

Pravidla pro tvorbu protokolů

Kolektiv praktik FJFI ČVUT v Praze

22. září 2022

Abstrakt

Účelem fyzikálních praktik je naučit se provést fyzikální měření, dosažené výsledky zpracovat formou protokolu a kriticky je diskutovat. Tato práce se hodnotí na základě předloženého protokolu. Protokol je samostatná písemná práce, kterou student prokazuje schopnost jasně a srozumitelně sdělit zjištěné poznatky. Jakákoliv důvodná pochybnost o samostatnosti bude pokládána za plagiátorství a budou z toho vyvozeny disciplinární důsledky.

Pozor! Tento dokument nenahrazuje úvodní hodinu praktik !

1 K čemu slouží protokol

Smyslem protokolu je krátce (doporučený rozsah je cca 5 stran), přehledně a srozumitelně sdělit čtenáři:

- jaký byl vytyčen cíl měření,
- jaký postup byl použit,
- co bylo zjištěno,
- jaký byl výsledek celého snažení.

Protokol musí obsahovat úplnou informaci způsobilou k tomu, aby byl experiment reprodukovatelný. Pro dosažení tohoto cíle je předepsána osnova protokolu, kterou je třeba dodržet. Navíc mohou být vyžadovány některé specifické zápisy (např. dosazování vzorových naměřených dat, ... – viz dále), které ulehčí čtenáři orientaci.

Protokol může být vypracován v českém, slovenském nebo anglickém jazyce. Odevzdává se elektronicky. Před odevzdáním si po sobě protokol vždy ještě jednou přečtěte. Pokud je v protokolu příliš velké množství jazykových chyb, může být asistentem vrácen na přepracování.

Pozor! Je třeba, aby byl protokol nahrán na stránky praktika do 1 týdne od měření, tj. před vstupem na následující hodinu. Na protokol odevzdaný po tomto limitu se hledí jako na neodevzdaný a je hodnocen známkou F.

1.1 Osnova protokolu

Osnova protokolu o měření má následující části:

1. Hlavička
2. Pracovní úkoly
3. Použité přístroje a pomůcky
4. Teoretický úvod
5. Postup měření
6. Vypracování
7. Diskuze
8. Závěr
9. Použitá literatura
10. Přílohy
11. Pracovní papíry z měření

U výše zmíněných bodů není možné měnit jejich pořadí. Pokud se úloha skládá z více samostatných podúloh, je třeba vypracovat body 2 až 8 zvlášť pro každou podúlohu. Nedodržení tohoto pravidla je považováno za hrubou chybu!

2 Body osnovy – podrobný popis

2.1 Hlavička

Každý protokol musí obsahovat v horní části první stránky hlavičku, která se skládá z následujících údajů:

- "Fyzikální praktikum FJFI ČVUT v Praze"
- Číslo úlohy
- Název úlohy
- Jméno
- Datum měření
- Název kroužku (např. Po 14:00)
- Číslo skupiny
- Klasifikace (klasifikaci píše asistent, který protokol opravoval (!!!))

Nepovinně také můžete uvést jméno kolegy(ně), který(á) s vámi úlohu měřil(a) a také orientační čistý čas potřebný k vypracování protokolu. Nově je také možné se osobně vyjádřit k zábavnosti a náročnosti úlohy. Pro oboje použijte známku 1-5, u zábavnosti značí 5 nejvyšší zábavu při měření a u náročnosti značí 5 nejvyšší náročnost.

2.2 Pracovní úkoly

Zadání opište přesně tak, jak je uvedeno v návodu. Jedinou výjimkou jsou čísla rovnic a obrázků (ty upravte dle svého protokolu) a metodické detaily (můžete vynechat).

2.3 Použité přístroje a pomůcky

Uveďte všechny skutečně používané přístroje a pomůcky včetně jejich popisu. Všechny by měly být na základě vašeho seznamu snadno identifikovatelné na místě měření či ve společných prostorách praktika.

Pozor! Úlohy jsou stále vyvíjeny, takže je možné, že seznamy přístrojů uvedené v návodu nebudou odpovídat realitě. Navíc přístroje mohou být častým používáním poškozeny a úloha tak může být dočasně realizována pomocí jiných přístrojů. Pokud opíšete seznam přístrojů z přípravných materiálů (a ty nebudou odpovídat aktuálnímu stavu), bude to považováno za hrubou chybu!

