



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

# **ZPRACOVÁNÍ DIPLOMOVÝCH A BAKALÁŘSKÝCH PRACÍ**

## **METODIKA**

(Fakulta textilní, Technická univerzita v Liberci)

Prof. Ing. Jiří Kryštůfek, CSc.

Prof. Ing. Jiří Militký, CSc.

Prof. Ing. Stanislav Nosek, DrSc.

Březen 1996, poslední aktualizace listopad 2010.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

**Obsah**

Úvod .....	3
2. Situace ve zkoumané oblasti (V) .....	3
3. Literární průzkum (P) .....	3
4. Formulace problému (V) .....	6
5. Soubor kapitol vlastního řešení úlohy (P) .....	7
5.1 Teoretická analýza problému .....	8
5.2 Konstrukční práce a technické výpočty .....	8
5.3 Experimentální část .....	9
5.3.1 Provádění pokusů .....	9
5.3.2 Popis experimentů .....	11
5.4 Výsledky a diskuse (P) .....	12
6. Závěry (P) .....	15



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## **Technická univerzita v Liberci 461 17 LIBEREC I Studentská 2**

### **Úvod**

Při zpracování práce je třeba věnovat pozornost jak stránce formální (stylistické), tak i stránce věcné (odborné). I velmi dobrou práci silně pokazí formulační neobratnost, *gramatické chyby* atd.

Je vhodné volit krátké věty tak, aby každá obsahovala pouze jednu myšlenku. Řada formulačních neobratností se dá odstranit opakovaným přečtením textu po delší časové prodlevě (postačuje třeba jeden týden). Je dobré zajistit si i lektora, který textovou část práce posoudí.

Práce se obvykle člení do částí v pořadí sledujícím myšlenkovou nebo pracovní posloupnost díla. Stati práce vyjmenované dále jsou zčásti zcela závazné (označené P). Druhá část je výběrová podle typu práce – teoretické, experimentální, konstrukční nebo projekční, provozního typu anebo typu ekonomické analýzy (označeno V).

V dalším textu se budeme zabývat některými podrobnostmi a radami k jednotlivým tematickým kapitolám práce.

### **2. Situace ve zkoumané oblasti (V)**

Tato kapitola se týká převážně prací zaměřených provozně, projekčně, ale i obchodně nebo ekonomicky. Je uváděna u úloh, kde je potřeba čtenáře uvést do situace, v níž bude řešení realizováno. Je konstatační, ukazuje například *současné vybavení provozu nebo závodu, vyráběný sortiment, kvalitu, obchodní nebo hospodářskou situaci* (ty mohou být modelové, neboť podniky faktické informace z této oblasti zpravidla neposkytují). Je účelné uvést existující problémy nebo těžkosti stávajícího provozu či procesu, mechanismu atp. V kontrastu s tím se uvádí *záměr nových úprav* objektu, technologie, zařízení, procesu, vložených investic nebo výrobního programu. Je třeba *definovat cíl* těchto zásahů.

Účelem je v podstatě zmapování výchozích podmínek řešení. Zde se definují fakta, ze kterých vlastní řešení vychází. Zpravidla se významná část vstupů získává od zadavatele, část však musí diplomat získat vlastním šetřením nebo měřením přímo na místě, anebo průzkumem na jiných pracovištích nebo u jiných organizací.

### **3. Literární průzkum (P)**

Literární, patentový a prospektový průzkum (rešerše) možností řešení charakterizuje stav vědění o zkoumané problematice. Není to jen přehled literatury, ale její *hodnocení!!* ve vztahu k vlastnímu řešení. Troufá-li si autor práce, může zde být uvedena i obecná kritika



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## **Technická univerzita v Liberci 461 17 LIBEREC I Studentská 2**

dosavadních postupů, poznatků metod. Zkoumané prameny se uvádějí jen pomocí číselných odkazů (např. „problém je řešen v pracích [21, 22, 25], u hlavních nositelů řešení se uvede i jméno (např. „stabilita vzpěrného ohybu byla řešena zejména TIMOŠENKEM [11 až 18] “ ). Úplné údaje o pramenech se uvedou na konci práce v seznamu literatury, zpravidla v abecedním pořadí anebo v tématických skupinách a očíslované.

Stručně, ale výstižně se zaměřením na teoretickou podstatu je třeba popsat stav poznatků o zadané problematice. Jde zejména o nové „vědecky přínosné“ údaje z odborné literatury – včetně přednášek na kongresech atd. Je nutné se zaměřit na původní práce a zdroje informací. Prostudování veškeré dostupné tuzemské literatury je samozřejmostí.

