



Instytut Kolejnictwa



UPROSZCZONA METODA RELATYWNEJ OCENY OBCIĄŻEŃ DROGI KOLEJOWEJ

Henryk Bałuch

Praca Instytutu Kolejnictwa nr 4511/61
wykonywana na zlecenie
Urzędu Transportu Kolejowego

Warszawa, grudzień 2011

78



Dobry stan drogi kolejowej



78



Całkowity brak odwodnienia



748



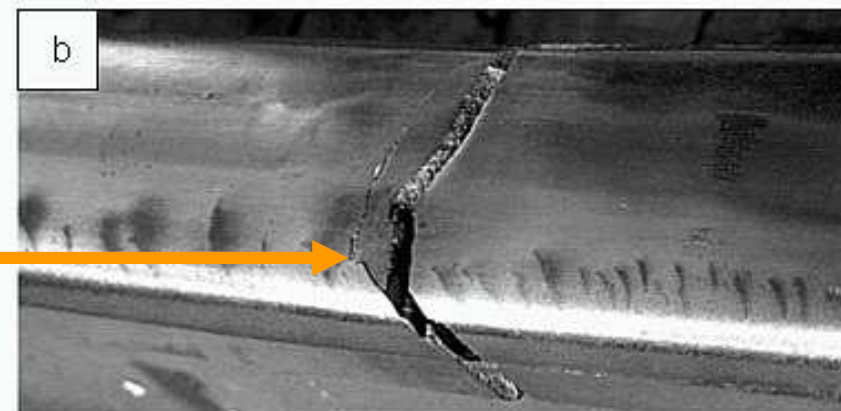
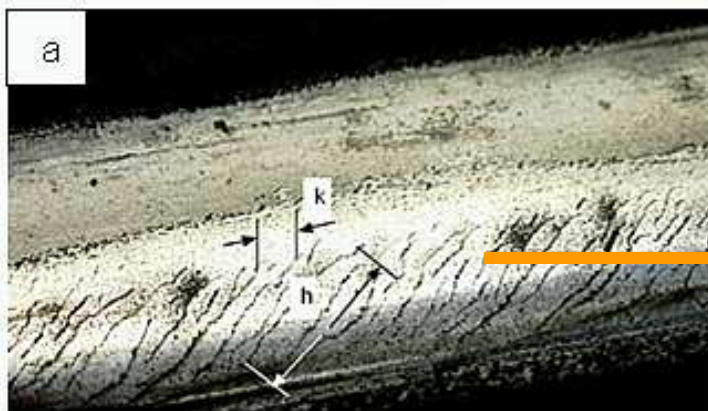
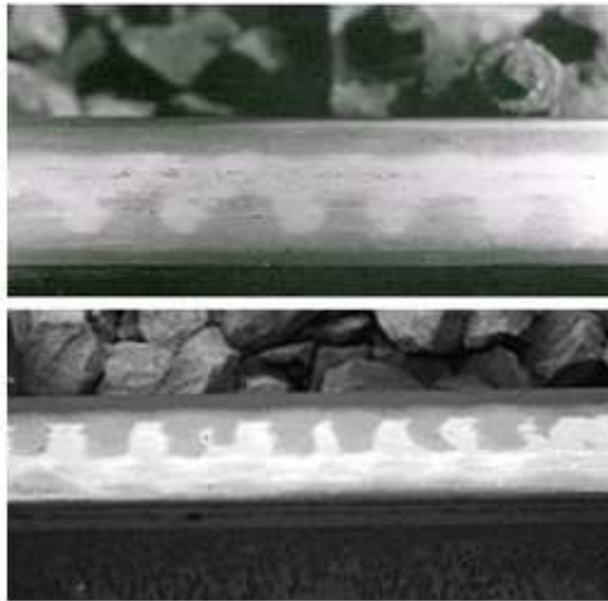
Bardzo duże nierówności pionowe



