



SZACOWANIE NIEPEWNOŚCI POMIARU W BADANIACH TECHNICZNYCH ROZJAZDÓW KOLEJOWYCH

Grzegorz Stencel

PLAN



1. Niepewność pomiaru
2. Przykład szacowania niepewności
3. Podsumowanie



Niepewność pomiaru jest nieujemnym parametrem związanym z wynikiem pomiaru, charakteryzującym rozrzut wartości, które można w sposób uzasadniony przypisać *mezurandowi*.

Mezurandy są tymi szczególnymi wielkościami, które mają być zmierzone. Przy wzorcowaniu mamy zwykle do czynienia tylko z jednym *mezurandem*, nazywanym również wielkością wyjściową Y , który zależy od pewnej liczby wielkości wejściowych X_i ($i = 1, 2, \dots, N$) zgodnie z zależnością funkcyjną.

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$$

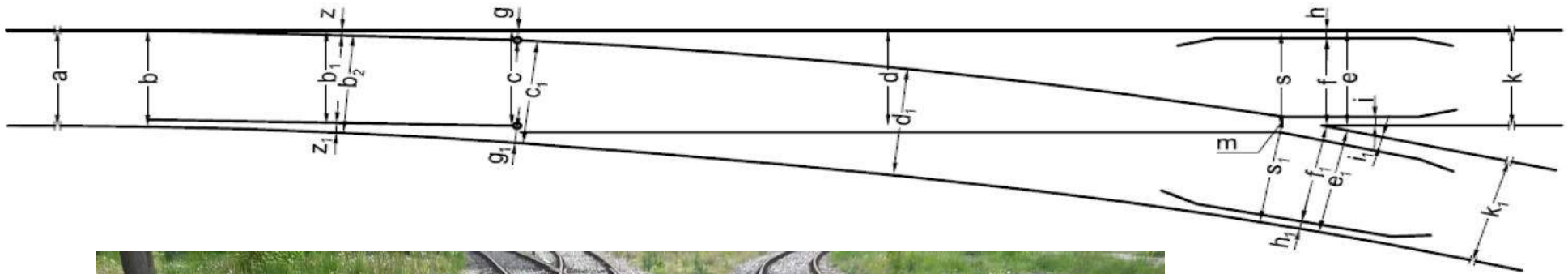
Niepewność pomiaru związana z estymatami wielkości wejściowych jest wyznaczana **metodą typu A** lub **metodą typu B**.

Metoda typu A wyznaczania niepewności standardowej jest metodą wyznaczania niepewności za pomocą analizy statystycznej serii obserwacji. Niepewność standardowa jest w tym przypadku odchyleniem standardowym eksperymentalnym średniej otrzymanej metodą uśredniania lub odpowiednią analizą regresji.

Metoda typu B wyznaczania niepewności standardowej jest metodą wyznaczania niepewności w inny sposób niż za pomocą analizy statystycznej serii obserwacji. W takim przypadku obliczanie niepewności standardowej oparte jest na innego rodzaju przesłankach naukowych.



PRZYKŁAD



PRZYKŁAD



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		śr. szerokość	3,85	11,21	4,41	16,82	-1,70	14,05	0,45	-5,10
2		śr. przechyłka	3,17	5,46	-9,48	-4,63	-7,78	-7,45	1,24	4,80
3		odch. szerokość	0,12	0,18	0,12	0,07	0,08	0,08	0,12	0,18
4		odch. przechyłka	0,19	0,17	0,12	0,10	0,13	0,20	0,13	0,31
5										
6										
7			a	b	c	c1	d	d1	e	e1
8	1	szerokość	4,1	12,4	4,6	18,5	-1,9	15,4	0,5	-5,7
9		przechyłka	3,5	6,3	-10,4	-5,2	-8,6	-8,3	1,5	5,5
10	2		4,2	12,4	4,8	18,4	-1,9	15,5	0,6	-5,5
11			3,3	6,2	-10,4	-4,9	-8,5	-8,4	1,4	5,3
12	3		4,3	12,0	4,8	18,5	-1,8	15,6	0,6	-5,4
13			3,6	5,9	-10,5	-5,1	-8,8	-8,5	1,4	5,4
14	4		4,2	12,4	5,0	18,5	-1,9	15,4	0,6	-5,5
15			3,5	5,9	-10,6	-5,0	-8,5	-8,0	1,5	5,9
16	5		4,1	12,4	5,0	18,6	-2,0	15,4	0,4	-5,9
17			3,7	6,1	-10,3	-5,2	-8,5	-8,2	1,2	5,3
18	6		4,4	12,2	4,8	18,5	-1,9	15,3	0,4	-5,6
19			3,2	6,0	-10,5	-5,1	-8,4	-7,9	1,5	5,5
20	7		4,1	12,5	4,8	18,5	-1,9	15,5	0,7	-5,8
21			3,8	6,1	-10,4	-5,1	-8,4	-8,2	1,4	4,9
22	8		4,4	12,6	4,9	18,6	-1,7	15,5	0,5	-5,5
23			3,3	6,0	-10,5	-5,2	-8,7	-8,2	1,3	5,0
24	9		4,2	12,1	4,9	18,4	-1,9	15,5	0,3	-5,4
25			3,6	5,8	-10,5	-5,1	-8,5	-7,9	1,2	5,0
26	10		4,3	12,3	4,9	18,5	-1,8	15,5	0,4	-5,8
27			3,4	5,8	-10,2	-5,0	-8,7	-8,3	1,2	5,0

1. Wartość średnia szerokości toru

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n T_n$$

gdzie:

T_1, T_2, \dots, T_n – wyniki pomiarów

N – liczba pomiarów

2. Odchylenie standardowe wartości średniej

$$s_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (T_n - \bar{T})^2}$$

3. Niepewność standardowa wartości średniej z n pomiarów

$$u_1 = \frac{s_r}{\sqrt{n}}$$

4. Niepewność standardowa związana z rozdzielczością przyrządu pomiarowego

$$u_2 = \frac{a}{2\sqrt{3}}$$

gdzie:

a – rozdzielczość przyrządu pomiarowego

5. Niepewność wzorcowania

$$u_3 = \frac{U_w}{2\sqrt{3}}$$

gdzie:

U_w – wartość odczytana ze świadectwa wzorcowania

6. Standardowa niepewność złożona

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}$$

7. Niepewność rozszerzona

$$U = k \cdot u_c$$

gdzie:

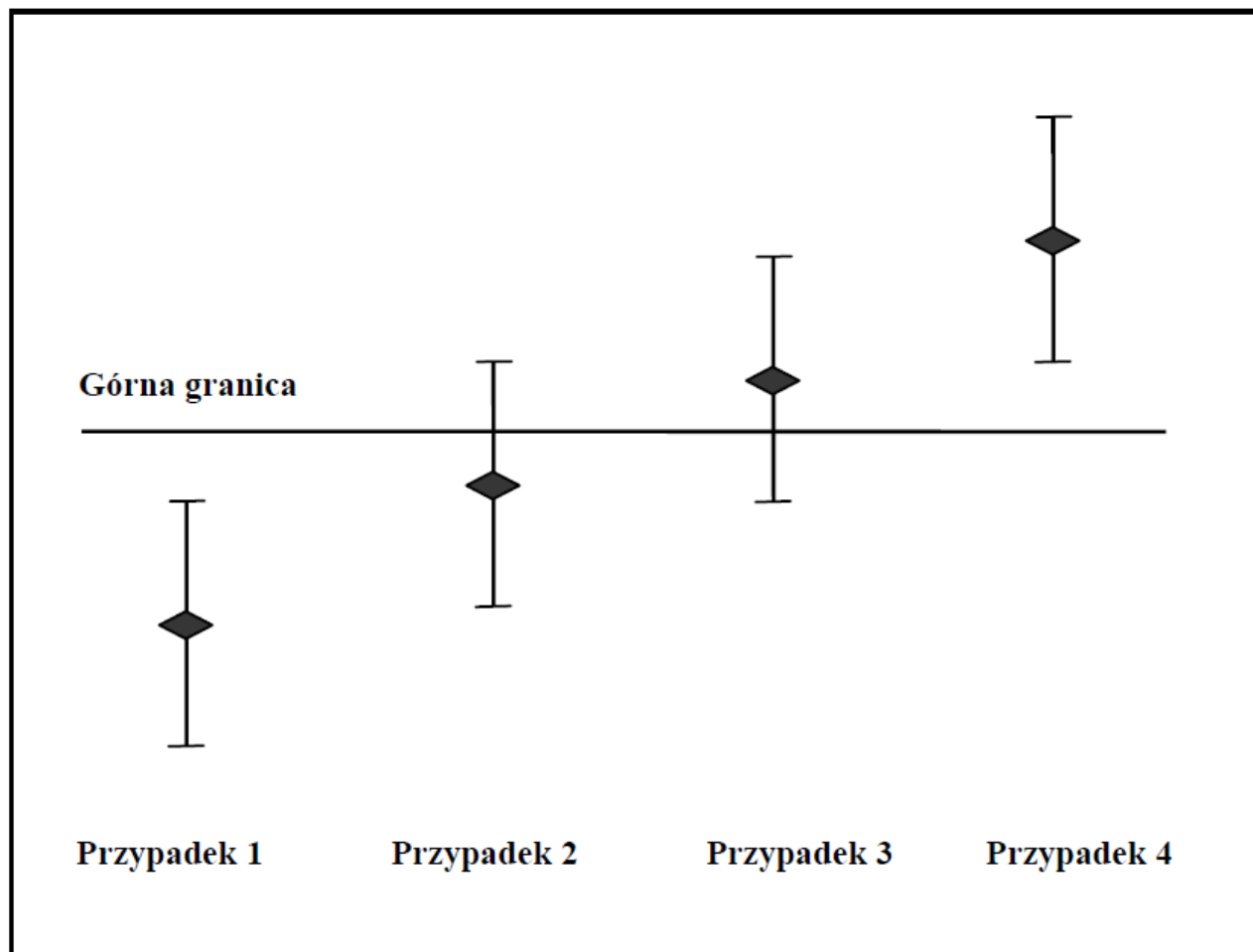
k – współczynnik rozszerzenia

Przyjmujemy $k=2$ co odpowiada poziomowi ufności 95%

8. Wynik

$$T = T_{sr} \pm U$$

	a	b	c	c1	d	d1	e	e1
U (szerokość)	0,28	0,76	0,31	1,12	0,15	0,94	0,12	0,37
U (przechyłka)	0,25	0,31	0,64	0,49	0,53	0,62	0,14	0,37



1. W wyniku obliczeń przyjęto następujące niepewności pomiaru:
 - a) 1,2 mm – w przypadku szerokości,
 - b) 0,7 mm – w przypadku przechyłki.
2. W sprawdzeniu nie używano przyrządów pomiarowych o rozdzielczości pomiaru 1 mm, ale przypuszcza się, że w ich przypadku wartości niepewności mogą być większe.
3. W celu stworzenia jasnych kryteriów, w przypadku informowania w wynikach badań o niepewności, należy określić w jaki sposób niepewność pomiaru jest brana pod uwagę przy ocenie zgodności rozjazdu z wymaganiami.

Dziękuję za uwagę

gstencil@ikolej.pl

