Zasadziński K., Nowa generacja wysokoobciążalnych sieci trakcyjnych – YC120-2CS150 i YC150-2CS150: Część (1) Założenia techniczno-konstrukcyjne, „Technika Transportu Szynowego”, 1-2, 2007.
3. Auguściuk M., Dziedzic E., Kaniewski M., Kawecki A., Kiesiewicz P., Knych T., Kuca M., Kwaśniewski P., Maciołek T., Majewski W., Mamala A., Mierzejewski L., Rojek A., Woźniak K., Zasadziński K., Nowa generacja wysokoobciążalnych sieci trakcyjnych – YC120-2CS150 i YC150-2CS150: Część (2) Właściwości mechaniczne przewodów jezdnych z miedzi srebrowej, „Technika Transportu Szynowego”, 3, 2007.
4. Auguściuk M., Dziedzic E., Kaniewski M., Kawecki A., Kiesiewicz P., Knych T., Kuca M., Kwaśniewski P., Maciołek T., Majewski W., Mamala A., Mierzejewski L., Rojek A., Woźniak K., Zasadziński K., Nowa generacja wysokoobciążalnych sieci trakcyjnych – YC120-2CS150 i YC150-2CS150: Część (3) Osprzęt sieci trakcyjnych, „Technika Transportu Szynowego”, 4, 2007.
5. Auguściuk M., Dziedzic E., Kaniewski M., Kawecki A., Kiesiewicz P., Knych T., Kuca M., Kwaśniewski P., Maciołek T., Majewski W., Mamala A., Mierzejewski L., Rojek A., Woźniak K., Zasadziński K., Kieniewicz P., Nowa generacja wysokoobciążalnych sieci trakcyjnych – YC120-2CS150 i YC150-2CS150: Część (4) Obciążalność prądowa górnej sieci trakcyjnej, „Technika Transportu Szynowego”, 5-6, 2007.
6. Auguściuk M., Dziedzic E., Kaniewski M., Kawecki A., Kiesiewicz P., Knych T., Kuca M., Kwaśniewski P., Maciołek T., Majewski W., Mamala A., Mierzejewski L., Rojek A., Woźniak K., Zasadziński K., Nowa generacja wysokoobciążalnych sieci trakcyjnych – YC120-2CS150 i YC150-2CS150: Część (5) Badania nowej sieci trakcyjnej, „Technika Transportu Szynowego”, 7-8, 2007.
7. Bałuch H., Bałuch M., Determinanty prędkości pociągów – układ geometryczny i wady toru, Instytut Kolejnictwa, Warszawa, 2010.
8. Bałuch H., Bałuch M., Eksploatacyjne metody zwiększania trwałości rozjazdów kolejowych, Centrum Naukowo-Techniczne Kolejnictwa, Warszawa, 2009.
9. Bałuch H., Skalowanie zagrożeń wyboczeń torów kolejowych, „TTS Technika Transportu Szynowego”, 2-3, 2001, s. 71-76.
10. Bałuch H., Zagrożenia w nawierzchni kolejowej, Wydawnictwo Instytutu Kolejnictwa, Warszawa, 2017.
11. Banaszek K., Chruzik K., A. Jabłoński, M. Jabłoński, E. Janowska-Bucka, Klimiuk K., Kuminek T., Kusior Z., Mańka I., Mańka A., Raczyński J., Sitarz M., Wachnik R., Zintegrowany System Zarządzania Bezpieczeństwem Transportu Kolejowego w Polsce, Tom 2, Teoria i Praktyka, pod redakcją naukową Marka Sitarza, Wydawnictwo Pracownia Komputerowa Jacka Skalmierskiego, Katowice, 2009.
12. Barczak A., Podtorze jako regulator w układzie pojazd szynowy - tor, „Pojazdy Szynowe”, 2, 2005.
13. Bartłomiejczyk M., Połom M., Napięcie sieci trakcyjnej jako wyznacznik możliwości zwiększenia odzysku energii, „Technika Transportu Szynowego”, 4, Łódź 2013, s. 42-46.
14. Basiewicz T., Gofaszewski A., Rudziński L., Infrastruktura transportu, Politechnika Warszawska, Warszawa, 2007.
15. Basiewicz T., Rudziński L., Jacyna M., Linie kolejowe, Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2015.
16. Błaszkiwicz D., Chudyba Ł., Diagnostyka stanu nawierzchni kolejowej na przykładzie linii CMK w torze nr 1, km 170+850 do 174+050, Instytut Logistyki i Magazynowania, „Logistyka”, 6, 2014.
17. Bogdaniuk B., Towpik K., Budowa, modernizacja i naprawy dróg kolejowych, PKP Polskie Linie Kolejowe, Warszawa, 2010.
18. Chełmecki W., Stacje kolejowe cz. 1 i 2, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 1997 i 2001.
19. Chmiel J., Rosiński A., Integracja Systemów Bezpieczeństwa Dworca Kolejowego, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport”, 92, 2013.
20. Chwaściński E., Kolejowa służba drogowa - Tom II, Część 4. Budowa Wierzchnia. Część 5. Rozjazdy, Drogi Zwrotnicze, Obrotnice i Przesuwnice. Część 6. Stacje, Posterunki i Przystanki Osobowe – Część 7. Różne”, Wydawnictwa techniczne Ministerstwa Komunikacji, 11, Warszawa, 1939.
21. Cieślakowski S.J., Stacje kolejowe, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1992.

22. Cyunel B., Kulczycki B., Kolejowe budowle ziemne, T. II – Technologia, organizacja budowy i modernizacji. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1987.
23. Czyczuła W., Tor bezстыkowy, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2002.
24. Dąbrowski A., Stencel G., Rodzaje nawierzchni na przejazdach kolejowo-drogowych i ich wprowadzanie do obrotu, „Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK RP”, Oddział w Krakowie, 2, 2016, 109.
25. Dąbrowski T., Sieci i podstaje trakcyjne, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1986.
26. Drogi kolejowe (Praca zbiorowa pod red. J. Sysaka). Państwowe Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1982.
27. Faryna P., Elektroenergetyka kolejowa, „Forum Kolejowego Railway Business Forum”, Warszawa, 2021.
28. Frůhauf W. i in.: Konstrukcje ziemne dla nawierzchni bezpodstykowych na trasach kolei duŝych prędkości, „Przegląd Komunikacyjny”, 7-8, 2010.
29. Gębczyński H., Systemy trakcji szynowych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 1991.
30. Giętkowski Z., Judek S., Karwowski K., Mizan M., Diagnostyka i monitoring odbioru prądu z sieci trakcyjnej, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej”, Gdańsk, 27, 2010.
31. Giętkowski Z., Karkowski K., Miza M., Diagnostyka sieci trakcyjnej, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2009.
32. Głowacz M., Problemy i sposoby pomiaru geometrii sieci trakcyjnej, „Prace Instytutu Kolejnictwa”, 153, 2017.
33. Grabias P., Geodezyjne i diagnostyczne techniki pomiaru geometrii torów kolejowych, „Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK RP”, Oddział w Krakowie, 1, 2017, 112.
34. Grulkowski S., Kędra Z., Koc W., Nowakowski M., Drogi szynowe, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2013.
35. Jabłoński A., A human factor and rail transport safety - a comparative criterion of selected assessment methods, „Archives of Transport System Telematics”, 11(1), 2018.
36. Jabłoński A., Jabłoński M., Audyt systemów zarządzania bezpieczeństwem i utrzymaniem w transporcie kolejowym – rekomendacje dla audytorów, „Infrastruktura transportu”, 5, 2013.
37. Jabłoński A., Jabłoński M., Digital safety in railway transport – aspects of management and technology, Springer Nature Switzerland, AG 2022.
38. Jabłoński A., Jabłoński M., Dlaczego zmiana w systemie kolejowym ma wpływ na bezpieczeństwo, „Magazyn Kultury Bezpieczeństwa”, Urząd Transportu Kolejowego, Warszawa, 2019.
39. Jabłoński A., Jabłoński M., Dobre praktyki w zakresie wyceny i oceny ryzyka w transporcie kolejowym, „Infrastruktura Transportu”, 2, 2014.
40. Jabłoński A., Jabłoński M., Dynamizacja implementacji mechanizmów zarządzania bezpieczeństwem cyfrowym w transporcie kolejowym – potrzeby mitygacji potencjalnej eskalacji cyfrowych zagrożeń w ruchu kolejowym, „Magazyn Kultury Bezpieczeństwa”, Urząd Transportu Kolejowego, Warszawa, 2022.
41. Jabłoński A., Jabłoński M., Implementation and Managing of Innovation in the Conditions of Legal and Economic Constrains on the Based of Rail Transport, Communications in Computer and Information Science”, [w:] Telematics in the Transport Environment, edytor: Mikulski J., Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2012.
42. Jabłoński A., Jabłoński M., Key challenges and problems in conducting independent evaluations of the adequacy of the risk management process in rail transport, [w:] Tools of Transport Telematics, Communications in Computer and Information Science, edytor: Mikulski J., Springer International Publishing Switzerland, 2015.
43. Jabłoński A., Jabłoński M., Mechanizmy efektywnego zarządzania bezpieczeństwem w transporcie kolejowym, CeDeWu, Warszawa, 2018.
44. Jabłoński A., Jabłoński M., Mechanizmy efektywnego zarządzania bocznkami kolejowymi, CeDeWu, Warszawa, 2020.
45. Jabłoński A., Jabłoński M., Mechanizmy kształtowania kultury bezpieczeństwa w transporcie kolejowym, czynnik ludzki i organizacyjny, CeDeWu, Warszawa, 2020.
46. Jabłoński A., Jabłoński M., Mechanizmy zapewnienia zgodności technicznej i bezpiecznej integracji w transporcie kolejowym, CeDeWu, Warszawa, 2021.
47. Jabłoński A., Jabłoński M., Michałowska M., Efektywne modele biznesu sektora transportu kolejowego, „Problemy Transportu i Logistyki”, 741, 18, Szczecin, 2012.
48. Jabłoński A., Jabłoński M., Miejsce i rola jednostek oceniających adekwatność stosowania procesu zarządzania ryzykiem w transporcie kolejowym – zarys problemu, „Technika Transportu Szynowego”, 11, 2013.
49. Jabłoński A., Jabłoński M., Model of technical risk management in rail transport and technology transfer, „Archives of Transport System Telematics”, 5(2), 2012.
50. Jabłoński A., Jabłoński M., Model zapewnienia zgodności technicznej i bezpiecznej integracji w transporcie kolejowym, „Magazyn Kultury Bezpieczeństwa”, Urząd Transportu Kolejowego, Warszawa, 2021.
51. Jabłoński A., Jabłoński M., Modele kształtowania bezpieczeństwa ruchu kolejowego, [w:] Zrównowaŝony rozwój, systemy informacyjne i zarządzanie bezpieczeństwem w perspektywie długoterminowej przedsiębiorstw, Edytorzy: Chodyński A., Fatuła D., Leńniewski M.A., Krakowska Akademia im. Andrzeja Frycza Modrzewskiego, Kraków, 2022.
52. Jabłoński A., Jabłoński M., Monitorowanie w systemach zarządzania bezpieczeństwem oraz utrzymaniem wagonów towarowych w transporcie kolejowym, „Infrastruktura Transportu”, 3, 2014.

