

MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ
PEDAGOGICKÁ FAKULTA



Dovednosti žáků ve výuce fyziky na
základní škole

Disertační práce

Brno 2009

Vedoucí disertační práce:

Doc. RNDr. Josef Trna, CSc.

Vypracovala:

Mgr. Ivana Vaculová

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracovala samostatně a použila jen prameny uvedené v seznamu literatury. Souhlasím, aby práce byla uložena na Masarykově univerzitě v Brně v knihovně Pedagogické fakulty a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Brně 29. 9. 2009

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému školiteli doc. RNDr. Josefu Trnovi, CSc. za odborné vedení práce a za cenné rady, které mi poskytl při jejím zpracování.

Dále děkuji svým konzultantům RNDr. Růženě Blažkové, CSc. a PaedDr. Milanu Kubiátkovi, Ph.D. za všechny připomínky a za pozornost, s níž sledovali moji práci.

Také děkuji všem členům Centra pedagogického výzkumu PdF MU, především pak doc. PhDr. Tomáši Janíkovi, Ph.D., M. Ed., za pomoc při realizaci videostudií i za poskytnutí potřebných materiálů.

Rovněž děkuji vedoucímu katedry fyziky PdF MU prof. RNDr. Vladislavu Navrátilovi, CSc. a všem pracovníkům katedry fyziky PdF MU za podporu a poskytnutí zázemí pro psaní práce.

Vznik disertační práce byl podpořen dvěma výzkumnými projekty PdF MU (*Dovednosti žáků základní školy ve výuce fyziky, č.p. MUNI/41/038/07; Výzkum procesu osvojování dovedností žáků ve výuce fyziky, č. p. MUNI/41/ 056/08;*) a programem rektora MU na podporu tvůrčí činnosti studentů (*Dovednosti žáků základní školy ve výuce fyziky, ID kód 20081441D0006*).

OBSAH

1 ÚVOD	7
2 DOVEDNOST	9
2.1 Dovednost jako jeden z produktů učení.....	9
2.2 Vymezení pojmu dovednost.....	11
2.3 Klasifikace dovedností	14
2.3.1 Obecná klasifikace dovedností.....	14
2.3.2 Klasifikace dovedností ve výuce fyziky.....	17
2.3.2.1 Druhy dovedností podle stupně obecnosti a tedy i konkrétnosti	18
2.3.2.2 Druhy dovedností podle složitosti	19
2.3.2.3 Druhy dovedností podle charakteru převažující činnosti	19
2.3.2.4 Druhy dovedností podle počtu výukových předmětů, v nichž jsou tvořeny a aplikovány	20
2.3.2.5 Druhy dovedností podle míry tvořivosti	21
2.4 Postavení dovedností v RVP ZV	22
3 OSVOJOVÁNÍ DOVEDNOSTÍ	25
3.1 Proces osvojování dovedností	25
3.2 Etapy procesu osvojování dovedností	26
3.2.1 Rozdělení podle J. R. Andersona	26
3.2.2 Rozdělení podle J. P. Gal'perina	26
3.2.3 Rozdělení podle J. Linharta	27
3.2.4 Rozdělení podle J. Čápa	29
3.2.5 Rozdělení podle V. Švece	29
3.2.6 Srovnání jednotlivých rozdělení a jejich aplikace na přírodovědné dovednosti	31
3.2.6.1 Motivační etapa.....	33
3.2.6.2 Orientační etapa.....	34
3.2.6.3 Krystalizační etapa	35
3.2.6.4 Dotvářecí etapa	36
3.2.6.5 Integrační etapa.....	36
3.3 Regulace procesu osvojování dovedností	37
3.4 Transfer a interference	41
3.5 Osvojování dovedností prostřednictvím učebních úloh.....	42
3.5.1 Definice učebních úloh.....	43
3.5.2 Klasifikace učebních úloh	44
3.5.3 Zadávání a řešení učebních úloh.....	48
3.5.4 Problémové úlohy ve výuce fyziky	49
3.5.4.1 Problémová situace	50
3.5.4.2 Řešení problémových úloh	51
3.5.4.3 Typy problémových úloh	53
3.5.4.4 Překážky a pomůcky při řešení problému	55
3.6 Základní znaky osvojených dovedností.....	57
4 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	59

5 VÝZKUM DOVEDNOSTÍ A PROCESU JEJICH OSVOJOVÁNÍ NA ZÁKLADNÍCH ŠKOLÁCH	72
5.1 Cíle výzkumu	73
6 ŠETŘENÍ I: VÝZKUM ÚROVNĚ OSVOJENÍ DOVEDNOSTÍ ŽÁKŮ	75
6.1 Výzkumné cíle, otázky a hypotézy	75
6.2 Metodologie výzkumu	76
6.2.1 Základní a výzkumný soubor	77
6.2.2 Výzkumná metoda	77
6.2.3 Ověřování a optimalizace výzkumného nástroje	79
6.2.3.1 Obtížnost úloh	79
6.2.3.2 Citlivost úloh	80
6.2.3.3 Ověření reliability výzkumného nástroje	82
6.2.4 Zpracování a analýza dat	82
6.3 Výsledky I: Deskriptivní popis zjištěné úrovně dovedností	83
6.3.1 Celkové výsledky žáků v didaktickém testu	83
6.3.2 Popis výsledků žáků v jednotlivých částech testu	87
6.3.3 Výsledky ve skupině děvčat a ve skupině chlapců	89
6.4 Výsledky II: Testování hypotéz	92
6.4.1 Srovnání celkových výsledků děvčat a chlapců	92
6.4.1.1 Ověřování normality rozdělení	92
6.4.1.2 Ověřování homogenity rozptylu	94
6.4.1.3 Srovnání aritmetických průměrů	96
6.4.2 Srovnání výsledků děvčat a chlapců v jednotlivých částech testu	97
6.5 Shrnutí výsledků a diskuse	103
7 ŠETŘENÍ II: VĚDOMOSTI UČITELŮ O DOVEDNOSTECH A ZAŘAZOVÁNÍ ÚLOH Z JEDNOTLIVÝCH ETAP PROCESU JEJICH OSVOJOVÁNÍ DO VÝUKY	106
7.1 Výzkumné otázky a hypotézy	106
7.2 Metodologie výzkumu	107
7.3 Výsledky šetření	109
7.4 Shrnutí výsledků a diskuse	114
8 SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ ŠETŘENÍ I A ŠETŘENÍ II	116
8.1 Přehled použitých statistických metod	116
8.2 Postup srovnávání, výsledky a jejich interpretace	116
8.2.1 Existuje vztah mezi řešením úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností během výuky a výsledky žáků v testu?	116
8.2.1.1 Úlohy z dotvářecí etapy	117
8.2.1.2 Úlohy z integrační etapy	120
8.2.2 Existuje vztah mezi mírou informovanosti učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování a úrovni dovedností jejich žáků?	123
8.2.3 Existuje vztah mezi délkou praxe učitelů a výsledky žáků v testu?	125

