



IX Konferencja Naukowo - Techniczna
„Projektowanie, budowa i utrzymanie infrastruktury w transporcie szynowym INFRASZYN 2016”
Zakopane 20-22 kwietnia 2016r.

WYBRANE PROBLEMY PROGNOZOWANIA ZMIAN GEOMETRYCZNYCH NAWIERZCHNI KOLEJOWEJ

Henryk Bałuch
Iwona Nowosińska



WSTĘP

Planowanie napraw nawierzchni  prognozowanie zmian

Prognozy nawierzchni



Etapy prognozowania zmian geometrycznych nawierzchni:

- identyfikacja szlaku lub odcinka toru objętego prognozowaniem,
- ustalenie miary zmian stanu geometrycznego toru,
- określenie metody prognozowania i wykonanie obliczeń.

IDENTYFIKACJA SZLAKU I MIARY STANU GEOMETRYCZNEGO

Charakterystyka toru stanowiącego jeden szlak lub dłuższy odcinek obejmuje:

- wartość średnią miary geometrycznej,
np. syntetycznego wskaźnika stanu toru J
- nieobciążone odchylenie standardowe
- współczynnik zmienności,
tj. procentowe przeciętne zróżnicowanie badanej cechy
- przedział typowej zmienności

$$\bar{J} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n J_i$$

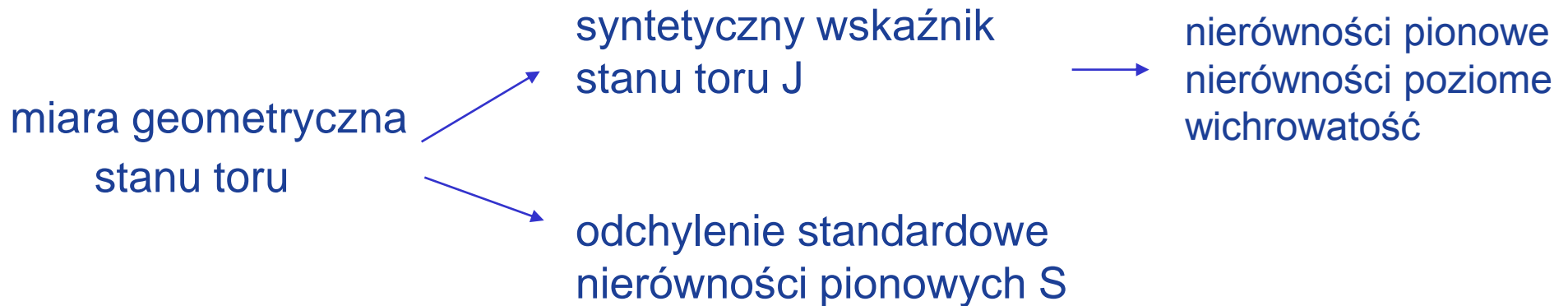
$$S_J = \left(\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (J_i - \bar{J})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$V_J = 100 \frac{S_J}{\bar{J}}$$

$$\bar{J} - S_J \quad \bar{J} + S_J$$

ISTOTA PROGNOZOWANIA ZMIAN GEOMETRYCZNYCH

Najczęstsze naprawy nawierzchni – podbijanie i nasuwania toru podbijarkami:

