

# Formalna strona badań naukowych

## Leszek R. Jaroszewicz Instytutu Fizyki Technicznej

Leszek R. Jaroszewicz

[Home](#) [Resume](#) [Lectures](#) [Publications](#) [Photos](#) [Videos](#)

### Home



[Edit](#)

I was born in year 1959, and now I am working in the [Institute of Applied Physics, Military University of Technology](#). The optical fibre elements technology, theory and application concerning non telecommunication optical fibre usages are my initial scientific interest. At present, the main field of my scientific interest is photonics technology application for sensors devices including: hybrid waveguide transducers employing liquid crystalline materials, new technologies of manufacturing of monocrystals and glasses especially the oxide type ones, the theory of complex semiconducting structures designed for their application in a new generation of the electromagnetic radiation detectors, technologies of advanced fibre optics as well as photonic crystal fibre elements, materials and technologies for hydrogen storage. I am also engaged in the investigation of the polarization problems in a variety of waveguide structures applied in the construction of sensors.

I am married to Kristina and have two daughters – Elizabeth (geologist) and Anna (horticulturist).

My hobbies are [swimming in the early morning](#), in any place on the world, staying up late, [skiing](#), and photography [-> see Photos](#)

### Recent Posts

- New publications in the field of photonics correlated with fiber optic technology in 2020
- FFB 2019 November Experiment
- New project – FOSREM

### Archives

- April 2020
- February 2013

### Categories

- News
- Projects
- Uncategorized

# Formalna strona badań naukowych

## Leszek R. Jaroszewicz Instytutu Fizyki Technicznej

Leszek R. Jaroszewicz

Home Resume Lectures Publications Photos Videos

### Home



Edit

I was born in year 1959, and now I am working in the [Institute of Applied Physics, Military University of Technology](#). The optical fibre elements technology, telecommunication optical fibre usages are my initial scientific interest. At present, the main field of my scientific interest is photonics technology application waveguide transducers employing liquid crystalline materials, new technologies of manufacturing of monocrystals and glasses especially the oxide type ones, structures designed for their application in a new generation of the electromagnetic radiation detectors, technologies of advanced fibre optics as well as photon technologies for hydrogen storage. I am also engaged in the investigation of the polarization problems in a variety of waveguide structures applied in the constr

I am married to Kristina and have two daughters – Elizabeth (geologist) and Anna (horticulturist).

My hobbies are [swimming in the early morning](#), in any place on the world, staying up late, [skiing](#), and photography -> [see Photos](#)

© Leszek R. Jaroszewicz 2010-2023

Home Resume Lectures Publications Photos Videos

### Lecture since 2nd semester 2022/2023

6 NAS wykład 06 NAS-06 [FOSREM – idea](#)  
7 NAS wykład 07 NAS-07 [FOSREM – realization](#)

### Nietelekomunikacyjne Zastosowania Światłowodów – szkoła doktorska

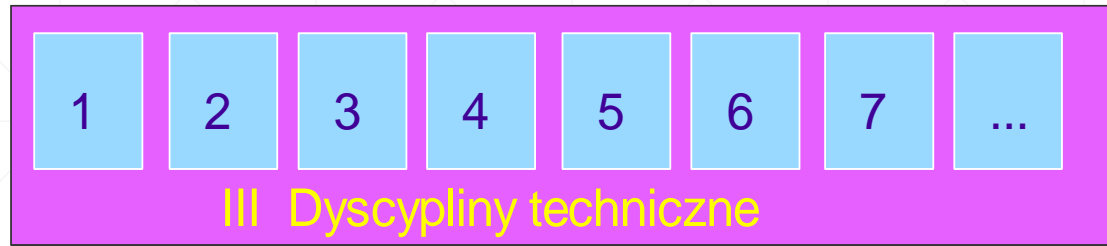
1 NZS wykład 01 NZS-01 [Terminologia czujników światłowodowych](#)  
2 NZS wykład 02 NZS-02 [Interferometry światłowodowe – podstawy](#)  
3 NZS wykład 03 NZS-03 [Interferometry światłowodowe – obróbka optyczna](#)  
4 NZS wykład 04 NZS-04 [Interferometry światłowodowe – obróbka elektroniczna](#)  
5 NZS wykład 05 NZS-05 [Optyczne przetworniki fazowe](#)  
6 NZS wykład 06 NZS-06 [Zasady zwielokrotnienia czujników punktowych](#)  
7 NZS wykład 07 NZS-07 [Czujniki o rozłożonym polu detekcji](#)  
8 NZS wykład 08 NZS-08 [Żyroskop światłowodowy](#)  
9 NZS wykład 08 NZS-09 [Światłowodowy sejsmometr rotacyjny](#)  
10 NZS wykład 09 NZS-10 [FOSREM realizacja](#)

### Metodologia Prowadzenia Badań Naukowych – szkoła doktorska

0 Szkoła doktorska MBN0 [Początek XX w. jako relatywistyczny przełom w fizyce](#)  
1 Szkoła doktorska MBN1 [Formalna strona badań naukowych](#)  
2 Szkoła doktorska MBN2 [Wiarygodność naukowa](#)  
3 Szkoła doktorska MBN3 [Artykuł naukowy](#)  
4 Szkoła doktorska MBN4 [Upowszechnianie wyników badań](#)  
5 Szkoła doktorska MBN5 [Prezentacja naukowa](#)

# Przykład - struktura wiedzy (np. wiedzy fizycznej)

historyczny rozwój wiedzy technicznej



NAUKI TECHNICZNE  
inżynierowie dyscypliny, specjalności

NAUKI FIZYCZNE  
fizycy

specjaliści jako inżynierowie - technicy

# Uporządkowanie nauki



## DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Doktor (dr) –  
Dr, DSc, PhD

Warszawa, dnia 27 października 2022 r.

Poz. 2202

ROZPORZĄDZENIE  
MINISTRA EDUKACJI I NAUKI<sup>1)</sup>  
z dnia 11 października 2022 r.

w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych

Na podstawie art. 5 ust. 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574, z późn. zm.<sup>2)</sup>) zarządza się, co następuje:

§ 1. Ustala się klasyfikację dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych, stanowiącą załącznik do rozporządzenia.

§ 2. Traci moc rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych (Dz. U. poz. 1818).

§ 3. Rozporządzenie wchodzi w życie po upływie 14 dni od dnia ogłoszenia.

