

JAK OCENIĆ NIEPEWNOŚCI POMIARU W BADANIACH JAKOŚCIOWYCH WYROBÓW ELEKTRYCZNYCH

Dr inż. Zenon Komorek



Literatura

PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02 Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących

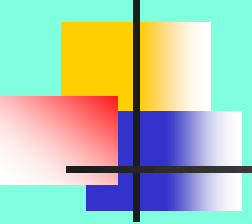
ILAC-G17:01/2021 Wytyczne ILAC dotyczące niepewności pomiaru w badaniach.

Metodologia szacowania oraz wyrażania niepewności pomiaru; CNBOP-PIB-BS01P:2018



Niepewność pomiaru

Parametr związany z wynikiem pomiaru, charakteryzujący rozrzut wartości, które można w uzasadniony sposób przypisać wielkości mierzonej.

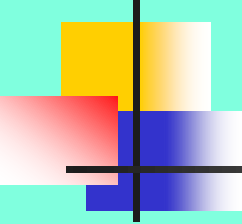


Wymagania dotyczące oceny niepewności pomiaru

pkt. 7.6.3 normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02

Laboratorium, które wykonuje badania **powinno oceniać niepewność pomiaru.**

W przypadku gdy metoda badawcza wyklucza ścisłą ocenę niepewności pomiaru, **szacowanie powinno być oparte na wiedzy o zasadach teoretycznych lub praktycznym doświadczeniu w realizacji metody.**



Wymagania dotyczące oceny niepewności pomiaru

pkt. 7.6.1 normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02

Laboratorium powinno identyfikować składowe niepewności.

Przy ocenie niepewności pomiaru należy wziąć pod uwagę wszystkie istotne składowe, *w tym wynikające z pobierania próbek*, stosując odpowiednie metody analizy.

Wymagania dotyczące oceny niepewności pomiaru

pkt. 7.8.3 normy PN-EN ISO/IEC 17025:2018-02

Wymagania szczegółowe dotyczące sprawozdań z badań

... sprawozdania z badań powinny zawierać, jeżeli to konieczne do interpretacji wyników, następujące dane:

- b) jeżeli to istotne, stwierdzenie zgodności z wynikami lub specyfikacjami
- c) jeżeli ma to zastosowanie, **niepewność pomiaru** przedstawioną w tych samych jednostkach miary co wielkość mierzona lub jako odniesienie do wielkości mierzonej (np. procent), kiedy:
 - jest to istotne dla ważności lub zastosowania wyników badań;
 - niepewność pomiaru wpływa na zgodność z wyspecyfikowaną granicą.

Metody wyznaczania niepewności pomiaru



Metoda A

Wyznaczanie niepewności z zastosowaniem analizy statystycznej serii obserwacji (pomiarów)

Metoda B

Wyznaczanie niepewności innymi metodami niż analiza serii obserwacji.



Badania jakościowe

Wynik

- Zły – dobry
- Spełnia - nie spełnia
- Odporny - nie



Badania jakościowe

Czy jest możliwe wyznaczenie (ocena)
niepewności ??

A jeśli tak to niepewność czego ?



Badania jakościowe

Możliwe dwa scenariusze:

- 1) Wskazanie (identyfikacja) czynników mających istotny wpływ na wynik badania
a tam gdzie jest to możliwe
- 2) Ocena niepewności metody badań



Badania jakościowe

Identyfikacja czynników mających istotny wpływ na wynik badania



Czynniki mające istotny wpływ na wynik badania

Tok postępowania

- 1) Wskazanie (zidentyfikowanie) czynników mających istotny wpływ na wynik badania
- 2) Ocena wpływu zidentyfikowanych czynników na wynik badania



Czynniki wpływające na wynik badania

1. Personel
2. Wyposażenie
3. Metoda badawcza
4. Warunki środowiskowe
5. Inne



Czynniki wpływające na wynik badania

Personel

- wykształcenie
- znajomość procedury badania
- staranność wykonywania badań
- potwierdzone kompetencje personelu



Czynniki wpływające na wynik badania

Personel

stąd możliwość wystąpienia

- **błędu grubego**

ustawienie niewłaściwej wysokości, czasu

- **błędu systematycznego**

zawyżanie lub zaniżanie zadanego parametru badania lub mierzonej wartości

- **błędnej interpretacji**

podczas subiektywnej oceny – obiekt uszkodzony, spełnia nie spełnia wymagania



Czynniki wpływające na wynik badania

Wyposażenie

- kompletność
- zgodność z wymaganiami metody badań
- zakres pomiaru, dokładność
- spójność pomiarowa



Czynniki wpływające na wynik badania

Wyposażenie

Konieczność zapewnienia:

Zgodności właściwości metrologicznych wyposażenia z wymaganiami metody badania: rozdzielczość, błąd wskazania, niepewność.