53. Jabłoński A., Jabłoński M., Prewencyjne zarządzanie utrzymaniem infrastruktury kolejowej a zarządzanie konfiguracją, Nowoczesne technologie i systemy zarządzania w transporcie szynowym, „Zeszyty Naukowo-Techniczne Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczpospolitej Polskiej”, 2(104), 2014.
54. Jabłoński A., Jabłoński M., Railway Safety Culture Model Theory and Practical Implication, CeDeWu, Warszawa, 2021.
55. Jabłoński A., Jabłoński M., Ryzyko techniczne i zawodowe w transporcie kolejowym – kluczowe aspekty integracji, „Technika Transportu Szynowego (UND)”, 2014.
56. Jabłoński A., Jabłoński M., Shaping the Safety Culture of High Reliability Organizations through Digital Transformation, „Energies”, 14(16), 2021, 4721.
57. Jabłoński A., Jabłoński M., Social factors as a basic driver of the digitalization of the business models of railway companies, „Sustainability”, 2019, 11(12), 3367.
58. Jabłoński A., Jabłoński M., Social Perspectives in Digital Business Models of Railway Enterprises, „Energies”, 2020, 13, 6445.
59. Jabłoński A., Jabłoński M., Systemowe aspekty zarządzania utrzymaniem taboru, „Infrastruktura transportu”, 4, 2013.
60. Jabłoński A., Jabłoński M., Transfer of Technology in the Field of Rail Transport through Cluster Initiatives Management, [w:] Communications in Computer and Information Science, edytor: Mikulski J., Activities of Transport Telematics, Springer-Verlag, 2013.
61. Jabłoński A., Jabłoński M., Walidacja stosowania wspólnych metod oceny bezpieczeństwa w transporcie kolejowym w warunkach polskich z uwzględnieniem zarządzania konfiguracją, „Technika Transportu Szynowego”, 1-2, 2014.
62. Jabłoński A., Jabłoński M., Warmuz M., Balanced Scorecard w branży kolejowej, „Controlling i rachunkowość zarządcza”, 9, 2008.
63. Jabłoński A., Jabłoński M., Zarządzanie konfiguracją w utrzymaniu wagonów towarowych a bezpieczeństwo ruchu kolejowego – podejście systemowe, „Transport i Komunikacja”, 1, 2014.
64. Jabłoński A., Jabłoński M., Zarządzanie bezpieczeństwem w transporcie kolejowym – kluczowe aspekty, Bezpieczeństwo, „Teoria i Praktyka”, 3, 2014.
65. Jabłoński A., Jabłoński M., Zarządzanie jakością usług pasażerskich przewozów kolejowych – podejście systemowe, „Przegląd Komunikacyjny”, 3, 2014.
66. Jabłoński A., Jabłoński M., Zarządzanie konfiguracją w procesie utrzymania wagonów towarowych – podejście interdyscyplinarne, „Problemy Kolejnictwa”, 173, 2016.
67. Jabłoński A., Jabłoński M., Zarządzanie konfiguracją w utrzymaniu taboru kolejowego – wybrane aspekty zarządcze i technologiczne, „Infrastruktura Transportu”, 1, 2014.
68. Jabłoński A., Jabłoński M., Zarządzanie w nowych regulacjach prawnych i standardach transportu kolejowego, „Infrastruktura transportu”, 6, 2013.
69. Jabłoński A., Tasks of Independent Assessment Bodies in Risk Management in Rail Transport–the Polish Experience, TST 2016: Challenge of Transport Telematics.
70. Jabłoński A., The efficient management of railway sidings in terms of a safety criterion - selected aspects, „Archives of Transport System Telematics”, 10, 2017.
71. Jabłoński M., Preparing reports on risk evaluation and assesmentassessment in rail transport based on the polish experience, TST 2016: Challenge of Transport Telematics, Springer International Publishing, 2016, ISSN 18650929.
72. Judek S., Karwowski K., Mizan M., Diagnostyka i monitoring odbioru prądu z sieci trakcyjnej, „Pojazdy Szynowe”, 3, 2011.
73. Judek S., Karwowski K., Mizan M., Wilk A., Modelowanie współpracy odbieraka prądu z siecią trakcyjną, „Przegląd Elektrotechniczny”, 11, 2015.
74. Kacprzak J., Mysłek J., Podoski J., Zasady trakcji elektrycznej, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1980.
75. Kaczorek M., Falana A., Zarządzanie majątkiem technicznym jako podstawa racjonalnego planowania rozwoju i utrzymania infrastruktury kolejowej – założenia i przegląd systemów, „Przegląd Komunikacyjny”, 6, 2018.
76. Kampczyk A., Punkty charakterystyczne rozjazdów i skrzyżowań kolejowych, „Technika Transportu Szynowego”, 10, 2013.
77. Kaniewski M., Bielska P., Odchylenie poprzeczne przewodów jezdnych sieci trakcyjnej pod wpływem wiatru, „Prace Instytutu Kolejnictwa”, Zeszyt 162, 2019.
78. Kaniewski M., Certyfikacja sieci trakcyjnej i pantografów według wymogów Rozporządzenia Komisji UE nr 1301/2014, „TTS Eksploatacja”, 1-2, 2018.
79. Kaniewski M., Rojek A., Knych T., Mamala A., Badania nowych sieci trakcyjnych YC120-2CS150 I YC150-2CS150, „Czasopismo Techniczne Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej”, Kraków, 2007.
80. Kędra Z., Ciągły pomiar geometrii rozjazdów kolejowych, „Przegląd Komunikacyjny”, 3-4, 2011.
81. Kędra Z., Diagnostyka obrazowa rozjazdów kolejowych, „Transcomp – XV International Conference Computer Systems Aided Science, Industry And Transport”, 2012.
82. Kędra Z., Technologia robót torowych, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2015.