8.3 Shrnutí výsledků a diskuse	127
9 ŠETŘENÍ III: VÝZKUM PROCESU OSVOJOVÁNÍ DOVEDNOSTÍ	129
9.1 Výzkumné cíle a otázky	129
9.2 Metodologie výzkumu	131
9.2.1 Základní a výzkumný soubor	131
9.2.2 Výzkumná metoda	132
9.2.3 Zpracování získaných dat	132
9.2.3.1 Kategoriální systémy pro kódování	133
9.3 Výsledky šetření a jejich interpretace	145
9.3.1 Kolik úloh je řešeno v procesu osvojování dovedností a jaké je jejich časové zastoupení?	145
9.3.2 Jakou část času věnovaného řešení úloh zaujímají fáze zadávání, řešení a kontrola úloh?	147
9.3.3 Jaké jsou četnosti a časové zastoupení úloh patřících do jednotlivých etap procesu osvojování dovedností?	148
9.3.4 Jaký způsob řešení úlohy vyžadují?	150
9.3.5 Kdo je řešitelem úloh?	153
9.3.6 Posuzování vztahů mezi dvěma proměnnými (kategoriemi)	155
9.3.6.1 Existuje vztah mezi druhem etapy procesu osvojování dovedností, do které daná úloha patří, a délkou jednotlivých fází jejího řešení?	156
9.3.6.2 Existuje vztah mezi druhem etapy procesu osvojování dovedností a způsobem požadovaného řešení úlohy?	157
9.3.6.3 Existuje vztah mezi druhem etapy procesu osvojování dovedností a řešitelem úlohy?	158
9.3.6.4 Existuje vztah mezi řešitelem úlohy a požadovaným způsobem řešení?	160
9.4 Shrnutí výsledků a diskuse	161
10 ZÁVĚRY	165
10.1 Závěry teoretické	165
10.2 Závěry výzkumné	166
10.3 Metodologické závěry	169
10.4 Doporučení pro praxi	171
10.4.1 Možnosti ovlivňování vzdělávání budoucích učitelů fyziky	174
RESUMÉ	178
SUMMARY	179
POUŽITÁ LITERATURA	181
SEZNAM TABULEK	190
SEZNAM GRAFŮ	191
SEZNAM OBRÁZKŮ	192
PŘÍLOHY	193

1 ÚVOD

Tématem disertační práce je osvojování dovedností žáků ve výuce fyziky na základní škole. Zvolenou problematikou se zabýváme, neboť přírodovědné dovednosti považujeme v dnešním, stále se rozvíjejícím světě, za velmi důležité a potřebné. Je třeba si uvědomit, že budoucí profesní požadavky se budou neustále vyvíjet a měnit, což způsobí, že se lidé budou muset neustále vzdělávat, přizpůsobovat, provádět analýzu složitých procesů, logicky uvažovat apod. Proto by žáci měli nejen důkladně porozumět učivu, ale také umět rozeznávat přírodní jevy kolem nás a dokázat aplikovat získané znalosti při řešení různých problémových situací. Právě zde se efektivně uplatní přírodovědné dovednosti, jejichž součástí jsou dovednosti fyzikální. Je tedy důležité rozvíjet tyto dovednosti již u žáků základní školy.

Také v cílech Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (dále RVP ZV) se dovednosti dostávají do popředí a je na ně kladen velký důraz. Tvoří nejenom většinu očekávaných výstupů z jednotlivých vzdělávacích oblastí, ale jsou také součástí obecných cílů, klíčových kompetencí a průřezových témat. Učitelé by tedy měli znát základní informace o dovednostech a o procesu jejich osvojování. Bohužel metodických publikací, které se touto tematikou zabývají, je poměrně málo a téměř zcela chybí projekce této problematiky do předmětových didaktik, tedy i do didaktiky fyziky. Proto považujeme výzkum osvojování dovedností za užitečný a zaměřujeme se nejen na zjišťování úrovně dovedností u žáků základní školy, ale zkoumáme také proces jejich osvojování.

Teoretická část je zaměřena především na různé chápání pojmů dovednost a osvojování dovedností, dále pak na etapy procesu osvojování dovedností, postavení učebních úloh v tomto procesu, klasifikaci dovedností atd. U každé z těchto oblastí vždy nejprve uvádíme přístupy různých autorů a následně přikládáme vlastní přístup aplikovaný na výuku fyziky. Dále jsou v práci uvedeny výsledky různých výzkumů, které se týkají námi zvolené problematiky.

Výzkumná část práce se skládá z několika výzkumných šetření, která mají osvětlit problematiku osvojování dovedností z různých pohledů. Zjišťují úroveň osvojení dovedností žáky (s přihlédnutím na typy úloh, které činily žákům největší potíže), informovanost učitelů o dovednostech, dodržování jednotlivých etap procesu osvojování dovedností při výuce a postavení učebních úloh v tomto procesu. Pro každé z těchto šetření, zaměřených jak na žáky, tak na učitele a na výuku, byla využívána jiná

výzkumná metoda: didaktický test, dotazník, pozorování výuky na základě videozáznamu, tj. videostudie. Jednotlivá šetření jsou popsána v samostatných kapitolách obsahujících výzkumné cíle, metodologii výzkumu, výsledky výzkumu, jejich shrnutí a diskusi. Následuje vzájemné srovnání výsledků z jednotlivých šetření.

Závěrečná kapitola je rozdělena na čtyři podkapitoly, v nichž jsou shrnuty závěry teoretické, závěry z výsledků výzkumu, metodologické závěry a doporučení pro praxi (včetně popisu elektronického učebního prostředí pro studenty učitelství fyziky zabývajících se oblastmi, které se na základě našeho výzkumu jeví jako problematické).

2 DOVEDNOST

2.1 Dovednost jako jeden z produktů učení

S pojmem učení se setkáváme v každodenním životě. Většinou ho však spojujeme především se školou a školním vzděláváním. Ve skutečnosti však tento pojem označuje velmi širokou oblast jevů. Člověk se mnoho naučí i mimo školu, a to od raného dětství, kdy se učí uchopovat předměty, sedět, chodit, mluvit atd., až do stáří. Učení je jeden z klíčových psychologických pojmů, pro který dosud neexistuje všeobecně přijímaná definice. Podle M. Nakonečného učení vyjadřuje „*vliv zkušenosti na změny psychiky, které mají adaptivní funkci, tzn., jsou to takové změny, jimiž se individuum přizpůsobuje změněným životním podmínkám, resp. změněné situaci*“ (2003, s. 359). Podobně také V. Kulič (1992) vymezuje učení jako psychický proces, který je v jednotě tělesných a duševních předpokladů rozhodujícím faktorem v adaptaci člověka na jeho přírodní i společenské prostředí v rozvoji jeho osobnosti a ve stále zdokonalovaném zvládnutí a organizaci podmínek jeho individuální a společenské existence. Dále bývá učení chápáno jako proces, který se ve vývoji projevuje určitou, přetrvávající změnou psychických procesů, vlastností nebo potenciálního chování, navozenou účinkem zkušenosti (Vágnerová 2000, Fontana 2003). O. Čačka (2001) považuje učení v širším pojetí za osobnostní či zprostředkované osvojování poznatků a úkonů, směřujících k formování samostatné a kultivované osobnosti. V užším smyslu pak jako cílevědomé či řízené získávání vědomostí, dovedností a návyků. Dále bývá na učení nahlíženo jako na změnu v chování. J. Čáp definuje učení jako: „*Získávání zkušeností a utváření jedince v průběhu jeho života. Naučené je opakem vrozeného*“ (1993, s. 62). Jak dále uvádí, učení působí na všechny druhy psychických jevů. Podle toho se lidské učení často vymezuje také výčtem výsledků. Jako výsledek lidského učení bývá v psychologii označováno osvojování vědomostí, dovedností, návyků a postojů, ale také změna psychických procesů, stavů a psychických vlastností. Předpokládá se, že si vzdělaný člověk nejenom osvojí systém určitých vědomostí a dovedností, ale také pochopí vztahy mezi poznatky a získá dovednosti používat svých vědomostí při řešení nových úkolů a dovednosti dalšího sebevzdělávání (Skalková 1999).