Je výhodné vyjít z elektronické „rešerše“, která se dá získat i pomocí speciálních dotazů s využitím internetových nástrojů. V řadě případů vyhovuje použití vyhledávače GOOGLE adresa <http://www.google.com>. Plné texty článků z časopisů v elektronické formě je možné získat z řady databází, které jsou volně přístupné na webových stránkách univerzitní knihovny <http://knihovna.tul.cz/>. Časopisy zaměřené nakladatelství ELSEVIER (matematika, chemie, fyzika, ale také technické obory) obsahuje databáze SCIENCE DIRECT. Oblast časopisů nakladatelství J. Wiley (především statistika a chemie) obsahuje databáze WILEY. Nakladatelství Springer (fyzika, matematika, medicína atd.) má svoji databázi pod názvem LINK. Především časopisy z amerických zdrojů jsou v databázi EBSCO. Oblíbená databáze odkazů a abstraktů je také PROQUEST 500. Další databáze volně přístupná pro uživatele z TU Liberec je možné nalézt na webových stránkách knihovny. Pro textilní problémy je k dispozici systém TITUS nebo tuzemsky doplňovaný systém ISIS koordinovaný ve VÚTS Liberec. Problematika vláken, chemické technologie textilu a barviv je obsažena v Chemical Abstracts (je ve formě informačního systému i referátového časopisu). Existuje také řada textilně orientovaných referátových časopisů (World Textile Abstracts atd.) resp. časopisů obsahujících referátovou část (J. Soc. Dyers Color atd.). Tyto referáty obsahují ovšem jen citace a krátké orientační shrnutí obsahu.

Velmi cenným zdrojem informací jsou přehledové články zpracované specialisty v daném oboru. Tyto přehledové články obsahují nejen řadu citací základních prací, ale také kritické zhodnocení jejich přínosu. V textilním oboru vycházejí pravidelně přehledové články např. jako příloha J. Soc. Dyers Color nebo jako Textile Progress (vydavatel) byl The Textile Institute, Manchester a zřejmě bude Woodhead Publishing.

Z prostudovaných článků sestavte souvislý text, a to nikoliv „administrativně“ (pouhým sepsáním), nýbrž *aktivním promýšlením a formulováním* logických souvislostí i účelným sestavováním faktografie. Snahou o co *nejpřesnější písemné vyjádření* se myšlenkově zmocňujete dané problematiky.

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

Od diplomových prací se očekává, že v literárním průzkumu bude výstižně, byť krátce, pojednáno o hlavních teoretických aspektech souvisejících s řešenou problematikou, ať je práce zaměřena teoreticky, provozně, experimentálně nebo konstrukčně či projekčně.

Vysokoškolská práce musí převyšovat středoškolskou práci právě *doložitelným* ovládnutím teoretických disciplín a jejich přímou či nepřímou aplikací při řešení.

Při citacích a hodnoceních dávejte přednost exaktním formulacím (matematickým, fyzikálním, chemickým ve formě strukturních vzorců) před slovními formulacemi nebo jen povrchními výpisy z prospektů. Prospekty je často třeba použít např. u provozně orientovaných prací, ale vždy jen v rozumné míře!

**Rady pro sepisování literárního průzkumu**

Množství citovaných prací se začátečníkovi zdá téměř neovladnutelné. Zde by měl sehrát svoji roli vedoucí práce a konzultant. Jde zejména o pomoc při vytyčení jakési „hierarchie“ studovaných pramenů – aspoň pro začátek. Postupně se začněte sami v problematice orientovat. Zjistíte, že velká část článků uvádí obecnosti, které se mnohdy opakují. Zaměřte se proto na nové přínosy, které studovaný autor přináší – často vám na to vystačí několik řádků. Nezdružujte se podrobným zapisováním partií, které už máte formulovány.

- A. Nedávejte si články překládat, neumíte-li jazyk. Právě dnešní doba klade důraz na maximální flexibilitu kteréhokoliv odborníka. Samostatné zvládnutí technických textů je nezbytné v angličtině i němčině. Žádná tragedie, že jste se seznámili jenom s jedním z těchto jazyků! Začněte s „tím druhým“ při překladu vašeho textu raději hned. Dejte si od kamaráda vysvětlit hlavní gramatické zásady (solidní učebnice by měla být stále při ruce). Pak to chce jen dobrý slovník a trpělivost – začněte se prodírat technickým textem. Vypisujte si termíny a jazykové obraty (často se opakují!). Uvidíte, jak rychle se vaše orientace v cizojazyčných textech začne zlepšovat. Technická řeč je snadná. Toto aspoň pasivní ovládnutí dalšího světového jazyka může mít pro váš další rozvoj velký význam! Uvědomte si, že před podobný úkol vás stejně dříve či později život postaví – a možná s větší naléhavostí. S nejasnostmi při překladu se obračejte na vedoucího nebo konzultanta, neodmítnou vás ani další pracovníci katedry. Zaměřte se na podstatné úseky překládané publikace – obvykle není nutné ji přeložit celou.
- B. Nezaměňujte literární průzkum pro DP se souborem překladů a výpisků z článků a knih. Mělo by jít o stručný přehled poznatků z těchto pramenů a o jejich konfrontaci. Můžete narazit i na rozpory. Upozorněte na ně! O některé věci nenaleznete údaje, něco se vám bude zdát popsáno nebo řečeno povrchně – neváhejte to konstatovat. Studujte prameny s kritickým přístupem, i když to zpočátku není snadné. Z textu ovšem musí být zřejmé,