748



WSPÓŁCZESNE PROBLEMY DEGRADACJI NAWIERZCHNI



KOŁO Z PŁASKIM MIEJSCEM

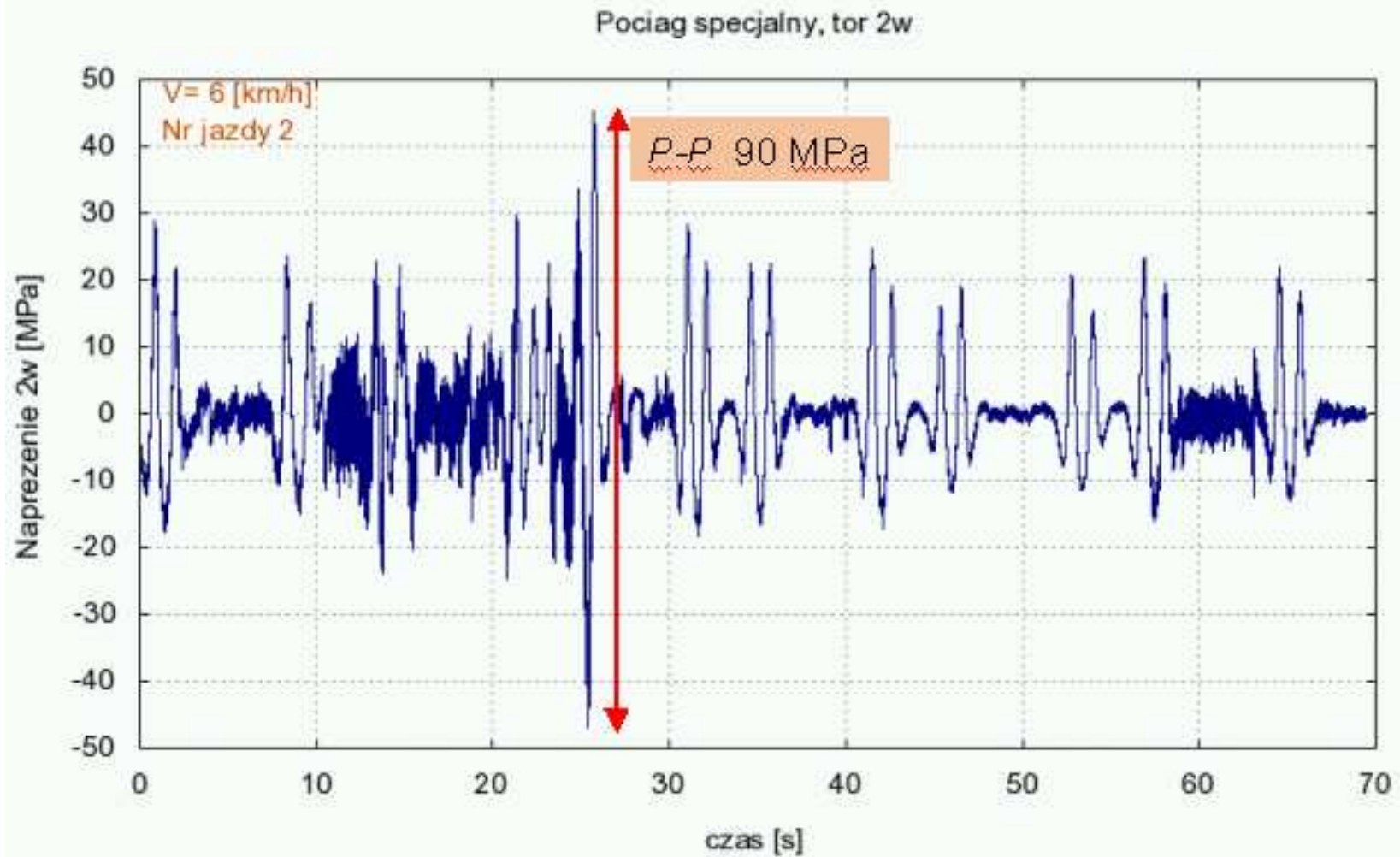


7/8

Koło z zużyciem bieżni i wyszczerbieniami



78

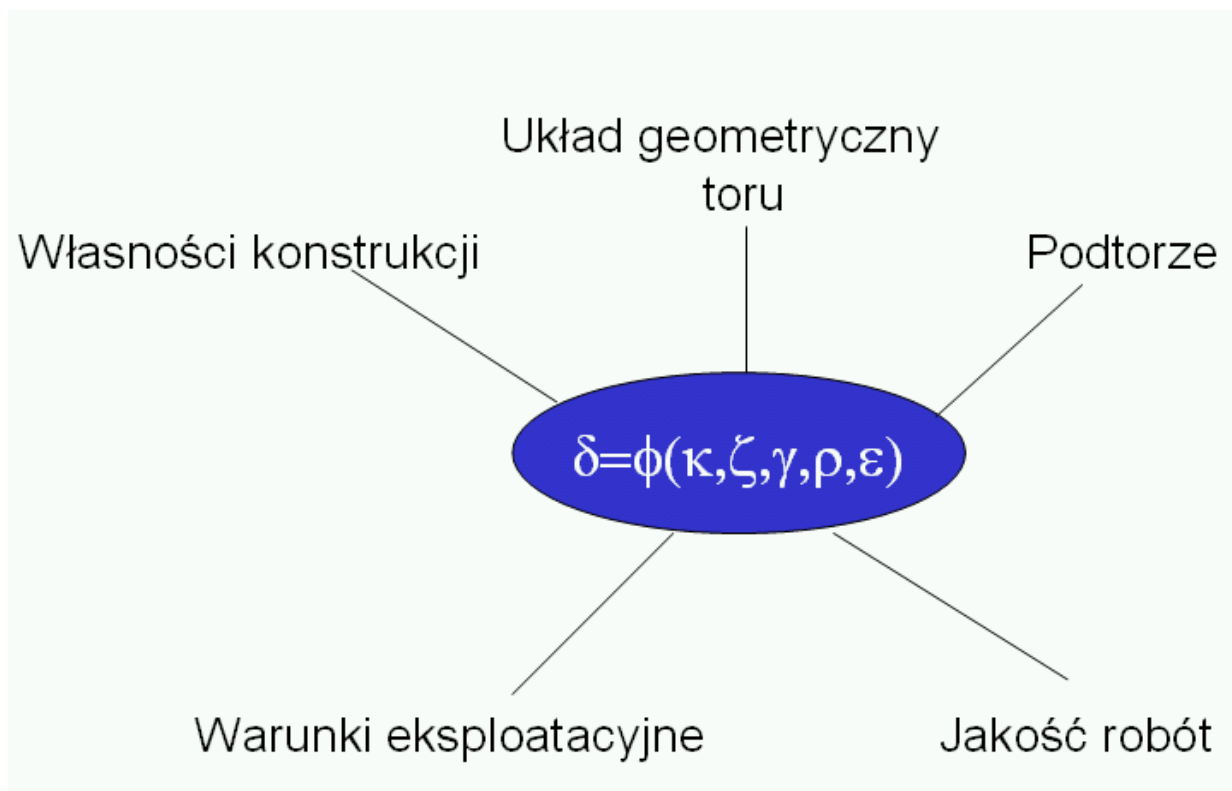


Katastroficzne złamanie szyny

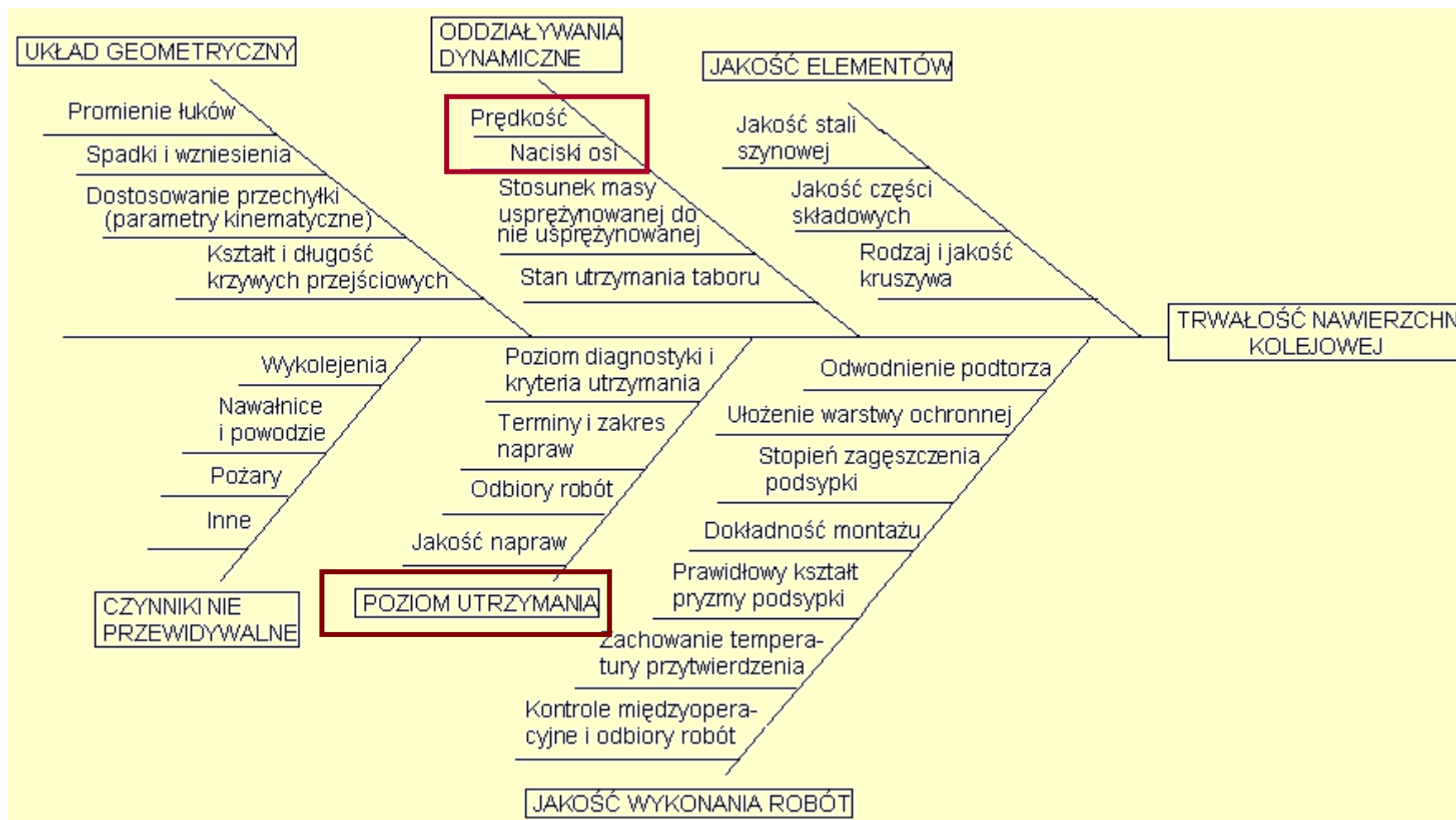


78

Czynniki wpływające na intensywność degradacji drogi kolejowej