Lidské učení můžeme třídit podle různých hledisek, nejčastěji se setkáváme s dělením učení na (Nakonečný 2003): senzomotorické (praktické cvičení je propojováno se slovními instrukcemi), kognitivní (funkční zdokonalování poznávacích procesů, zejména myšlení, umožňující dokonalejší adaptaci, především řešení problémů) a sociální (tj. komplexní proces osvojování a využívání sociální zkušenosti, tedy zkušenosti získané ze sociálních interakcí, v psychické činnosti jedince). Mezi základní podmínky učení řadíme následující (Nakonečný 2003): motivace pro učení; nutnost vnímání podnětů z okolí ve vztahu k vzniklému motivu; činnost; dosažení určitého cíle.

Dále v souladu s J. Čápem (1993), předkládáme stručný přehled popisu jednotlivých výsledků (produktů) učení:

Vědomosti jsou chápány jako soustava představ a pojmů, které si žák osvojil, jsou adekvátním poznáním skutečnosti. Vědomosti jsou tedy konkrétní zapamatované poznatky, fakta, informace, pojmy, poučky, pravidla, zákony a jiná zevšeobecnění. Nejedná se však o pouhé převzetí hotových poznatků, ale o aktivní osvojení a zpracování. Vědomosti zahrnují jak názorné představy, tak nenázorné pojmy. Obojí bývá ve skutečnosti navzájem těsně spojeno, takže užívání souhrnného pojmu vědomosti, je přiměřené teoreticky i prakticky. Vědomosti jsou výsledkem žákova pozorování, jeho vnímání, myšlení, praktického experimentování, řešení problémů a zdolávání překážek. Nejde tedy jen o jednu izolovanou funkci – paměť, ale i o problematiku všech poznávacích procesů, zvláště intelektových operací. Ve fyzice termínem vědomosti označujeme například *zapamatovaný a porozuměný vzorec nebo vztah pro výpočet fyzikální veličiny, fyzikální zákony, pravidla, principy a poučky*.

Za **návyky** jsou považovány získané způsoby reagování a chování v určitých situacích, v nichž se člověk chová navyklým způsobem – bezděčně, bez vědomého rozhodování a úsilí, někdy i proti své vůli. Ve fyzice např. *používání aretačního šroubu při vážení na rovníramenných vahách, zapínání a vypínání přístrojů, dodržování pravidel bezpečnosti při práci ve fyzikální laboratoři, kontrola výpočtu atd.*

Postoje jsou specificky získané dispozice, které zahrnují poznání příslušného objektu, jeho citové hodnocení a pobídku k jednání. Mohou být kladné nebo záporné. Např. *kladný nebo záporný postoj k vyučovacím předmětům fyzika, k určitému*

tematickému okruhu nebo učivu, k získávání nových informací, k práci v laboratoři, k testům a písemným pracím, k domácím úlohám, k projektům atd.

Psychické procesy jsou „části lidské činnosti, výsledky složitého fungování, děje“ (Čáp 1993, s. 14). Většinou mívají poměrně krátké trvání a zahrnují větší počet různých psychických procesů. Dělí se na:

a) poznávací procesy (vnímání, představy, fantazie, řeč, myšlení) – sem patří například *vnímání a představa fyzikálních těles, zraková kontrola při psaní a myšlení při řešení fyzikální úlohy;*

b) procesy paměti (zapamatování, uchování, vybavení) – např. *zapamatování a vybavení fyzikálního vzorce a zákona;*

c) motivační procesy (citové a volní) – např. *radost, smutek, tréma, obdiv, rozhodování mezi dvěma náměty na projekt, úsilí o překonávání překážek při řešení problému.*

Dalším výsledkem učení jsou **psychické stavy**, které na rozdíl od psychických procesů mohou mít delší trvání a působení. Jedná se o charakteristiku jedince po určitou dobu. Podskupinu psychických stavů tvoří stavy pozornosti (stav soustředěnosti nebo rozptýlenosti) a citové stavy označované jako nálady (např. *radostná nálada způsobená dobrými výsledky při písemné práci, při zvládnutí určité problémové úlohy, nebo naopak špatná, smutná nálada při nezvládnutí úkolu*).

Psychické vlastnosti mají ještě delší trvání než psychické stavy. Charakterizují vlastnosti jedince po několik let, někdy i po celý život. Jako psychické vlastnosti bývají označovány schopnosti, rysy osobnosti, temperament a charakter (vytrvalost, odpovědnost aj.).

Významným výsledkem učení jsou **dovednosti**. V literatuře se však setkáváme s různým pojetím dovedností, z čehož plyne, že tento pojem není jednotně vymezen. Proto se mu budeme věnovat podrobněji v následující samostatné kapitole.

2.2 Vymezení pojmu dovednost

V pedagogicko-psychologické literatuře existují různé pohledy na chápání pojmu dovednost. Ve starší literatuře se setkáváme s vymezením dovednosti jako „zcela nebo částečně zautomatizované složky naší vědomé činnosti“ (Janáček 1958, s. 8). Toto pojetí dovedností se však vztahuje hlavně k dovednostem pohybovým a pracovním. Také přetrvával názor, že dovednosti a návyky tvoří praktickou část činnosti a

vědomosti kognitivní, poznávací složku činnosti. I když takovéto pojetí dovedností již ustupuje do pozadí a je postupně zpřesňováno, stále se ještě názory jednotlivých pedagogů a psychologů, co se týká dovedností, odlišují. Dovednosti bývaly také chápány jako přechodný člen mezi vědomostmi a návyky, tzn. „ne zcela dovršené návyky“ (Singule 1961, s. 264). V současné době se již uvádí, že návyky jsou součástí dovedností a tvoří jejich dílčí prvky – např. dovednost vážit na rovnoramenných vahách zahrnuje řadu automatických návyků, jako je používání aretačního šroubu, uchopování drobných závaží pinzetou aj.

Mezi další definice dovedností, se kterými se v literatuře setkáváme, patří například tyto:

- „získaná pohotovost (způsobilost) žáka vědomě a úspěšně řešit (vykonávat) jisté úkoly (činnosti) v měnících se podmínkách“ (Pardel 1963, s. 24),
- „předpoklad ke správnému vykonávání činnosti“ (Čáp 1993, s. 87),
- „složitě uvědomělé činnosti prováděné za účelem splnění určitých úkolů (většinou na základě vědomostí)“ (Kohoutek 1996, s. 16),
- „učením získaná dispozice (pohotovost) k metodicky správnému, přesnému, rychlému a úspornému vykonávání určitých činností“ (Skalková 1999, s. 150),
- „učením, na bázi schopností, získaná připravenost provádět určitou činnost vhodnou metodou, tj. správně až bezchybně, rychle a úsporně, s menší únavou, popř. i kreativně“ (Čačka 2002, s. 84),
- „způsobilost člověka k provádění určité činnosti“ (Průcha, Walterová, Mareš 2003, s. 49).

Zkoumáním různých pojetí dovedností se podrobněji zabýval V. Švec. Chápání dovedností různými autory roztřídil do čtyř základních skupin (1998, s. 8):

- učením získaná způsobilost k činnosti;
- osvojená činnost, způsob činnosti, úspěšné provádění činnosti;
- vnitřní plán, schéma nebo model činnosti;
- složitější kognitivní struktura.