Minister Edukacji i Nauki: *P. Czarnek*

Lp.	Dziedzina nauki/sztuki	Dyscyplina naukowa/artystyczna
1	Dziedzina nauk humanistycznych	1) archeologia 2) etnologia i antropologia kulturowa 3) filozofia 4) historia 5) językoznawstwo 6) literaturoznawstwo 7) nauki o kulturze i religii 8) nauki o sztuce 9) polonistyka
2	Dziedzina nauk inżynierjno-technicznych	1) architektura i urbanistyka 2) automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne 3) informatyka techniczna i telekomunikacja 4) inżynieria bezpieczeństwa 5) inżynieria biomedyczna 6) inżynieria chemiczna 7) inżynieria lądowa, geodezja i transport 8) inżynieria materiałowa 9) inżynieria mechaniczna 10) inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka 11) ochrona dziedzictwa i konserwacja zabytków

3	Dziedzina nauk medycznych i nauk o zdrowiu	1) nauki farmaceutyczne 2) nauki medyczne 3) nauki o kulturze fizycznej 4) nauki o zdrowiu
4	Dziedzina nauk o rodzinie	nauki o rodzinie
5	Dziedzina nauk rolniczych	1) nauki leśne 2) rolnictwo i ogrodnictwo 3) technologia żywności i żywienia 4) zootechnika i rybactwo
6	Dziedzina nauk społecznych	1) ekonomia i finanse 2) geografia społeczno-ekonomiczna i gospodarka przestrzenna 3) nauki o bezpieczeństwie 4) nauki o komunikacji społecznej i mediach 5) nauki o polityce i administracji 6) nauki o zarządzaniu i jakości 7) nauki prawne 8) nauki socjologiczne 9) pedagogika 10) prawo kanoniczne 11) psychologia 12) stosunki międzynarodowe
7	Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych	1) astronomia 2) biotechnologia 3) informatyka 4) matematyka 5) nauki biologiczne 6) nauki chemiczne 7) nauki fizyczne 8) nauki o Ziemi i środowisku
8	Dziedzina nauk teologicznych	1) nauki biblijne 2) nauki teologiczne
9	Dziedzina nauk weterynaryjnych	weterynaria
10	Dziedzina sztuki	1) sztuki filmowe i teatralne 2) sztuki muzyczne 3) sztuki plastyczne i konserwacja dzieł sztuki

# Stopnie, stanowiska, specjalizacja **Przywileje a zobowiązania**

**Rodzaje prac doktorskich** teoretyczna, technologiczna, eksperymentalno-teoretyczna

## Kariera naukowa

### Studia I stopnia – licencjat, inżynier

Obrona pracy (instytut) – podstawowa wiedza na poziomie wyższym pozwalająca na samodzielne rozwiązywanie problemu

### Studia II stopnia – magister

Obrona pracy (instytut) – odtwórcze rozwiązanie zagadnienia wraz z umiejętnością logicznego wnioskowania

### Studia III stopnia – doktor

Obrona pracy (3 recenzje) – samodzielne (oryginalne) rozwiązanie problemu naukowego (ust. 2.0: art.178 nadaje RDN dla: 1. MSc, 2. za 8-PRK, 3. artykuł, 4. rozprawa, 5. inne)

### Rozprawa habilitacyjna – doktor habilitowany

Ocena zespołu (7/3 recenzje) – synteza wiedzy w danej dyscyplinie (ust. 2.0: art.219 nadaje RDN dla 1. Dr, 2. osiągnięcie naukowe dokumentujące znaczny wkład w rozwój dyscypliny – monografia cykl publikacji, 3. istotna aktywność naukowa realizowana w więcej niż jednej uczelni)

### Tytuł profesora – profesor

Prezydent RP za pośrednictwem RDN (5 opinii) – wybitne osiągnięcia naukowe/artystyczne (ust. 2.0: art. 227 1. dr hab., 2. wybitne osiągnięcia naukowe Kr lub Zag, 3. uczestnictwo w pracach zespołowych Kr lub Zag, staże naukowe)

### PAN – członek korporacji

Wybierany przez członków PAN (50%+1 zgromadzenia wydziału co 4 lata) jako uzupełnienie do max. składu 350 w 5 wydziałach

**Stanowiska NA** (ust.2.0: art.113, kwalifikacje, nie karany dyscyplinarnie, spełnia wymagania: pełna zdolność do czynności prawnych, korzysta w pełni z praw publicznych, nie skazany prawomocnym wyrokiem za umyślne przestępstwo w tym skarbowe)

### Stanowiska w grupie pracowników

1. dydaktycznych,
2. badawczych,
3. dydaktyczno-badawczych

**Asystent** – osoba posiadająca tytuł magistra, magistra inżyniera lub równorzędny

**Adiunkt** – osoba posiadająca co najmniej stopień doktora

**Profesor uczelni** – osoba posiadająca co najmniej stopień doktor oraz znaczące osiągnięcia:

- a) dydaktyczne lub zawodowe – w przypadku pracowników dydaktycznych,
- b) naukowe lub artystyczne – w przypadku pracowników badawczych,
- c) naukowe, artystyczne lub dydaktyczne – w przypadku pracowników badawczo-dydaktycznych

**Profesor** – osoba posiadająca tytuł profesora

**Inne stanowiska** – statut uczelni (wykładowca, starszy wykładowca, instruktor)

prof. dr hab. inż. A. Nazwisko, czł. koresp. PAN

dr hab. inż. A. Nazwisko, prof. uczelni



Nadawanie stopnia doktora

**Art. 185.** 1. Uprawnienie do nadawania stopnia doktora posiadają uczelnia, instytut PAN, instytut badawczy albo instytut międzynarodowy, które w danej dyscyplinie posiadają:

- 1) kategorię naukową A+, A albo B+ albo
- 2) uprawnienie nadane w trybie określonym w art. 226a ust. 1 – zwane dalej „podmiotem doktoryzującym”.

2. Stopień doktora może być nadany również wspólnie przez podmioty doktoryzujące w dyscyplinie, w której każdy z nich posiada kategorię naukową A+, A albo B+ lub uprawnienie nadane w trybie określonym w art. 226a ust. 1, w tym z udziałem podmiotów zagranicznych posiadających uprawnienia do nadawania stopnia doktora w zakresie dyscypliny, w której stopień ten jest nadawany. Zasady współpracy określa umowa zawarta w formie pisemnej, która w szczególności wskazuje podmiot odpowiedzialny za wprowadzanie danych do systemu, o którym mowa w art. 342 ust. 1.

3. W przypadku, o którym mowa w art. 177 ust. 6, stopień doktora może być nadany w dziedzinie nauki przez podmiot doktoryzujący, który posiada kategorie naukowe A+, A albo B+ lub uprawnienia nadane w trybie określonym w art. 226a ust. 1 w ponad połowie dyscyplin zawierających się w tej dziedzinie.

4. W przypadku utraty uprawnienia do nadawania stopnia doktora w danej dyscyplinie albo dziedzinie, podmiot doktoryzujący zapewnia możliwość kontynuowania postępowań w innym podmiocie posiadającym uprawnienia do nadawania stopnia doktora w tej dyscyplinie albo dziedzinie. W przypadku braku możliwości zapewnienia kontynuowania postępowań w innym podmiocie, RDN wyznacza ten podmiot.

**Art. 186.** 1. Stopień doktora nadaje się osobie, która:

- 1) posiada tytuł zawodowy magistra, magistra inżyniera albo równorzędny lub posiada dyplom, o którym mowa w art. 326 ust. 2 pkt 2 lub art. 327 ust. 2, dający prawo do ubiegania się o nadanie stopnia doktora w państwie, w którego systemie szkolnictwa wyższego działa uczelnia, która go wydała;
- 2) uzyskała efekty uczenia się dla kwalifikacji na poziomie 8 PRK, przy czym efekty uczenia się w zakresie znajomości nowożytnego języka obcego są potwierdzone certyfikatem lub dyplomem ukończenia studiów, poświadczającymi znajomość tego języka na poziomie biegłości językowej co najmniej B2;

3) posiada w dorobku co najmniej:

- a) 1 artykuł naukowy opublikowany w czasopiśmie naukowym lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowej, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. b, lub
  - b) 1 monografię naukową wydaną przez wydawnictwo, które w roku opublikowania monografii w ostatecznej formie było ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a, albo rozdział w takiej monografii, lub
  - c) dzieło artystyczne o istotnym znaczeniu;
- 4) przedstawiła i obroniła rozprawę doktorską;
  - 5) spełniła inne wymagania określone przez podmiot doktoryzujący.