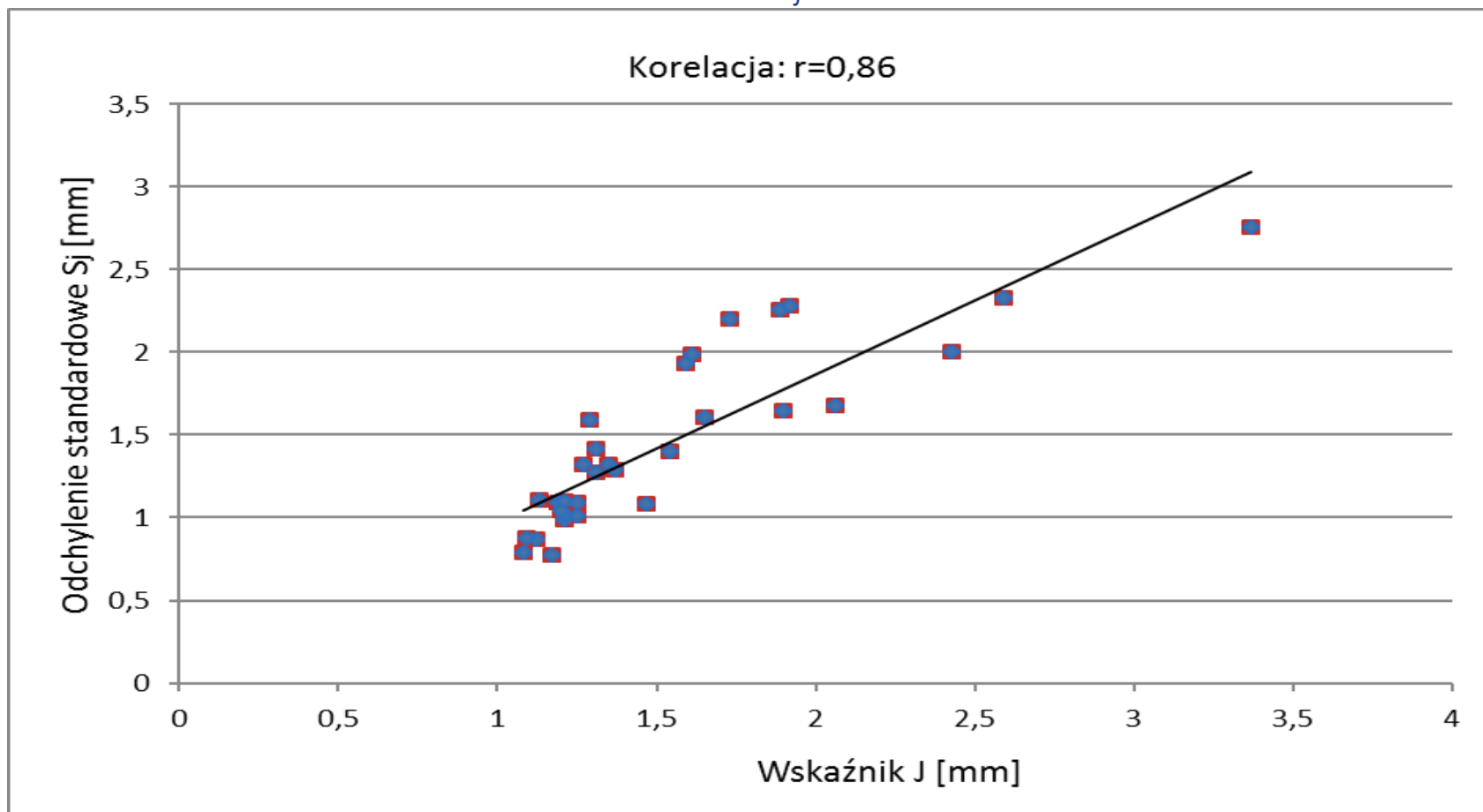


Przykład zależności korelacyjno-regresyjnej uzyskany z pomiarów odcinka toru eksploatowanego w ciągu pół roku od wybudowania:

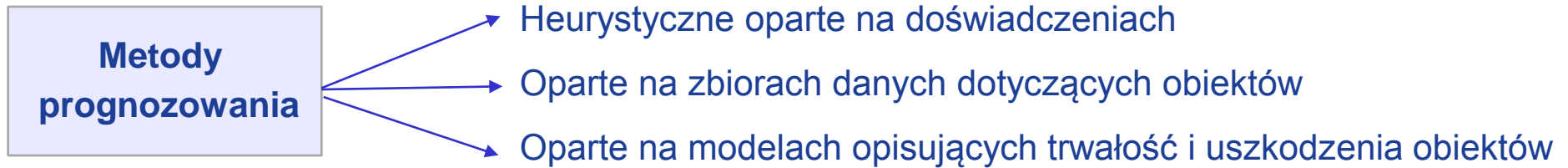
$$\bar{J} = 0,89S_J + 0,08 \quad r = 0,86$$

