

JAK PISAĆ RAPORT KOŃCOWY

Andrzej Majhofer i Roman J. Nowak

1. Uwagi ogólne

Raport końcowy nie może być tylko ciągiem wzorów i liczb. Zapewne najrozsądniejszą receptą na otrzymanie poprawnego raportu jest wyobrażenie sobie, że chcemy precyzyjnie opisać koledze, który nie zna zagadnienia, badany problem i sposób, w jaki został on rozwiązany. Dlatego raport powinien zawierać:

- a) streszczenie, które lakonicznie, w kilku zdaniach, definiuje przedmiot badań oraz prezentuje najważniejszy wynik (wyniki) doświadczenia i wniosek końcowy – w żadnym wypadku streszczenie to nie miejsce, gdzie opisujemy procedurę pomiarową i wyniki pośrednie, nie powinno też zawierać tabel i wzorów;
- b) prezentację przedmiotu badań z ewentualnym uwzględnieniem podstaw teoretycznych;
- c) opis metody pomiaru, używanych przyrządów i przebiegu pomiarów;
- d) surowe wyniki pomiarów w odpowiednio zaprojektowanych i czytelnych tabelach;
- e) prezentację metod analizy danych wraz z wykorzystywanymi wzorami analizy statystycznej; wzory te, jak i wszystkie inne wzory, powinny pojawiać się w logicznych miejscach i być uzupełnione precyzyjnymi definicjami wszystkich używanych symboli – najlepiej tuż przed lub tuż po pierwszym pojawieniu się w tekście, a nie w oddzielnym bloku na początku bądź na końcu raportu; definicji raz zdefiniowanych symboli nie powtarzamy;
- f) wyniki końcowe i wnioski końcowe;
- g) literaturę – w przypadku cytowania rezultatów cudzej pracy **konieczne** jest dokładne zidentyfikowanie źródła, tj. podanie: tytułu, autora, wydawcy, miejsca i daty publikacji (i ewentualnie numeru strony). Spis literatury to nie spis pozycji, które w mniemaniu autora wiążą się z tematem raportu. Spis winien zawierać jedynie te pozycje, oznaczone unikalnym identyfikatorem (np. numerem), do których odwołujemy się w tekście raportu przez wypisanie tego identyfikatora. W spisie literatury umieszczamy tylko wiarygodne, czyli *recenzowane* źródła, a więc PWN, WNT, Springer, Oxford itp. Wikipedia nie jest wiarygodnym źródłem!

Zadbaj o to, by różne części raportu (streszczenie, prezentacja przedmiotu badań,...) były opatrzone odpowiednimi, wytluszczonymi nagłówkami – zwiększa to przejrzystość tekstu.

Raport nie powinien zawierać szczegółów obliczeń numerycznych wynikających z zastosowanych wzorów – załóż, że osoba, do której skierowany jest raport, potrafi, jak Ty, dodawać, mnożyć,... i nie musisz, ukazując kolejne operacje numeryczne, prowadzić jej „za rękę”.

Przy obliczeniach prowadzących do wyniku końcowego i podawaniu wyniku liczbowego wieńczącego Twą pracę, przestrzegaj następujących reguł:

- h) niepewność końcowego wyniku pomiaru zaokrąglamy do dwóch cyfr znaczących;
- i) wynik końcowy zaś zaokrąglamy tak, aby ostatnia cyfra znacząca wypadła na tym samym miejscu co ostatnia cyfra znacząca niepewności, przy czym, wartość i jej niepewność muszą być wyrażone w tych samych jednostkach;
- j) jeśli prowadzimy łańcuch obliczeń, to kolejne obliczenia należy prowadzić z możliwie największą dokładnością, bez zaokrągleń po każdym kroku, a zaokrąglenie wykonujemy tylko raz, na końcu obliczeń.

Przy okazji przypominamy zasady zaokrąglania liczb (Polska Norma PN – 70/N – 02120):

- jeśli pierwsza odrzucana cyfra jest mniejsza niż 5, to ostatnia zachowana cyfra nie ulega zmianie;
- jeśli pierwsza odrzucana cyfra jest większa niż 5 lub jest równa 5 i następują po niej dalsze cyfry (różne od zera), to ostatnią zachowaną cyfrę zwiększamy o 1;
- jeśli pierwsza odrzucana cyfra wynosi 5 i po niej następują same zera, to ostatnią zachowaną cyfrę zwiększamy o 1, jeśli jest nieparzysta (zaokrąglamy do parzystej).