Najważniejsze czynniki wpływające na trwałość nawierzchni kolejowej



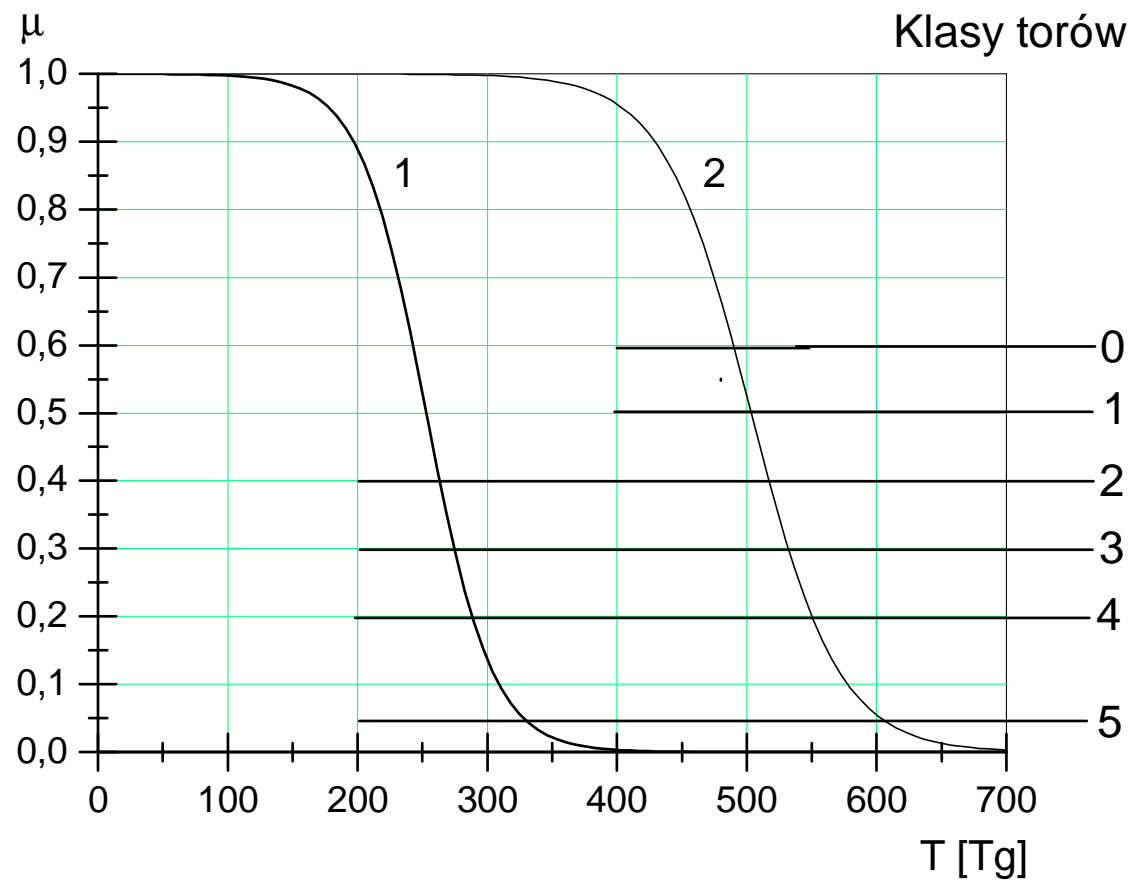
Trwałość nawierzchni



$$T = \beta T_m + \frac{\log\left(\frac{\delta(1-\mu)}{\mu}\right)}{\log \alpha}$$

1 – szyny 49E1

2 – szyny 60E1

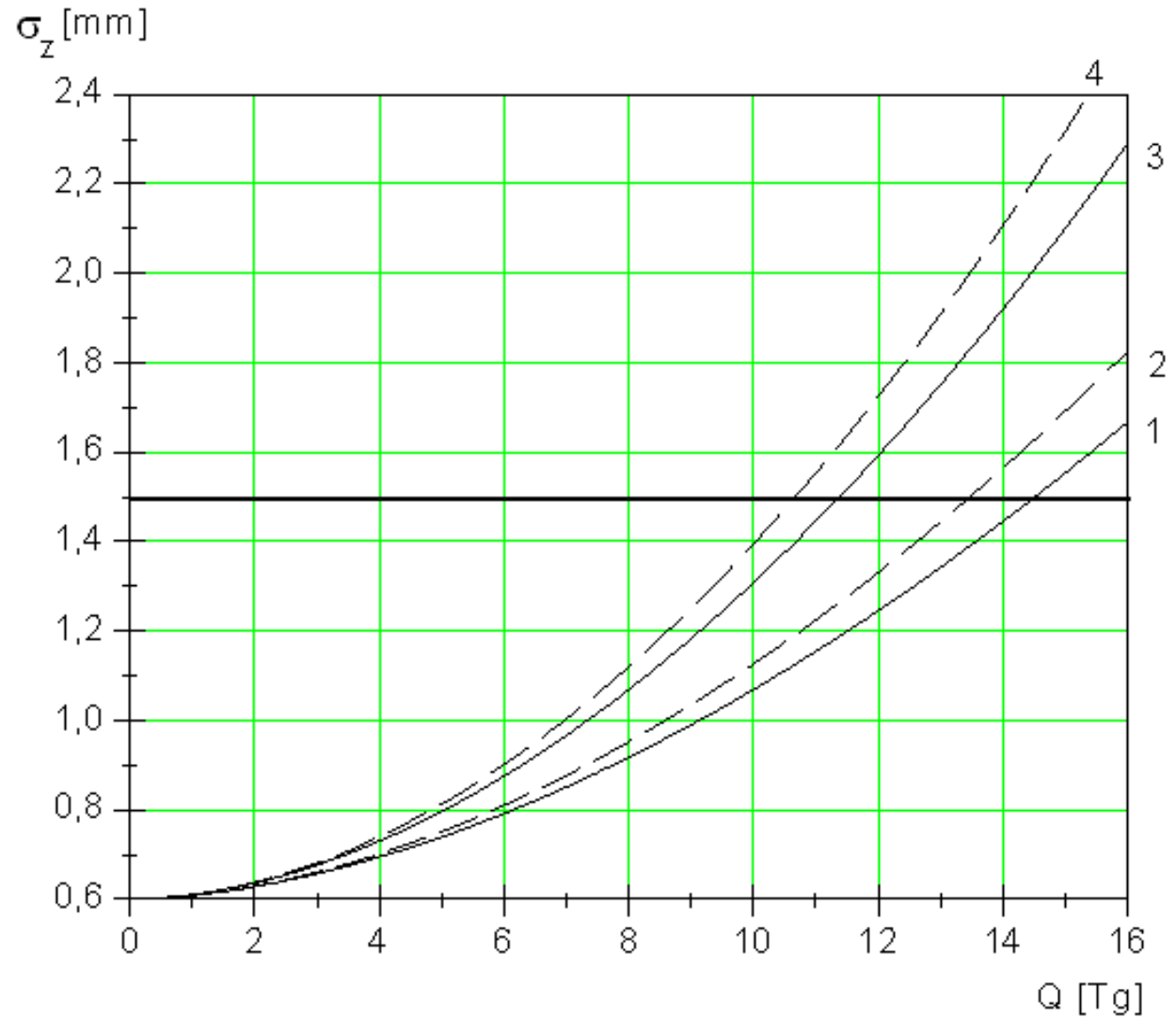


Narastanie odkształceń torów



Przyrosty odchyłeń standardowych:

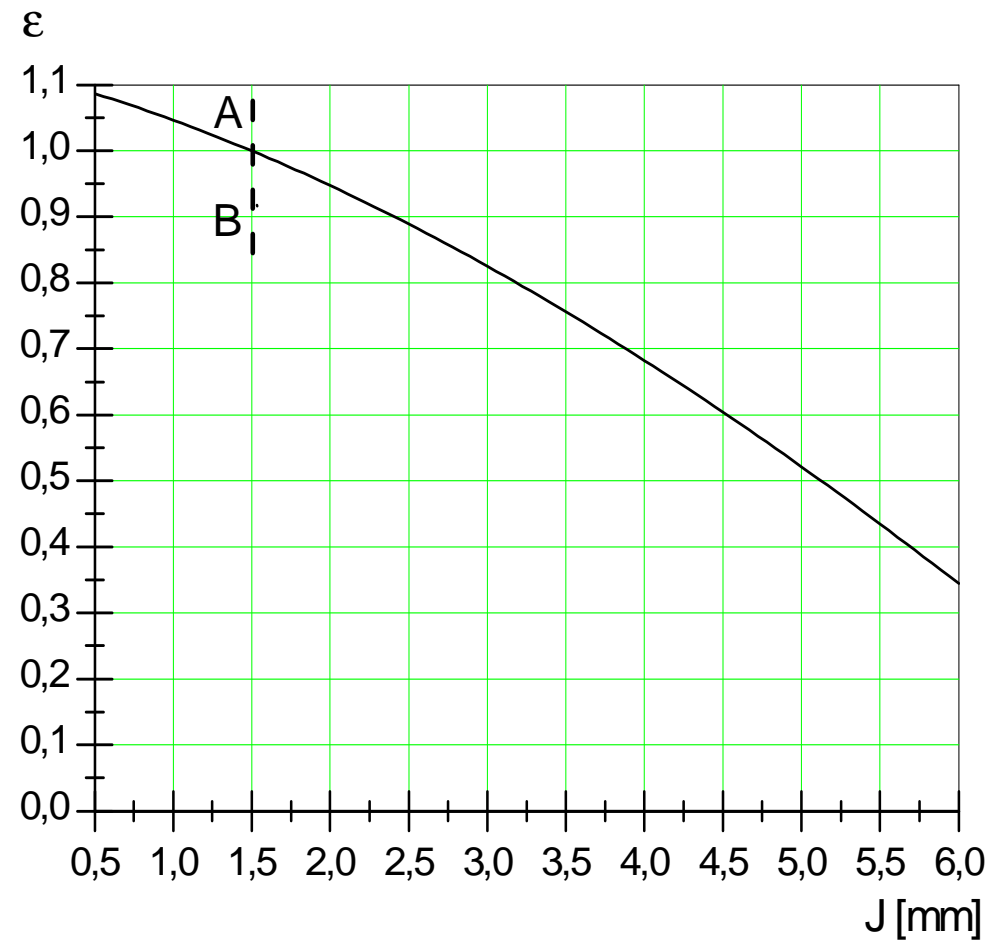
- 1 – szyny 60E1, tor nowy ($c = 1$),
- 2 – szyny 60E1 po pierwszej naprawie ($c = 2$),
- 3 i 4 – odpowiednio dla szyn 49E1



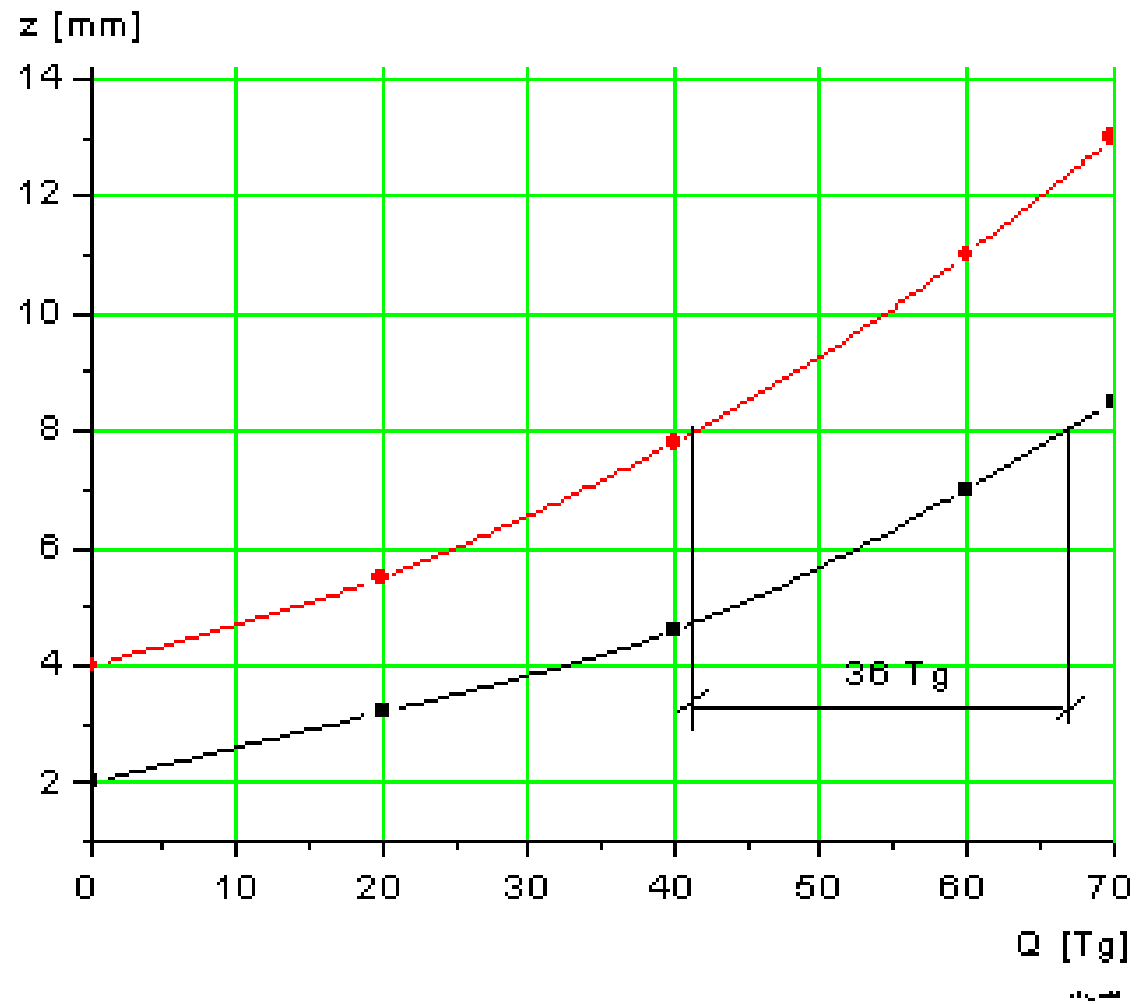
Spadek trwałości w funkcji dokładności utrzymania nawierzchni

$$\varepsilon = 4,1 \cdot 10^{-4} J^3 - 1,4 \cdot 10^{-2} J^2 - 6 \cdot 10^{-2} J + 1,12$$