1a. W celu weryfikacji spełnienia wymagania, o którym mowa w ust. 1 pkt 2, w przypadku osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora, która nie posiada odpowiedniego certyfikatu lub dyplomu ukończenia studiów, podmiot doktoryzujący może przeprowadzić egzamin potwierdzający znajomość nowożytnego języka obcego na poziomie biegłości językowej B2.

2. W wyjątkowych przypadkach, uzasadnionych najwyższą jakością osiągnięć naukowych, stopień doktora można nadać osobie niespełniającej wymagań określonych w ust. 1 pkt 1, będącej absolwentem studiów pierwszego stopnia lub studentem, który ukończył trzeci rok jednolitych studiów magisterskich.

3. Osoba, o której mowa w ust. 2, po nadaniu stopnia doktora uzyskuje równocześnie wykształcenie wyższe, o którym mowa w art. 77 ust. 1 pkt 2.

**Art. 187.** 1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.

2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.

3. Rozprawę doktorską może stanowić praca pisemna, w tym monografia naukowa, zbiór opublikowanych i powiązanych tematycznie artykułów naukowych, praca projektowa, konstrukcyjna, technologiczna, wdrożeniowa lub artystyczna, a także samodzielna i wyodrębniona część pracy zbiorowej.

4. Do rozprawy doktorskiej dołącza się streszczenie w języku angielskim, a do rozprawy doktorskiej przygotowanej w języku obcym również streszczenie

w języku polskim. W przypadku gdy rozprawa doktorska nie jest pracą pisemną, dołącza się opis w językach polskim i angielskim.

**Art. 188.** [1. Podmiot doktoryzujący, nie później niż 30 dni przed wyznaczonym dniem obrony rozprawy doktorskiej, udostępnia w BIP na swojej stronie podmiotowej rozprawę doktorską będącą pracą pisemną wraz z jej streszczeniem albo opis rozprawy doktorskiej niebędącej pracą pisemną oraz recenzje.]

**<1. Podmiot doktoryzujący udostępnia w BIP na swojej stronie podmiotowej, nie później niż w terminie:**

- 1) 30 dni przed wyznaczonym terminem obrony rozprawy doktorskiej:
  - a) rozprawę doktorską będącą pracą pisemną wraz z jej streszczeniem albo opis rozprawy doktorskiej niebędącej pracą pisemną,
  - b) recenzje;
- 2) 10 dni przed wyznaczonym terminem obrony rozprawy doktorskiej – informację o terminie, miejscu i sposobie jej przeprowadzenia.>

2. W przypadku rozprawy doktorskiej, której przedmiot jest objęty tajemnicą prawnie chronioną, udostępnia się tylko recenzje z wyłączeniem treści objętych tą tajemnicą.

3. Dokumenty, o których mowa w ust. 1, niezwłocznie po ich udostępnieniu zamieszcza się w systemie, o którym mowa w art. 342 ust. 1.

4. Jeżeli rozprawa doktorska jest pracą pisemną, podmiot doktoryzujący sprawdza ją przed obroną z wykorzystaniem Jednolitego Systemu Antyplagiatowego, o którym mowa w art. 351 ust. 1.

**Art. 189.** 1. Postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora wszczyna się na wniosek osoby spełniającej wymagania określone w art. 186 ust. 1 pkt 1–3 albo ust. 2. Do wniosku dołącza się rozprawę doktorską wraz z pozytywną opinią promotora lub promotorów.

2. Podmiot doktoryzujący odmawia wszczęcia postępowania w sprawie nadania stopnia doktora, jeżeli osoba, która złożyła wniosek o wszczęcie tego postępowania, nie spełnia wymagań określonych w art. 186 ust. 1 pkt 1–3 albo ust. 2 albo wymagania, o którym mowa w ust. 1 zdanie drugie. Na postanowienie o odmowie wszczęcia postępowania przysługuje zażalenie do RDN.

**Nowe brzmienie ust. 1 w art. 188 wejdzie w życie z dn. 1.10.2023 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 212).**

**Art. 190.** 1. Opieka naukowa nad przygotowaniem rozprawy doktorskiej jest sprawowana przez promotora lub promotorów albo przez promotora i promotora pomocniczego.

2. W postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora wyznacza się 3 recenzentów spośród osób niebędących pracownikami podmiotu doktoryzującego oraz uczelni, instytutu PAN, instytutu badawczego, instytutu międzynarodowego, Centrum Łukasiewicz albo instytutu Sieci Łukasiewicz, których pracownikiem jest osoba ubiegająca się o stopień doktora.

3. Recenzenci sporządzają recenzje rozprawy doktorskiej w terminie 2 miesięcy od dnia jej doręczenia.

4. Promotorem i recenzentem może być osoba posiadająca co najmniej stopień doktora habilitowanego, a promotorem pomocniczym – osoba posiadająca co najmniej stopień doktora.

5. Promotorem i recenzentem może być osoba niespełniająca warunków określonych w ust. 4, która jest pracownikiem zagranicznej uczelni lub instytucji naukowej, jeżeli organ, o którym mowa w art. 178 ust. 1, uzna, że osoba ta posiada znaczące osiągnięcia w zakresie zagadnień naukowych, których dotyczy rozprawa doktorska.

6. Promotorem nie może zostać osoba, która w okresie ostatnich 5 lat:

- 1) była promotorem 4 doktorantów, którzy zostali skreśleni z listy doktorantów z powodu negatywnego wyniku oceny śródkresowej, lub
- 2) sprawowała opiekę nad przygotowaniem rozprawy przez co najmniej 2 osoby ubiegające się o stopień doktora, które nie uzyskały pozytywnych recenzji, o których mowa w art. 191 ust. 1.

**Art. 191.** 1. Do obrony rozprawy doktorskiej może być dopuszczona osoba, która uzyskała pozytywne recenzje od co najmniej 2 recenzentów oraz spełniła wymagania, o których mowa w art. 186 ust. 1 pkt 5.

1a. Obrona rozprawy doktorskiej może być przeprowadzona poza siedzibą podmiotu doktoryzującego przy użyciu środków komunikacji elektronicznej, zapewniających w szczególności:

- 1) transmisję obrony w czasie rzeczywistym między jej uczestnikami,
- 2) wielostronną komunikację w czasie rzeczywistym, w ramach której uczestnicy obrony mogą wypowiadać się w jej toku



– z zachowaniem niezbędnych zasad bezpieczeństwa.

<1b. Obrona rozprawy doktorskiej ma charakter publiczny, z wyłączeniem obrony rozprawy doktorskiej, o której mowa w art. 188 ust. 2.>

2. Na postanowienie o odmowie dopuszczenia do obrony przysługuje zażalenie do RDN.

**Art. 192. 1.** Czynności w postępowaniu w sprawie nadania stopnia doktora może dokonywać komisja powołana przez organ, o którym mowa w art. 178 ust. 1.

2. Senat albo rada naukowa określi sposób postępowania w sprawie nadania stopnia doktora, w szczególności:

- 1) sposób wyznaczania i zmiany promotora, promotorów lub promotora pomocniczego w przypadku osób ubiegających się o nadanie stopnia doktora w trybie eksternistycznym;
- 2) zasady ustalania wysokości opłaty za postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora w trybie eksternistycznym oraz zwalniania z tej opłaty;
- 3) tryb złożenia rozprawy doktorskiej;
- 4) tryb powoływania oraz zakres czynności komisji, o której mowa w ust. 1;
- 5) sposób wyznaczania recenzentów;
- 6) sposób weryfikacji efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomie 8 PRK w przypadku osób ubiegających się o nadanie stopnia doktora w trybie eksternistycznym;
- 7) sposób weryfikacji spełnienia wymagania, o którym mowa w art. 186 ust. 1 pkt 3 lit. a i b, w przypadku publikacji wieloautorskich.