83. Knych T., Mamala A., Kwaśniewski P., Kiesiewicz G., Nowak A., Ścieżor W., Kowal R., Kordaszewski S., Franczak K., Bogacki A., Greguła R., Błędowski L., Dondziak K., Rojek A., Majewski W., Koncepcja i badania nad bezciążarowym urządzeniem naprzężającym trakcji kolejowej, „Technika Transportu Szynowego”, 5, 2016.
84. Koc W., Określenie wartości naprężeń w torach bezстыkowych, „Zeszyty Naukowo-Techniczne SITK”, 41, Kraków 2000.
85. Koc W., Wilk A., Chrostowski P., Grulkowski S., Określenie wartości sił podłużnych w szynach toru bezстыkowego, „Problemy Kolejnictwa”, 163, 2014, s. 43-65.
86. Kruczek W., Konfiguracja i wymagania dla sieci powrotnych w zelektryfikowanych systemach trakcyjnych, „Prace Instytutu Kolejnictwa”, 156, 2017.
87. Kukulski J., Wybrane aspekty modelowania nawierzchni kolejowej, jej części składowych oraz podtorza, „Problemy Kolejnictwa”, Warszawa, 148, 2009.
88. Kwaśniewski P., Knych T., Kiesiewicz G., Mamala A., Ścieżor W., Jabłoński M., Kawecki A., Kowal R., Gaś P., Bogacki A., Greguła R., Błędowski L., Rojek A., Majewski W., System nowej generacji elementów połączeń nośnych kolejowej górnej sieci trakcyjnej, „Technika Transportu Szynowego”, 1-2, 2015.
89. Licow R., Tomaszewski F., Analiza przyczyn zużycia się (uszkodzenia) szyn w zależności od warunków techniczno-eksploatacyjnych toru, „Rail Vehicles Pojazdy Szynowe”, 4, 2017.
90. Maciejna B., Drogi transportowe w zakładach przemysłowych, Politechnika Śląska, Gliwice, 1992.
91. Maciołek T., Aspekty projektowania sieci trakcyjnych kolei dużych prędkości, „Technika Transportu Szynowego”, 10, 2012.
92. Maciołek T., Zmniejszanie zużycia przewodów sieci trakcyjnej dużych prędkości poprzez zmiany konstrukcji pantografów i sieci trakcyjnej, „Technika Transportu Szynowego”, 12, 2007, s. 55-58.
93. Massel A., Projektowanie linii i stacji kolejowych, Kolejowa Oficyna Wydawnicza, Warszawa, 2010.
94. Mazurek T., Budowa kolei, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1964.
95. Oczykowski A., Badania i rozwój przytwierdzenia sprężystego SB, „Problemy Kolejnictwa”, 150, 2010, s. 121-156.
96. Pawlik M., Analiza obowiązków podmiotów zamawiających i realizujących modernizację linii kolejowych w zakresie dopuszczania podsystemów do eksploatacji „TTS Technika Transportu Szynowego”, 3, 2014, s. 33-36.
97. Pawłowicz Titow W., Wzmacnianie podtorza długo eksploatowanych linii kolejowych, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1990.
98. Przerembel S., Rozruch pociągu podmiejskiego i kryteria jego oceny, „Trakcja i Wagony”, 3, 1981.
99. Rojek A., Tabor i trakcja kolejowa, Warszawa, 2010.
100. Rojek A., Badania urządzeń i systemów zasilania trakcji elektrycznej, „Prace Instytutu Kolejnictwa”, 151, 2016.
101. Rojek A., Majewski W., Górna sztywna sieć trakcyjna, „TTS Technika”, 1-2, 2015.
102. Rojek A., Zbiec A., Koordynacja zabezpieczeń zwarciovych w układzie pojazd trakcyjny – podstacja trakcyjna, „Problemy Kolejnictwa”, 154, Warszawa, 2012.
103. Rostowski W., Przegląd konstrukcji sieci trakcyjnych w krajach Unii Europejskiej, „Technika”, 4, 2006.
104. Rudowski M., Zmniejszenie zużycia energii na cele trakcyjne przez właściwe określenie czasów jazdy, „Zeszyty Naukowo-Techniczne Oddziału Krakowskiego SITK”, Kraków 1993, s. 155-162.
105. Skibicki J., Metody pomiaru drgań górnej sieci jezdnej, „Przegląd Elektrotechniczny”, 7, 2016.
106. Skrzyński E., Odwodnienie i jego wpływ na stabilność podtorza kolejowego, „Prace Instytutu Kolejnictwa”, Zeszyt 153, 2017.
107. Skrzyński E., Osiedzenia podtorza gruntowego, „Prace Instytutu Kolejnictwa”, Zeszyt 161, 2019.
108. Skrzyński E., Podtorze na liniach kolejowych dużych prędkości, „Problemy Kolejnictwa”, 16, 2013.
109. Skrzyński E., Sikora R., Kolejowe budowle ziemne, Tom I Utrzymanie i naprawy, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1990.
110. Smoczyński P., Kadziński A., Wymagania dotyczące wprowadzania do obrotu składników interoperacyjności na przykładzie szyny kolejowej, „Pojazdy Szynowe”, nr 2, 2016.
111. Sołkowski J., Efekt progowy w nawierzchniach szynowych, Wydawnictwa Politechniki Krakowskiej, Kraków, 2013.
112. Stolarczyk Ł., Kardas-Cinal E., Wybrane metody pomiaru sił podłużnych w szynach toru bezстыkowego, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej”, 121, Warszawa, 2018.
113. Szcześniak W., Statyka, dynamika i stateczność nawierzchni i podtorza kolejowego, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej seria: Budownictwo”, 129, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1995.
114. Szcześniak W., Wybrane zagadnienia kolejowe. Wzajemne oddziaływania w układzie pojazd – tor kolejowy – podtorze – podłoże gruntowe, „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej, seria Budownictwo”, 12, OWPW, Warszawa, 1995.
115. Szelaż A., Maciołek T., Elektroenergetyka trakcyjna linii kolejowych w Polsce – uwagi dotyczące procesu projektowania, „Technika Transportu Szynowego”, 7-8, 2012.
116. Szelaż A., Mierzejewski L., Systemy zasilania linii kolejowych dużych prędkości jazdy, „Technika”, 5-6, 2005.
117. Szelaż A., Trakcja elektryczna - podstawy, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2020.

118. Szumierz W., Wpływ poziomych oddziaływań taboru na stateczność toru bezстыkowego, „Przegląd Kolejowy”, 9, 1993.
119. Świderek S., Poradnik elektromontera sieci trakcyjnej PKP, Wydawnictwo Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1993.
120. Świdorski Z., Metody badań naprężeń własnych szyn kolejowych, „Problemy Kolejnictwa”, 123, CNTK, Warszawa, 1996.
121. Timoshenko S.P., Gere J.M., Teoria stateczności sprężystej, Arkady, Warszawa, 1963.
122. Towpik K., Adamski M., Badania zmian temperatury neutralnej szyn w eksploatowanych torach bezстыkowych, Materiały IX Konferencji Naukowo-Technicznej „Drogi Kolejowe”, Gdańsk, 1997.
123. Towpik K., Infrastruktura transportu kolejowego, Politechnika Warszawska, Warszawa 2004.
124. Towpik K., Infrastruktura transportu szynowego, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2017.
125. Towpik K., Tor bezстыkowy – zagrożenia, diagnostyka, utrzymanie, „Transport – Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej”, 2016, 114.
126. Wang J., Safety theory and control technology of high-speed train operation, “Academic Press is an imprint of Elsevier”, 2022.
127. Wasutyński A., Drogi żelazne (wydanie drugie uzupełnione). Wydawnictwa Naukowe Komisji Wydawniczej T-Wa Bratniej Pomocy Studentów Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1925.
128. Wilk A., Karwowski K., Judek S., Mizan M. Modelowanie i symulacja dynamiki ruchu trakcyjnego odbieraka prądu, „Przegląd Elektrotechniczny”, 10, 2016.
129. Wiłun Z., Zarys geotechniki, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1976.
130. Zawadzka D., Strojny J., Porównanie systemów zasilania kolejowej sieci trakcyjnej w Europie - Urząd Transportu Kolejowego, „Transport Kolejowy 2021”, IV Ogólnopolska konferencja Naukowo-Techniczna”, Warszawa, 2021.