Czynniki wpływające na wynik badania

Metoda badania

- szczegółowość udokumentowania wymagań
- zakres tolerancji parametrów badań (narażeni)
- kryteria klasyfikacji zgodności badanego obiektu

Czynniki wpływające na wynik badania

Metoda badania

Możliwe skutki

- *zmienność warunków badań*
- *rozrzut wyników*
- *ryzyko niewłaściwej klasyfikacji badanego obiektu przy małej ilości powtórzeń*
- *błędna kwalifikacja badanego obiektu.*

Czynniki wpływające na wynik badania

Warunki środowiskowe

- szczegółowość udokumentowania wymagań
- wpływ warunków środowiskowych na właściwości wyposażenia oraz badanych obiektów
- dokumentowanie zapisów warunków środowiskowych kondycjonowania wyposażenia i obiektów badań przed badaniami oraz podczas realizacji badań.



Czynniki wpływające na wynik badania

Warunki środowiskowe

ryzyko uzyskania niewłaściwego wyniku badania zależy od:

- szczegółowości określenia warunków środowiskowych,*
- zbyt duże zakresy warunków środowiskowych mogą wpływać na właściwości badanego wyposażenia,*
- badanie w skrajnych warunkach może znacząco wpływać na wynik badania.*

Czynniki wpływające na wynik badania

Inne

-
-

Ocena wpływu zidentyfikowanych czynników na wynik badania

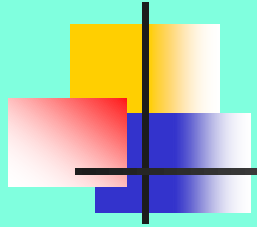


1. Przyjęcie parametrów określających wpływ zidentyfikowanych czynników na wynik badania:
 - *brak, znikomy, średni, duży*
 - *nie ma, zaniedbywalny, umiarkowany, duży, krytyczny.*
2. Przydzielenie zidentyfikowanym czynnikom przyjętych parametrów - *w oparciu o własne doświadczenie*
3. Wskazanie dominującego czynnika lub czynników mający decydujący wpływ na wynik badania.

Ocena wpływu zidentyfikowanych czynników na wynik badania

przykład zestawienia

Lp.	Czynnik	Wpływ na wynik badania
	Personel	
1	wykształcenie	znikomy
2	Znajomość procedury badania	duży
3	Staranność wykonywania badania	duży
	Wyposażenie	
4	Zgodność ze specyfikacją metody badania	duży
5	Spójność pomiarowa	duża
	Metoda badania	
6	Szczegółowość udokumentowania wymagań	duży
7	Kryteria klasyfikacji	duży
	Warunki środowiskowe	
8	Szczegółowość udokumentowania wymagań	Średni
9	Dokumentowanie zapisów	Średni



Ilościowa ocena niepewności metod badań dla wybranych badań jakościowych

- *Cel i zasady*
- *Metoda B*

Jak interpretować deklarowane właściwości użytkowe zamieszczone w poniższej aprobacie

7. Krajowa specyfikacja techniczna: **Aprobata techniczna nr AT 0401-0467-/2015**

**Centrum Naukowo – Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy, Nr akredytacji: AC 063
Certyfikat zgodności nr 3052/2016**

8. Deklarowane właściwości użytkowe:

Zasadnicze charakterystyki wyrobu budowlanego	Deklarowane właściwości użytkowe	Uwagi
Wygląd zewnętrzny, konstrukcja, znakowanie wyrobu	zgodnie z AT pkt. 3.1	Zgodnie z dokumentacją techniczną wyrobu
Funkcjonalność	zgodnie z AT pkt. 3.2	-
Dodatkowe wymagania dla central sterowanych programowo	zgodnie z AT pkt. 3.2.10	-
Zimno (odporność)	temperatura $-5 \pm 3 \text{ } ^\circ\text{C}$ / 16 h	PN-EN 60068-2-1
Suche gorąco (odporność)	temperatura $75 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ / 2 h	PN-EN 60068-2-2
Wilgotne gorąco, stałe (odporność)	temperatura $40 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ wilgotność względna 93 (+2, -3) %, Czas 4 doby	PN-EN 60068-2-78
Wilgotne gorąco, stałe (wytrzymałość)	temperatura $40 \text{ } ^\circ\text{C} \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ wilgotność względna 93 (+2, -3) %, Czas 21 dob	PN-EN 60068-2-78
Ochrona przed wodą (stopień ochrony IP)	2 klasa środowiska \geq IP 42	PN-EN 60529
Ochrona przed obcymi ciałami stałymi (stopień ochrony IP)	2 klasa środowiska \geq IP 42	PN-EN 60529
Uderzenia mechaniczne (odporność)	energia uderzenia $0,5 \text{ J} \pm 0,04 \text{ J}$ ilość uderzeń w dostępny punkt - 3	PN-EN 60068-2-75