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

co je tvrzení autorů a co váš komentář k tomu. Lze uvádět i tzv. osobní sdělení. Citujte je číselně jako literární odkazy.

- C. Zorganizujte si rukopis tak, abyste do jakýchkoliv míst mohli vkládat další údaje. Neváhejte různé úseky třeba i několikrát přepisovat – zlepšovat formulace a zpřesňovat logické i slohové zvládnutí tématu. Jde o zdánlivě zdržující činnost, ale na tomto zpřesňování a slohovém vylepšování neproděláte. Písemné formulování je materializované myšlení a umožní vám postupně dojít k objektivnějšímu posouzení současného vědeckého poznání, resp. stavu technologie. Právě objektivita a mnohostrannost je hlavní zásadou vědeckosti práce.
- D. Sepisovat literární průzkum z pramenů až při ukončování práce není ani praktické, ani účelné.
- E. Zpočátku dávejte přednost technické a vědecké přesnosti před slohovou čistotou. Jen zkušený odborník totiž umí zformulovat novou složitou myšlenku přesně a současně i slohově bezvadně. Většinou musíme počítat s dodatečným slohovým “vylepšováním“, při kterém si někdy uvědomíme i nové věcné souvislosti.
- F. Ještě maličkost šetřící dost času: pište jen po jedné straně a řádky víc od sebe. Odpadnou vám problémy se zařazováním vsuvek a dodatečně vložených stran.
- G. Pouze lidem s dostatečnou praxí v používání počítačů a textových editorů se doporučuje psát přímo na počítači. Pro ostatní je komplikované současné psaní a formulování myšlenek.

#### **4. Formulace problému (V)**

Formulace problému, příp. vědecké postavení otázky jsou někdy stejně hodnotné nebo i závažnější než vlastní řešení, neboť ukazují *směr řešení*. Například u zadání „Výzkum zhoršení spřadatelnosti bavln z jisté oblasti pěstění v letech 1988-89“ je podstatné stanovit, jaké vlivy mohou pravděpodobně ovlivnit spřadatelnost nebo jakými deduktivními nebo induktivními postupy je lze pravděpodobně odhalit. To je formulace pracovní hypotézy. (V uvedeném případě se ukázala jako příčina přemnožení mšic, jejich sekrety zvýšily lepivost vláken.) Kapitola Formulace problému odpadá, je-li problém již předem obecně daný nebo je definovaný například již zadáním práce a je možno rovnou měřit nebo konstruovat atp. I zde však je nutné uvést o čem jde a co je cílem práce, alespoň v Úvodu.

Formulace problému vychází ze zadání práce a navazuje na literární průzkum. S využitím zkušeností a údajů popsaných v literárním průzkumu je podrobněji *rozvedeno a*

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

*diskutováno zadání. Naznačeny jsou otázky, resp. pracovní hypotézy, ke kterým na základě studia dojdete, a které byste v práci chtěli objasnit.*

Tato část by měla vždy obsahovat:

- vlastní specifikaci problémů, které bude práce řešit,
- zvolené metody zpracování a zdůvodnění jejich výběru,
- předpokládané cíle řešení.

Zdůrazněme, že právě uvážení *co nejširší diskuse stavu poznání, způsob řešení, vytčených cílů a pokud možno postihnutí i souvisejících teoreticky, resp. technologicky významných otázek* je důležitou složkou inženýrské práce.

U technologicky (provozně) zaměřených prací se nelze spokojit s uváděním popisu strojů, technologických předpisů atd. Je třeba v přiměřené proporcii vycházet z fyzikálních a chemických principů a hledat (třeba i formou hypotéz) z teoretického hlediska možnosti popisu principů, způsoby zlepšení apod. Neváhejte se rozepsat, pokuste se aplikovat teoretické znalosti na vytyčené řešení.

A uvědomte si: „*správně postavená vědecká otázka představuje nejméně poloviční řešení problému*“.

## **5. Soubor kapitol vlastního řešení úlohy (P)**

Výběr z dále uvedených možností závisí na typu zadání:

1. Konstrukční nebo projekční práce.
2. Pomocné technické nebo ekonomické propočty pro analýzu nebo konstrukční práce.
3. Experimentální práce a vyhodnocení.