3. Senat albo rada naukowa może określić wymagania, o których mowa w art. 186 ust. 1 pkt 5, lub dodatkowe warunki dopuszczenia do obrony.

**Art. 193. 1.** Od decyzji o odmowie nadania stopnia doktora przysługuje odwołanie do RDN.

2. Termin na wniesienie odwołania wynosi 30 dni od dnia doręczenia decyzji.

3. Organ, o którym mowa w art. 178 ust. 1, przekazuje odwołanie RDN wraz ze swoją opinią i aktami sprawy w terminie 3 miesięcy od dnia złożenia odwołania.

4. Po rozpatrzeniu odwołania, w terminie nie dłuższym niż 6 miesięcy, RDN utrzymuje w mocy zaskarżoną decyzję albo uchyla ją i przekazuje sprawę do

Dodany ust. 1b w art. 191 wejdzie w życie z dn. 1.10.2023 r. (Dz. U. z 2023 r. poz. 212).

ponownego rozpatrzenia organowi, o którym mowa w art. 178 ust. 1, tego samego albo innego podmiotu doktoryzującego.

5. W przypadku niedopuszczenia do obrony rozprawy doktorskiej albo wydania decyzji o odmowie nadania stopnia doktora, ta sama rozprawa nie może być podstawą do ponownego ubiegania się o nadanie stopnia doktora.

**Art. 194.** W przypadku zaistnienia określonych w Kpa przyczyn wznowienia postępowania administracyjnego w sprawie nadania stopnia doktora albo rażącego naruszenia prawa przez podmiot doktoryzujący, RDN wydaje postanowienie o wznowieniu postępowania i wskazuje podmiot doktoryzujący, który prowadzi postępowanie.

**Art. 195.** W przypadku gdy osoba ubiegająca się o stopień doktora przypisała sobie autorstwo istotnego fragmentu lub innych elementów cudzego utworu lub ustalenia naukowego, podmiot doktoryzujący stwierdza nieważność decyzji o nadaniu stopnia.

**Art. 196. 1.** Pracownikowi niebędącemu nauczycielem akademickim lub pracownikiem naukowym przysługuje, na jego wniosek:

- 1) urlop na przygotowanie rozprawy doktorskiej lub na przygotowanie się do obrony rozprawy doktorskiej, udzielany w terminie uzgodnionym z pracodawcą, w wymiarze 28 dni, które w rozumieniu odrębnych przepisów są dla tego pracownika dniami pracy, oraz
- 2) zwolnienie od pracy na obronę rozprawy doktorskiej.

2. Za okres urlopu oraz zwolnienia od pracy pracownikowi przysługuje wynagrodzenie ustalane jak za urlop wypoczynkowy.

**Art. 197.** Przygotowanie rozprawy doktorskiej odbywa się w trybie:

- 1) kształcenia doktorantów;
- 2) eksternistycznym.

## Oddział 2

### Kształcenie doktorantów

**Art. 198. 1.** Kształcenie doktorantów przygotowuje do uzyskania stopnia doktora i odbywa się w szkole doktorskiej.



# Sposób formułowania hipotezy naukowej

**We współczesnym świecie był tylko 1 Albert Einstein** – nieprawdą jest, iż sam coś wymyślam.

- konieczność zgromadzenia bazy artykułów naukowych dotyczących danego zagadnienia
- dokonanie syntezy co istotnego zwraca dana praca (pozostawiamy pracę w swym „archiwum” i formułujemy półstronicowy opis wraz z opisem pracy np.

L. R. Jaroszewicz, A. Kurzych, Z. Krajewski, P. Marć, J. K. Kowalski, P. Bobra, Z. Zembaty, B. Sakowicz, R. Jankowski „Review of the Usefulness of Various Rotational Seismometers with Laboratory Results of Fibre-Optic Ones Tested for Engineering Applications”, *Sensors*, **16**(12), (2016), 2161; doi:10.3390/s16122161

- określenie zagadnienia jakim się będę zajmował – najlepiej w punktach jako zdania **proste**

## **Przyporządkowanie przyszłej pracy do obowiązującej teorii naukowej**

- jaki charakter ma praca,
- jaki model matematyczny będę stosował:
  - założenia początkowe - **czego nie będę uwzględniał i dlaczego tak mogę !!!**

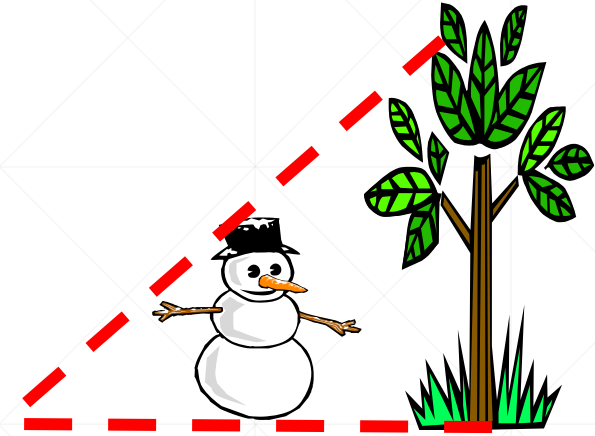
## **Walidacja danych eksperymentalnych**

- zbieranie danych – ciągła praca w laboratorium bez opisu uzyskiwanych wyników jest bezsensowna (poświęć codziennie godzinę na opis tego co zrobiłeś, a pół dnia w tygodniu na spisanie naukowe swych wyników)
- interpretacja wraz z analizą błędów

# Metodologia pomiarów

## Pomiar fizyczny

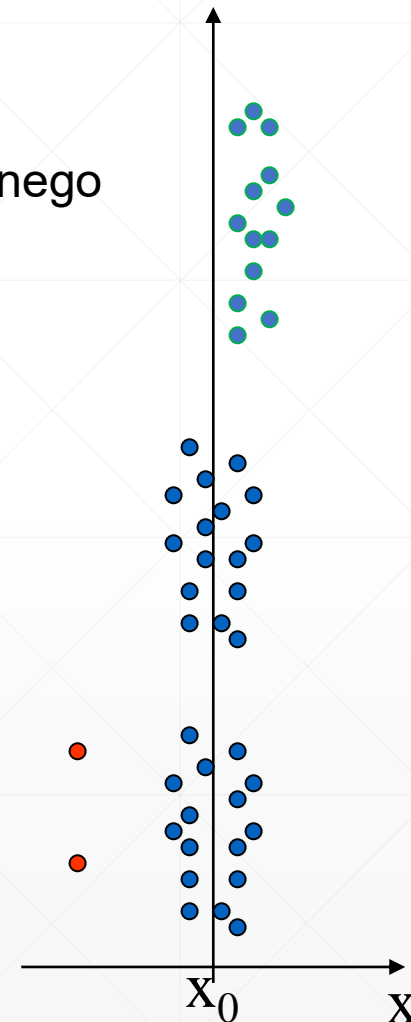
- Pomiar fizyczny polega na porównaniu mierzonej wielkości fizycznej z ustalonym wzorcem:
  - pomiary **bezpośrednie** np. masa, długość, czas;
  - pomiary **pośrednie** np. gęstość (masa, długości, kąty), prędkość (droga, czas)
- Pomiar absolutny jest niemożliwy, zawsze wynik pomiaru  $x$  różni się od wartości rzeczywistej  $x_R$ 
  - **błąd bezwzględny**  $\Delta x = |x - x_R|$  (różnica między pomiarem a wielkością rzeczywistą)
- W praktyce wartości  $x_R$  nie znamy – posługujemy się wartością zbliżoną do rzeczywistej, np. średnią  $x_{\bar{s}}, \bar{x}$