$$J = \frac{S_z + S_y + S_w + 0,5S_e}{3,5}$$

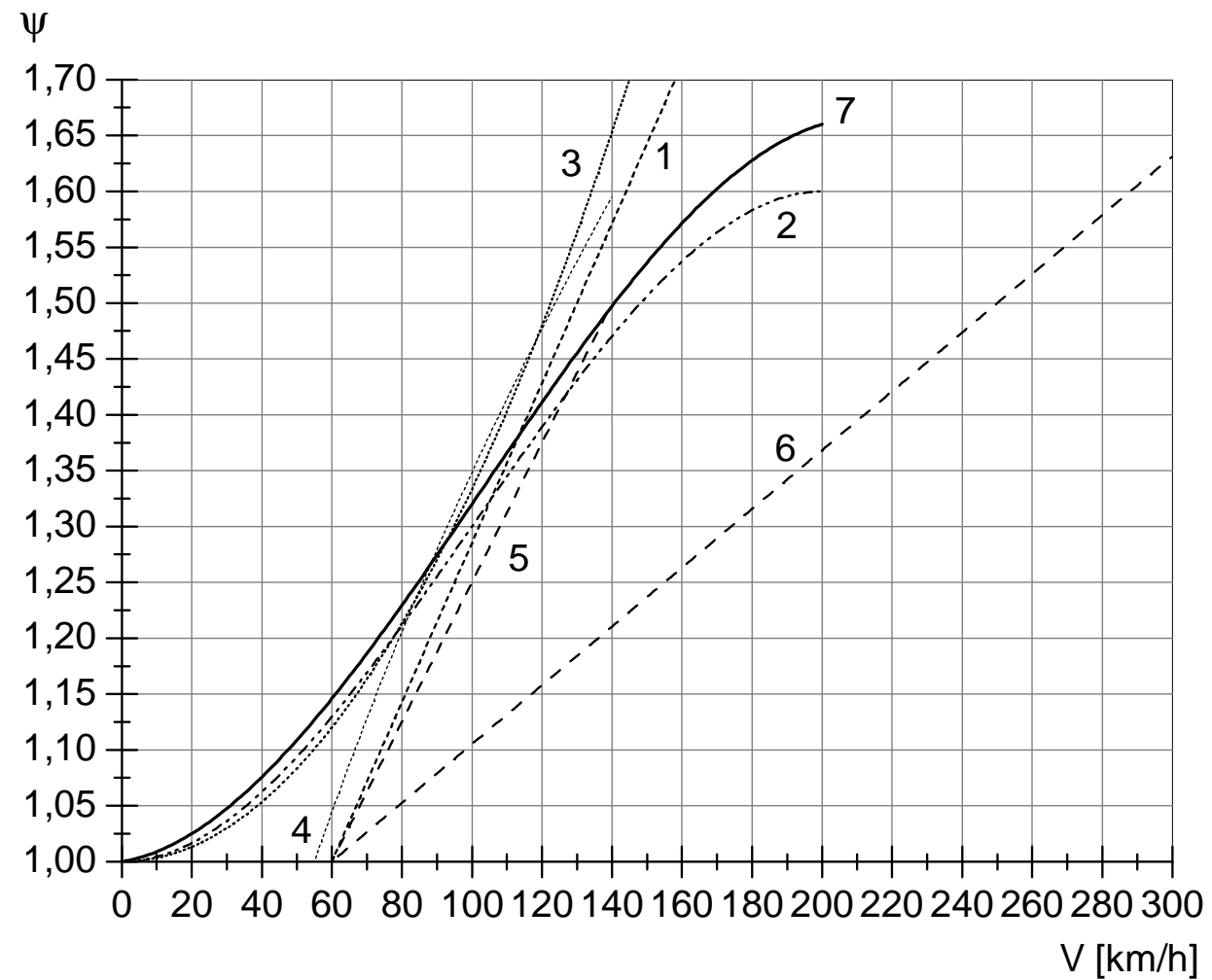


WPŁYW JAKOŚCI ROBÓT NA DŁUGOŚĆ CYKLU NAPRAW



Współczynniki dynamiczne

- 1 – Eisenmann,
- 2 – Schramm,
- 3 – tradycyjny,
- 4 – Andreev,
- 5 - Lichtberger (tow),
- 6 – Lichtberger (pas),
- 7 – M. Bałuch

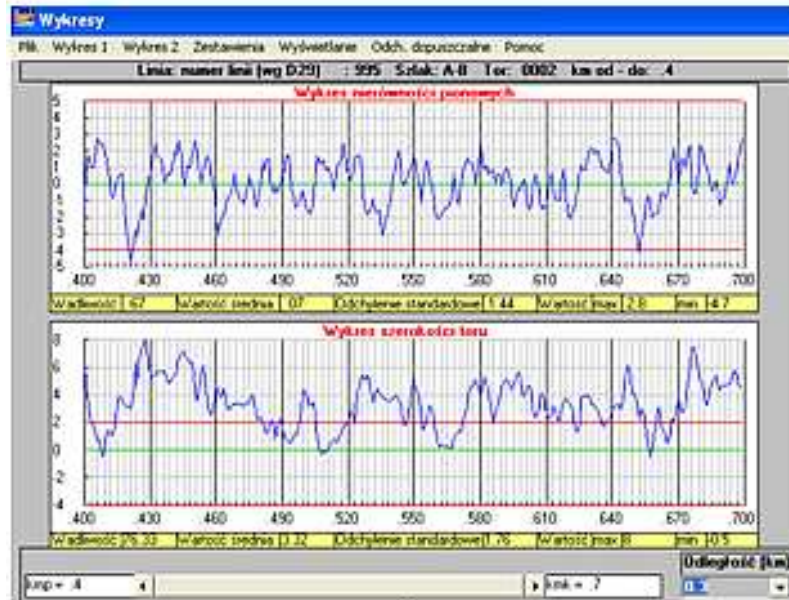


Wartości współczynników dynamicznych obliczone wg wzoru

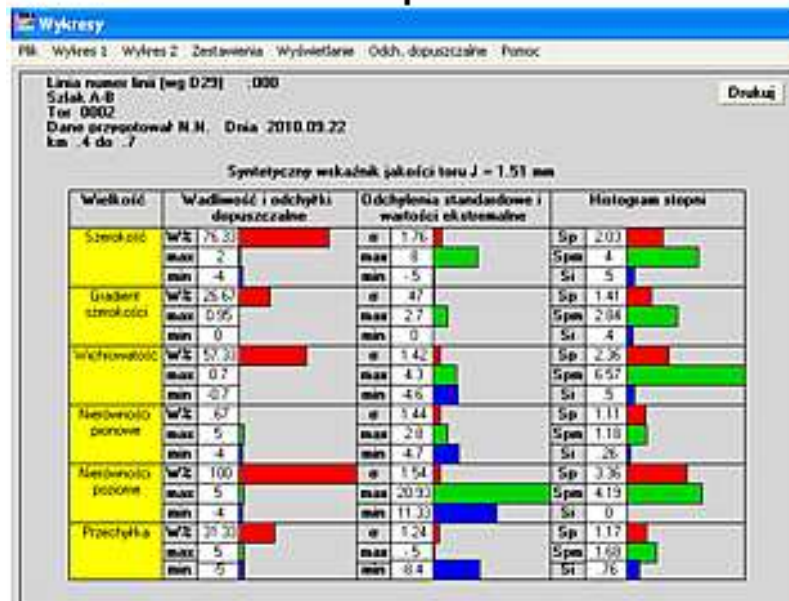
$$\psi = 1 + 5 \cdot 10^{-4} V + 4 \cdot 10^{-5} V^2 - 1,3 \cdot 10^{-7} V^3$$

| | |
|--------------------------|------|
| przy $S_z < 1$ mm | 1,22 |
| przy $S_z = 1 \div 2$ mm | 1,25 |
| przy $S_z > 2$ mm | 1,40 |