Obecně v „*teoretických*“ zadáních typu analýzy chování objektu, syntézy mechanických technologických procesů (rekonstrukce, nové instalace) či predikce fyzikálních nebo společenských procesů probíhá řešení zpravidla deduktivně: z formulace problému se přechází k jeho teoretickému rozboru nebo popisu. Naznačí se fyzikální nebo kinematické schéma, provede se analýza deformací, translací, rychlostí, tlaků, sil, provede se bilance spotřeby materiálu, tepla, energie, strojních a personálních kapacit atp. Vypracuje se matematický model „*apriori*“, sloužící jako základ ke konstrukci, k experimentu, k určení konstant a veličin, jež se v další práci mají zaměřit nebo nějak identifikovat.

Po teoretické práci může podle typu zadání následovat přímo kapitola Diskuse výsledků nebo kapitola Konstrukční nebo Experimentální.



**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

Ryze *experimentální* zadání může ovšem stavět na výlučně induktivní metodě, která předchází výstavbu teorie nevyžaduje nebo ani neumožňuje (jde-li například o zmapování nějakého jevu, vznikajícího synergetickým působením řady vlivů předem neurčitelných). Pak teoretická část práce teprve následuje jako vyhodnocení výsledků experimentu či sledování až po experimentální kapitole.

U *konstrukčních* zadání zpravidla experimentální práce odpadá, pokud se nevyrábí model zařízení, který je potřeba ověřit.

## 5.1 Teoretická analýza problému

Tato etapa představuje u prací *teoreticky* zaměřených téměř celé řešení úkolu. V tomto případě bude následována již jen zmapováním výsledků pomocí počítače (numericky) s vyústěním do grafického nebo tabulkového znázornění nalezených zákonitostí.

U prací *provozně, experimentálně nebo konstrukčně* zaměřených představuje teoretická analýza základ pro další praktické řešení. Popisuje studovaný jev na základě často již známé matematické, fyzikální, chemické nebo ekonomické teorie nebo na základě rozvinutí vlastních pracovních hypotéz diplomanta. Vytváří se zde důležitý model jevu, určující známé i neznámé veličiny, jež mají být řešením nalezeny. Často je cílem teoretického modelu sestavit tzv. agregované veličiny. Ty mohou být měřeny jako celek, zatímco jejich jednotlivé složky jsou zkoumání nepřístupné. Příkladem jsou agregované veličiny spotřeby v ekonomických úlohách nebo prvky matice přenosu některých procesů považovaných pro účely dané práce za „černou skříňku“ (viz děje ve spřádací komoře nebo v zóně přírazu).

Teorie může být posunuta do pozdější části práce u zadání ryze *experimentálních*, kdy není na začátku dostatečně jasná představa o podstatě jevu. Obraz problému se získá pouze induktivním způsobem (vzorkováním a rozborem vzorků, analýzou procesů). Teoretická část pak představuje statistické nebo modelové zhodnocení výsledků a vytvoření závěrečné hypotézy o podstatě zkoumaného jevu.

## 5.2 Konstrukční práce a technické výpočty

Jde o kapitoly, jejichž obsah je zřejmý z názvu. Obsahují zpravidla soubory výkresů, kinematických schémát a výpočtů.

Výkresová část u diplomových prací obvykle nepřesáhne úroveň návrhových sestav nebo úvodního projektu. Detailní výkresy strojních částí nebo stavební, či montážní výkresy, se mohou vyskytnout jen u důležitých prvků. Celá dokumentace se nevyžaduje především z časových důvodů, ale i z důvodů irelevantnosti k zadání. Výkresová část musí být



**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

bezpodmínečně provedena podle příslušných norem počínaje úpravou a formáty výkresů, rozložením obrazu po ploše výkresu a konče smluvním značením kót, opracování, materiálů atp.

U výpočtů je třeba uvádět odkazy na použitou literaturu, tj. na příručky, normy, prameny. V případě, že je postaven model konstruovaného zařízení nebo jeho části, uvede se (nejlépe v experimentální části) fotografická dokumentace a výsledky zkoušek, resp. kontrolních měření.

### 5.3 Experimentální část

Experimentální část je důležitou složkou celé práce. Vzhledem k tomu, že její úroveň závisí také na úrovni provedených měření a jejich organizaci, uvádíme také základní náměty, jak postupovat.