Ocena niepewności metod badań

Narażanie badanych obiektów

- Warunki środowiskowe:
temperatura, wilgotność
- Czynniki fizyczne
- Czynniki mechaniczne



Ocena niepewności metody badań

Narażanie warunkami środowiskowymi ***temperatura, wilgotność***

Odporność na:

- zimno,
- sucho gorąco,
- wilgotne gorąco.



Ocena niepewności metody badań

Narażanie warunkami środowiskowymi *temperatura, wilgotność*

Składowe wpływające na wynik badania (niepewność metody):

n_a – błędu wskazania wyposażenia

n_w – niepewności wzorcowania

n_x – błędu ustawienia

$$n_a = \frac{a}{\sqrt{3}}; \quad n_w = \frac{n_{sw}}{2} \quad n_x = \frac{d_x}{\sqrt{3}}$$

a – błąd wskazań wyposażenia,

n_{sw} – niepewność wzorcowania – świadectwo wzorcowania

d_x – błąd ustawienia lub niestabilność parametru



Ocena niepewności metody badań

Narażanie warunkami środowiskowymi
temperatura, wilgotność

Stąd standardowa niepewność metody badania.

$$n = \sqrt{n_a^2 + n_w^2 + n_x^2}$$

Niepewność rozszerzona

$$N = 2 * n$$

a względna niepewność złożona metody badania

$$N_w = N / X * 100 [\%]$$

X – znamionowa wartość czynnika narażającego



Przykład niepewności metody badania *narażanie warunkami środowiskowymi*

Komora klimatyczna

dane zaczerpnięte z świadectwa wzorcowania 07.2022 r.

Wymagane warunki	Tolerancja	Błąd wskazania	Niepewność wzorcowania	Niepewność rozszerzona metody
72 °C	±2 °C	1,2 °C	0,7 °C	1,6 °C
40 °C	±2 °C	0,5 °C	0,4 °C	0,7 °C
93 %	+2 %/ -3 %	3,1 %	2,8 %	4,5 %

Kod IK

Stopnie ochrony przed uderzeniami mechanicznymi

- **PN-EN 50102:2001**; Stopnie ochrony przed zewnętrznymi uderzeniami mechanicznymi zapewnianej przez obudowy urządzeń elektrycznych (Kod IK)
PN-EN 60068-2-75:2015-01; Badania środowiskowe;
Próba Eh: Próby młotami

Kod IK

Stopnie ochrony przed uderzeniami mechanicznymi

Urządzenia probiercze

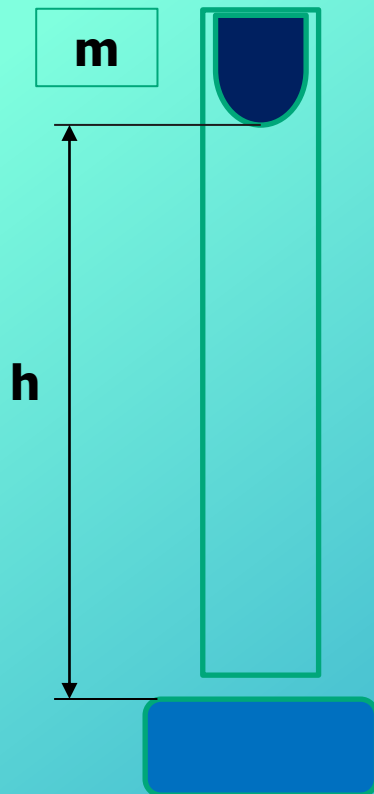
- młot wahadłowy Eha
- młot sprężynowy Ehb
- młot pionowy Ehc

Kod IK

Stopnie ochrony przed uderzeniami mechanicznymi

Kod IK	04	05	06	07	08	09	10	11
Energia uderzenia [J]	0,5	0,7	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0
Wysokość upuszczenia [mm]	200	280	400	400	300	200	400	500
Masa [kg]	0,25	0,25	0,25	0,50	1,70	5,00	5,00	10,00

