

Jak pisać sprawozdania

Sprawozdanie jest dokumentacją z przebiegu pomiarów. Powinno być czytelne i jednoznacznie napisane. Student, czy prowadzący po przeczytaniu takiego dokumentu, nie powinien mieć wątpliwości, co do sposobu pomiaru, rodzaju użytych przyrządów pomiarowych, sposobu obliczeń, itp. Poniżej opisane są tak zwane „dobre praktyki” przy tworzeniu dokumentacji technicznych z laboratoriów studenckich. I tam mamy:

I. Sprawy organizacyjne

- ✓ Na początku musi znajdować się data wykonania ćwiczenia – np. 07.03.2021 poniedziałek TP (oznaczenie tygodnia czy parzysty TP, czy nieparzysty TNP) godz. 9.15 – 11.00
- ✓ Kto wykonywała ćwiczenie (imiona i nazwiska studentów wykonujących pomiary w jednym zespole). Należy wskazać autora sprawozdania, np. podkreślić nazwisko.
- ✓ Temat wykonywanego ćwiczenia

II. Spis przyrządów

- ✓ Nazwa urządzenia, model lub typ. Można tu również podać formuły dotyczące sposobu obliczeń niepewności granicznych mierników (tylko tych używanych w pomiarach).

III. Etapy ćwiczenia, np. pomiar napięcia stałego za pomocą woltomierza (kolejne etapy to kolejne punkty sprawozdania). Opis każdego etapu ćwiczenia powinien zawierać:

- ✓ **Schemat pomiarowy** – bardzo istotne jest stosowanie jednoznacznych oznaczeń na schemacie, np. jeśli mamy dwa rezystory to nie nazywamy wszystkich R tylko np. R1, R2 itp. Wprowadzone oznaczenia elementów będą następnie używane w tabelach i przykładach obliczeń. Schemat musi być czytelny, tzn. że dobieramy wielkość oznaczeń i elementów tak, aby każdy miał dobry komfort czytania.
- ✓ **Tabele**
 - Zawierają wyniki pomiarów z zaznaczonymi ewentualnymi błędami grubymi.
 - Stosowane oznaczenia muszą korelować ze schematami
 - Muszą być podane jednostki w zapisie inżynierskim, np. mA, μ A
 - Obliczone i prawidłowo zapisane niepewności graniczne przyrządów.
 - W przypadku wielkości obliczanych ze wzorów również niepewności otrzymane z np. metody różniczki zupełnej.

W przypadku ćwiczeń z obsługi oscyloskopu wynik pomiaru można narysować, czyli rysujemy przebieg, oznaczamy skalę i spisujemy nastawy pokręteł (podstawa czasu, czułość).

- ✓ **Przykłady obliczeń**, zamieszczony pod tabelą, zawiera jedno przykładowe obliczenie wielkości znajdujących się w tej konkretnej tabeli (czyli pod każdą tabelą mają być przykłady obliczeń). Przykład obliczeń to:
Wzór = podstawione wielkości spisane z tabeli wraz z jednostkami = wynik obliczeń (= zaokrąglony wynik) wraz z jednostką.
Wyniki zaokrąglone mogą być podane tylko w tabeli.
W przypadku obliczeń statystycznych, takich jak odchylenia standardowe, które najlepiej jest wykonywać za pomocą arkusza kalkulacyjnego, należy podać wzór, który był używany. UWAGA w Excelu jest wiele różnych odchyleń!
- ✓ **Wnioski** – jeżeli w instrukcji jest wyraźnie napisane aby wnioski były zamieszczane osobno pod każdym etapem – tak należy uczynić. W innym przypadku wnioski mogą być zebrane na końcu sprawozdania. Co piszemy we wnioskach? Krótko mówiąc piszemy co zostało zaobserwowane – z czego to wynika, czy otrzymaliśmy zgodność z teorią, w przypadku obliczeń statycznych należy je porównać z wielkościami tablicowymi. Jeżeli pomiary nie do końca wyszły (np. wiele błędów grubych), należy napisać z czego to wynika i co należałoby ewentualnie poprawić (np. uważniej wykonać pomiary, wykonać pomiary na innym zakresie pomiarowym, itp.).