Akty prawne

Dyrektywy europejskie

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/797 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie interoperacyjności systemu kolei w Unii Europejskiej.
2. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/798 z dnia 11 maja 2016 r. w sprawie bezpieczeństwa kolei.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/34/UE z dnia 21 listopada 2012 r. w sprawie utworzenia jednolitego europejskiego obszaru kolejowego.

Rozporządzenia europejskie

1. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1299/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. dotyczące technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu Infrastruktura systemu kolei w Unii Europejskiej (TSI INF) z późniejszymi zmianami.
2. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1301/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznych specyfikacji interoperacyjności podsystemu „Energia” systemu kolei w Unii (TSI ENE) z późniejszymi zmianami.
3. Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1303/2014 z dnia 18 listopada 2014 r. w sprawie technicznej specyfikacji interoperacyjności w zakresie aspektu „Bezpieczeństwo w tunelach kolejowych” systemu kolei w Unii Europejskiej (TSI SRT) z późniejszymi zmianami.

Ustawy

1. Ustawa Kodeks pracy (t.j. Dz.U. 2022 poz. 1510 z późn. zm.).
2. Ustawa o ochronie środowiska (t.j. Dz.U. 2022 poz. 2556 z późn. zm.).
3. Ustawa o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (t.j. Dz.U. 2022 poz. 1854 z późn. zm.).
4. Ustawa o transporcie kolejowym (t.j. Dz.U. 2023 poz. 602 z późn. zm.).
5. Ustawa Prawo budowlane (t.j. Dz.U. 2023 poz. 682 z późn. zm.).
6. Ustawa Prawo o ruchu drogowym (t.j. Dz.U. 2022 poz. 988 z późn. zm.).

Rozporządzenia krajowe



Rzeczpospolita
Polska



URZĄD
TRANSPORTU
KOLEJOWEGO

Unia Europejska
Fundusz Spójności



1. Lista Prezesa Urzędu Transportu Kolejowego z dnia 23.12.2021 r. w sprawie właściwych krajowych specyfikacji technicznych i dokumentów normalizacyjnych, których zastosowanie umożliwia spełnienie zasadniczych wymagań interoperacyjności systemu kolei (LP UTK 2021).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać skrzyżowania linii kolejowych oraz bocznic kolejowych z drogami i ich usytuowanie (Dz.U. 2020, poz. 710 z późn. zm.).
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 stycznia 2021 r. w sprawie pracowników zatrudnionych na stanowiskach bezpośrednio związanych z prowadzeniem i bezpieczeństwem ruchu kolejowego oraz prowadzeniem określonych rodzajów pojazdów kolejowych (Dz.U. 2021 poz. 101).
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 18 lipca 2005 r. w sprawie ogólnych warunków prowadzenia ruchu kolejowego i sygnalizacji (t.j. Dz.U. 2015 poz. 360 z późn. zm.).
5. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (Dz.U. 2022 poz. 1518 z późn. zm.).
6. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach (t.j. Dz.U. 2003 poz. 2181 z późn. zm.).
7. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 7 sierpnia 2008 r. w sprawie wymagań w zakresie odległości i warunków dopuszczających usytuowanie drzew i krzewów, elementów ochrony akustycznej i wykonywania robót ziemnych w sąsiedztwie linii kolejowej, a także sposobu urządzania i utrzymywania zastron odśnieżnych oraz pasów przeciwpożarowych (Dz.U. z 2020 r. poz. 1247 z późn. zm.).
8. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 17 lutego 2020 r. w sprawie sposobów sprawdzania dotrzymania dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku (t.j. Dz.U. 2022, poz. 2630 z późn. zm.).
9. Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 20 grudnia 2021 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz.U. 2021, poz. 2454 z późn. zm.).
10. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 września 2020 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (t.j. Dz.U. 2022 poz. 1679 z późn. zm.).
11. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 18 sierpnia 2020 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego (Dz.U. 2020, poz. 1429 z późn. zm.).
12. Rozporządzenie Ministra Rozwoju, Pracy i Technologii z dnia 6 lipca 2021 r. w sprawie osnów geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych (Dz.U. z 2021, poz. 1341 z późn. zm.).
13. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony znaków geodezyjnych, grawimetrycznych i magnetycznych z dnia 15 kwietnia 1999 r. (t.j. Dz.U. 2020, poz. 1357 z późn. zm.).
14. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 maja 2018 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2018, poz. 984 z późn. zm.).
15. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r. poz. 463 z późn. zm.);
16. Rozporządzenie Ministrów Infrastruktury oraz Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 lipca 2002 r. w sprawie znaków i sygnałów drogowych (t.j. Dz.U. 2002, poz. 1393 z późn. zm.).
17. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. z 2019, poz. 1839 z późn. zm.).
18. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 19 grudnia 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz.U. z 2019 r. poz. 2494).

Normy

1. BN-73/8939-04 Konstrukcje odciążające pod czynnymi torami kolejowymi.
2. PN-EN 13145+A1:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Podkłady i podrozdzielnice drewniane.
3. PN-EN 13146-1:2019-04 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń -- Część 1: Określenie oporu podłużnego szyny.
4. PN-EN 13146-2:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń -- Część 2: Określenie oporu na skręcanie.
5. PN-EN 13146-3:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń -- Część 3: Określenie tłumienia obciążeń dynamicznych.
6. PN-EN 13146-4:2020-09 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń -- Część 4: Skutki obciążeń powtarzalnych.