Jeśli decydujesz się na wykorzystanie procesora tekstów to, przed przystąpieniem do pisania raportu, przypatrz się z uwagą tekstowi, który znajdziesz w dowolnym akademickim podręczniku fizyki (wydanym przez uznane wydawnictwo) lub czasopiśmie naukowym (np. w *Physical Review*) i zwrócić uwagę na sposób zapisu zmiennych matematycznych, wzorów, opisów tabel i rysunków oraz zapisu wartości mianowanych wielkości fizycznych. Profesjonalne słowo drukowane wymaga znajomości sztuki zecerskiej, której najważniejsze zasady podsumowane są poniżej. Jeśli zechcesz zignorować te reguły, to Twój raport, nawet merytorycznie poprawny, wzbudzi uśmiech politowania i krótką, a usprawiedliwioną recenzję: „knot”.

2. Matematyka w słowie pisanym

- a) Jeśli piszemy esej literacki, to możemy stosować dowolny krój czcionki, nawet ozdobny, ale pisząc tekst, w którym pojawiają się wzory i symbole matematyczne, skazani jesteśmy, zarówno w odniesieniu do tekstu, tabel, rysunków, jak i do wzorów, na czcionkę szeryfową (typu Roman), czyli taką, jaka jest użyta w niniejszym tekście. Dlatego równanie, np. $z = x + y$, nie może wyglądać np. tak: $z = x + y$, ani też tak: $z = x + y$.
- b) Rozmiar i krój czcionki wzoru musi być taki sam jak rozmiar i krój czcionki tekstu raportu.
- c) Wzory są taką samą częścią zdania jak orzeczenie, podmiot, dopełnienie,... i wymagają stosownych znaków przestankowych wynikających z reguł konstrukcji zdania w języku polskim.
- d) Numerujemy jedynie te wzory, do których odwołujemy się w tekście raportu.
- e) Cyfry piszemy czcionką prostą: 1, 2, 3 a nie: 1, 2, 3, zaś zmienne skalarnie piszemy kursywą: a, b, c a nie: a, b, c .
- f) Preferowana czcionka przy zapisie symbolu wektora to pogrubiona kursywa, np. wektor prędkości zapiszemy jako \mathbf{v} .
- g) Analogicznie piszemy indeksy: liczbowe – czcionką prostą: P_2 , a nie: P_2 , symboliczne – P_k , a nie: P_k .
- h) Liczba „pi” (stosunek długości obwodu do średnicy) wygląda tak: π , a nie tak: Π . Małe litery greckie piszemy czcionką pochyłą: $\alpha\beta\chi\delta\epsilon\dots$, a nie: $\alpha\beta\chi\delta\epsilon\dots$, duże zaś prostą: $\Delta\Phi\Gamma\Sigma\dots$.
- i) Według polskiej normy, przecinek oddziela część ułamkową rozwinięcia dziesiętnego liczby od części całkowitej. Gdy chcemy zwiększyć czytelność zapisu wielocyfrowej liczby, możemy stosować grupowanie (najczęściej po trzy cyfry) oddzielając kolejne grupy pojedynczym odstępem, np. $\pi = 3,141\ 592\ 653\ 589\ 793\ 238\ 462\ 643\ 383\ 279\ 502\ 88\dots$.
- j) Jeśli zdefiniujesz symbol x , to symbole x, x, x oraz x oznaczają coś całkiem innego.
- k) Gwiazdka „*” jest znakiem mnożenia w językach programowania. W matematyce oznacza operację splotu. Do mnożenia używamy symbolu „·”, jeśli zapisujemy taką operację w tekście, np.: $2 \cdot 3$ (ewentualnie 2×3). Znaku mnożenia używamy tylko dla liczb, dla zmiennych skalarnych nie jest stosowany, np. abc a nie: $a \cdot b \cdot c$, podobnie: $(1 - a)(1 - b)$ a nie: $(1 - a) \cdot (1 - b)$. Za to stosujemy kropkę w zapisie liczby w tzw. notacji naukowej i w wymiarze wielkości fizycznej, a więc np. uniwersalna stała grawitacji to $G = 6,67408 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.
- l) To jest zwykły znak „minus” pisany z klawiatury: „-”. Jeśli zapisujesz odejmowanie np.: $a - b$, to „minus” jest dłuższy. Edytory równań robią to za nas.
- m) Matematyka wymaga dodatkowego odstępu „przed” i „po” znaku równości, odejmowania, dodawania i znakach mniejszy (<) i większy (>). Edytory równań zapewniają to automatycznie. Gdy wpisujemy proste równania do tekstu bez użycia edytora równań, wtedy sami musimy zadbać o te dodatkowe odstępy, a więc: $a = b$, a nie: $a=b$.
- n) Zazwyczaj wzory, z wyjątkiem najprostszych, typu $z = x + y$, powinny być wydzielone z tekstu na własnej linii i na tej linii wyśrodkowane. Ułamek a/b możemy, zapewne, napisać wraz z tekstem, ale ułamek zawierający bardziej złożone wyrażenia w liczniku lub mianowniku, a także wzory zawierające znak całki, znak sumy i znak iloczynu zasługują na własną linię.
- o) Każde z równań musi mieć własne zdanie wprowadzające. Blok równań bez komentarza, jeśli nie jest układem równań, jest niedopuszczalny!