Zasada badania odporności na uderzenie



Młot pionowy (Ehc)

Energia uderzenia

$$E = mhg$$

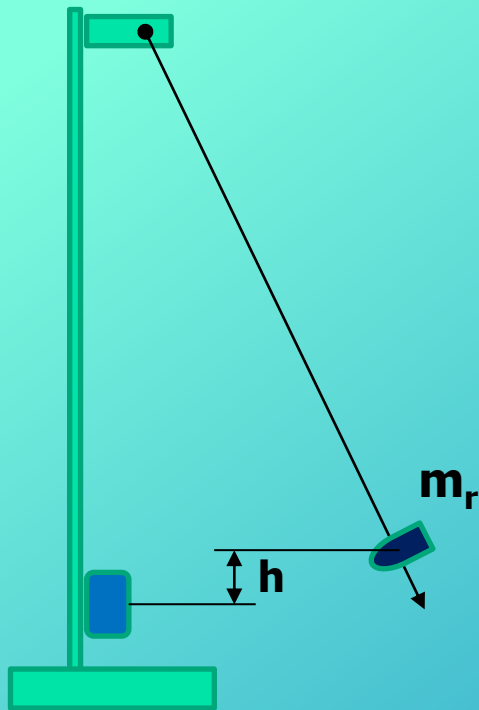
m - masa elementu uderzającego

h – wysokość zrzutu

g – przyśpieszenie ziemskie

przyjęte w normie 10 m/s²

Zasada badania odporności na uderzenie



Młot wahadłowy (Eha)

Energia uderzenia

$$E = m_r h g$$

m_r - masa równoważna elementu uderzającego

h - wysokość zrzutu

g - przyspieszenie ziemskie

przyjęte w normie 10 m/s^2

Ocena niepewności pomiaru odporności na uderzenie

Metoda B

Energia uderzenia jest określona zależnością

$$\mathbf{E = gmh}$$

Stąd istotne mierzalne składowe wpływające na
wynik pomiaru

$\mathbf{n_m}$ – niepewność masy elementu uderzającego

$\mathbf{n_h}$ - niepewność wysokości zrzutu

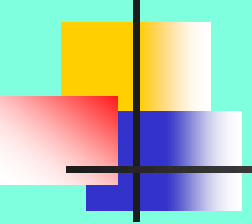
Ocena niepewności pomiaru odporności na uderzenie

Przyjęto, że zasadniczymi składowymi wpływającymi na wielkość niepewności są:

d_m - błąd masy elementu uderzającego,

d_h – niedokładność ustawienia wysokości zrzutu,

n_{wx} - dane ze świadectw wzorcowania wyposażenia użytego do pomiaru masy – wagi oraz wysokości zrzutu - przymiaru



Ocena niepewności pomiaru odporności na uderzenie

zależności na składowe niepewności

$$n_m = gh \left(\frac{d_m}{\sqrt{3}} + \frac{n_w}{2} \right)$$

$$n_h = gm \left(\frac{d_h}{\sqrt{3}} + \frac{n_w}{2} \right)$$

Ocena niepewności pomiaru odporności na uderzenie

Stąd standardowa złożona niepewność

$$n = \sqrt{\left[gh \left(\frac{d_m}{\sqrt{3}} + \frac{n_w}{2}\right)\right]^2 + \left[gm \left(\frac{d_h}{\sqrt{3}} + \frac{n_w}{2}\right)\right]^2} \quad [\text{J}]$$

Niepewność rozszerzona

$$N = 2 * \sqrt{\left[gh \left(\frac{d_m}{\sqrt{3}} + \frac{n_w}{2}\right)\right]^2 + \left[gm \left(\frac{d_h}{\sqrt{3}} + \frac{n_w}{2}\right)\right]^2} \quad [\text{J}]$$

Niepewność rozszerzona może być też przedstawiona w %

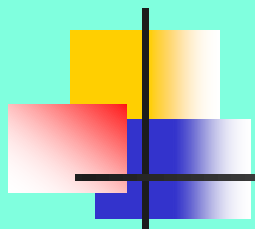
$$N_w = \frac{N}{E} = \frac{N}{mgh} * 100 \quad [\%]$$

Ocena niepewności pomiaru odporności na uderzenie

Dla młota wahadłowego - **Eha**

Wskazane jest rozważenie wpływu:

- błędu ustawienia pionu wyposażenia oraz poziomu posadzki pomieszczenia
- błąd wyznaczenia skorygowanej masy elementu uderzającego
- właściwości opory (mocowania badanego obiektu)



Dziękuję za uwagę