7. PN-EN 13146-5:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń -- Część 5: Określenie rezystancji elektrycznej
8. PN-EN 13146-6:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń -- Część 6: Skutki trudnych warunków środowiska.
9. PN-EN 13146-7:2019-05 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń -- Część 7: Określenie siły docisku oraz odporności na obciążenia pionowe.
10. PN-EN 13146-8:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń -- Część 8: Badania eksploatacyjne.
11. PN-EN 13146-9:2020-09 Kolejnictwo -- Tor -- Metody badań systemów przytwierdzeń -- Część 9: Określenie sztywności.
12. PN-EN 13230-1:2016-06 Kolejnictwo -- Tor -- Podkłady i podrozjazdnice betonowe -- Część 1: Wymagania ogólne.
13. PN-EN 13230-2:2016-06 Kolejnictwo -- Tor -- Podkłady i podrozjazdnice betonowe -- Część 2: Podkłady monoblokowe z betonu sprężonego.
14. PN-EN 13230-3:2016-06 - Kolejnictwo -- Tor -- Podkłady i podrozjazdnice betonowe -- Część 3: Podkłady dwublokowe z betonu zbrojonego.
15. PN-EN 13230-4+A1:2020-07 Kolejnictwo -- Tor -- Podkłady i podrozjazdnice betonowe -- Część 4: Podrozjazdnice z betonu sprężonego do rozjazdów i skrzyżowań.
16. PN-EN 13230-5:2016-06 Kolejnictwo -- Tor -- Podkłady i podrozjazdnice betonowe -- Część 5: Elementy specjalne
17. PN-EN 13232-1:2005 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Część 1: Definicje.
18. PN-EN 13232-2+A1:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Część 2: Wymagania dotyczące projektowania geometrii.
19. PN-EN 13232-3+A1:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Część 3: Wymagania dotyczące oddziaływania koło-szyna.
20. PN-EN 13232-4+A1:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Część 4: Przystawianie, zamykanie i kontrola.
21. PN-EN 13232-5+A1:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Część 5: Zwrotnice.
22. PN-EN 13232-6+A1:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Część 6: Krzyżownice pojedyncze i podwójne ze stałymi dziobami.
23. PN-EN 13232-7+A1:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Część 7: Krzyżownice z częściami ruchomymi.
24. PN-EN 13232-8+A1:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Część 8: Przyrządy wyrównawcze.
25. PN-EN 13232-9+A1:2012 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Część 9: Układy.
26. PN-EN 13481-2:2022-12 Kolejnictwo -- Tor -- Wymagania eksploatacyjne systemów przytwierdzeń -- Część 2: Systemy przytwierdzeń do podkładów betonowych na podsypce.
27. PN-EN 13481-3:2022-12 Kolejnictwo -- Tor -- Wymagania eksploatacyjne systemów przytwierdzeń -- Część 3: Systemy przytwierdzeń do podkładów drewnianych i kompozytowych.
28. PN-EN 13481-4:2022-12 Kolejnictwo -- Tor -- Wymagania eksploatacyjne systemów przytwierdzeń -- Część 4: Systemy przytwierdzeń do podkładów stalowych na podsypce.
29. PN-EN 13481-5:2022-12 Kolejnictwo -- Tor -- Wymagania eksploatacyjne systemów przytwierdzeń -- Część 5: Systemy przytwierdzeń w torach o nawierzchni bezpodsypkowej.
30. PN-EN 13481-7:2022-12 Kolejnictwo -- Tor -- Wymagania eksploatacyjne systemów przytwierdzeń -- Część 7: Systemy przytwierdzeń w rozjazdach i skrzyżowaniach, kierownicach, izolowanych złączach szynowych oraz przyrządach wyrównawczych.
31. PN-EN 13674-1+A1:2017-07 Kolejnictwo -- Tor -- Szyna -- Część 1: Szyny kolejowe Vignole'a o masie 46 kg/m i większej.
32. PN-EN 13674-2:2020-03 Kolejnictwo -- Tor -- Szyna -- Część 2: Szyny do rozjazdów i skrzyżowań stosowane w połączeniu z szynami kolejowymi Vignole'a o masie 46 kg/m i większej.
33. PN-EN 13674-3+A1:2010 Kolejnictwo -- Tor - Szyna -- Część 3: Kierownice.
34. PN-EN 13674-4: 2019-07 Kolejnictwo -- Tor -- Szyna -- Część 4: Szyny kolejowe Vignole'a o masie od 27 kg/m do 46 kg/m, z wyjątkiem 46 kg/m.
35. PN-EN 13803: 2017-07 Kolejnictwo -- Tor -- Parametry projektowania toru w planie -- Tor o szerokości 1 435 mm i większej.
36. PN-EN 14033-1:2017-07 Kolejnictwo -- Tor -- Maszyny do budowy i utrzymania toru -- Część 1: Wymagania techniczne dla ruchu.
37. PN-EN 14033-2:2017-07 Kolejnictwo -- Tor -- Maszyny do budowy i utrzymania toru -- Część 2: Wymagania techniczne dotyczące przemieszczania i pracy.
38. PN-EN 14033-3:2017-07 Kolejnictwo -- Tor -- Maszyny do budowy i utrzymania toru -- Część 3: Ogólne wymagania bezpieczeństwa.
39. PN-EN 14033-4:2019-03 Kolejnictwo -- Tor -- Maszyny do budowy i utrzymania toru -- Część 4: Wymagania techniczne dla ruchu, przemieszczania i pracy dla kolei miejskiej.

40. PN-EN 14587-1:2019-03 Kolejnictwo -- Infrastruktura -- Zgrzewanie iskrowe nowych szyn -- Część 1: Zgrzewanie szyn ze stali gatunku R220, R260, R260Mn, R320Cr, R350HT, R350LHT, R370CrHT oraz R400HT w zgrzewalni.
41. PN-EN 14587-2:2009 Kolejnictwo -- Tor -- Zgrzewanie iskrowe szyn -- Część 2: Zgrzewanie nowych szyn ze stali gatunku R220, R260, R260Mn i R350HT zgrzewarkami torowymi poza zgrzewalnią.
42. PN-EN 14587-3:2013-03 Kolejnictwo -- Tor -- Zgrzewanie iskrowe szyn -- Część 3: Zgrzewanie w połączeniach konstrukcji rozjazdowych.
43. PN-EN 14730-1:2017-06 Kolejnictwo -- Tor -- Spawanie termitowe szyn -- Część 1: Dopuszczenie procesów spawania.
44. PN-EN 14730-2:2021-09 Kolejnictwo -- Tor -- Spawanie termitowe szyn -- Część 2: Kwalifikacja spawaczy do spawania termitowego, dopuszczenie wykonawców robót i odbiór złączy spawanych.
45. PN-EN 14811:2019-06 Kolejnictwo -- Tor -- Szyny specjalne -- Szyny rowkowe i związane z nimi profile konstrukcyjne.
46. PN-EN 15273-1+A1:2017-05 Kolejnictwo -- Skrajnie -- Część 1: Postanowienia ogólne -- Wymagania wspólne dla infrastruktury i pojazdów szynowych.
47. PN-EN 15273-2+A1:2017-03 Kolejnictwo -- Skrajnie -- Część 2: Skrajnia pojazdów szynowych.
48. PN-EN 15273-3+A1:2017-03 Kolejnictwo -- Skrajnie -- Część 3: Skrajnie budowli.
49. PN-EN 15461+A1:2011 Kolejnictwo -- Emisja hałasu -- Charakterystyka własności dynamicznych odcinków toru dla ruchu poprzez pomiary hałasu.
50. PN-EN 15689:2010 Kolejnictwo -- Tor -- Rozjazdy i skrzyżowania -- Odlewy elementów krzyżownic z austenitycznej stali manganowej.
51. PN-EN 16730:2016-08 Kolejnictwo -- Tor -- Podkłady i podrozdajnice betonowe z podkładkami podpodkładowymi.
52. PN-EN 50121-5:2017-05/A1:2019-07 Zastosowania kolejowe -- Kompatybilność elektromagnetyczna -- Część 5: Emisja i odporność aparatury oraz urządzeń stacjonarnych systemu zasilania energią.
53. PN-EN 50122-2:2011 Zastosowania kolejowe -- Urządzenia stacjonarne -- Bezpieczeństwo elektryczne, uziemianie i sieć powrotna -- Część 2: Środki ochrony przed skutkami prądów błądzących powodowanych przez systemy trakcji prądu stałego.
54. PN-EN 50123-2:2003 Zastosowania kolejowe -- Urządzenia stacjonarne -- Aparatura łączeniowa prądu stałego -- Część 2: Wyłączniki prądu stałego.
55. PN-EN 50124-2:2017-09 Zastosowania kolejowe -- Koordynacja izolacji -- Część 2: Przepięcia i ochrona przeciwprzepięciowa.
56. PN-EN 50341-1:2013-03 Elektroenergetyczne linie napowietrzne prądu przemiennego powyżej 1 kV -- Część 1: Wymagania ogólne -- Specyfikacje wspólne.
57. PN-EN ISO 9227:2023-02 Badania korozyjne w sztucznych atmosferach -- Badania w rozpylonej solance.
58. PN-K-89000:1997 Sieć trakcyjna kolejowa -- Osprzęt -- Tablice ostrzegawcze przed porażeniem prądem elektrycznym.
59. Standard Karta UIC 505-1: Pojazdy kolejowe. Skrajnia pojazdów.
60. Standard UIC 505-6 Ogólne zasady dotyczące interoperacyjnych skrajni taboru (bez rozładunku towaru lub wysiadania pasażerów) w ruchu transgranicznym między UIC a OSJD RUS.
61. Standard UIC 506 Przepisy dla zastosowania skrajni powiększonych GA, GB, GC.

Instrukcje PKP PLK S.A.

Infrastruktura

1. Warunki techniczne utrzymania nawierzchni na liniach kolejowych Id-1 (D-1).
2. Warunki techniczne dla kolejowych obiektów inżynierskich Id-2 (D-2).
3. Warunki techniczne utrzymania podtorza kolejowego Id-3.
4. Instrukcja o oględzinach, badaniach technicznych i utrzymania rozjazdów Id-4.
5. Instrukcja spawania szyn termitem Id-5.
6. Instrukcja zgrzewania szyn zgrzewarkami torowymi poza zgrzewalnią Id-6.
7. Instrukcja o dozorowaniu linii kolejowych Id-7 (D-10).
8. Instrukcja diagnostyki nawierzchni kolejowej Id-8.
9. Instrukcja dla tomistrza Id-9 (D-15).
10. Instrukcja badań defektoskopowych szyn, spoin i zgrzein w torach kolejowych Id-10 (D-16).
11. Wykaz linii Id-12 (D-29).
12. Instrukcja użytkowania oraz utrzymania pługów i zespołów odśnieżnych Id-13 (D-41).
13. Instrukcja o dokonywaniu pomiarów, badań i oceny stanu torów Id-14 (D-75).
14. Instrukcja utrzymania kolejowych obiektów inżynierskich na liniach kolejowych do prędkości 200/250 km/h Id-16.
15. Wytyczne ultradźwiękowych badań złączy szynowych zgrzewanych i spawanych Id-17.