Z tohoto přehledu vidíme, že zatímco někteří autoři chápou dovednost jako vnější projev, tj. provádění činnosti, jiní autoři uvádějí, že jde spíše o vnitřní plán, tj. vnitřní model činnosti. V. Švec pak definuje dovednost jako „komplexnější způsobilost subjektu (zahrnující vnitřní model dovednosti, sycený dalšími vnitřními složkami,

zejména schopnostmi, zkušenostmi, stylem učení, motivy a prožitky) k řešení úkolových a problémových situací, která se projevuje pozorovatelnou činností“ (1998, str. 12).

Na základě všech těchto pohledů se přikláníme k pojetí dovedností jako složitější kognitivní struktury, neboť při osvojování dovedností se nejedná pouze o mechanické opakování naučené činnosti, ale také o řešení různých problémových situací, které vyžadují od žáků přemýšlení i určitou úroveň tvořivého myšlení. Dovednost tedy v souladu s J. Trnou (1998) a V. Švecem (1998) chápeme jako ***získanou komplexní způsobilost k řešení úkolů a problémových situací, která se projevuje pozorovatelnou činností***. Skládá ze dvou částí:

- 1) Vnější složka dovednosti (výkonová) představuje určitou činnost subjektu a je přístupná přímému pozorování a analýze. Např. *pozorování a posuzování pracovní činnosti, analýza výsledků řešení zadaných fyzikálních úloh a písemného nebo grafického projevu*.
- 2) Vnitřní složka dovednosti je přímému pozorování skryta. Zahrnuje motivy k činnosti (*jestli se žák učí kvůli dobrým známám a případné odměně za ně, nebo ze strachu z trestu za špatné známky, nebo z důvodu získání nových vědomostí a dovedností a pocitu uspokojení z toho, že něco dokázal*), schopnosti, styly poznávání, myšlení a učení.

V literatuře se také často uvádějí znaky, kterými se dovednost vyznačuje (Maňák, Švec 2003). Jsou to např.:

- vyladěnost žáka na řešení situací, porozumění situacím, disponovanost tyto situace zvládat,
- tvořivá aktivita žáka,
- řešení situací (úkolů, problémů), které se rodí z činností žáka,
- rekonstrukce již zvládnutých činností a zkušeností při řešení nových situací (úkolů, problémů).

Dispozičním základem dovedností jsou žákovy schopnosti (Trna 1998). Dovednosti a schopnosti jsou tak těsně spjaty, že bývá obtížné přesně je od sebe odlišit. Proto také někteří teoretikové zahrnují dovednosti pod schopnosti jako jejich součást (Čáp 1993). Ve starší literatuře také často docházelo k zaměňování těchto pojmů. Pojmy dovednosti a schopnosti spolu sice souvisí – jsou to předpoklady ke správnému

vykonávání činností – ale nevyjadřují totéž. Nápadný rozdíl mezi nimi je především v jejich obecnosti a proměnlivosti. Dovednost je speciálnější, schopnost obecnější předpoklad k činnosti (Čáp 1993). Jak uvádí J. Trna, „schopnost se může stát součástí vnitřní části určité dovednosti; jedna dovednost (její vnitřní část) může zahrnovat i více schopností a naopak jedna schopnost může být součástí více dovedností“ (1998, s. 10).

2.3 Klasifikace dovedností

V této kapitole se zabýváme různými druhy dovedností, tedy jejich klasifikací. Nejprve uvádíme příklady obecných klasifikací, se kterými se setkáváme v pedagogicko-psychologické literatuře, a poté se na základě všech těchto pohledů pokoušíme o vytvoření vlastní klasifikace dovedností utvářených a využívaných během výuky fyziky.

2.3.1 Obecná klasifikace dovedností

Během vyučovacího procesu dochází u žáků k osvojování dovedností různého druhu. V odborné literatuře se často setkáváme s odlišnými způsoby třídění dovedností. V Pedagogickém slovníku jsou rozděleny na dvě základní skupiny (Průcha, Walterová, Mareš 2003):

- a) intelektové (*např. čtení, řešení úloh určitého typu*),
- b) senzomotorické (*např. obsluha technického zařízení*).

Podobně dělí dovednosti také J.Čáp (1993), navíc však vyčleňuje skupinu sociálních dovedností.

Na rozdíl od J. Čápa nahradila J. Skalková (1999) skupinu sociálních dovedností dvěma dalšími druhy, a to pracovními a komunikačními. Vymezuje tedy tyto základní druhy:

- a) intelektové zahrnující zejména řešení podobných nebo nových úkolů a situací na základě správně osvojených vědomostí (jejich osvojení má být založeno na myšlenkové aktivitě žáků, na analýze, syntéze, náležité diferenciaci jevů, na abstrakci a zobecňování),
- b) senzomotorické, tj. vykonávání činností náročných na vnímání, pohyby a vzájemné spojení vjemů a pohybů (např. psaní, kreslení a rýsování, experimentování,

práce v dílnách, speciální výkony v technické nebo zdravotní škole, sportovní činnost, hra na hudební nástroje, psaní na stroji apod.),

c) pracovní, mezi které řadí zejména dovednosti plánovat a organizovat vlastní práci, analyzovat ji a kriticky hodnotit, zdokonalovat její metody, určovat její správné tempo apod.

d) komunikativní, tzn. učením získané předpoklady pro adekvátní sociální interakci a komunikaci (např. dovednost spolupracovat s druhými, naslouchat a porozumět druhým, být aktivní ve vzájemné interakci s druhými, dovednosti kooperace ve společných činnostech, společenský takt, tolerance v konfliktech, dovednost poskytovat pomoc a podporu atd.).

Dále se můžeme v pedagogické literatuře setkat např. s klasifikací dovedností H. Veverkové (in Kalhous, Obst a kol. 2002), která se však od předchozí klasifikace liší pouze minimálně. Rozlišuje:

a) dovednosti pracovní, do kterých zahrnuje činnosti potřebné k úspěšnému výkonu profese,

b) dovednosti sociální komunikace a jednání, mezi než řadí např. kultivované projevy vztahu k ostatním lidem, osvojení mateřského a cizího jazyka, dovednost spolupracovat, organizovat a řídit, analyzovat sociální situace a konflikty apod.,

c) dovednosti pohybové a zdravotní, umožňující pečovat o zdraví a odolávat nadměrné zátěži,

d) dovednosti poznávací, spočívající v osvojení metod pozorování, logického myšlení, vědeckého výzkumu i uměleckého odrazu skutečnosti.