#### 5.3.1 Provádění pokusů

Je výhodné začít *orientačními* (předběžnými) pokusy. Pomocí nich si zmapujete rozsah a formy projevu sledovaného jevu nebo procesu, upřesníte si experimentální metodiku a ovládnete ji. Naučíte se také postup práce, případně vyvinete účelnější způsob provádění. Získané výsledky jsou obvykle méně přesné. Umožňují pouze *přibližnou* orientaci v řešené problematice a výběr vhodných podmínek pro přesné pokusy. Někdy je výhodné větším počtem rychlých orientačních pokusů kvalitativně ověřit vliv i různých extrémních podmínek. Ve výsledcích práce se tyto pokusy většinou neuvádějí. Pokud ano, pak docela stručně (přinesou-li nějaké neočekávané kvalitativní pozorování, které se pak už dále nerozvádí). V rámci orientačních pokusů si např. ujasníte (a přesně definujete) způsob přípravy vzorků, nastavení přístrojů, časovou souslednost činnosti atd. Ovládnuté manuální úkony je nutno „zakódovat“ a dále již neměnit. Tím přispějete k reprodukovatelnosti pokusů. Pokud možno, neměňte provádění zdánlivě podružných operací během dalších pokusů.

*Vlastní zkoušky a pokusy* vycházejí z předcházejících orientačních ověření. Orientační pokusy mohou být jen minimální nebo zcela odpadnou, navazuje-li práce na předchozí diplomovou či bakalářskou práci nebo výzkumnou zprávu atd.

Základním problémem je výběr podmínek měření (plán experimentu). V mnoha případech lze použít technik plánovaných experimentů. Vychází se přitom ze známého regresního modelu nebo empirického regresního modelu ve tvaru Taylorova rozvoje v kombinaci s analýzou rozptylu. Obecně jsou však výhodnější plánovité experimenty, vycházející z poznatků o sledovaném problému a vlastním cíli experimentování. *Pozor*, platí pravidlo, že informace, které nejsou obsaženy v datech, nelze vyhodnocením měření získat.

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

Důležité je určit metrologické charakteristiky měření. Mezi tyto charakteristiky patří *přesnost* (reprodukovatelnost) a *správnost* měření, resp. měřicích přístrojů.

*Přesnost* měřicích přístrojů, resp. *reprodukovatelnost* měřicích metod souvisí s náhodnými chybami měření. Stanovuje se na základě opakování měření za stejných podmínek na stejném materiálu. Vyjadřuje se obvykle jako rozptyl, resp. směrodatná odchylka (viz práce [1]). *Rozptyl zjišťovaných veličin* textilních materiálů nebo procesů je důležitou charakteristikou prováděného měření. Pokud jde o nastavení technologických parametrů textilních strojů nebo o vlastnosti textilních materiálů, bývá rozptyl dosti značný a měření je potřeba opakovat mnohokrát. Počet měření pak je určen na základě požadované statistické jistoty. Jsou-li k dispozici dostatečně přesné přístroje, je možno rozptyl získaný z opakování experimentů považovat za variabilitu měřeného objektu. Pokud je rozptyl měřicího přístroje přibližně 3x menší než rozptyl parametrů měřeného materiálu (objektu), neprojeví se již vlastní nepřesnost přístroje na celkovém rozptylu měření. Obvykle platí, že měřený materiál (textilie) má náhodný charakter a jeho variabilita je srovnatelná nebo i vyšší než přesnost měřicích přístrojů. Pokud to jde, je při stanovení přesnosti a reprodukovatelnosti přístrojů vhodné použít různé etalony nebo speciálně vyrobené vzorky.

*Správnost* měření, resp. měřicích přístrojů, se charakterizuje jako průměrná vzdálenost výsledků měření od skutečné hodnoty. Souvisí tedy se systematickou chybou měření. Tuto charakteristiku lze určit jen s využitím různých standardů nebo více přístrojů.

Detailně je o chybách měření a jejich vyjádření pojednáno v práci [1] ve vztahu k chemii a fyzikální chemii a např. v [2], [3] v oblasti textilních a technických měření.

Důležité je provádět také dostatečný počet opakování všech experimentů. Pokud je to možné, je vhodné se držet statistických postupů. U složitějších experimentů provádějte všechny pokusy minimálně třikrát a uvažujte dále průměr ze dvou nejbližších výsledků. Je-li rozdíl mezi pokusy větší než je obvyklé (např. více než dvojnásobek směrodatné odchylky měření stanovené při reprodukovatelnosti), je nutno provést další dva, příp. více pokusů.

**Rady pro provádění pokusů**

A. Při zahajování dosud nezkoumaného tématu musíte počítat s tím, že první orientační série „půjdou zcela mimo“ – je to zcela přirozené. Teprve po několikerém „začínání znova“ (ovšem vždy za promyšlených a postupně účelnějších podmínek) se dostanete do oblasti, jejíž podrobný průzkum bude zdůvodnitelný. S tím souvisí i postupné zpřesňování vašich hypotéz a vytváření nových. Zaznamenávejte si tyto myšlenkové přístupy písemně (jako byste podávali hlášení o stavu řešení).