- p) Ręcznie wpisujemy tylko proste równania, np.: $F = ma$. Do bardziej złożonych używamy edytora równań.
- q) Zapisując mianowaną wartość liczbową, np. masę, piszemy: 25,42 g, kiedy to miano jest oddzielone od wartości liczbowej pojedynczym odstępem, a nie: 25,42g, a jeśli wartość obarczona jest niepewnością, to zapewne najczytelniejszą formą zapisu jest: $(25,42 \pm 0,14)$ g (zwróć uwagę na dodatkowe odstęp przed i po znaku „ \pm ”). Praktykowany bywa także zapis: 25,42(14) g. Zauważ, że miano zapisujemy czcionką prostą, a nie kursywą – zawsze!
- r) Nazewniki funkcji: np. exp, ln, sin, arccos, arctg, itp. piszemy zawsze czcionką prostą.
- s) Każdy symbol **musi** być zdefiniowany! Nie powtarzamy definicji raz zdefiniowanych obiektów, chyba, że tym samym symbolem zamierzamy oznaczyć inną wielkość (ale nie jest to dobra praktyka).
- t) Dyskutując zależność np. między długością L sprężyny, a siłą F przyłożoną do jednego z jej końców, nie ma sensu zapisywanie tej relacji w postaci $y = ax + b$, jeśli wcześniej zdefiniowaliśmy symbole L oraz F , bo teraz będziemy musieli dodatkowo definiować symbole x oraz y . Gdy wcześniej nie zdefiniowaliśmy symboli L oraz F , zapis $y = ax + b$ również nie jest najzgrabniejszy, bo nie wprowadza stosownych skojarzeń między wzorem a obiektami ukrytymi za symbolami. Nie ma także sensu zapisywanie tej relacji jako np. $y = 0,123x + 4,5$ ani też jako $L = 0,123F + 4,5$, bo pojawi się natychmiast pytanie o wymiar obu współczynników liczbowych oraz o jednostkę, w której wyrażana jest siła F w tym wzorze. Zapewne najprostszym sposobem to, po uprzednim zdefiniowaniu symboli L oraz F , zapisanie wzoru jako $L = aF + b$ z wykorzystaniem przykładowych symboli a oraz b i podanie w treści raportu ich wartości, np. $a = 0,123$ cm/N oraz $b = 4,5$ cm – koniecznie wraz z jednostkami.

3. Tabele i wykresy

- a) Każdy element graficzny raportu to „rysunek”, który może przedstawiać histogram, wykres funkcji, zdjęcie układu doświadczalnego lub jego schematyczny rysunek, schemat blokowy układu elektronicznego, dane doświadczalne ujęte na wykresie punktowym itp.
- b) Każdej tabeli i rysunkowi nadajemy możliwie krótki, ale zrozumiały tytuł.
- c) Tabele i rysunki numerujemy, przy czym utrzymujemy oddzielną numerację dla obu tych obiektów, a numeracja powinna odzwierciedlać kolejność omawiania w tekście.
- d) Każda tabela i każdy rysunek musi być wzmiankowany w treści raportu, przy czym odniesienie do rysunku lub tabeli musi poprzedzać te obiekty. Tabela lub rysunek, do którego nie ma odwołania w treści raportu – nie istnieje.
- e) Odwołując się w tekście raportu do tabeli lub rysunku, podajemy numer, a słowo „tabela” i „rysunek” piszemy wielką literą.
- f) W tabelach i na rysunkach używamy tych samych nazw i symboli wielkości co w tekście.
- g) Osie wykresów opatrujemy nazwą i symbolem odpowiedniej wielkości oraz jednostką, w jakiej ta wielkość jest przedstawiana, a samą jednostkę piszemy, **zawsze**, czcionką prostą i umieszczamy ją w nawiasach zwykłych bądź kwadratowych. Osie muszą być wyskalowane, a znaczniki (kreseczki) przy wartościach na osiach kierujemy do wnętrza pierwszej ćwiartki układu.
- h) W tabelach nazwy, symbole i jednostki wielkości umieszczamy w nagłówkach kolumn lub wierszy – w komórkach tabeli nie podajemy jednostek miar.
- i) Długie tabele dobrze jest relegować na koniec raportu, małe – liczące kilka bądź kilkanaście wierszy można zamieścić „na bieżąco”, wkomponowane w treść pracy.
- j) Pamiętaj, że wzory, tabele i rysunki nie mogą wystawać na margines.
- k) Na rysunku punkty danych zaznaczamy kółkiem, pełnym lub pustym (a nie częściowo wypełnionym i częściowo pustym – w grafice udającej oświetlenie i cień), dopiero w drugiej kolejności stosujemy romby, krzyżyki, itp.
- l) Punktów danych **nigdy** nie łączymy linią.
- m) Postaraj się, aby rysunki miały ascetyczną formę — wszelkie „dodatki”: kolory, tła, linie siatek, trzeci wymiar, tzw. gradienty, muszą mieć uzasadnienie merytoryczne (chyba, że np. ilustrujesz artykuł ekonomiczny w gazecie).