16. Wytyczne zabezpieczenia miejsca robót wykonywanych na torze zamkniętym podczas prowadzenia ruchu pojazdów kolejowych po torze czynnym z prędkością $V \geq 100$ km/h Id-18.
17. Warunki techniczne budowy i odbioru peronów pasażerskich, aspekty: peronowe krawędzie dostępu, nawierzchnie i korpus peronu Id-22.
18. Wytyczne w zakresie dokumentów wymaganych przy zakupach materiałów nawierzchniowych stosowanych w podsystemie Infrastruktura na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Id-100.
19. Warunki techniczne wykonania i odbioru podkładów i podrozdnic strunobetonowych Id-101.
20. Warunki techniczne wykonania i odbioru kształtowników iglicowych i kształtowników klockowych do budowy rozjazdów kolejowych - Wymagania i badania Id-102.
21. Warunki techniczne wykonania i odbioru zregenerowanych przez napawanie tuczowe elementów nawierzchni kolejowej Id-103.
22. Warunki techniczne PKP PLK S.A. - reprofilacja szyn w torach i rozjazdach - Część 1: Warunki wykonania i odbioru robót Id-104.
23. Warunki techniczne PKP PLK S.A. - reprofilacja szyn w torach i rozjazdach - Część 2: Wytyczne kwalifikacji Id-105.
24. Warunki wykonania i odbioru szyn kolejowych - Wymagania i badania Id-106.
25. Warunki techniczne wykonania i odbioru szyn kolejowych staroużytecznych uzyskanych przez regenerację, reprofilację oraz zgrzanie w zakładach stacjonarnych - Wymagania i badania Id-107.
26. Warunki techniczne wykonania i odbioru łapek sprężystych i sprężyn przytwierdzających szyny do podkładów i podrozdnic Id-109.
27. Tymczasowe warunki techniczne wykonania i odbioru podsypki tłuczniowej naturalnej i z recyklingu stosowanej w nawierzchni kolejowej Id-110.
28. Warunki techniczne wykonania i odbioru prefabrykowanych wielkogabarytowych płyt żelbetowych do nawierzchni przejazdów kolejowych - Wymagania i badania Id-111.
29. Warunki techniczne wykonania i odbioru zgrzein w szynach kolejowych nowych łączonych zgrzewarkami stacjonarnymi. Wymagania i badania Id-112.
30. Warunki techniczne wykonania i odbioru podkładów, podrozdnic i mostownic drewnianych - wymagania i badania Id-113.
31. Warunki techniczne wykonania i odbioru robót nawierzchniowo-podtorzowych Id-114.
32. Warunki techniczne utrzymania nawierzchni z podkładami typu Y Id-115.
33. Wytyczne w sprawie doboru wysokości peronów na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. Id-118.
34. Warunki techniczne stosowania i eksploatacji rolek podiglicowych Id-119.
35. Wytyczne stosowania łożysk w kolejowych obiektach inżynieryjnych Id-120.
36. Warunki techniczne wykonania i odbioru połączeń elektrycznych do szyn elementów sieci powrotnej i urządzeń sterowania ruchem kolejowym Id-121.

Elektroenergetyka kolejowa

1. Instrukcja utrzymania sieci trakcyjnej let-2.
2. Wymagania dla materiałów węglowych nakładek ślizgowych pantografów dopuszczonych do współpracy z siecią trakcyjną zarządzaną przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. let-4.
3. Wytyczne projektowania, budowy i odbioru sieci trakcyjnej oraz układów zasilania 2X25 kV AC dla linii kolejowych o prędkości do 350 km/h let-6.
4. Instrukcja organizacji bezpiecznej pracy przy urządzeniach elektroenergetycznych niskiego napięcia oraz w ich pobliżu let-7.
5. Instrukcja eksploatacji elektrycznych instalacji odbiorczych w budynkach i obiektach budowlanych oraz przenośnych i stacjonarnych elektrycznych urządzeń odbiorczych let-8.
6. Wytyczne odbioru i eksploatacji fundamentów palowych, stosowanych na liniach kolejowych dla ustawiania konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej let-105.
7. Wytyczne projektowania i eksploatacji systemu ochrony ziemnozwarciowej i przeciwpożarowej z uszynieniami grupowymi w układzie otwartym na liniach kolejowych let-106.
8. Wytyczne projektowania i warunki odbioru sieci trakcyjnej z uwzględnieniem standardów i wymogów dla linii interoperacyjnych let-107.
9. Wytyczne techniczne usuwania fundamentów konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej metodą minerską na liniach kolejowych zarządzanych przez PKP Polskie Linie Kolejowe S.A. let-108.
10. Dokument Normatywny 01-1/ET/2008 Osprzęt sieci trakcyjnej let-110.
11. Dokument Normatywny 01-2/ET/2008. Konstrukcje wsporcze let-111.
12. Dokument Normatywny 01-10/ET/2017. Fundamenty konstrukcji wsporczych sieci trakcyjnej let-112.
13. Dokument Normatywny 01-3/ET/2008 Przewody jezdne profilowane let-113.
14. Dokument Normatywny 01-4/ET/2008 Liny (przewody wielodrutowe gołe) let-114.

15. Dokument Normatywny 01-5/ET/2008 Oprawy oświetleniowe let-115.
16. Dokument Normatywny 01-6/ET/2008 Szafa rozdzielcza eor let-116.
17. Dokument Normatywny 01-7/ET/2008 Skrzynia transformatorowa eor let-117.
18. Dokument Normatywny 01-8/ET/2008 Grzejniki do elektrycznego ogrzewania rozjazdów let-118.
19. Dokument Normatywny 01-9/ET/2008 Uchwyty grzejników eor let-119.
20. Wymagania techniczne dla zapewnienia ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym, przed przepięciami i od wyładowywna atmosferycznych w strefie oddziaływania sieci trakcyjnej DC 3 kV let-120.
21. Dokument Normatywny 01-10/ET/2018 Zasady oznakowania i ochrony linii kablowych let-121.
22. Dokument Normatywny nr 01-11/ET/2018 Oprawy oświetleniowe LED let-122.
23. Instrukcja eksploatacji i utrzymania urządzeń elektrycznego ogrzewania rozjazdów let-1.
24. Instrukcja eksploatacji urządzeń oświetlenia zewnętrznego terenów kolejowych let-3.
25. Wytyczne projektowania urządzeń elektrycznego ogrzewania rozjazdów let-5.

Standardy techniczne PKP PLK S.A.

1. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem).
2. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM I - DROGA SZYNOWA.
3. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM I - DROGA SZYNOWA – Załącznik ST-T1-A8 „Konstrukcja nawierzchni kolejowej”.
4. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem) – TOM I - DROGA SZYNOWA.
5. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem) – TOM I - DROGA SZYNOWA – Załącznik ST-T1-A6 „Układy geometryczne torów”.
6. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 200$ km/h (dla taboru konwencjonalnego) / 250 km/h (dla taboru z wychylnym pudłem) – TOM I - DROGA SZYNOWA – Załącznik ST-T1-A9 „Rozjazdy”.
7. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM II - SKRAJNIA BUDOWLANA LINII KOLEJOWYCH.
8. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM III – KOLEJOWE OBIEKTY INŻYNIERYJNE.
9. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM IV - URZĄDZENIA TRAKCJI ELEKTRYCZNEJ / ELEKTROENERGETYKI TRAKCYJNEJ.
10. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM V - ELEKTROENERGETYKA NIETRAKCYJNA.
11. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM VI - SYGNALIZACJA, STEROWANIE I KIEROWANIE RUCHEM.
12. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM VII – TELEKOMUNIKACJA.
13. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM VIII - DETEKcja STANÓW AWARYJNYCH TABORU.
14. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM IX - KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA (EMC).
15. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM X - SKRZYŻOWANIA W POZIOMIE SZYN ORAZ DROGI RÓWNOLEGŁE.
16. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM XI – BUDOWLE.
17. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM XIII – BUDYNKI.
18. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – TOM XIV – SKRZYŻOWANIA I OSŁONA LINII.
19. Szczegółowe warunki techniczne dla modernizacji lub budowy linii kolejowych do prędkości $V_{max} \leq 250$ km/h – ZAŁĄCZNIK – ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW LINII.
20. Ogólne założenia do projektowania infrastruktury kolejowej w PKP Polskie Linie Kolejowe S.A.