IDENTYFIKACJA SZLAKU I MIARY STANU GEOMETRYCZNEGO

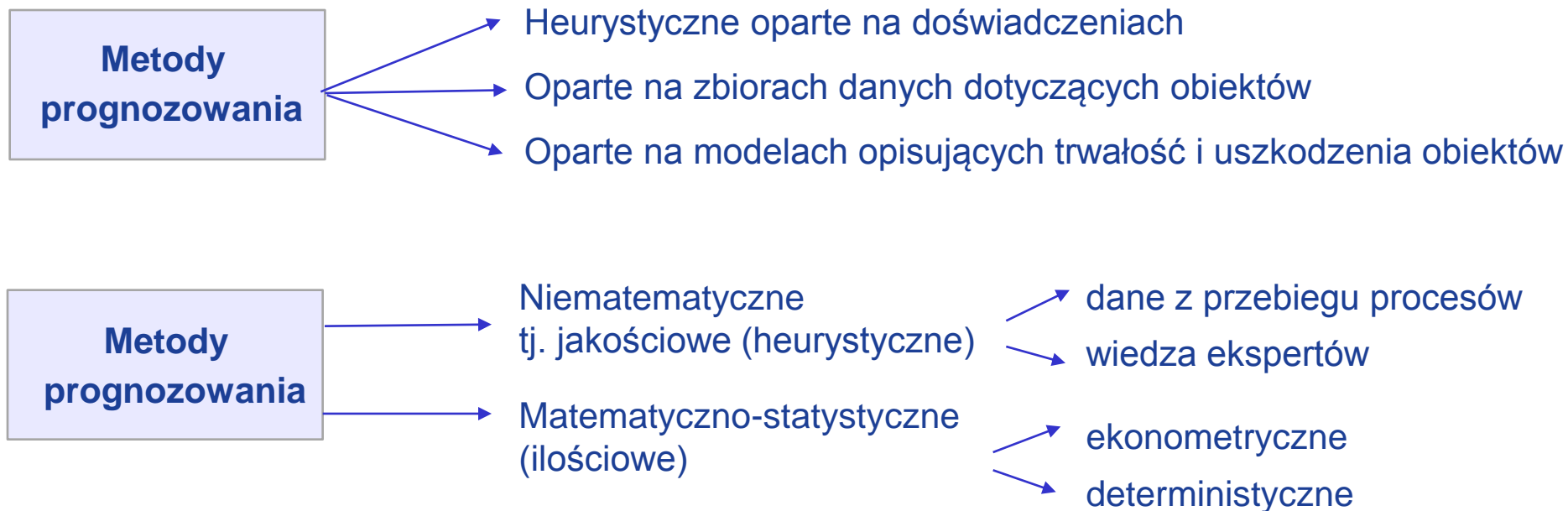
Zależność regresyjno-korelacyjna między wskaźnikiem J i odchyleniem standardowym nierówności pionowych S_j .



ZARYS METOD PROGNOZOWANIA



ZARYS METOD PROGNOZOWANIA



ZARYS METOD PROGNOZOWANIA



ISTOTA PROGNOZOWANIA ZMIAN GEOMETRYCZNYCH

Budowa prognoz – uśrednianie obliczeń z dwóch modeli

Model pierwszy:

$$J_{k(i+1)} = \alpha J_i + \beta, r$$

gdzie α i β charakteryzują równanie regresji,
 r jest współczynnikiem korelacji.

