

## 2.3

# Narzędzia pomiarowe i ich właściwości

Z tego podrozdziału dowiesz się:

- jak dzielą się narzędzia pomiarowe,
- jakie są podstawowe cechy charakteryzujące narzędzia pomiarowe,
- jakie właściwości mają narzędzia pomiarowe.

### 2.3.1

## Pojęcia ogólne

**Sprzętem pomiarowym** nazywamy wszystkie środki techniczne przeznaczone do wykonywania pomiarów, czyli narzędzia pomiarowe i przyrządy pomocnicze. Narzędzia pomiarowe są to urządzenia przeznaczone do wykonywania pomiarów: przyrządy pomiarowe i wzorce pomiarowe.

**Wzorzec jednostki miary** to narzędzie pomiarowe dokładnie odtwarzające jedną lub kilka znanych wartości znanej wielkości fizycznej niezmiennie podczas jej stosowania. Wzorcem jednostki miary możemy dokonywać pomiarów w połączeniu z innymi narzędziami pomiarowymi lub samoistnie. W zależności od dokładności i przeznaczenia różni się wzorce pomiarowe:

- użytkowe, służące do pomiarów użytkowych,
- kontrolne, stosowane do sprawdzania innych wzorców lub przyrządów pomiarowych o dokładności pomiarowej mniejszej od wzorca kontrolnego.

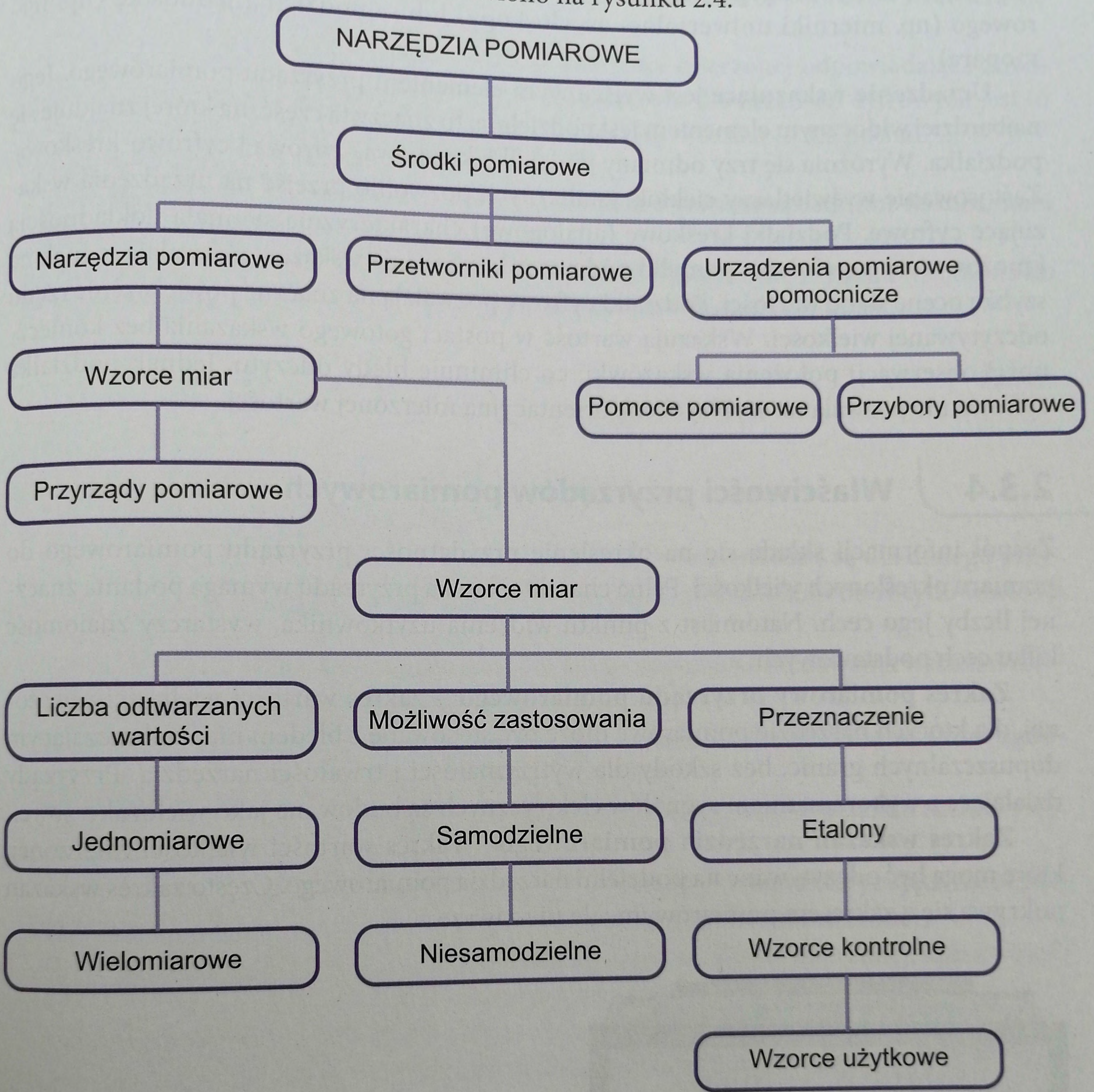
Do określania jednostki miary lub jej wielokrotności służy narzędzie pomiarowe zwane **etalonem**, które przekazuje daną wielkość innym narzędziom pomiarowym przez porównanie.