IV. Wykresy

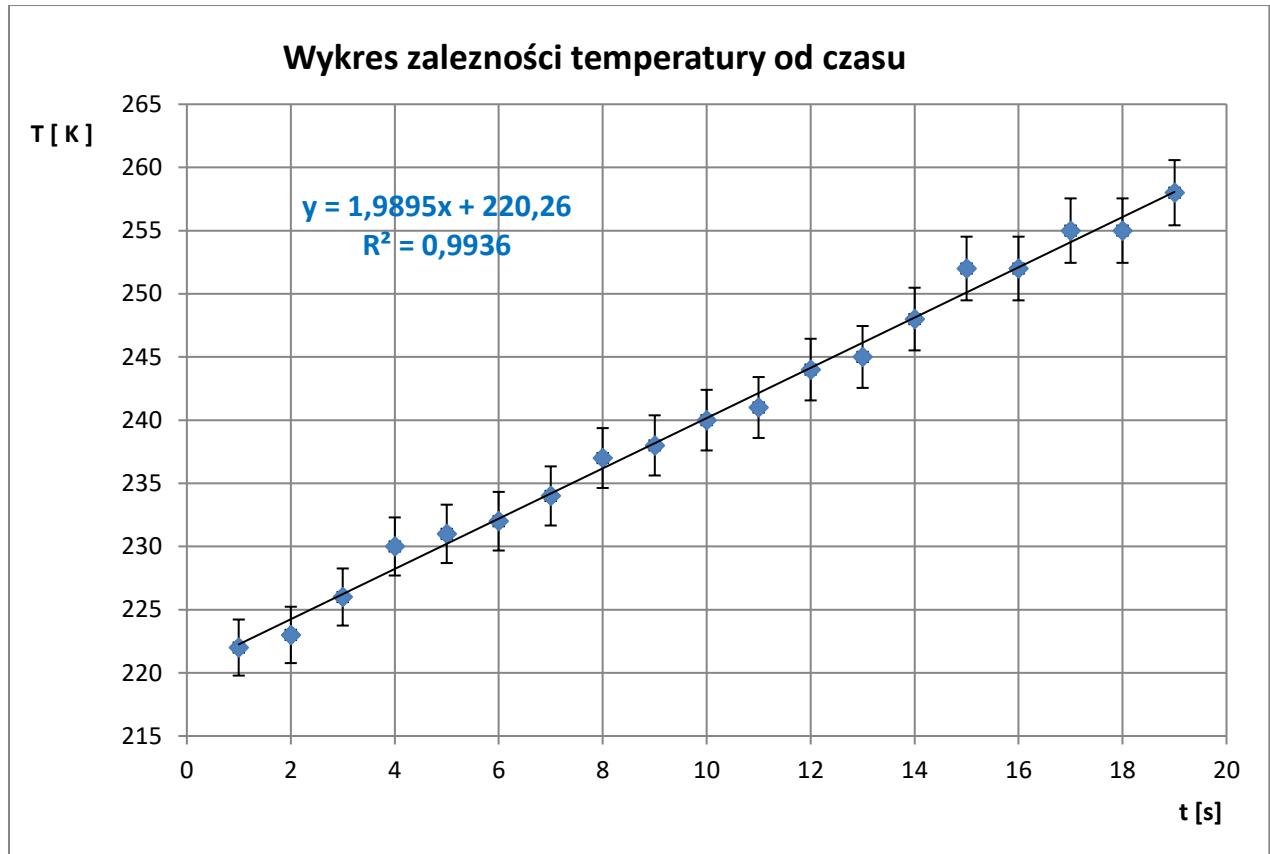
Wykres jest graficznym przedstawieniem wyników pomiarów. Powinien być przejrzysty i wystarczająco duży aby zapewnić komfort czytania. Wykres często przedstawia charakterystykę i tu jest często ważny jej kształt – na małym wykresie możemy źle zinterpretować np. liniowość. W sprawozdaniach studenckich wykres powinien zajmować co najmniej połowę A4. Obszar zajmowany przez punkty pomiarowe powinien zajmować około 80% całej powierzchni wykresu.

Na co zwracamy uwagę:

- ✓ Opis wykresu – jaką charakterystykę na nim przedstawiamy.
- ✓ Opisy osi – symbol mierzonej wielkości oraz koniecznie jednostka.
- ✓ Skala – skalę osi dobieramy tak aby punkty pomiarowe zajmowały jak największą przestrzeń wykresu (co najmniej 80%). Skale na osiach nie muszą zaczynać się od zera.
- ✓ Na wykresie zaznaczamy punkty pomiarowe wraz z słupkami błędów. Wielkość tych słupków określa niepewność graniczna przyrządu (w przypadku pomiaru bezpośredniego) lub niepewność złożona (w przypadku pomiaru pośredniego).

- ✓ Punkty pomiarowe można aproksymować linią bądź inną funkcją. Programy komputerowe liczą od razu współczynniki wybranej funkcji (też podają niepewności obliczeń tych współczynników).

Przykład wykresu



V. Różne uwagi

- ✓ Do sprawozdania powinien być dołączony protokół z pomiarów podpisany przez prowadzącego ćwiczenie.
- ✓ Jeżeli były eliminowane błędy grube należy podać zastosowane kryterium.
- ✓ Niepewności względne i bezwzględne – nie ma zawsze konieczności liczenia jednych i drugich. Przy niepewnościach względnych należy pamiętać, że są względne i zależą od kontekstu, np. powiedzenie, że temperatura została zmierzona z błędem 1% niewiele mówi. Jeżeli mierzymy temperaturę w stopniach Celsjusza to możemy np. otrzymać $20^{\circ}\text{C} \pm 1\%$ czyli $20 \cdot 1\% = 0,2$. Niepewność bezwzględna wynosi $\Delta T = 0,2^{\circ}\text{C}$. Jeżeli pomiar wykonywany był w skali Kelvina to otrzymamy $\Delta T = 293 \text{ K} \cdot 1\% = 3 \text{ K}$. W takim przypadku należy też określić skalę.

Błąd procentowy wygodny jest na przykład do porównania różnych wartości napięć zmierzonych na różnych zakresach pomiarowych – czyli nauka jak należy prawidłowo dobierać zakresy.

O tym jakie niepewności należy policzyć może zdecydować prowadzący zajęcia.

Opracowała: Ewa Frączek