*który to MUSIMY uwiarygodnić poprzez określenie **błędu pomiaru***

# Rodzaje błędów

- **systematyczne** – charakteryzują się stałą lub zmieniającą się wg. określonego prawa odchyłką od wartości rzeczywistej
- **przypadkowe** – gdy wynik zmienia się w sposób przypadkowy, losowy (podlega prawom statystycznym)
- **grube** – wyniki z nieuwagi lub pomyłek, zwykle bardzo duże odchyłki



## Współcześnie miarą błędu jest niepewność pomiaru

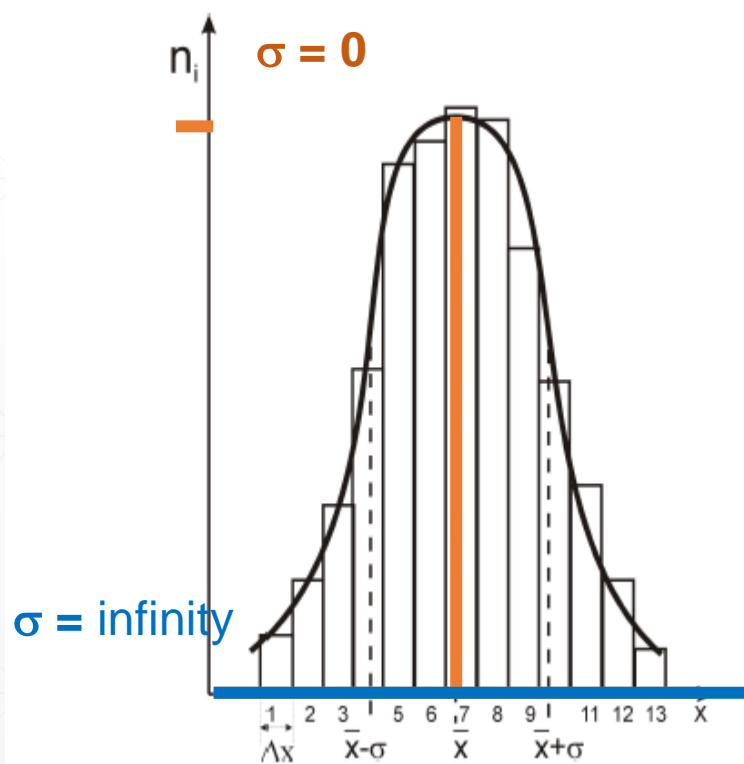
- Opracowanie wyników pomiaru powinno zawierać także ocenę ich wiarygodności, czyli **niepewność pomiaru**.
- **Niepewność pomiaru (dokładność)** to parametr związany z rezultatem pomiaru, charakteryzujący rozrzut wyników.
- Pomiarom dokładniejszym jest pomiar o mniejszej niepewności.
- Miarą niepewności pomiarowej jest **niepewność standardowa**, która może być szacowana na dwa sposoby:
  - **ocena typu A** – wynika ze statystycznej analizy serii  $n$  równoważnych i nieskorelowanych obserwacji wielkości  $x$  podlegającej błędowi przypadkowemu;
  - **ocena typu B** – wynika z naukowego osądu eksperymentatora, biorącego pod uwagę wszystkie posiadane informacje o pomiarze i źródłach jego niepewności.
- Za symbol **niepewności standardowej** przyjęto oznaczenie  $u(x)$  (ang. **uncertainty**)



# Niepewność standardowa pomiarów bezpośrednich w ocenie typu A

- Jeżeli posiadamy wyniki serii  $n$  bezpośrednich pomiarów wielkości fizycznej  $x$  oznaczonych jako  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ , to najlepszym oszacowaniem mierzonej wartości jest **średnia arytmetyczna**

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$



- W serii, wyniki pomiarów rozkładają się wokół wartości średniej w tzw. **krzywą Gaussa** – krzywą w kształcie dzwonu, a rozrzut pomiarów wokół wartości średniej określa tzw. **odchylenie standardowe  $\sigma$** .
- Im większe odchylenie standardowe tym krzywa jest bardziej płaska.

- Odchylenie standardowe  $\sigma$  w teorii pomiarów przyjmuje się za miarę rozrzutu wyników pomiaru i definiuje się jako **niepewność standardową pojedynczego pomiaru**, którą oblicza się przy pomocy wyrażenia:

$$u(x) = \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

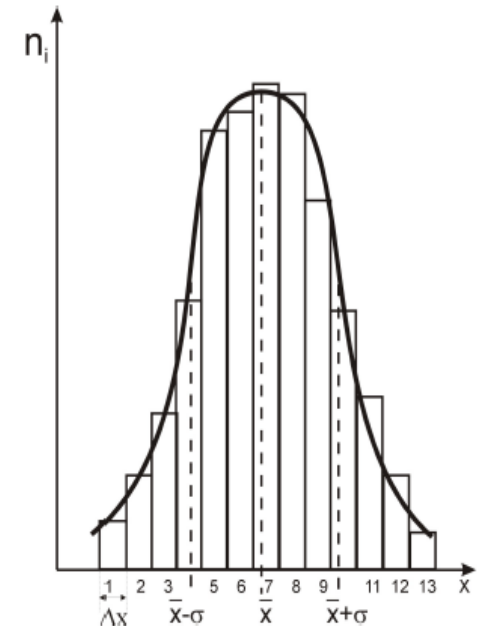
- Natomiast dla wartości **średniej  $\bar{x}$**  uznawanej za wynik serii  $n$  pomiarów jako **niepewność standardową** przyjmuje się odchylenie standardowe wartości średniej  $\sigma_{\bar{x}}$  i wynosi ona:

$$u(\bar{x}) = \sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

- Wartość niepewności standardowej wartości średniej jest  $\sqrt{n}$  razy mniejsza od niepewności standardowej pojedynczego pomiaru.
- Wartość  $\bar{x}$  na wykresie krzywej Gaussa określa jej maksimum a wartość  $\sigma$  określa położenie jej punktów przegięcia.
- Przy porównaniach wyniku z wartością teoretyczną często wprowadza się pojęcie **niepewności rozszerzonej  $U(x)$**

$$U(x) = k \cdot u(x)$$

gdzie  $k$  to współczynnik rozszerzenia.



## Przykład niepewności pomiarowych typu A

Wykonujemy np. pomiar czasu stoperem – poza określeniem położenia wskazówki, ważne są chwila początku i końca pomiaru. Ten wpływ możemy eliminować wykonując kilka pomiarów i obliczając średnią.