Podrobnějším tříděním dovedností se zabýval V. Švec (1998). Ve své knize uvádí, že dovednosti mají sice určité společné znaky, ale liší se řadou charakteristik, např.:

a) charakterem činnosti, v níž se projevují

- dovednosti myšlenkové,
- dovednosti psychomotorické,
- dovednosti sociální,
- dovednosti sociálně-komunikativní,

b) stupněm konkrétnosti a tedy i obecnosti

- dovednosti konkrétní,
- dovednosti obecnější,

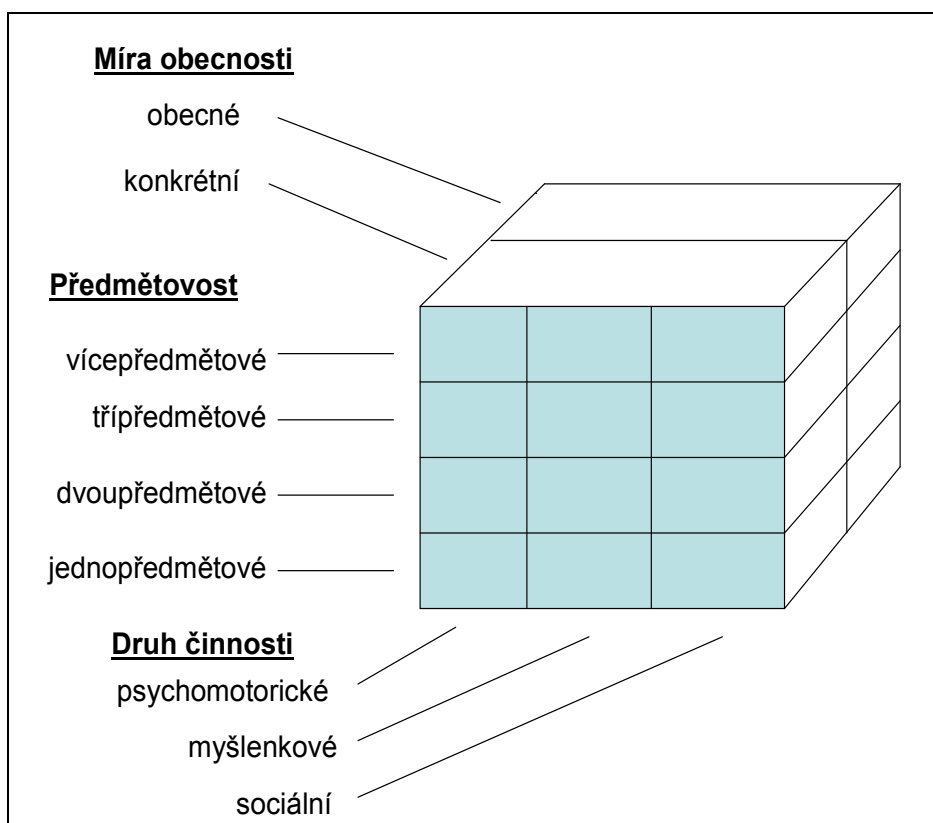
c) mírou složitosti:

- dovednosti jednoduché,
- dovednosti komplexní,

d) počtem předmětů, jichž se týkají

- dovednosti z jednoho předmětu,
- dovednosti na „rozhraní“ předmětů = mezipředmětové.

Tyto dovednosti se samozřejmě mohou vzájemně překrývat. Např. dovednosti psychomotorické zahrnují i dovednosti myšlenkové. Podobně také dovednosti sociálně komunikativní zahrnují i dovednosti myšlenkové. Protože se řada dovedností prolíná, mluvíme nejenom o druzích, ale i o dimenzích, které charakterizují klíčové aspekty dovedností. Mezi základní dimenze jsou řazeny druh činnosti, míra obecnosti a předmětovost (Švec 1998).



Obr. 2.1: Základní dimenze dovedností (Švec 1998, s. 17)

V každém vyučovacím předmětu jsou zahrnuty všechny tři druhy dimenzí. Pro lepší představivost je vhodný přiložený nákres (obr. 1). Z hlediska dimenze druh činnosti, kterou V. Švec považuje za nejvýznamnější, se ve fyzice nejvíce uplatňují dovednosti myšlenkové a dovednosti psychomotorické, které se týkají především řešení

úloh a experimentální činnosti žáků. Žáci by však měli disponovat také s dovednostmi sociálně-komunikativními, aby mohli komunikovat s učitelem a mezi sebou, mohli prezentovat, případně i obhajovat své vědomosti a dovednosti, předkládat a zdůvodňovat své vlastní názory apod.

Zejména v dnešní době často diskutovaná je dimenze míry obecnosti. Stále se vedou spory, jsou-li důležitější dovednosti obecné nebo konkrétní. V zahraničních kurikulech se klade větší důraz na dovednosti obecnější, tzv. dovednosti univerzální, zatímco v našich školách až donedávna převládaly a místy stále ještě převládají dovednosti konkrétní (tzn. velké množství dílčích předmětových dovedností, kterými bývají děti často přetěžovány). V současné době se však již začíná klást důraz na osvojování obecnějších dovedností (např. získávat a zpracovávat informace, samostatně poznávat, učit se a sebevzdělávat se), které jsou zahrnuty v Rámcovém vzdělávacím programu pod pojmem kompetence. Tyto dovednosti musí být rozvíjeny ve všech vyučovacích předmětech, tedy i ve fyzice. Radíme mezi ně např.:

- dovednosti učební – tj. dovednost učit se,
- dovednosti řešit problémy, pracovat s informacemi, pozorovat, experimentovat, uplatňovat základní myšlenkové operace,
- „životní dovednosti“ (Kovalíková 1995, s. 41) – tyto dovednosti podmiňují život v demokratické společnosti. Patří mezi ně např. čestnost, iniciativa, pružnost, vytrvalost, organizování, smysl pro humor, úsilí, zdravý rozum, odpovědnost, trpělivost aj.,
- dovednosti předvídat – např. dovednost plánovat budoucnost.

2.3.2 Klasifikace dovedností ve výuce fyziky

Ve výuce fyziky je potřebná celá škála dovedností. Jestliže se na ně podrobně zaměříme, zjistíme, že je lze roztrždit podle několika základních kritérií. V souladu s J. Trnou (1998) a V. Švecem (1998) můžeme jako vhodná třídící kritéria označit tato:

- stupeň obecnosti a tedy i konkrétnosti,
- složitost příslušné činnosti,
- charakter převažující činnosti,
- počet výukových předmětů, v nichž jsou dovednosti tvořeny a používány,

- míra tvořivosti.

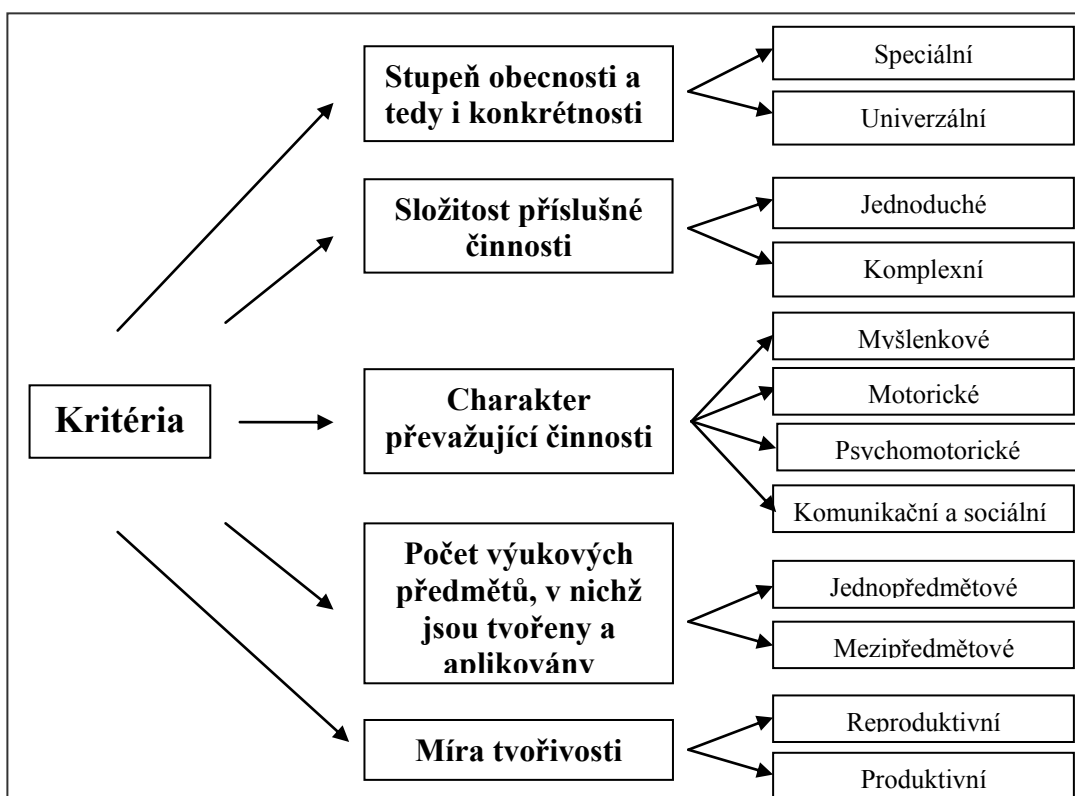
V následujících podkapitolách se podrobněji zaměříme na dovednosti odpovídající jednotlivým kritériím. Pro lepší přehlednost přikládáme schéma, znázorňující klasifikaci dovedností ve výuce fyziky (obr. 2).