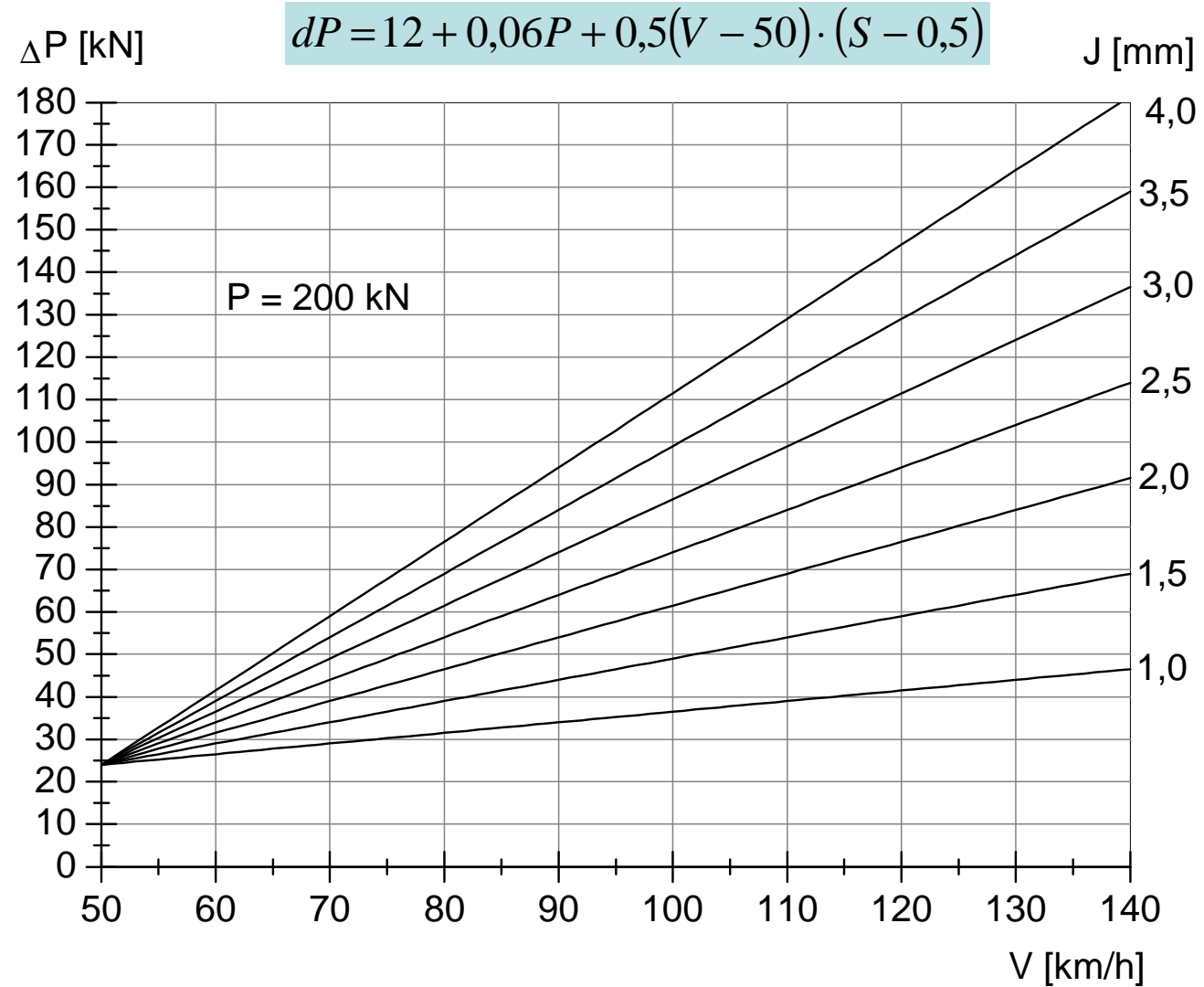
| V [km/h] | ψ | V [km/h] | ψ |
|------------|--------|------------|--------|
| 40 | 1,08 | 130 | 1,46 |
| 50 | 1,11 | 140 | 1,50 |
| 60 | 1,15 | 150 | 1,54 |
| 70 | 1,19 | 160 | 1,57 |
| 80 | 1,23 | 170 | 1,60 |
| 90 | 1,27 | 180 | 1,63 |
| 100 | 1,32 | 190 | 1,65 |
| 110 | 1,37 | 200 | 1,66 |
| 120 | 1,41 | | |