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

- B. Snaha o přesné písemné postihnutí vás přivede k novým postřehům a odhalíte různé nelogičnosti. Navíc tyto formulace výborně využijete při závěrečné „redakci“ textu DP. Nespolehejte na možnost rychlého sepsání práce krátce před odevzdáním. Nevzpomenete si na všechno!
- C. Nepodceňujte přesnost pokusů. Nemá smysl „chrlít“ množství experimentů, na jejichž výsledky se nemůžete spolehnout! Přesně si zapisujte i různé experimentální detaily. Osvědčujte se dodatečně v klidu přepsat pracovní zápis pokusu do laboratorního deníku. Pečlivě označujte vzorky!

Výše uvedené zásady je nutno *tvůrčím způsobem* uplatnit i při *provozně-technologických zkouškách*, kde je přesné opakování někdy nemožné. I zde je třeba zajistit co *nejvyšší možnou objektivitu*, např. odebráním většího počtu vzorků vedle sebe, odebráním vzorků v různých časových intervalech atd. Uvědomte si, že kterýkoliv odebraný vzorek může představovat anomálii. Ty musíte právě v provozní praxi kdykoliv předpokládat a o jejím výskytu a možném dosahu byste měli uvažovat. Ani poměrně „hrubé“ provozní experimenty s velkým rozptylem výsledků a omezenou možností opakování nevylučují vědecký přístup. Musí být ovšem zajištěna maximální objektivita při provádění experimentů, jejich popisu a při vyhodnocování. Pečlivá evidence podmínek je zde základem.

Je vhodné v práci uvést i příčiny, pro které nebylo možno provést požadovaný počet zkoušek a měření. Pokud je to možné, je výhodné provést *srovnávací pokus*, např. působení lázně, ze které je vypuštěn hlavní úpravnický prostředek nebo použití původní (neupravené) textilie atp. Tyto srovnávací pokusy si účelně volte sami dle zkoumané tematiky tak, abyste srovnáváním výsledků získali co nejvíce podkladů pro posouzení účinku technologie na změnu vlastností původního materiálu včetně jeho transformace, narušení atd.

### **5.3.2 Popis experimentů**

Obecnou zásadou při psaní vědeckých prací je popsat prováděné zkoušky a měření experimenty tak, aby byla možná jejich reprodukovatelnost. Je třeba přesně popsat sledované strojní zařízení a jeho nastavení, použitý textilní materiál, parametry a stav výrobků (režný, předupravený, upravený, barvený atd.). U chemikálií je třeba uvádět složení, čistotu, obsah aktivní složky atd. Je pochopitelně nutné zvážit, které údaje jsou relevantní pro eventuální opakování zkoušek a které jsou nadbytečné (neproduktivně zabírají prostor).

Přesný a podrobný popis experimentů je zvláště nutný u provozních zkoušek, kde jsou mechanické a další podmínky někdy nastaveny nějakým provizorním nebo zkušebně ověřovaným způsobem. Neváhejte použít i podrobnější popis nebo schémata tak, aby byla možná přesná reprodukce pokusů. To pochopitelně platí i pro různé laboratorní metody atd.

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

U všech speciálnějších přístrojů použitých v práci se kromě popisu funkce (jen stručně) uvádí také teoretický princip měření vycházející z obecných fyzikálně-chemických zákonů.

**5.4 Výsledky a diskuse (P)**

Diskuse výsledků obsahuje přehled docílených výsledků a jejich zhodnocení a začlenění do kontextu daného oboru. Formulacemi zde uvedenými se vlastně posouvá poznání v oboru o příslušný krok vpřed.

Je třeba upozornit, že získané poznatky nemusí být vždy pozitivní. Je-li například v zadání nebo v kapitole Formulace problému postavena jistá obecně přijímaná hypotéza, například o nezávislosti součinitele tření na velikosti přtlaku (Coulomb), ale teoretická a experimentální práce prokáže její neplatnost v oblasti velmi malých kontaktních ploch, je to sice negativní výsledek, ale z hlediska pokroku vědy velmi cenný. I negativní poznatky je proto třeba v práci uvést a prodiskutovat.

Diskuse zde neznamená debatu, nýbrž rozbor výsledků a jejich příčin, nebo intensity či polaritu vlivů, stability řešení a podmínek nebo určení oblastí, kde nalezená řešení platí.

Postupně komentujte dosažené výsledky, které uvádějte v tabulkách nebo grafech, případně formou vzorků v příloze.

Komentování, resp. vyhodnocování výsledků představuje podstatnou a často hlavní vědecko-výzkumnou složku práce. Proto je třeba tomuto úseku věnovat dostatek času a studijní i formulační energie. Počítejte s postupným doplňováním a přepisováním textu tak, jak se bude váš názor na podstatu problému a získané výsledky rozrůstat a zpřesňovat.