Zmierzyliśmy np. 5 razy okres drgań wahadła (więcej pomiarów to wynik bardziej dokładny):

$$t_1 = 2,40 \text{ s}; t_2 = 2,30 \text{ s}; t_3 = 2,40 \text{ s}; t_4 = 2,50 \text{ s}; t_5 = 2,40 \text{ s}$$

Wartość średnia okresu:  $T = \bar{t} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 t_i = 2,40 \text{ s}$

Niepewność standardowa:  $u(\bar{t}) = \sigma_{\bar{t}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (t_i - \bar{t})^2}{5(5-1)}} = 0,031 \text{ s}$

**Wynik pomiaru okresu T** to wartość średnia **2,40 s** i jej niepewność standardowa **0,03 s**

Ale pamiętajmy, że:

- większość wykonywanych pomiarów jest jednak obarczonych niepewnością, którą trudno ocenić na podstawie samego pomiaru, np.:
- stoper może się np. spieszyć - wszystkie pomiary będą obarczone **błędem systematycznym**,
- niepewność maksymalna ręcznego pomiaru czasu stoperem to  $\Delta T = 0,20 \text{ s}$ .

**Niepewność względna** jest definiowana jako stosunek niepewności standardowej do wartości średniej wielkości mierzonej:

$$u_r(x) = \frac{u(x)}{\bar{x}}$$

Wymiar niepewności standardowej  $u(x)$  jest taki sam jak wymiar wielkości mierzonej,

**Niepewność względna** jest wielkością bezwymiarową (można podawać w %), co umożliwia porównywanie za jej pomocą niepewności wielkości fizycznych posiadających różny wymiar.

Np. dla pomiaru okresu  $T = 2,40$  i  $u(T) = 0,03$  s,  $\Delta T = 0,20$  s **niepewność względna** wynosiłaby:

$$u_r(T) = \frac{u(T)}{T} = \frac{0,03}{2,40} = 0,0125 = 1,25\%$$



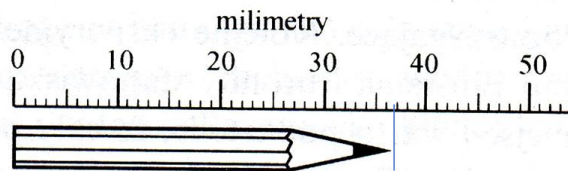
## Niepewność standardowa pomiarów bezpośrednich w ocenie typu B

- Ocena niepewności pomiarowej typu B jest stosowana, gdy statystyczna analiza serii pomiarów nie jest możliwa.
- Polega ona na oszacowaniu **niepewności maksymalnej**, oznaczanej symbolem  $\Delta x$ , czyli największej jaka może wystąpić w danym pomiarze.
- Jest to zazwyczaj klasa przyrządu lub działka elementarna.
- Może również wynikać z dokładność samego eksperymentatora - niepewności odczytu, czy niedoskonałości zmysłów,
- Zaleca się **niepewność standardową** wyrazić poprzez **niepewność maksymalną** za pomocą wzoru:

$$u(x) = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}}$$

## Przykłady niepewności pomiarowych typu B

Spróbujmy możliwie dokładnie odczytać długość ołówka na rysunku



Widać, że ta długość zawiera się między 36 a 37 mm około 36,5 mm.

Niepewność maksymalna  $\Delta x = 1 \text{ mm}$ , więc niepewność standardowa  $u(x) = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,57 \text{ mm}$ .

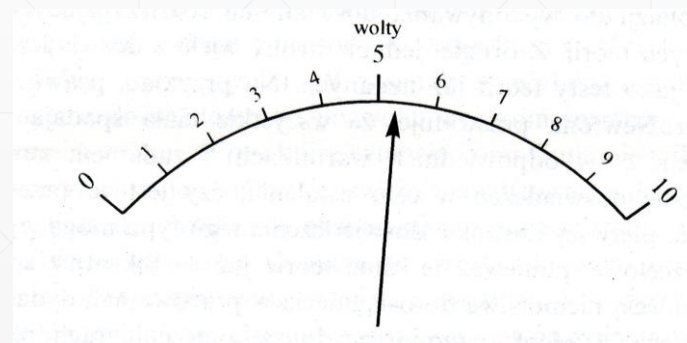
**Wynik pomiaru**  $l = 36,5 \text{ mm}$  i  $u(x) = 0,6 \text{ mm}$

Kiedy skala jest rzadsza – np. jak w poniższym woltomierzu niepewność maksymalną można przyjąć mniejszą od jednostkowej skali przyrządu.

Np.  $\Delta U = 0,2 \text{ V}$ , więc  $u(U) = \frac{0,2}{\sqrt{3}} \text{ V} = 0,114 \text{ V} \approx 0,12 \text{ V}$

Najlepsze oszacowanie odczytu napięcia to 5,2 V

**Wynik pomiaru**  $U = 5,20 \text{ V}$  i  $u(U) = 0,12 \text{ V}$



## Niepewność standardowa pomiarów pośrednich – niepewność złożona

W przypadku pomiarów bezpośrednich nieskorelowanych tzn. gdy każdą z wielkości  $x_1, x_2, \dots, x_k$  wyznacza się niezależnie, bezwzględną **niepewność złożoną**  $u_c(y)$  wielkości  $y$  szacuje się przy pomocy wzoru:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^k \left( \frac{\partial y}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2}$$

Np. jeżeli pomiar prędkości odbywa się na podstawie pomiarów:

- czasu  $t$  z niepewnością  $u(t)$  oraz
- odległości  $d$  z niepewnością  $u(d)$

to prędkość  $v$  i jej **niepewność standardowa złożona** wynoszą

$$v = \frac{d}{t} \quad u_c(v) = \sqrt{\left( \frac{\partial v}{\partial d} u(d) \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial t} u(t) \right)^2} = \sqrt{\left( \frac{u(d)}{t} \right)^2 + \left( -\frac{d}{t^2} u(t) \right)^2}$$

# Reguły prezentacji wyniku pomiaru i niepewności pomiarowych

Po obliczeniu niepewności pomiarowych **typu A** zaokrąglamy je do **dwóch cyfry znaczących**, a następnie wynik zapisujemy z tą samą dokładnością.

Czyli **nie zapisujemy** wyniku pomiaru przyspieszenia ziemskiego jako

$$~~g = 9,8231 \pm 0,02585 \frac{m}{s^2}~~$$

Tylko „obcinamy” wartość średnią i jej niepewność

$$g = 9,823 \frac{m}{s^2}, u(g) = 0,026 \frac{m}{s^2}$$

Inne reguły, np. zaokrąglanie w górę i w dół, zaokrąglenie do jednej cyfry znaczącej możemy wprowadzać w **metodzie typu B**.

Wyniku pomiaru prędkości w postaci  ~~$v = 6052.47 \pm 30 \frac{m}{s}$~~  jest źle zaokrąglony.

**Prawidłowy zapis** w postaci  $v = 6050 \pm 30 \frac{m}{s}$  podaje wartość średnią prędkości oraz jej niepewność rozszerzoną zaokrągloną do jednej cyfry znaczącej.

**Uwaga** - jeśli podawany wynik jest skutkiem obliczeń to obliczenia te powinny być prowadzone co najmniej o jeden rząd dokładniej



# Wykresy – skale liniowa, wykładnicza, logarytmiczna

Podstawowe pytanie w analizie wyników eksperymentu fizycznego brzmi: **W jaki sposób wielkość fizyczna  $Y$  zależy od wielkości  $X$**

aby to uwidocznic najwygodniej jest wyniki pomiaru przedstawic graficznie.

Ale tu pojawia się problem - jaką skale wybrac ?? – czyli w jaki sposob liczbom otrzymanym z pomiaru przyporzadkować punkty na osi wspolrzędnych:

- skala liniowa – proporcjonalna do liczby;
- skala kwadratowa – proporcjonalna do kwadratu liczby;
- skala logarytmiczna – proporcjonalna do logarytmu liczby;
- skala ...