W celu uzyskania wartości wielkości mierzonej lub równoważnej o niej informacji posługujemy się **przyrządem pomiarowym**. Przyrząd pomiarowy, który za pomocą jednego wskazania podaje wartość wielkości mierzonej, nazywamy **wskazującym przyrządem pomiarowym** lub **miernikiem**. Jeżeli wyznaczenie wartości mierzonej odbywa się za pomocą sumowania lub całkowania, to przyrząd taki nosi nazwę licznika lub przyrządu pomiarowego całkującego. Istnieją również przyrządy pomiarowe umożliwiające wykreślną lub cyfrową rejestrację wielkości mierzonych. Noszą one miano rejestrujących przyrządów pomiarowych.

Często korzystamy z **pomocniczych urządzeń pomiarowych**, które służą do utrzymania właściwych warunków podczas dokonywania pomiarów, zwiększają możliwości narzędzia pomiarowego lub ułatwiają czynności pomiarowe. Należą do nich wszelkiego rodzaju uchwyty, stoły pomiarowe, płyty pomiarowe, statywy, lupy, dzielniki napięcia, boczniki prądowe.



Podział narzędzi pomiarowych przedstawiono na rysunku 2.4.



Rys. 2.4 Podział narzędzi pomiarowych

## Od pomiaru do wyniku

Zasada działania przyrządów pomiarowych polega na przetworzeniu wielkości wejściowej na wskazanie. Pierwszym elementem, który reaguje na wielkość mierzoną, jest przetwornik (czujnik). Jego zadaniem jest zmiana sygnału wejściowego na inną wielkość, wygodną do dalszego przetwarzania i porównania z wartością wzorcową. Przyrząd pomiarowy może zawierać szereg przetworników tworzących tor pomiarowy zakończony urządzeniem wskazującym, wyświetlaczem czy wskazówką w przypadku przyrządów analogowych. W skład przyrządów pomiarowych wchodzi czujniki, komparatory, wzorce.



**Przetwornikiem pomiarowym** nazywamy zespół elementów służących do przetwarzania wielkości wejściowej na pożądaną wielkość wyjściową, z zachowaniem praw fizycznych. Przetwornik pomiarowy może stanowić integralną część przyrządu pomiarowego (np. mierniki uniwersalne, oscyloskopy) lub samodzielną jednostkę (np. termopara).