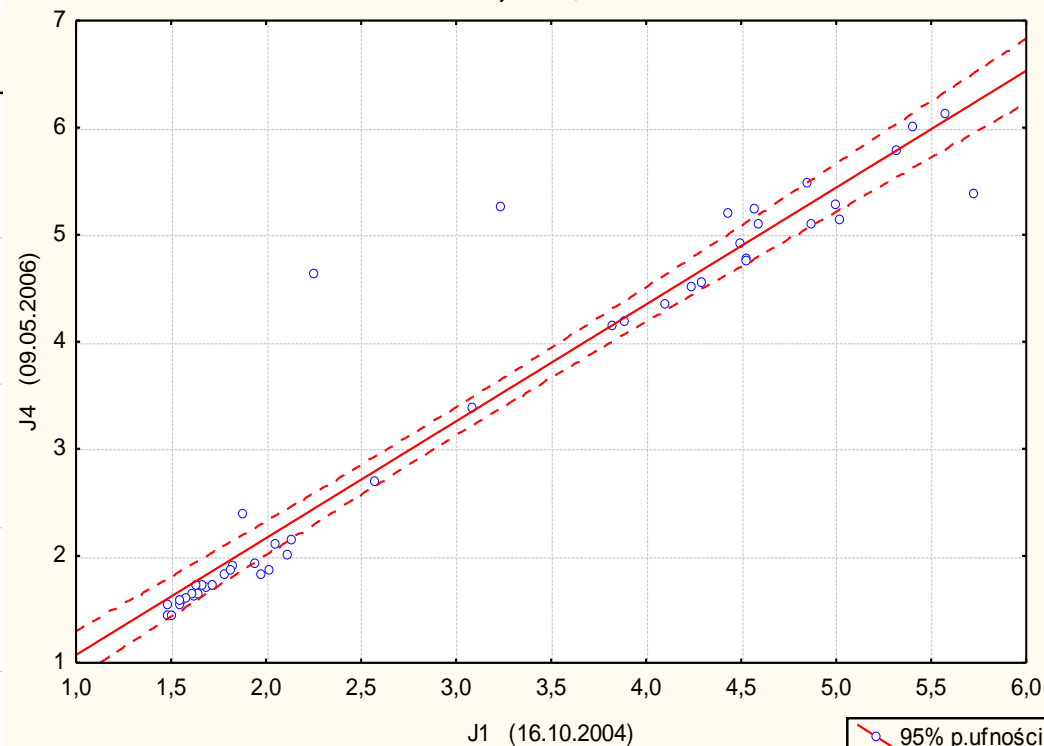
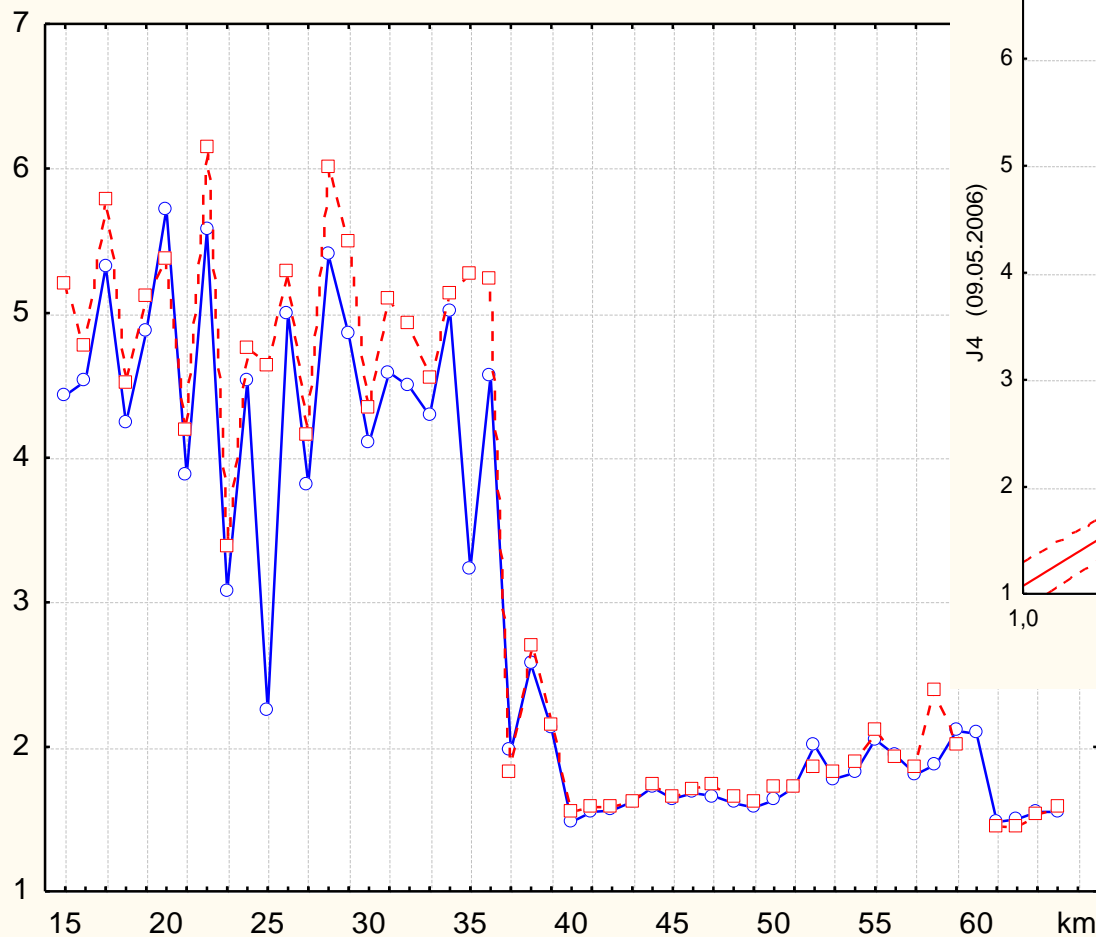
Zależność tę wykorzystuje się do prognoz w trzecim i w dalszych okresach pomiarów.