4. Kilka uwag na temat języka polskiego w publikacjach naukowych

- a) Prace naukowe, jak również raport, piszemy w pierwszej osobie liczby mnogiej (nawet wtedy, gdy autorem raportu jest jedna osoba) lub w formie bezosobowej.
- b) Cały raport musi być napisany jednolitym krojem i rozmiarem czcionki szeryfowej, a dotyczy to tekstu, rysunków, tabel i wzorów; większy rozmiar czcionki może pojawić się jedynie w nagłówkach definiujących różne części raportu, mniejszy zaś w Streszczeniu.
- c) Wyłuszczenie druku należy stosować oszczędnie, ograniczając je np. do nagłówków i definicji.
- d) Zwracamy uwagę na różnice znaczeniowe czasownika *liczyć* opatrzonego różnymi przedrostkami: *policzyć* można studentów obecnych na wykładzie, *przeliczyć* to policzyć coś ponownie, można też *przeliczyć* złotówki na dolary, *wyliczyć* można np. dni tygodnia: poniedziałek, wtorek..., natomiast całość, pole powierzchni, wartość funkcji można *obliczyć* lub *wyznaczyć*, a równanie *rozwiązać*. Warto o tym pamiętać, jeśli chce się *zaliczyć* raport na ocenę bardzo dobrą.
- e) Język polski wyposażony jest w rzeczowniki niepoliczalne np. *piasek, kawa* i policzalne, np. *jajko, dom*. Do pierwszych używamy słowa *ilość*, a do drugich słowa *liczba*. Dlatego mówimy: *liczba pomiarów* a nie *ilość pomiarów*.
- f) Znaki przestankowe: kropka, przecinek, dwukropek, wielokropek, średnik, a także znak zapytania i wykrzyknik muszą być „przyczepione” do ostatniego znaku poprzedzającego słowa. Poprawnie: „...powiedział, że...” a nie: „...powiedział , że...”, ani też: „...powiedział ,że...”. Po tych znakach zawsze występuje odstęp.
- g) Nawiasy i cudzysłowy obejmują treść we wnętrzu ściśle i bez „luzów”, tzn.: (nawiasem mówiąc), a nie np.: (nawiasem mówiąc).
- h) Nawias w języku polski pełni rolę wspomagającą i z definicji jego zawartość możemy opuścić bez szkody dla tekstu. Jeśli definiowany symbol, odwołanie do tabeli lub rysunku umieścimy w nawiasie, to tak jakby takiego symbolu bądź odwołania nie było, a tym samym obiekt, do którego się odwołujemy nie istnieje. Od tej reguły mamy tylko jeden wyjątek: numery wzorów zawsze piszemy w nawiasach okrągłych i odwołując się do wzoru podajemy jego numer także ujęty w nawias okrągły.
- i) Spójniki: „i”, „w”, „z”, „a” oraz inne pojedyncze litery, np.: „o”, „u” występujące samodzielnie na końcu linii tekstu nie są wskazane i należy ich unikać. Umożliwia to tzw. „spacja nierozdzielna”, wstawiana między te litery a następujące po nich słowo. Każdy profesjonalny procesor tekstu posiada takie narzędzie.
- j) Rzeczownik „dane”, w znaczeniu „zbiór, zestaw liczb”, ma tylko liczbę mnogą, a więc siłą rzeczy nie ma rzeczownika „dana” na określenie jednej z tych liczb, ale zawsze możemy powiedzieć „jedna z danych”.

wersja 2 II 2016