**Urządzenie wskazujące** jest wyjściowym elementem przyrządu pomiarowego. Jego najbardziej widocznym elementem jest podzielnia, to znaczy ta część, na której znajduje się podziałka. Wyróżnia się trzy odmiany podziałki: kreskową, cyfrową i cyfrowo-kreskową. Zastosowanie wyświetlaczy ciekłokrystalicznych pozwoliło przejść na urządzenia wskazujące cyfrowe. Podziałki kreskowe (analogowe) charakteryzują się małą dokładnością i możliwością popełnienia pomyłki podczas odczytywania wskazań, pozwalają jednak na szybką ocenę stanu wartości. Podziałki cyfrowe pozwalają na znaczne powiększenie rzędu odczytywanej wielkości. Wskazują wartość w postaci gotowego wskazania bez konieczności obserwacji położenia wskazówki, co eliminuje błędy odczytu. Jednak podziałka cyfrowa nie pozwala na szybką ocenę orientacyjną mierzonej wartości.

### 2.3.4 Właściwości przyrządów pomiarowych

Zespół informacji składa się na określenie przydatności przyrządu pomiarowego do pomiaru określonych wielkości. Pełna charakterystyka przyrządu wymaga podania znacznej liczby jego cech. Natomiast z punktu widzenia użytkownika, wystarczy znajomość kilku cech podstawowych.

**Zakres pomiarowy przyrządu pomiarowego** – zakres wartości wielkości mierzonej, dla których narzędzie pomiarowe może być stosowane z błędem nieprzekraczającym dopuszczalnych granic, bez szkody dla wytrzymałości i trwałości narzędzia. Przyrządy działające z wykorzystaniem sygnałów elektrycznych są budowane jako wielozakresowe.

**Zakres wskazań narzędzia pomiarowego** – zakres wartości wielkości mierzonej, które mogą być odczytywane na podzielni narzędzia pomiarowego. Często zakres wskazań pokrywa się z zakresem pomiarowym, ale nie zawsze.



Rys. 2.5

Podziałka miernika wskazująca różnicę między zakresem pomiarowym (a) oraz zakresem wskazań (b)



Na rysunku 2.5 pokazano różnicę między zakresem pomiarowym, oznaczonym literą *a*, oraz zakresem wskazań, oznaczonym literą *b*. Jak łatwo zauważyć, pokazany woltomierz ma zakres wskazań w przedziale od 0 do 500 V, natomiast zakres pomiarowy zawiera się w przedziale od 150 do 500 V.

**Wartość działki elementarnej** – wartość wielkości mierzonej odpowiadająca zmianie wskazania o jedną działkę elementarną. Przykładowo dla urządzeń cyfrowych jest to jednostka wartości z ostatniej pozycji wyświetlacza. Gdy wskazanie ma postać 32,365 mV – wartość działki elementarnej wynosi 0,001 mV.

**Długość działki elementarnej** – odległość między dwoma sąsiednimi wskazaniami mierzona wzdłuż linii podstawowej podziałki.

**Czułość narzędzia pomiarowego** – jest wyrażona stosunkiem przyrostu wskazania do przyrostu odpowiadającego temu wskazaniu wartości wielkości mierzonej

$$k = \frac{\Delta W}{\Delta N} \quad (2.3.1)$$

gdzie:

$\Delta W$  – przyrost wskazania przyrządu pomiarowego,

$\Delta N$  – przyrost wielkości zmierzonej.

Jeśli wartość działki elementarnej i długość działki elementarnej są dla danego przyrządu stałe, to czułość będzie równa stosunkowi długości działki elementarnej do wartości działki elementarnej.

**Poprawność wskazań narzędzia pomiarowego** – zdolność do dawania wskazań równych poprawnym wartościom wielkości mierzonej.

**Wierność wskazań narzędzia pomiarowego** – zdolność do dawania wskazań zgodnych ze sobą dla tej samej wartości wielkości mierzonej.

**Stołość narzędzia pomiarowego** – zdolność narzędzia pomiarowego do zachowywania niezmiennych cech metrologicznych w czasie.

**Pobudliwość narzędzia pomiarowego** – właściwość charakteryzująca zdolność narzędzia pomiarowego do reagowania na małe zmiany wielkości mierzonej.

**Próg pobudliwości** – najmniejsza zmiana wartości wielkości mierzonej, która wywołuje dostrzegalną zmianę wskazania narzędzia pomiarowego.