ISTOTA PROGNOZOWANIA ZMIAN GEOMETRYCZNYCH

Korelacja: $r = 0,9622$

J [mm]

Wykres liniowy (wart-J 10v 50c)



Wartości syntetycznych wskaźników stanu toru z dwóch pomiarów i wzajemna zależność (źródło [4])

ISTOTA PROGNOZOWANIA ZMIAN GEOMETRYCZNYCH

Budowa prognoz – uśrednianie obliczeń z dwóch modeli

Model drugi:

$$\hat{J}_3 = \frac{J_1 + J_2}{2}$$

Jest średnią ruchomą, przy czym do prognozy trzeciego okresu składa się on z dwóch wyrazów

W czwartym i w dalszych cyklach drugi model będzie miał postać średniej arytmetycznej z trzech ostatnich pomiarów

$$\hat{J}_{i+1} = \frac{J_i + J_{i-1} + J_{i-2}}{3}$$

Wynikiem obliczeń na określonym kilometrze toru będzie wartość prognozowana

$$J_{pi} = \frac{J_{ki} + \hat{J}_i}{2}$$

ISTOTA PROGNOZOWANIA ZMIAN GEOMETRYCZNYCH

Przykład obliczeniowy. Odcinek toru o dł. 8 km:

Km Pomiar J [mm]	134	135	136	137	138	139
J_1 z pierwszego pomiaru	2,57	2,14	2,06	1,08	1,59	1,92
J_2 z drugiego pomiaru	3,38	2,97	2,10	1,11	1,64	2,00
J_{k_3} pomiędzy pomiarem 1. i 2.	4,03	3,53	2,47	1,26	1,91	2,35
J_{k_4} pomiędzy pomiarem 2. i 3.	4,16	3,61	2,72	1,61	2,22	2,62
\hat{J}_4 średnia ruchoma z 2. i 3. pomiaru	3,19	2,74	2,15	1,15	1,69	2,04
\hat{J}_5 średnia ruchoma z 2., 3. i 4. pomiaru	3,56	3,08	2,29	1,23	1,81	2,18
J_{p_5} wartość prognozowana dla 5. pomiaru	4,12	3,55	2,73	1,48	2,18	2,61

PODSUMOWANIE

Dążenie do racjonalizacji wydatkowania nakładów na naprawy nawierzchni i możliwość zaoszczędzenia kosztów tkwi między innymi w doskonaleniu metod planowania napraw nawierzchni kolejowej.

Ujęcie całości problematyki prognozowania, zarówno stanu geometrycznego jak i zmian konstrukcyjnych, wymaga jeszcze wielu badań, które już trwają. Ich wynikiem będzie ujednolicona metoda, która w istotny sposób może wpłynąć na racjonalizację nakładów na naprawy nawierzchni, a więc na najważniejszy składnik kosztów cyklu jej życia.

Dziękuję za uwagę