Právě zde je prostor pro vyslovování a ověřování různých interpretací a hypotéz. Pokuste se vysvětlit různé pozorované anomálie apod. Srovnajte dosažené výsledky s obecně známými skutečnostmi o sledovaném systému. Každý výsledek si zařaďte buď jako nový, nebo pouze vámi získaný, ale již známý. Nové výsledky diskutujte s ohledem na očekávané hodnoty plynoucí z teorií a hypotéz. Ostatní výsledky diskutujte s ohledem na známá fakta. Všímejte si především rozdílů

*Pozor: I pokusy s negativními výsledky mají svou cenu – musí být ovšem přesně dokumentovány. Známý přístup „pokus-omyl“ vychází z mnohonásobného opakování s postupně stále vyšší úrovní poznání.*

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

Nezůstávejte jen při povrchní konstataci. Pokuste se vše vysvětlit, srovnat s chováním u jiných soustav, s jinými materiály atp. Inženýr by měl přistupovat k řešení či posuzované problematice *současně* ve dvou rovinách:

Teoretická rovina zahrnuje promyšlení souvislostí, interakcí a možnosti jejich ovlivňování.

Praktická rovina zahrnuje možnosti využití výsledků pro vlastní technologie včetně omezení plynoucích z teorií.

Tento obávaný „vědecký přístup“ není třeba brát jako něco složitého a odtažitého od např. provozních možností. Naopak, dobře promyšlená vědecká otázka bývá v podstatě docela prostá a lze ji formulovat i při řešení technologických problémů. Základem je přísná *objektivita*. Technická intuice a na druhé straně odborná rutina jsou výborné, ale nesmíme je absolutizovat, protože někdy narušují objektivitu pohledu. Důležité je, že každý experiment musí být účelně navržen – *zorganizován* a kladně vyhodnocen.

„Věda je organizované vědění“

Projevem zvládnutí problému je jeho technický či fyzikálně-chemický popis a s ním související matematický model. Ne vždy je možné na základě experimentů a literárního průzkumu formulovat matematický model. Pak se obvykle využívá induktivně vytvořeného popisu na základě matematicko-statistických metod jako je *regrese* a *analýza rozptylu*.

Obě tyto metody umožňují stanovení významnosti faktorů (čas, teplota, tlak, rychlost otáčky) ovlivňujících měřenou veličinu. V obou případech se variabilita měřené veličiny rozkládá na část objasněnou faktory a jejich kombinacemi (matematickým modelem) a část náhodnou. Na základě statistických testů se pak posuzuje, zda náhodná část variability je dostatečně malá vzhledem k části objasněné.

*Analýza rozptylu* slouží pouze k určení významnosti faktorů, aniž kvantifikuje jejich vliv. Faktory mohou být jak kvantitativní (čas, teplota, koncentrace), tak kvalitativní (způsob předání, typ předúpravy atd.).

*Regrese* umožňuje objektivní vyjádření působení jednotlivých faktorů (obvykle kvantitativních) ve formě matematického vztahu. Jde o poměrně komplikovanou oblast matematické statistiky, kde se může začátečník i při použití kvalitního statistického software dopustit řady chyb. Častá a velmi banální chyba je v použití neodpovídající regresní funkce – např. monotónně rostoucí bez omezení pro posloupnost výsledků vykazujících jasnou tendenci se ustálit. Je třeba se přidržit alespoň fyzikální představy o podstatě modelovaného jevu a jeho možného vývoje při změnách sledovaného faktoru.

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

Také ostatní matematicko-statistické metody vhodné pro zpracování komplexnějších experimentů vyžadují řadu znalostí, které získáte pouze studiem speciální literatury. Jejich použití je třeba diskutovat s vedoucím a konzultantem práce.

*Pozor*, při použití regresních metod je třeba dodržovat tyto zásady:

- všechny výsledky uvádět spolu s vyjádřením jejich přesnosti. Obvykle se konstruují intervaly spolehlivosti teoretické hodnoty (viz [1]),
- matematické výrazy a vztahy určené na základě teoretických modelů nebo na základě matematické statistiky mají být fyzikálně homogenní (jednotky na obou stranách musí vyjít stejné),
- různé typy konstant a korekčních faktorů mají být buď bezrozměrné, nebo musí mít fyzikálně interpretovatelný rozměr (např.  $\text{čas}^{-1}$ ),
- je třeba přesně rozlišit mezi konstantami (deterministické hodnoty) a různými regresními koeficienty (náhodné veličiny mající svůj rozptyl),
- rozdíly je třeba posuzovat vždy s ohledem na přesnost. Např. pokud se překrývají 95%ní intervaly spolehlivosti dvou různých stanovení, nelze je ze statistického hlediska považovat za různé,
- použité modely by měly splňovat limitní představy. Např. vyčerpání lázně může být maximálně 100 % atd.