**Dokładność narzędzia pomiarowego** – właściwość charakteryzująca zdolność narzędzia pomiarowego do wskazywania wartości bliskich rzeczywistej wartości wielkości mierzonej.

**Klasa dokładności** – największy dopuszczalny błąd względny pomiaru. W przypadku przyrządów analogowych (wskazówkowych) klasa dokładności charakteryzuje wartość graniczną niedokładności wskazań wyrażoną w procentach wartości umownej. Wartością umowną jest najczęściej górna granica zakresu pomiarowego, ale może nią być też wartość wskazana, zakres wskazań, długość podziałki. Informacje o rodzaju wartości umownej są podane na przyrządzie w formie odpowiedniego symbolu, np. 1 ~ 0,5: przyrząd kl. 1 dla prądu stałego i kl. 0,5 dla prądu zmiennego.

Liczby wyrażające względną niedokładność wskazań w formie klasy są znormalizowane szeregiem:

- przyrządy wzorcowe: 0,05; 0,1; 0,2;
- mierniki laboratoryjne: 0,5;



- mierniki techniczne (stosowane w przemyśle): 1; 1,5;
- wskaźniki (stosowane do przybliżonego szacowania wielkości mierzonej): 2,5; 5.

Poza przedstawionymi powyżej polska norma (PN-EN 60051-1:2000) definiuje jeszcze wiele innych cech, które nie będą tu omówione.

## 2.3.5 Ćwiczenie

### Cel ćwiczenia

*Celem ćwiczenia jest nabycie umiejętności rozpoznawania narzędzi pomiarowych, określania ich właściwości oraz przydatności do planowanych pomiarów.*

### Przebieg ćwiczenia

1. Przygotuj dowolny analogowy miernik tablicowy, miernik wskazówkowy laboratoryjny oraz miernik cyfrowy, np. multimetr.
2. Na podstawie oględzin zanotuj możliwe do określenia właściwości tych mierników. W przypadku multimetru możesz wybrać jedną z możliwości pomiarowych, przykładowo pomiar napięcia stałego lub pomiar rezystancji.
3. Korzystając z not katalogowych poszczególnych przyrządów, wynotuj pozostałe parametry mierników.
4. Określ, którym przyrządem możemy posługiwać się przy pomiarach laboratoryjnych, wskazowych, wzorcowych. Uzasadnij swoje spostrzeżenia.
5. Zwróć uwagę na wymagane warunki pracy urządzenia (pozycja przyrządu, warunki środowiskowe itp.).

### Podsumowanie

*W sprawozdaniu zamieść informacje uzyskane dla poszczególnych przyrządów. Uzasadnienia odpowiadające poszczególnym punktom ćwiczenia umieść we wnioskach.*

## 2.3.6 Sprawdzenie wiadomości

### Pytania i polecenia kontrolne

1. Jak dzielimy narzędzia pomiarowe?
2. Wskaż różnicę między zakresem pomiarowym a zakresem wskazań.
3. Co to jest klasa dokładności i jak klasyfikuje się przyrządy pomiarowe ze względu na jej wartość?
4. Do czego i gdzie stosuje się wzorce miary, przyrządy laboratoryjne i mierniki techniczne?
5. Wymień kilka właściwości charakteryzujących przyrządy pomiarowe i zdefiniuj je.



## **Samocena nabytych wiadomości i umiejętności**

### **Sprawdź, czy potrafisz:**

- podzielić i omówić przyrządy pomiarowe,
- wymienić i scharakteryzować właściwości przyrządów pomiarowych,
- omówić zasadę działania przyrządów pomiarowych,
- odróżnić zakres wskazań od zakresu pomiarowego.

Jeżeli wykonanie wszystkich podanych poleceń nie sprawiło Ci trudności, gratulujemy – założone cele zostały osiągnięte i możesz przejść do podrozdziału 2.4.

Jeśli jednak nie udało Ci się wykonać choćby jednego z podanych poleceń, musisz powrócić jeszcze do odpowiedniej partii materiału w podrozdziale 2.3.