2.4 Teoretický úvod

Krátký teoretický úvod do problematiky by neměl být delší jak půl stránky. Úkolem úvodu je co nejrychleji uvést čtenáře do problematiky, zavést základní pojmy a sdělit co je cílem měření, to vše vlastními slovy. Také musí teoretický úvod obsahovat všechny vzorce použité při výpočtech, jedinou výjimkou jsou běžně používané statistické vzorce. V textu musí být všechny symboly ze vzorců vysvětleny. Pokud zadání obsahuje dílčí úkoly určené pro přípravu, vypracování těchto úkolů uveďte v tomto bodě protokolu a délku úvodu v odpovídající míře zvětšete. V teoretickém úvodu sdělujete fakta a proto se píše ve třetí osobě. Všechny vzorce jsou součástí věty a musí tedy za nimi být čárka nebo tečka.

Pozor! Častou chybou začátečníků je opisování teorie z přípravných materiálů do protokolu. K vyvarování se této chyby dobře slouží ptát se sám sebe, zdali zrovna píšete vlastními slovy či opisujete cizí text. Pište jen informace potřebné pro vaše vypracování.

2.5 Postup měření

V tomto bodě vlastními slovy popište celý postup měření tak, jak jste ho krok po kroku skutečně dělali. Hlavním smyslem je napsat kuchařku pro čtenáře tak, abyste zajistili reprodukovatelnost měření (popř. abyste si sami za půl roku připomněli co a jak jste to vlastně měřili). Z tohoto důvodu se postup píše v první osobě množného čísla v přítomném čase. Vyžadují-li to okolnosti, zdůvodněte, proč daný krok děláte právě zvoleným postupem a co je důvodem této volby. Spousta chyb vzniká špatně zvoleným nebo provedeným postupem. Proto je rozumné detailně popsat všechny pozorované jevy (např. zvolené podmínky ostrosti obrazu v případech úloh z optiky, nestability zdrojů napětí či proudu v úlohách elektrických, ...), ačkoliv to není v zadání úlohy vyžadováno. Detailním popisem je dána šance asistentovi, aby při opravování protokolu objevil případný zdroj chyby.

Nejčastější chyby studentů mají následující čtyři příčiny:

- Student opíše postup měření z přípravných materiálů. Hodnoty jsou však změřeny špatně či jiným postupem. Protokol v tomto případě vypadá na první pohled dobře, ale nedá se dále používat, nelze podle něj reprodukovat měření.
- Student podcení tuto část protokolu a nedostatečně popíše postup měření (typicky nenapíše skutečný počet měření). Proces měření podle takto vypracovaného protokolu opět nelze zopakovat.
- Student nevěnuje dostatečnou pozornost fyzikálnímu pozadí (požadovým jevům). Skutečné měření je vždy ovlivněno požadovými jevy, mezi příklady se kterými se setkáte patří:
 - Naměřená data jsou statisticky rozházená a je třeba je vyhodnotit statistickými metodami.
 - Experimentální podmínky jsou zadány, nelze si je jednoduše předepsat. V případě, že příslušná teorie vyžaduje splnění určitých podmínek na experimentální uspořádání, je třeba jejich splnění věnovat mimořádnou pozornost.
 - Přítomnost přístroje měřícího požadovanou veličinu může ovlivnit výsledek samotného měření (např. paralelní zapojení voltmetru k odporu změni proud tekoucí obvodem). Tato ovlivnění je třeba diskutovat a pokud to jde zahrnout vliv přístrojů do analýzy naměřených dat.

Vášim úkolem tedy je zpracovat experimentální data tak, že z nich získáte hodnoty požadované v pracovních úkolech, a následně je srozumitelně sdělit formou protokolu.

- Student použije bod „Postup měření“ ke sdělování informací, které nejsou relevantní, např. ke kritice organizace fyzikálních praktik. Všechny podněty k možnému zlepšení praktik apod. si vážíme a proto je, prosím, sděľujte garantovi fyzikálních praktik.

2.6 Vypracování

Jako první bod by zde měl být uveden domácí úkol (případně odkaz na něj, je-li v příloze).