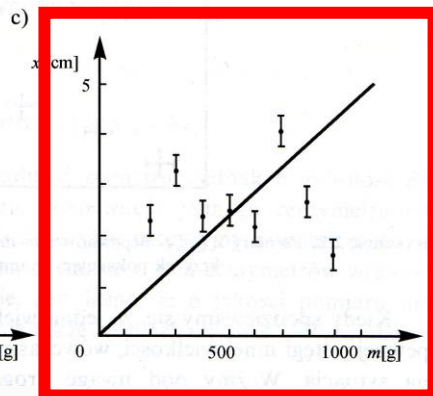
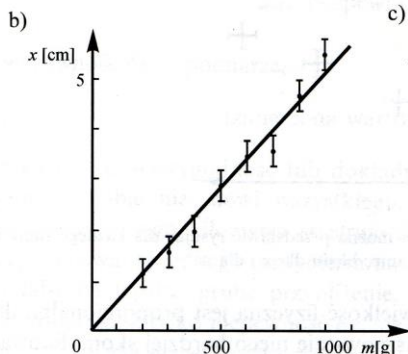
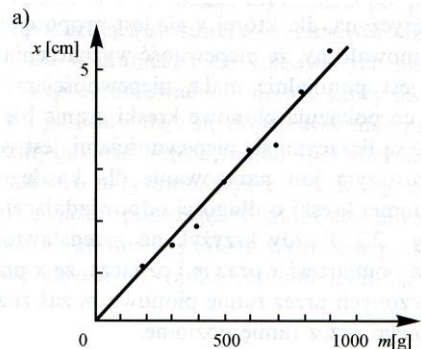
Na kolejnym slajdzie możemy zobaczyc jak wybierajac nierozsadnie skale można zdeformować analizowana wielkość.

PIERWIASTKOWA	PIERWIASTKOWA	PIERWIASTKOWA	PIERWIASTKOWA	PIERWIASTKOWA	PIERWIASTKOWA
LOGARYTMICZNA	LOGARYTMICZNA	LOGARYTMICZNA	LOGARYTMICZNA	LOGARYTMICZNA	LOGARYTMICZNA
SKALA LINIOWA	SKALA LINIOWA	SKALA LINIOWA	SKALA LINIOWA	SKALA LINIOWA	SKALA LINIOWA
WYKŁADNICZA	WYKŁADNICZA	WYKŁADNICZA	WYKŁADNICZA	WYKŁADNICZA	WYKŁADNICZA
KWADRATOWA	KWADRATOWA	KWADRATOWA	KWADRATOWA	KWADRATOWA	KWADRATOWA

Jakie zwierzę przedstawiają rysunki

SKALA LINIOWA

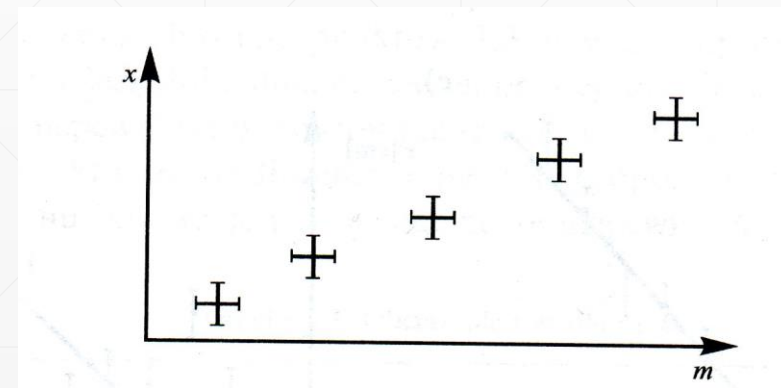
# Graficzne sprawdzanie proporcjonalności



Rysunki obok przedstawiają wyniki pomiarów wydłużenia sprężyny w zależności od obciążenia (prawo Hooke'a). Na rysunku:

- wyniki zaznaczono bez oznaczenia granic niepewności
- zaznaczono niepewność pomiaru wydłużenia sprężyny (niepewność pomiaru masy jest zanedbywalna)
- inny zestaw wyników – niezgodny z oczekiwaniami (prawem Hooke'a) – należy dokładnie przeanalizować przyczyny

Jeśli obie mierzone wielkości są obarczone niepewnością pomiaru dla każdego punktu stawiamy krzyżyk lub otaczamy prostokątem pokazujący granice niepewności.



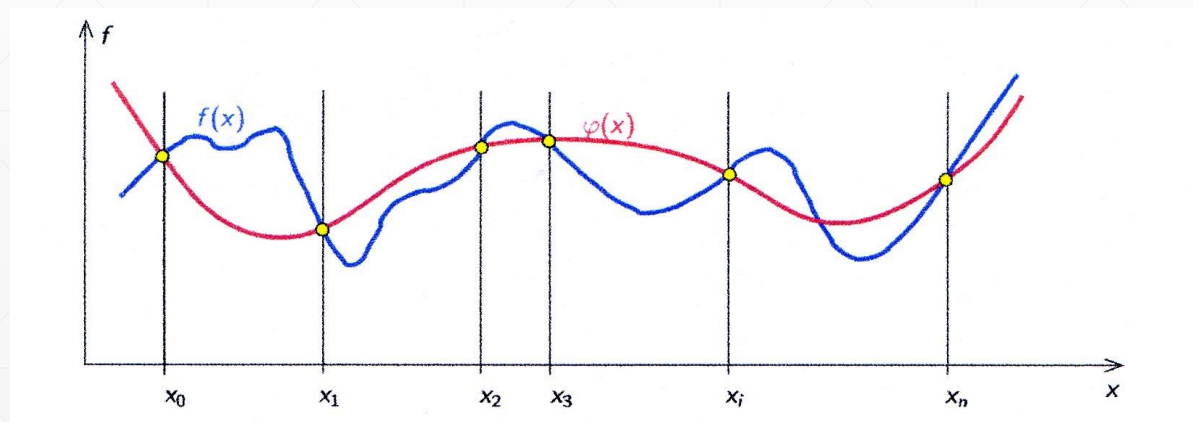
# Interpolacja, aproksymacja – metoda najmniejszych kwadratów

**Interpolacja** – metoda numeryczna polegająca na wyznaczeniu w danym przedziale tzw. *funkcji interpolacyjnej*, która przyjmuje w nim z góry zadane wartości, w ustalonych punktach nazywanych *węzłami*.

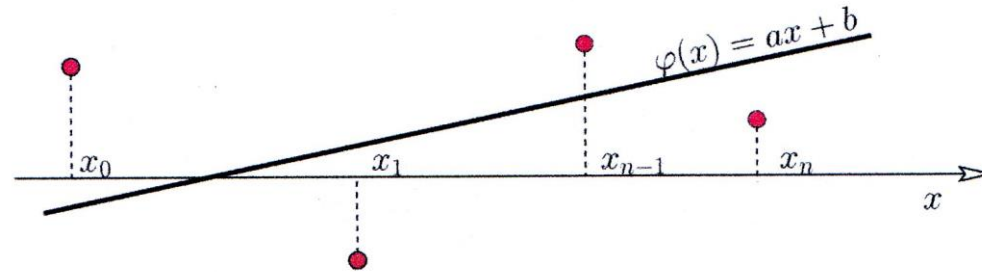
Stosowana jest ona często w naukach doświadczalnych, gdzie dysponuje się zazwyczaj skończoną liczbą danych do określenia zależności między wielkościami oraz w celu uproszczenia skomplikowanych funkcji,

Szukamy funkcji interpolujących  $\varphi(x)$  na podstawie zadanych wartości  $f(x)$  uzyskanych w postaci dyskretnej. Obie funkcje: interpolowana  $f(x)$  i interpolująca  $\varphi(x)$  na zbiorze węzłów  $x_i$  mają dokładnie takie same wartości liczbowe  $\varphi(x_i) = f(x_i)$ ,  $i = 0, 1, \dots, n$

Przykładem interpolacji jest wykres punktowy z wygładzonymi liniami w Excelu.