Odchylenie standardowe nierówności pionowych 1,44 mm



Syntetyczny wskaźnik stanu toru 1,51 mm



Proponowane modele

Nacisk ekwiwalentny

$$P_e = \alpha P_{\max}^{1,05} + \beta P_{sr}$$

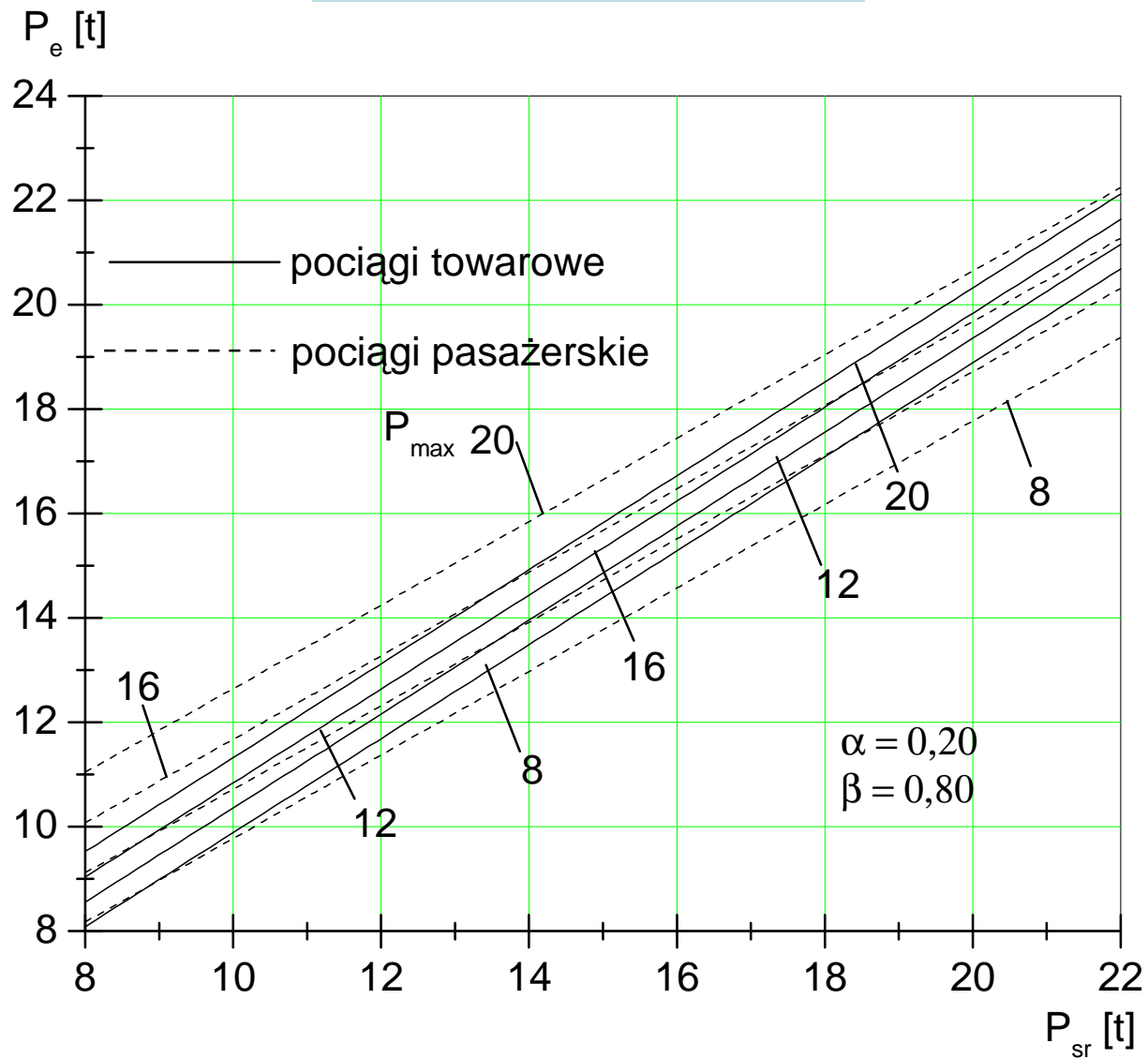
Współczynniki proporcjonalności

$$\alpha + \beta = 1$$

Obciążenie ekwiwalentne

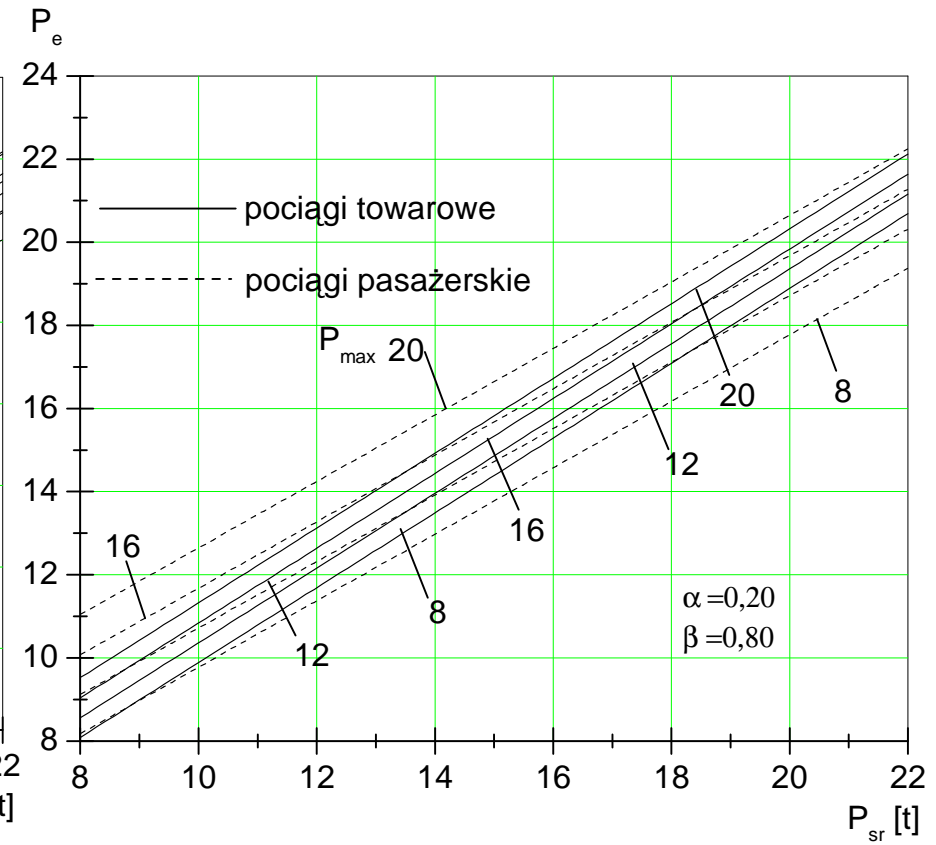
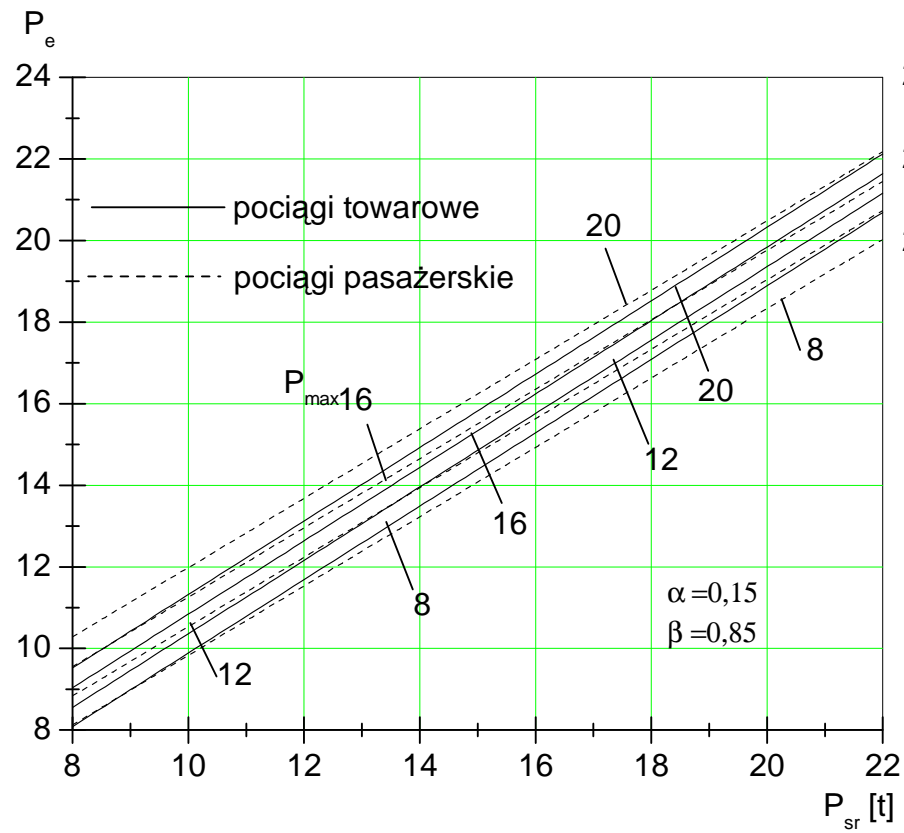
$$Q_e = n \psi P_e$$