2.3.2.1 Druhy dovedností podle stupně obecnosti a tedy i konkrétnosti

Jedním z možných způsobů třídění dovedností je posouzení stupně jejich obecnosti a tím pádem i konkrétnosti. Z tohoto hlediska rozlišujeme dovednosti:

a) speciální (konkrétní) a

b) univerzální (obecnější).



Obr. 2.2: Klasifikace dovedností ve výuce fyziky

Ad a) Jako speciální označujeme takové dovednosti, které jsou specifické především pro konkrétní vyučovací předmět (v našem případě pro fyziku). Jedná se o konkrétní dovednost, kterou využíváme zpravidla pouze pro určitý typ činnosti nebo pro řešení určitého typu úloh. Můžeme mezi ně zařadit např. *dovednost měřit velikost proudu procházejícího el. obvodem pomocí ampérmetru*.

ad b) Naopak univerzálními nazýváme takové dovednosti, které žák využívá nejen ve fyzice, ale i v jiných předmětech a také v nevýukových aktivitách, tj. v běžném

životě. Řadíme k nim např. dovednost získávat a zpracovávat informace, organizovat a řídit svoji práci, vyhledávat a řešit problémy, umět vyjadřovat své názory, diskutovat o nich a argumentovat (*např. zodpovídání učitelovy otázky při probírání nového učiva nebo při pokusech – Co je příčinou pozorovaného jevu? Proč pokus dopadl tak a ne jinak?*), poznávací dovednosti atd.

2.3.2.2 Druhy dovedností podle složitosti

Podle složitosti příslušné činnosti dělíme dovednosti na:

- a) jednoduché a**
- b) komplexní.**

Jednoduché dovednosti jsou většinou dílčí součásti jedné nebo i více komplexních dovedností. *Např. komplexní dovednost řešit úlohy na skládání sil může zahrnovat řadu dílčích, jednoduchých dovedností: změřit velikost síly pomocí siloměru, znázorňovat sílu pomocí orientované úsečky, graficky určit výslednici rovnoběžných sil, graficky určit výslednici různoběžných sil, převádět jednotky fyzikálních veličin apod.* To, že žák ovládá všechny dílčí dovednosti, však ještě neznamená, že je schopen uplatnit dovednost komplexní. K tomu je třeba, aby byl během vyučování systematicky veden k řešení komplexních úloh, které vyžadují současné použití nových i dříve osvojených dovedností.

2.3.2.3 Druhy dovedností podle charakteru převažující činnosti

Podle charakteru převažující činnosti rozeznáváme dovednosti:

- a) myšlenkové (rozumové, intelektuální),**
- b) motorické (pohybové, manipulační),**
- c) psychomotorické,**
- d) komunikační a sociální.**

Ad a) Rozumové dovednosti si žák osvojuje během teoretické části výuky nebo na základě prováděného experimentu či pozorovaného jevu. Jejich osvojení má být založeno na myšlenkové aktivitě žáků, na analýze, syntéze, náležité diferenciaci jevů, na abstrakci a zobecňování (Skalková 1999). Patří mezi ně např. *odvozování fyzikálního zákona, pozorování, popisování a analyzování fyzikálního jevu, nalézání jeho zákonitostí apod.*

Ad b) Pohybové dovednosti jsou ve výuce fyziky spojeny zejména s experimentální činností žáků (při pokusech, projektech atd.). Jedná se převážně o dílčí dovednosti, které jsou ve většině případů součástí komplexnějších psychomotorických dovedností. Např. *dovednost sestavovat měřicí aparaturu, používat měřicí přístroje a rýsovací pomůcky (při tvorbě grafu) atd.*

Ad c) Jako psychomotorické označujeme takové dovednosti, které umožňují vykonávání činností vyžadujících současně spojení vjemů i pohybů, tj. činností náročných na vnímání, myšlení i pohyby. Ve výuce fyziky jsou velmi důležité, protože se vyskytují během všech *experimentálních činností žáků*.

Ad d) Dovednosti komunikační a sociální považujeme za učením získané předpoklady pro adekvátní sociální interakci a komunikaci (Skalková 2007). Začínají se utvářet již v předškolním věku a žáci je potřebují ve všech předmětech. Řadíme mezi ně dovednost *komunikovat s učitelem a mezi sebou, prezentovat své vědomosti a dovednosti, zdůvodňovat vlastní názory, účinně spolupracovat ve skupině, naslouchat a porozumět druhým, poskytovat pomoc a podporu atd.*

2.3.2.4 Druhy dovedností podle počtu výukových předmětů, v nichž jsou tvořeny a aplikovány

Podle počtu výukových předmětů, v nichž jsou utvářeny a používány, rozeznáváme dovednosti:

a) jednopředmětové a

b) mezipředmětové.

Ad a) Jako jednopředmětové jsou označovány dovednosti, které se vztahují pouze k jednomu vyučovacímu předmětu, v našem případě k fyzice. Např. *dovednost měřit gravitační sílu siloměrem, skládat dvě síly stejného nebo opačného směru, experimentálně ověřit rovnováhu na páce a kladce pevné, vypočítat moment síly, změřit velikost proudu protékajícího elektrickým obvodem atd.*

Ad b) Mezipředmětovými nazýváme takové dovednosti, které jsou utvářeny nebo aplikovány ve více předmětech. Jedná se například o:

- dovednost získávat a zpracovávat informace (*učitel žákovi zadá referát o významném fyzikovi – žák si sám najde v různých knihách potřebné informace, zamyslí se nad tím, co je podstatné, a zpracuje krátký a výstižný referát*);

- poznávací dovednosti (*např. soustavné pozorování, srovnávání, rozbor a vyhodnocování*);
- dovednost používat měřicí přístroje a sestavovat měřicí aparatury;
- zapisovat naměřené údaje do tabulky, sestavovat grafy;
- slovně nebo písemně popsat postup a vyvodit závěry experimentu;
- umět aplikovat získané vědomosti při řešení poznávacích a praktických úloh (*např. při laboratorní práci*);
- umět vyjadřovat své názory, diskutovat o nich a argumentovat (*např. zodpovídání učitelovy otázky při probírání nového učiva nebo během experimentů – Co je příčinou pozorovaného jevu? Proč pokus dopadl tak a ne jinak?*) atd.