Zde uveďte všechny změřené veličiny. Jejich hodnoty uveďte společně s hodnotami veličin počítaných z naměřených hodnot (včetně pomocných výpočtů) do tabulek a grafických závislostí naměřených hodnot dle pokynů uvedených ve třetí části.

U každé spočítané hodnoty musí být jasné, jak byla spočítána. Odkazujte se na svůj teoretický úvod, kde potřebné rovnice zadefinujete. Všechny použité vztahy musí být uvedeny. Není možné v protokolu uvést obrázek či tabulku a neodkázat se na ni v textu.

Pokud fitujete, je nutné uvést celou rovnici fitu, včetně chyb parametrů. V případě, že fit dovolí nefyzikální výsledek, je nutné diskutovat důvody.

Všechny hodnoty (kromě konstant ze zadání/literatury) musí obsahovat chyby měření a jejich zpracování. Grafy a tabulky musí být správně označeny a popsány plynulým textem (v textu podrobně, v legendách tabulek a grafů stručně). Vypracování by mělo obsahovat všechny obrázky a tabulky. Jedinými výjimkami jsou opakující se podobné obrázky či tabulky, v takovém případě můžete některé vložit do sekce Přílohy. V této sekci sděľujete fakta a proto se píše ve třetí osobě.

Pokud vám vyjde nesmyslný výsledek, existuje nenulová pravděpodobnost, že jste udělali chybu někde během zpracování nebo už při měření. V takovém případě projděte znovu celý postup měření a zpracování. Pokud chybu neobjevíte, můžete se poradit s kolegou, zda dostal stejný/správný výsledek. Toto neznamená, že použijete jeho výsledky nebo naopak, ale že se pouze ujistíte, zda děláte chybu nebo zda výsledky dávají smysl vzhledem k naměřeným hodnotám.

Pozor! V případě, že není jasné, jak byla výsledná hodnota získána, se na úkol hledí jako na nesplněný. V případě, že bude vypracování (nebo i jiná část protokolu) vypadat jako skupinová práce, je to důvod ke ztrátě nároku na zápočet pro všechny zúčastněné.

2.7 Diskuze

Tato sekce prezentuje výsledky vašeho měření. Opět sděľujete pouze fakta a proto píše ve třetí osobě.

Musíte zde srovnat výsledky měření s teoretickými předpověďmi či tabulkovými hodnotami. Pokud neexistují, srovnáváte s hodnotami, které očekáváte, případně, zda jsou výsledky fyzikálně možné. Srovnání musí být podloženo statistickým výpočtem, není možné tvrdit, že vám něco vyšlo/nevyšlo pouze na základě odhadu z grafu či toho, že vám dvě hodnoty přijdou blízké.

Jestli se vaše pozorování liší od vašeho očekávání, zvažte, zda je chyba fyzikálním efektem, či vaše měření bylo zatížené systematickou chybou. Chyba může být například v aplikaci teorie, která nesprávně popisuje experiment, zanedbává některé jevy, měření nesplňuje její předpoklady apod. Můžete navrhnout její modifikaci.

Jakmile diskutujete systematické chyby, buďte specifictí – komentáře typu: „lidský faktor, špatné vybavení, foukal vítr, projela tramvaj apod.“ nejsou dostatečné! Odhalte, v které části měření či zpracování chyba nastala a proč. Jak se jí příště vyvarovat? Navrhněte případné zlepšení aparatury.

Také musíte diskutovat přesnost vašeho měření, tedy velikost statistických chyb. Čím jsou tyto chyby ovlivněné? Jak by se aparatura nebo postup daly upravit, aby se chyby minimalizovaly?

Diskuze by měla obsahovat srovnání statistických a systematických chyb navzájem. Například, zda má cenu experiment měřit vícekrát nebo dominují systematické chyby? Pište stručně. Nepište pouze domněnky, musíte je i podložit argumentem, proč si to myslíte.

2.8 Závěr

Účelem závěru je shrnutí měření a stručné odpovědi na jednotlivé pracovní úkoly. Tyto odpovědi uveďte ve stejném pořadí v jakém jsou uvedena v zadání. Závěr by měl začínat větou, zda byl splněn hlavní cíl úlohy (tj. seznámit se s nějakým odvětvím fyziky). Závěr je vaše osobní zhodnocení úlohy a proto se píše v minulém čase.