Jak je patrné, je výpočetní technika při zpracování této části práce velmi užitečným nástrojem. Při jejím neobratném použití však nebude dobře sloužit, a může napáchat více škody než užitku. Proto nepoužívejte takové výsledky a charakteristiky z počítačových výstupů, jimž nerozumíte nebo které neumíte vysvětlit. Pamatuje, že každá statistická metoda pracuje dobře pouze za jistých předpokladů o datech. Ověřte je!

Výsledky získané na počítači je třeba stejně důkladně diskutovat jako primární výsledky experimentů. Při použití profesionálního software uveďte jeho název a číslo verze. Nepopisujte zbytečně detaily z manuálů, které neovlivňují výsledky výpočtu. Na druhé straně je třeba uvést, co se vlastně počítalo a jakou metodou.

Pokud vytvoříte vlastní program, který využívá známých a obvyklých metod, nepopisujte ho příliš detailně. Podrobný popis zaslouží pouze program, který je součástí výsledků práce, nebo je tak původní, že by dané výsledky nebylo možno jinak získat.



**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2****6. Závěry (P)**

Závěry jsou spolu se zadáním dvě nejsledovanější části technické zprávy ze strany oponentů nebo odběratelů výsledku výzkumu, (podle služebního postavení a pracovní vytíženosti čtenáře to mohou být i jediné čtené kapitoly – to ovšem neplatí pro recenzenta).

Kapitola Závěry proto *musí* stručně a přehledně *konstatovat* získané poznatky a jejich významnost. Dále se zde uvádějí stručně *doporučení pro aplikaci* výsledků řešení. Závěry mají mít pro uživatele výsledků jednoznačný charakter. Je třeba otevřeně uvést případ, že výsledky *neodpovídají očekávání*, například pro nedostatečně veliký výběr měření nebo pro nevyhovující přesnost aparatury či kvalitu vzorků nebo obdržených informací. Doporučení může naznačit potřebu daný úkol opakovat. U prací časově omezených tyto případy mohou nastat. Z práce ovšem musí být zřejmé, že jinak byla prováděna poctivě a s dostatečným seznámením se studovanou problematikou a že neadekvátní výsledky nejsou důsledkem nedostatečné snahy nebo znalostí.

U technických zpráv sestávají závěry obvykle ze dvou částí

- A. Konstatace
  - B. Doporučení a vývody pro aplikaci.
- A. V *konstatační části* se neuvádí obsah celé práce, nýbrž v jedno a dvouvětových stanoviscích hlavní body sledované v práci (zpravidla dva až čtyři). Uvádí se u nich především, jak zkoumání dopadlo. Použitá metoda se konstatuje jen je-li nová nebo v něčem významná. Například se uvede: „Byl zkoumán vliv nopkovitosti příze na odskakování čelistí brzdíček a následnou změnu napínací schopnosti. U čelist'ové brzdy bylo zjištěno, že s rostoucí rychlostí tento negativní vliv stoupá i při zvýšení přtlaku. Víceplanžetová brzda se chová prakticky indiferentně.“
- B. V *části doporučení a vývodů* se uvede, jaká opatření řešitel doporučuje odběrateli práce nebo pro další pokračování. (U diplomové práce je odběratel zastoupen oponentem a vedoucím práce.) Například se uvede: „Vzhledem k vysoké pořizovací ceně instalovaného zařízení se doporučuje provést výměnu i ostatních strojů v pracovní lince, tj... (vyjmenovat). Jen tím lze dosáhnout plného využití investic beze ztrát z vyvolaných prostojů nebo poruch z nedostatečné kvality polotovarů z předchozích zpracovatelských etap. Očekávaná rentabilita investic vychází v této variantě ve výši ... Kč oproti rentabilitě ... Kč u varianty se zachováním ostatního strojního parku v lince. Podrobnosti viz kap. X.Y.Z.“





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Technická univerzita v Liberci**  
**461 17 LIBEREC I Studentská 2**

Hodně zdaru a příjemných – přímo napínavých – zážitků při vaší obvykle první rozsáhlejší odborné a pokud možno i vědecké práci!!!

**Literatura ke zpracování experimentů**

- [1] Horák, Z., Krupka, F.: *Fyzika*, SNTL-SVTL Praha 1966.
- [2] Meloun, M., Militký, J.: *Kompendium statistického zpracování experimentálních dat*, Academia Praha 2003.
- [3] Kubáčková, L.: *Metódy spracovania experimentálnych údajov*, VEDA, vydavat. SAV, Bratislava 1990.
- [4] Neuschl, Š. a kol.: *Modelovanie a simulácia*, Alfa Bratislava, SNTL Praha.
- [5] Meloun, M., Militký, J.: *Zpracování experimentálních dat*, Academia Praha 2004.