$$P_e = \alpha P_{\max}^{1,05} + \beta P_{sr}$$

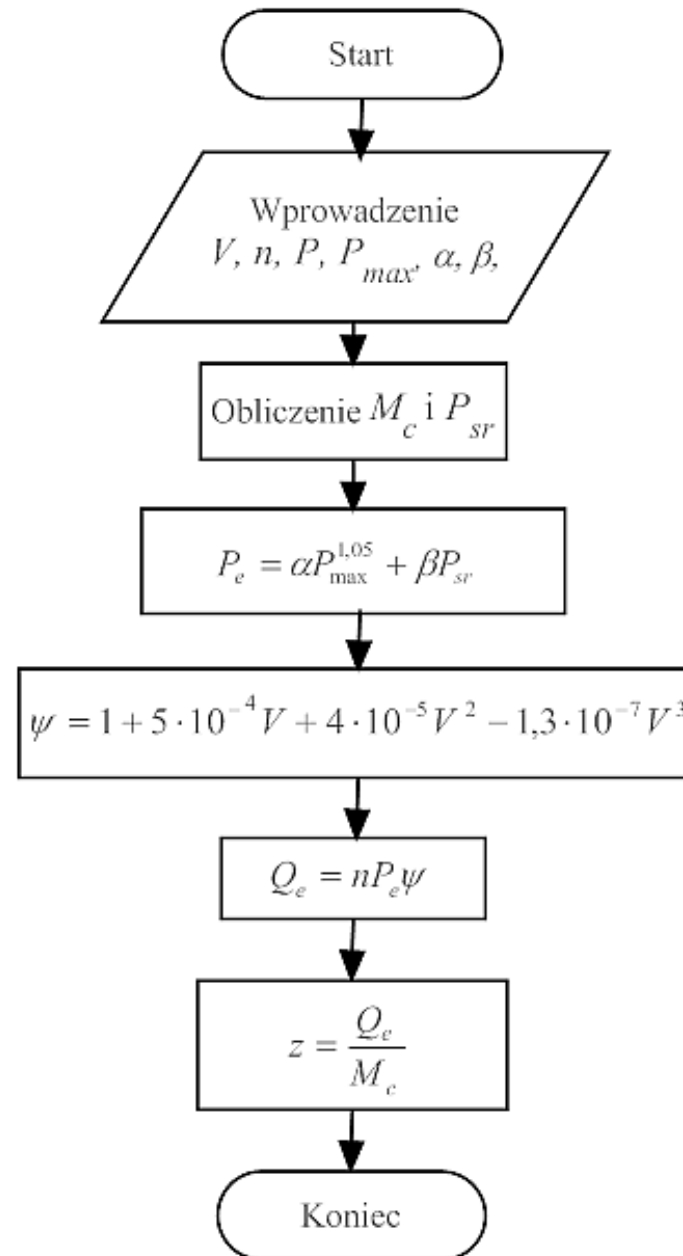


78

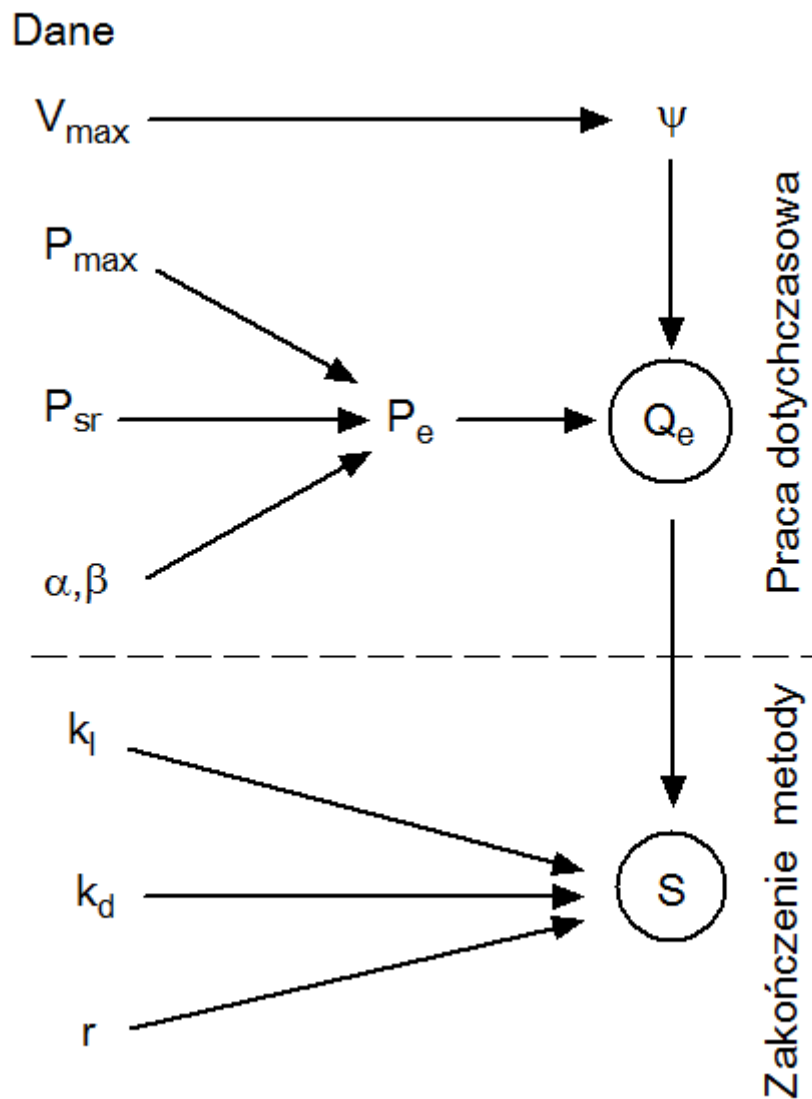
Porównanie współczynników proporcjonalności



Schemat blokowy obliczeń
ekwiwalentnego obciążenia
drogi kolejowej



Obliczenia w pracy obecnej i w etapie końcowym



$$s = Q_e k_i + k_d - r$$

Przykłady obliczeń



Przykład 1

Dane:

pociąg pasażerski, lokomotywa 4-osiowa 21,5 t, 9 wagonów o masie własnej 39,5 t i obciążeniu użytecznym 6,6 t, prędkość maksymalna 120 km/h ($\psi = 1,41$)

Obliczenia przy $\alpha = 0,20$, $\beta = 0,80$:

$$M_e = 4 \cdot 21,5 + 9 \cdot (39,5 + 6,6) = 500,9$$

$$P_{sr} = \frac{4 \cdot 21,5 + 9(39,5 + 6,6)}{4 + 4 \cdot 9} = 12,523 \text{ t}$$

$$P_e = 0,2 \cdot 21,5^{1,05} + 0,8 \cdot 12,523 = 15,031 \text{ t}$$

$$Q_e = 40 \cdot 15,031 \cdot 1,41 = 848 \text{ t}$$

$$z = \frac{848}{500,9} = 1,69$$

Obliczenia przy $\alpha = 0,15$, $\beta = 0,85$:

$$P_e = 0,15 \cdot 21,5^{1,05} + 0,85 \cdot 12,523 = 14,312 \text{ t}$$

$$Q_e = 40 \cdot 14,312 \cdot 1,41 = 807 \text{ t}$$

$$z = \frac{807}{500,9} = 1,61$$

Przykład 2

Dane:

pociąg towarowy, lokomotywa 6-osiowa 19,6 t, 30 wagonów 4-osiowych 80 t, prędkość maksymalna 70 km/h ($\psi = 1,19$). Maksymalny nacisk wywierają wagony, a nie lokomotywa.

Obliczenia:

$$M_c = 6 \cdot 19,6 + 30 \cdot 80 = 2517,6 \text{ t}$$

$$P_{sr} = \frac{6 \cdot 19,6 + 30 \cdot 80}{6 + 30 \cdot 4} = 19,981 \text{ t}$$

$$P_e = 0,1 \cdot 20^{1,05} + 0,9 \cdot 19,981 = 20,306 \text{ t}$$

$$Q_e = 126 \cdot 1,19 \cdot 20,306 = 3045 \text{ t}$$

$$z = \frac{3045}{2529} = 1,20$$

Przykład 3

Dane:

pociąg EIE do przewozów kwalifikowanych, lokomotywa EU44 4-osiowa 20,5 t, 8 wagonów 4-osiowych o nacisku 15,3 t, prędkość maksymalna 160 km/h ($\psi = 1,57$)

Obliczenia przy $\alpha = 0,20$, $\beta = 0,80$:

$$M_c = 4 \cdot 20,5 + 32 \cdot 15,3 = 571 \text{ t}$$

$$P_{sr} = \frac{4 \cdot 20,5 + 8 \cdot 4 \cdot 15,3}{4 + 8 \cdot 4} = 15,878 \text{ t}$$

$$P_e = 0,2 \cdot 20,5^{1,05} + 0,8 \cdot 15,878 = 17,471 \text{ t}$$

$$Q_e = 36 \cdot 1,57 \cdot 17,471 = 987 \text{ t}$$

$$z = \frac{987}{571} = 1,73$$

Obliczenia przy $\alpha = 0,15$, $\beta = 0,85$:

$$P_e = 0,15 \cdot 20,5^{1,05} + 0,85 \cdot 15,878 = 17,073 \text{ t}$$

$$Q_e = 36 \cdot 1,57 \cdot 17,073 = 965 \text{ t}$$

$$z = \frac{965}{571} = 1,69$$

Przykład 4

Dane:

pociąg TDE towarowy przewozów intermodalnych, lokomotywa EU07 4-osiowa 20,4, 120
osi wagonów o średnim nacisku 8,1 t, prędkość maksymalna 90 km /h ($\psi = 1,27$)

Obliczenia:

$$M_c = 4 \cdot 20,4 + 120 \cdot 8,1 = 1054 \text{ t}^4$$

$$P_{sr} = \frac{4 \cdot 20,4 + 120 \cdot 8,1}{4 + 120} = 8,497 \text{ t}$$

$$P_e = 0,1 \cdot 20,4^{1,05} + 0,9 \cdot 8,497 = 10,019 \text{ t}$$

$$Q_e = 124 \cdot 1,27 \cdot 10,019 = 1578 \text{ t}$$

$$z = \frac{1578}{1054} = 1,50$$



#8