2.9 Použitá literatura

Citujte všechnu použitou literaturu a označte ji v referencích tak, aby na ni šlo odkazovat (např. "[1]"). Citace píše dle aktuálních norem (ČSN ISO 690), hlavní je být v rámci protokolu i celého semestru konzistentní ve stylu. Pozor si dejte především u online zdrojů, kde je potřeba uvádět i datum citace.

Příklad citace návodu k chybám měření z praxe:
Kolektiv KF, *Chyby měření*, [online, cit. 22. září 2022], <http://praktikum.fjfi.cvut.cz/documents/chybynav/chyby-o.pdf>

Pokud citaci uvedete, musíte se na ni také odkázat v textu! V průběhu semestru dodržujte stejný styl citací a ujistěte se, že reference je dle Vaší citace dohledatelná.

Pozor! Při přípravě protokolu není možné použít jako zdroj vypracované protokoly jiných osob. Takové jednání je v rozporu s požadovanou originalitou. Taktéž je za hrubou chybu považováno necitování převzatých obrázků/hodnot.

2.10 Přílohy

Všechny obrázky a tabulky by měly být v sekci Vypracování, aby se daly snadno použít ke kontrole výsledků. Nicméně pokud protokol obsahuje velké množství opakujících se tabulek a obrázků, vložte je do přílohy. Typicky se sem také vkládá domácí úkol.

2.11 Pracovní papíry

Na konec protokolu přiložte pracovní papíry s naměřenými daty plus papír podepsaný asistenty zaručující, že jste úlohu zanechali fungující. (Elektronický logbook netřeba speciálně tisknout.)

3 Pravidla pro vkládání tabulek a obrázků

Tabulky a obrázky jsou považovány za plovoucí objekty, protože nemají pevné místo v textu. Text pouze doplňují. Na tyto objekty je nutné se odkazovat pomocí přiřazených pořadových číslic, např.:

- Na Obr. 2 je vidět ...
- Tab. 1 obsahuje ...
- ... (Obr. 1) ...

Každý plovoucí objekt je kromě pořadového čísla opatřen legendou, která stručně popisuje, co tento objekt zobrazuje. V legendě musí být obsažena veškerá informace, která je zapotřebí k pochopení tabulky nebo obrázku.

Legenda začíná velkým písmem a je ukončena tečkou a vždy patří na spodek tabulky či obrázku. Typ a velikost písma legendy volte shodný s typem a velikostí písma běžného textu.

Pro tvorbu tabulek platí následující pravidla:

- legendu tabulky začínejte zkratkou „Tab.“ a příslušným pořadovým číslem,
- do hlavičky tabulky uveďte symboly veličin společně s jejich rozměry uvedenými v hranatých závorkách,
- nejdříve napište naměřené hodnoty a až pak vypočtené,
- hodnoty veličin píše zaokrouhlené na 1 platnou cifru. Pokud je touto cifrou 1, uvádí se i druhá platná cifra
- pokud jsou naměřené hodnoty uvedeny s různou přesností, musí být diskutováno
- Příklad špatného popisku tabulky: Tabulka 1. Tabulka naměřených hodnot

- Příklad správného popisku tabulky: Tab. 1. Naměřené hodnoty napětí U měřeného s chybou $\pm 0,1$ V a proudu I měřeného s chybou $\pm 0,1$ A a spočítané hodnoty odporu R .

Pro vkládání obrázků jsou stanovena tato pravidla:

- legendu obrázku začínejte zkratkou „Obr.“ a příslušným pořadovým číslem,
- osy popište pomocí symbolů zobrazovaných veličin společně s jejich rozměry uvedenými v hranatých závorkách,
- body zobrazujte pomocí vhodných symbolů (kříž, kolečko, diamant, ...),
- vynášené body nekótujte,
- zvolte rozsah os tak, aby body grafu vyplňovaly celý prostor.,
- body nespojujte, ale prokládejte očekávanou závislostí (body lze spojovat jen ve speciálních případech),
- v případě, že graf obsahuje více závislostí, odlište tyto závislosti různým typem čáry (plná, čárkovaná, čerchovaná, ...),
- typ grafu a rozpětí os volte tak, aby zobrazená závislost byla co nejlépe znázorněna.
- myslete na to, že graf by měl být čitelný i při černobílém tisku