Strony internetowe

1. <https://www.era.europa.eu/>
2. <https://www.transportszynowy.pl>



Rzeczpospolita
Polska



URZĄD
TRANSPORTU
KOLEJOWEGO

Unia Europejska
Fundusz Spójności



3. <https://www.utk.gov.pl>
4. Beskidzka strona kolejowa, <https://www.bsk.isdr.pl/>
5. ERADIS - European Railway Agency Database of Interoperability and Safety, <https://eradis.era.europa.eu/>
6. Forum Train Driver 2, <https://td2.info.pl/poradniki/siec-trakcyjna-poradnik/>
7. <http://www.trakcja.one.pl/index.html>
8. <https://www.gov.pl/web/infrastruktura>
9. Kolejowy Raj Train's Haven, konto społecznościowe w serwisie Instagram.
10. Ministerstwo Infrastruktury, <https://www.bsk.isdr.pl/>
11. Państwowa Komisja Badania Wypadków Kolejowych, <https://www.gov.pl/web/mswia/panstwowa-komisja-badania-wypadkow-kolejowych>
12. PKP Polskie Linie Kolejowe S.A., <https://www.plk-sa.pl/>
13. Polskie Stowarzyszenie Miłośników Kolei, <https://www.psmk.org.pl/pl/>
14. Prywatna strona miłośników komunikacji miejskiej i szynowej, <https://psmkms.krakow.pl/>
15. Prywatny serwis kolejowy Pawła Niedomagały, http://www.pod-semaforkiem.aplus.pl/sign_wssrk.php
16. Transport szynowy, <https://www.transportszynowy.pl/>
17. Transportowy Dozór Techniczny, <https://www.tdt.gov.pl/dzialalnosc/dzialalnosc-dozorowa/urzedzenia-podlegajace-dozorowi-technicznemu/specjalistyczne-urzedzenia-cisnieniowe/zbiorniki-sprezonegopowietrza-pojazdow-kolejowych-metra-i-tramwajow/#1611741684300-dae03f28-0d07>
18. Urząd Transportu Kolejowego, <https://www.utk.gov.pl/>

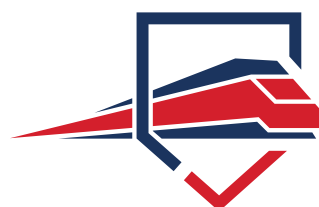
Indeks rzeczowy

- Arkusze badania technicznego rozjazdów, 312
Arkusze uzupełniające badania technicznego, 316, 317
Autoryzacja, 254, 477
Badanie techniczne, 208, 303, 311, 477
Bocznica kolejowa, 477
Budowa i odbiory sieci trakcyjnej, 467
Cechowanie, 52
Charakterystyka rozjazdów, 265
Czynna infrastruktura, 19
Defektoskopia szyn, 14, 477
Diagnostyka, 194, 195, 198, 203, 206, 455, 456, 457, 477, 503, 504, 505
Diagnostyka badań rozjazdów kolejowych, 312
Diagnostyka elementów nawierzchni, 194, 195, 477
Diagnostyka nawierzchni, 203
Diagnostyka rozjazdów, 206
Diagnostyka rozjazdów i skrzyżowań torów kolejowych, 301
Diagnostyka sieci trakcyjnej, 455, 456, 458, 477, 504
Diagnostyka toru bezstykowego, 206
Długość przejazdu kolejowo-drogowego, 477
Dobór, 23, 471, 478
Dokumentacja sieci trakcyjnej, 462
Dokumentacja techniczno-eksploatacyjna, 162
Dozorowanie, 207
Drenaż, 44, 45, 46, 431
Drezyna pomiarowa, 215, 237, 478
Droga kolejowa, 19
Droga rozjazdowa, 478
Dróżnik obchodowy, 208
Dworzec kolejowy, 22, 478
Dziennik oględzin rozjazdów, 210, 317
Elektroenergetyka kolejowa, 338, 504, 511
Elementy nawierzchni, 27
Falistomierz, 248, 249, 478
Falistość, 249
Fundamenty konstrukcji wsporczych, 392, 512
Głowica rozjazdowa, 478
Główka szyny, 48
Gradient szerokości toru, 478
Igllice łukowe, 272
Iloczyn ruchu, 152, 478
Infrastruktura kolejowa, 10, 15, 22, 478
Infrastruktura nieczynna, 19, 311
Infrastruktura prywatna, 19
Infrastruktura udostępniana, 19
Izolator sekcyjny, 332, 406, 407, 408, 416, 478
Izolatory, 404, 405, 406, 409, 414, 444
Jazda, 299, 478
Jazda widełkowa, 479
Kabina sekcyjna, 479
Kabiny sekcyjne, 370, 378
Karta badania defektoskopowego szyn, 234, 235, 236
Kąt skrzyżowania, 159, 160
Klasyfikacja wad podtorza, 257
Kładki dla pieszych, 142
Kolej wąskotorowa, 55, 479
Kolejowe obiekty inżynierskie, 127, 479
Kompensacja sieci, 479
Konservacja drogi kolejowej, 59, 196, 479
Kontrola utrzymania urządzeń zasilania kolejowego, 474
Kotwienie przewodów, 442
Kozioł betonowy, 104
Kozioł oporowy, 105, 329
Krzywa przejściowa, 24, 180, 479
Krzyżownica, 273, 277, 283
Lina nośna, 342, 365, 366, 367, 402, 404
Linie kolejowe, 21, 503
Liny nośne, 340, 401, 402, 404
Łączenie szyn kolejowych, 88
Łączenie szynowe podparte, 79, 479
Łączenie szynowe wiszące, 79, 479
Łubek przejściowy, 96
Łubki, 51, 78, 79, 87, 88, 211, 479
Łubki czterootworowe, 79
Łuk poziomy, 151, 479
Metodyka pomiarów sieci trakcyjnej, 464
Metryka, 153, 162, 231, 479

Metryka przejazdowa, 162
 Most, 331
 Mosty, 131
 Nadmiar przechyłki, 186
 Nadsypka, 100
 Naprawa bieżąca, 197, 480
 Naprężanie sieci jezdnej, 442
 Nasyp, 37
 Nawierzchnia bezpod, 27
 Nawierzchnia bezpodsypkowa, 118, 120, 121, 480
 Nawierzchnia kolejowa, 480
 Nawierzchnia przejazdowa, 108
 Nawierzchnia torowa, 11
 Niedomiary przechyłki, 185
 Nieprawidłowości w infrastrukturze kolejowej, 225
 Nierówności pionowe, 480
 Nierówności toków szynowych w płaszczyźnie pionowej, 480
 Nierówności toków szynowych w płaszczyźnie poziomej, 480
 Niwelacja, 250, 251, 480
 Niweleta toru, 251, 480
 Obiekt infrastruktury usługowej, 20
 Obiekt inżynierski, 144
 Obrys referencyjny, 24, 480
 Ochrona odgromowa, 363, 449
 Ochrona przeciwporażeniowa, 449, 452
 Odbieraki prądu, 446, 447
 Odbojnice, 130, 131
 Odcinki oddychające, 480
 Odległość punktu obserwacyjnego, 154
 Odłączniki, 415, 417, 421, 422, 425
 Odmiany skrajni budowli, 24, 481
 Oględziny rozjazdów, 310, 311
 Osprzęt, 410, 411, 426, 429, 503, 510, 511
 P, 27
 Parametry eksploatacyjne, 175
 Parametry geometryczne toru, 176
 Parametry kinematyczne toru, 175
 Parametry układu geometrycznego, 171
 Perony pasażerskie, 23
 Pikietaż, 173, 481
 Pikietaż projektowy, 173, 481
 Plan schematyczny, 325, 481
 Plany schematyczne, 325
 Pociąg, 481
 Podkłady, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 73, 76, 121, 211, 481, 508, 509, 510
 Podkłady betonowe, 72
 Podkłady drewniane, 67, 69, 211
 Podkłady k, 28
 Podkłady kolejowe, 64
 Podkłady stalowe, 70, 71
 Podkłady strunobetonowe, 61, 72, 73
 Podkłady żelbetowe, 72
 Podmioty zwolnione z obowiązku uzyskania certyfikatu bezpieczeństwa i autoryzacji bezpieczeństwa, 481
 Podrozi, 28
 Podrojazdnicza, 66, 481
 Podrojazdnicze, 66, 278, 280, 281, 309, 509
 Podstacja trakcyjna, 373, 381
 Podsypka, 13, 28, 211, 213, 481
 Podsypka kolejowa, 29
 Podto, 32
 Podtorze, 13, 35, 36, 43, 106, 256, 481, 482, 503, 506
 Podtorze kolejowe, 36
 Podtorze mające wady, 256, 482
 Podwójne uszynienia, 362, 482
 Podział infrastruktury kolejowej, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23
 Pojazd diagnostyczny DP-560.00, 238, 482
 Połączenie torów, 262, 482
 Pomiary natężenia ruchu kolejowego i drogowego, 152
 Pólsamoczynny system przejazdowy, 169, 482
 Prądy błądzące, 429
 Proces diagnostyczny, 197, 456, 482
 Profil podłużny linii kolejowej, 22, 483
 Profilomierz, 214, 250, 483
 Przechyłka, 193, 201, 214, 224, 242, 483
 Przejazd kolejowo-drogowy, 13, 159, 483
 Przejazd kolejowo-drogowy obsługiwany z odległości, 13, 483
 Przejścia kolejowe, 107
 Przejścia pod torami, 136
 Przejście kolejowe, 483