**Aproksymacja** różni się od interpolacji funkcji tym, że dla wyznaczania współczynników wielomianu aproksymacyjnego **nie korzysta** się z warunków  $\phi(x_i) = f(x_i)$ . Oznacza to, że funkcja przybliżająca punkty doświadczalne nie musi przez nie przechodzić.



Można stwierdzić, że **aproksymacja funkcji  $f(x)$  za pomocą funkcji  $\phi(x)$  jest tym lepsza, im te dwie funkcje mniej różnią się od siebie**, tzn. że funkcja aproksymująca przebiega jak najbliżej wszystkich punktów doświadczalnych.

Najprostszym kryterium jest minimalizacja poniższej sumy

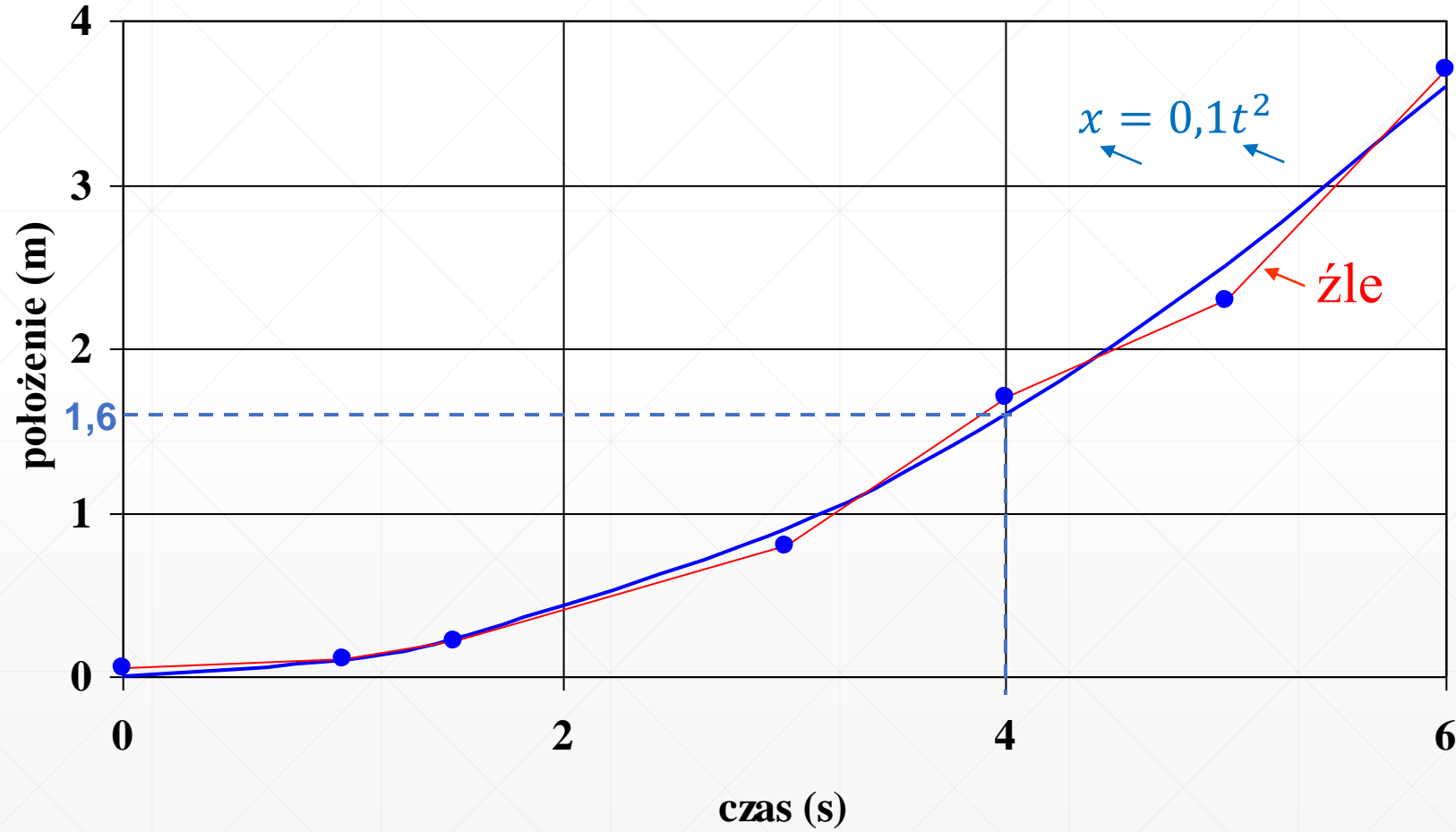
$$R = \sum_{i=0}^n [f(x_i) - \phi(x_i)]^2$$

Wartość funkcji **R** jest miarą odchylenia funkcji **aproksymującej  $\phi(x)$  od aproksymowanej  $f(x)$** . Metoda ta nosi nazwę **metody najmniejszych kwadratów (Gaussa)**.

W przypadku interpolacji funkcji  $R = 0$ .



## Położenie ciała w funkcji czasu dla ruchu jednostajnie przyspieszonego



# Finansowanie badań

**Zasada nieoznaczoności w badaniach naukowych** (prawo Murpthy'ego dla badań naukowych) (PM – zbiór popularnych, często humorystycznych powiedzeń, sprowadzających się do obserwacji, że jeśli coś może pójść źle, to pójdzie źle):

W badaniach naukowych są trzy nieokreślone elementy: czas, wynik oraz nakłady finansowe:

- jeżeli dokładnie określone są: okres pracy naukowej oraz nakłady na badania - to końcowy wynik tych prac nie może być podany,
- jeżeli dokładnie określone są: końcowy wynik badań oraz nakłady na te badania - to nie sposób powiedzieć kiedy osiągnie się ten wynik,
- jeżeli dokładnie określone są: okres pracy naukowej oraz końcowy wynik prac - to naprawdę środki jakie należy ponieść na te badania są nie do określenia.

Natomiast jeśli **dokładnie określa się: wynik badań, przeznaczone na nie środki oraz czas w jaki ma to być osiągnięte**, to mamy do czynienia **nie z badaniami naukowymi** a jedynie z **pracą inżynierską**.

**programy:**

- Narodowe Centrum Nauki (NCN – Kraków): **CEUS-UNISONO**, SONATA #, **ETIUDA #**, **CHIST-ERA**, TANGO #, DIOSCURI #, **JPND**, **OPUS ##**, **PRELUDIUM ##**, POLS ##
- Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR – Warszawa), krajowe, międzynarodowe bardziej wdrożeniowe (SpinTECH, InTech, etc) ,
- Narodowa Agencja Wymiany Akademickiej (NAWA – Warszawa): 23 programy
- Fundacja na Rzecz Nauki Polskiej (FNP – Warszawa): START, Marie Curie, TEAM-NET, **MISTRZ**,