2.3.2.5 Druhy dovedností podle míry tvořivosti

Dovednosti můžeme také třídit podle míry aplikace předložených postupů a algoritmů a tedy i podle míry tvořivosti žáků. V rámci tohoto dělení, které se týká převážně myšlenkových a psychomotorických dovedností, rozeznáváme:

a) reproduktivní a

b) produktivní dovednosti.

Ad a) Reproductivní jsou takové dovednosti, kdy žák jen aplikuje určité postupy a algoritmy, které mu byly dříve předloženy. *Např. učitel vyřeší na tabuli určitou fyzikální úlohu a potom zadá za domácí úkol nebo na písemnou práci úlohu velmi podobnou, která se liší pouze číselnými údaji nebo pozměněným slovním zadáním. Žák tedy může použít stejný postup jako v úloze, kterou s nimi řešil učitel.*

Ad b) Jako produktivní označujeme takové dovednosti, které vyžadují aplikaci principů, strategií, hledání vhodných postupů a vědomé plánování operace (Švec 1998). *Např. řešit problémovou úlohu, která obsahuje něco, co je pro žáka nové a neznámé a na jejíž řešení musí žák vyvinout tvořivou myšlenkovou aktivitu.*

Otázkou zůstává, které z těchto dovedností by měly ve výuce převládat. Při převaze úloh zaměřených na reproduktivní dovednosti hrozí nebezpečí, že se žáci naučí „nazpaměť“ postupy jednotlivých úloh, bez samotného porozumění. To by znamenalo, že budou schopni řešit jen takové úlohy, které mohou zařadit do nějaké skupiny, pro niž mají naučený charakteristický postup řešení. Nebudou však schopni provádět rozbor úlohy, myšlenkově zpracovat vztahy řešení, objevovat různé přístupy a různá řešení. Při

zadání úlohy vyčerpají veškerý myšlenkový potenciál na dovednost určit, kam úloha patří – tzn. zařadit úlohu do určité skupiny s naučeným postupem. Experiment, schopnost „postavit se“ k řešení úlohy, přemýšlet nad různými způsoby řešení nebo hledat takový způsob řešení, který je pro danou úlohu nejvhodnější, by jim byl zřejmě cizí. Navíc lze předpokládat, že v budoucím zaměstnání i v běžném životě se budou žáci setkávat převážně s problémovými úlohami, které budou vyžadovat tvořivý přístup a tvořivé řešení.

Naproti tomu při zavádění pouze produktivních úloh do výuky se nabízí celá řada otázek typu: „*Smí učitel zadávat do písemných prací takové úlohy, které s žáky přímo neprocvíčí?*“ Tzn., neměli by být žáci zkoušeni a hodnoceni pouze za to, co je naučí během vyučování? „*Smí učitel zadávat takové úlohy jako domácí úkol?*“ Nehrozí zde nebezpečí, že žáci nebudou vědět jak danou úlohu řešit a úlohy za ně budou řešit rodiče, starší sourozenci, případně celé příbuzenstvo? Má potom taková domácí úloha vůbec smysl? Je pro žáka přínosem, nebo je spíše jen přidáváním starostí rodičům?

Odpovědi na tyto otázky nejsou lehké ani jednoznačné. Každá skupina dovedností má své „pro a proti“. Při utváření jen reproduktivních dovedností můžeme z žáků vychovat takové jedince, kteří umí pracovat „jako stroje“ (zadanou úlohu zasunou do přihrádky, která má již pro tento typ úloh přichystaný odpovídající postup, jež mohou aplikovat bez složitějších myšlenkových operací). Při zadávání jen produktivních úloh hrozí nebezpečí (zejména u slabších žáků), že se žáci nejenom nenaučí produktivním dovednostem, ale že nebudou umět ani aplikovat charakteristické myšlenkové postupy.

Z této úvahy plyne důležitost způsobu utváření produktivních dovedností. Ve vyučování by se měly tedy objevovat úlohy obou typů. Důležité však je, aby přechod mezi nimi byl co nejplynulejší, tzn. náročnost úloh zvyšovat pozvolna a po malých krocích. Rovněž je nutné uvědomit si, že ne všichni žáci jsou nadáni na to, aby dokázali sami produktivně vytvářet postupy řešení.

2.4 Postavení dovedností v RVP ZV

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (dále RVP ZV) vychází z nové strategie vzdělávání, která zdůrazňuje klíčové kompetence, jejich provázanost se

vzdělávacím obsahem a uplatnění získaných vědomostí a dovedností v praktickém životě. Proto se dovednosti v jeho cílech dostávají do popředí a je na ně kladen velký důraz. Vyskytují se zde nejenom jako důležitá součást očekávaných výstupů z jednotlivých vzdělávacích oborů a ve formě mezipředmětových dovedností vymezených v rámci vzdělávacích oblastí, ale také jako součást klíčových kompetencí, obecných cílů a průřezových témat.

Zaměříme-li pozornost na vzdělávací obor *Fyzika*, pak nacházíme celou řadu dovedností, které si mají žáci na základě probíraného učiva osvojit. Například pro tematický okruh *Pohyb těles, síly* jsou to následující dovednosti: *rozpoznat, jaký druh pohybu těleso koná vzhledem k jinému tělesu, řešit problémy a úlohy využívající vztah mezi rychlostí, dráhou a časem u rovnoměrného pohybu těles, měřit velikost působící síly, určit v konkrétní situaci druhy sil působících na těleso, jejich velikost, směry a výslednici, aplikovat poznatky o otáčivých účincích síly při řešení praktických problémů apod.* (RVP ZV 2007).

Dále v očekávaných výstupech nacházíme mezipředmětové přírodovědné dovednosti vymezené pro vzdělávací oblast Člověk a příroda, mezi něž patří zejména *dovednost pozorovat, experimentovat, měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky a vyvozovat z nich závěry, zkoumat příčiny přírodních procesů, vztahy mezi nimi, klást si otázky a hledat na ně odpovědi, vysvětlovat pozorované jevy atd.* (RVP ZV 2007).

Zaměříme-li se na jednotlivé klíčové kompetence, chápané jako „*souhrn vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot důležitých pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti*“ (RVP ZV 2007, s. 12), nalezneme například tyto dovednosti (Vaculová 2007):

- Kompetence k učení – *dovednost využívat vhodné způsoby, metody a strategie, plánovat, organizovat a řídit vlastní učení, vyhledávat a třídit informace, uvádět věci do souvislostí, samostatně pozorovat a experimentovat, kriticky hodnotit výsledky svého učení apod.*
- Kompetence k řešení problémů – *dovednost vnímat nejrůznější problémové situace, rozpoznat a pochopit problém, naplánovat způsob řešení problémů, využívat získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant*

řešení, samostatně řešit problémy, ověřovat prakticky správnost řešení problémů, kriticky myslet apod.