Przepust, 331
 Przepusty, 138
 Przewody jezdne, 399, 483, 512
 Przewody jezdne profilowane, 398, 512
 Przewód jezdny, 342, 365, 366, 367, 404, 420, 485
 Przęsło, 353, 483
 Przęsło buforowe, 483
 Przyrząd wyrównawczy, 484
 Przyrządy pomiarowe, 320
 Przyrządy wyrównawcze, 148, 151, 509
Przytwierdzenia bezpośrednie, 55
 Przytwierdzenia pośrednie, 56, 57, 484
Przytwierdzenia sprężyste, 59
 Przytwierdzenie bezpośrednie, 54, 55, 484
 Przytwierdzenie pośrednie, 61
 Przytwierdzenie szyn, 99
 Przytwierdzenie szyn do podkładów, 28
 Punkty stałe, 99, 484
 Rampa przechyłkowa, 129, 181, 484
 Rekuperacja, 440
 Rodzaje nawierzchni kolejowej, 28
 Rogatka, 484
 Rozjazd, 260, 268, 269, 271, 299, 328, 329, 420, 421, 484
 Rozjazd podstawowy, 484
 Rozjazd skupiony, 271
 Rozjazdy sieciowe, 420
 Rozłączniki, 354, 413, 421, 424
 Rozprucie, 289, 298, 299, 300, 484
 Rozprucie rozjazdów, 298
 Rozprucie rozjazdu, 298, 299, 300, 484
 Rozprucie zwrotnicy, 289, 484
 Rozpruwalne zamknięcie hakowe, 485
 Rozstaw, 13, 65, 103, 470, 485
 Samoczynny system przejazdowy, 170, 485
 Sekcje separacji faz i systemów, 441
 Sekcjonowanie, 413, 414, 415, 416, 485
 Sekcjonowanie sieci trakcyjnej, 413, 414, 485
 Sekcjonowanie sieci trakcyjnej w infrastrukturze kolejowej, 414, 485
 Sieć jezdna, 339, 340, 352, 373, 402, 422, 423, 443, 485
 Sieć łańcuchowa, 345, 347, 485
 Sieć łańcuchowa skompensowana, 347, 485
 Sieć nieskompensowana, 346, 485
 Sieć powrotna, 370, 373, 429, 436, 437, 439, 440, 485
 Sieć półskompensowana, 346, 485
 Sieć sztywne, 470, 471, 472, 486
 Sieć trakcyjna, 337, 339, 343, 378, 381, 392, 402, 458, 486, 510
 Skarpy podtorza, 37
 Składniki interoperacyjności Energia, 369
 Skos rozjazdu, 267, 270, 486
 Skrajnia budowli, 24, 192, 486
 Skrajnia kolejowa, 188
 Skrajnia taboru kolejowego, 188, 486
 Skrzyżowanie torów, 14, 263, 264, 282, 329, 486
 Skrzyżowanie wielopoziomowe, 486
 Spawanie termitowe, 93, 510
 Spawanie łukiem elektrycznym, 95
 Splot torów, 264, 328
 Spokojność jazdy, 487
 Stacja elektroenergetyczna średniego napięcia, 391
 Stacja pasażerska, 22, 487
 Stopka szyny, 48
 Strefa zagrożenia, 487
 Strzałkomierz, 245, 322, 487
 Suwmiarka, 246, 487
 System przejazdowy, 170, 487
 Systemy trakcji elektrycznej, 364
 Systemy zasilania, 368, 506
 Szerokość przejazdu kolejowo-drogowego, 487
 Szerokość toru, 72, 187
 Szyjka szyny, 48
 Szyna 49E1 (S49), 47, 50
 Szyna przejściowa, 96, 97
 Szyna S42, 47, 50
 Szyna UIC60 (60E1), 47, 48
 Szyny kolejowe, 13, 47, 487, 509
 Ściana oporowa, 334
 Ściany oporowe, 144
 Ślizgacz, 448, 487
 Środek geometryczny rozjazdu, 268, 487
 Świadectwo bezpieczeństwa, 487
 Technologia wykonywanych napraw, 195, 488
 Temperatura neutralna, 488

Temperatura przytwierdzenia, 231, 488
 Temperatura układki, 231, 488
 Teodolit, 252, 488
 Terminal towarowy, 488
 Tor bezстыkowy, 14, 97, 488, 504, 507
 Tor k, 28
 Tor kolejowy, 11, 186, 488
 Tor w planie, 488
 Tor w profilu, 489
 Toromierz cyfrowy, 240, 320, 489
 Tory boczne, 186, 489
 Tory główne dodatkowe, 489
 Tory główne zasadnicze, 489
 Transport kolejowy, 15
 Trójkąt widoczności czoła pociągu z drogi przed przejazdem kolejowo-drogowym, 489
 TSI, 10, 23, 24, 25, 337, 369, 371, 442, 447, 467, 468, 507
 Tunel liniowy, 142
 Tunele liniowe, 140
 Typy sieci, 342
 Typy skrajni budowli, 191, 489
 Układ geometryczny, 171, 174, 273
 Układy geometryczne rozjazdów, 261
 Urządzenia pomiarowe, 320
 Urządzenia trakcyjne, 341
 Uszynienie grupowe, 357
 Utrzymanie sieci trakcyjnej, 462
 Wadliwość pięcioparametrowa, 202
 Węgielnica, 322, 489
 Wiadukty, 132
 Wichrowatość toru, 220, 490
 Widoczność czoła pociągu, 154, 157
 Widoczność pociągu, 151, 154
 Widoczność przejazdu kolejowo-drogowego, 153
 Wstawka prosta, 184
 Wyposażenie techniczne linii kolejowej, 21
 Zabezpieczenie rozjazdów kolejowych, 323
 Zamknięcie nastawcze hakowe, 285, 287
 Zamknięcie nastawcze suwakowe, 290, 294, 295
 Zarządca infrastruktury ko, 27
 Zarządca infrastruktury kolejowej, 19, 255
 Zarządca kolei, 153
 Zasilanie, 369, 382, 389
 Zasilanie sieci, 369, 389
 Zgrzewanie łukowo-elektryczne, 88
 Zgrzewanie szyn, 89, 91, 231, 510
 Złącze buforowe, 98, 490
 Złącze izolowane wiszące, 85, 86
 Złącze nieizolowane wiszące, 82
 Złącze podparte izolowane, 81, 83, 84, 86
 Złącze podparte nieizolowane, 80, 81, 86
 Złącze szyn podparte, 79
 Złącze szyn wiszące, 79
 Złączki, 53
 Znakowanie szyn, 90
 Zwrotnica rozjazdu, 71, 271, 490
 Żeberko ochronne, 104, 490



AKADEMIA BEZPIECZEŃSTWA KOLEJOWEGO



Poradnik został opracowany w ramach Projektu nr POIS.05.02.00-00-0043/19 pn. „Akademia Bezpieczeństwa Kolejowego (ABK)” współfinansowanego przez Unię Europejską ze środków Funduszu Spójności w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko 2014-2020, oś priorytetowa: V Rozwój transportu kolejowego w Polsce, działanie: 5.2 Rozwój transportu kolejowego poza TEN-T.