- Kompetence komunikativní – *dovednost formulovat a vyjadřovat své myšlenky a názory v logickém sledu, zapojovat se do diskuse, obhajovat svůj názor a vhodně argumentovat, využívat informační a komunikační prostředky a technologie atd.*
- Kompetence sociální a personální – *dovednost účinně spolupracovat ve skupině, čerpat poučení z toho, co druzí lidé říkají a dělají, ovládat a řídit svoje jednání a chování atd.*

Učitelé hrají při realizaci RVP ZV v podobě tvorby školních vzdělávacích programů (dále ŠVP) zásadní roli. Záleží především na nich, co a jakým způsobem budou žáci umět a znát. Na tuto skutečnost upozorňuje rovněž J. Skalková, která uvádí: „Na učiteli zůstávají otázky, jako: jak vybrat to nejpodstatnější, co je základním a rozšiřujícím učivem, jak budu rozvíjet určité obecné principy, ideje, dovednosti,...“, „Jak budu uvádět dekontextualizovaný obsah do souvislostí životních, spojovat je se zkušenostmi a samostatnými činnostmi žáků různého věku, ...“ (Skalková 2004, s. 152). Proto by učitelé měli mít poměrně přesnou představu o tom, co je to dovednost, jaké je její postavení v RVP ZV, jak se dovednosti utváří a jaké etapy je třeba při jejich osvojování dodržovat. Metodických publikací, které se zabývají dovednostmi a způsobem jejich utváření je bohužel málo a ještě méně jich nabízí učitelům konkrétní návody, jak u žáků regulovat proces utváření dovedností. Téměř zcela chybí projekce této problematiky do oborových didaktik, tedy i do didaktiky fyziky. Proto bychom chtěli prostřednictvím této práce a zejména pak jejích výstupů alespoň částečně zmírnit či odstranit tyto nedostatky.

3 OSVOJOVÁNÍ DOVEDNOSTÍ

Tato kapitola je zaměřena na proces osvojování dovedností. V úvodu srovnáváme pojetí tohoto procesu v minulosti a v dnešní době. Následně pak uvádíme rozdělení procesu osvojování dovedností na několik etap, a to podle různých autorů, a poté přikládáme vlastní pohled na tuto problematiku. V další části pak uvádíme, jak by měla vypadat regulace osvojování dovedností ze strany učitele, která by měla postupně přecházet v autoregulaci žáka, a poukazujeme na důležitost správné motivace žáků, jejich aktivity a samostatné práce. V neposlední řadě pak uvádíme základní znaky osvojených dovedností.

3.1 Proces osvojování dovedností

Ve starší literatuře se někdy vysvětluje pojem osvojování dovedností jako pouhé mechanické opakování, trénink nebo dokonce i dril. Bohužel toto pojetí osvojování dovedností často přetrvává i v dnešní době. Přitom se na základě výzkumů stále více vyvrací názor, že úroveň (kvalita) dovedností je přímo závislá na době procvičování příslušné činnosti. Naopak se dokazuje, že mnohem důležitější, než počet opakování, je pochopení, ke kterému dochází na základě žákových zkušeností, vytvářených v situacích, ve kterých se žák ocitne a musí se s nimi úspěšně vypořádat (Švec 1998). Tyto situace buď vytváří učitel (zadáva úlohy a problémy), nebo se do nich dostává žák při různých příležitostech ve škole i mimo školu. Také N. F. Talyzinová uvádí, že bez problémů a bez úloh nelze dosáhnout osvojení dovedností (1988). Proces učení je efektivnější, je-li nové vědění začleňováno do souvislostí, které mají smysl a které vzbuzují poznávací potřeby a zájmy žáků (Skalková 1995).

Z výzkumných zjištění vyplývá, že pravděpodobnost osvojení obecných dovedností i dovedností vztahujících se k dílčím předmětům ve formě umožňující jejich pozdější použití v životě výrazně zvýšíme tím, že je žákům předkládáme jako strategie, které záměrně a uvážlivě volíme, a při jejichž používání uplatňujeme metakognitivní kontrolu a autoregulaci. Tento přístup však vyžaduje komplexní vyučování kladoucí důraz jak na deklarativní znalosti (vědět, co je třeba udělat), tak na procedurální znalosti (vědět, jak to udělat) i na kontextové znalosti (vědět, kdy a kde, za jakých podmínek to udělat), (Mezinárodní akademie vzdělávání / UNESCO 2005).

3.2 Etapy procesu osvojování dovedností

Osvojování dovedností je složitý proces, který můžeme rozdělit do několika etap. Různí autoři se ve výčtu etap i v jejich výkladu liší, a proto pro srovnání nabízíme rozdělení procesu osvojování dovedností od několika autorů (Švec 1998, s. 31-33, částečně pozměněno).

3.2.1 Rozdělení podle J. R. Andersona

Model utváření dovedností podle J. R. Andersona se týká především dovedností rozumových, které si žáci osvojují v matematice, fyzice, chemii, technických předmětech atd.:

- V **deklarativní etapě** si žáci osvojují nebo aktualizují fakta, která potřebují pro řešení problému, tj. k osvojení určité dovednosti. Tato fakta mají žáci v paměti ve formě tvrzení a pravidel. Při řešení úlohy nebo problému si je doplňují studiem literatury nebo konzultací s učitelem.
- V **etapě sestavení znalostí pro řešení problému** si žáci uspořádají shromážděné znalosti podle logiky řešení problému a sestaví si strategii vlastního řešení.
- Během **procedurální etapy** jsou navržené strategie řešení transformovány do souboru procedur, které mohou být aplikovány více či méně automaticky.

3.2.2 Rozdělení podle J. P. Gal'perina

Rozdělení podle J. P. Gal'perina je podrobnější, neboť obsahuje šest základních etap:

- **Etapa motivační**

- jejím smyslem je vzbudit zájem žáků a aktualizovat jejich poznávací potřeby.

- **Etapa orientace v osvojované činnosti**

- v této etapě se žák seznamuje s úkolem, jehož řešení znamená realizaci a postup činnosti, kterou si bude osvojovat, jejím charakterem a strukturou.

- **Etapa materiální nebo materializované činnosti**

- žáci pracují s předměty nebo s jejich trojrozměrnými modely, schémata, tabulkami, grafy apod.

- **Etapa vnější řečové činnosti**

- žáci provádějí operace prostřednictvím hlasité řeči (např. nahlas popisují operace, které dříve prováděli s předměty nebo jejich zobrazeními).

- **Etapa vnitřní řeči**

- žák přestává mluvit nahlas a své operace si promýšlí v duchu. Výsledky může žák vyjadřovat písemně nebo graficky.

- **Etapa rozumové činnosti**

- žák již samostatně řeší aplikační úlohy.

K tomuto rozdělení se přiklání také N. F. Talyzinová (1988), přičemž zdůrazňuje zejména nutnost přítomnosti prvních dvou etap. Uvádí, že jestliže se žák učit nechce, ničemu ho nelze naučit. To znamená, že žák musí mít motiv učení. Neméně důležitá je dokonalá a jasná orientace žáků v osvojované činnosti. Nedostatečná orientace může podle N. F. Talyzinové způsobit, že žák nebude přistupovat k osvojování učiva se zájmem. Proto doporučuje učit žáky samostatně vydělovat orientační body nutné k úspěšnému zvládnutí dané činnosti. Toto vyčleňování zobecněných orientačních bodů má umožnit řešit poměrně širokou škálu učebních úloh. Dále uvádí, že není nutné vždy striktně dodržovat všechny etapy (např. když žáci již disponují potřebnými výchozími vědomostmi a dovednostmi, může se přeskočit přímo do etapy rozumové činnosti).

3.2.3 Rozdělení podle J. Linharta

Na důležitost orientační etapy upozorňuje také J. Linhart, který rozlišuje čtyři fáze učení vědomostem a dovednostem (1982):

- **Orientační fáze**

Žák se setkává s něčím novým, s nějakou překážkou nebo problémem, které má vyřešit a s nimiž se má vyrovnat. Žák tedy získává potřebné informace, tvoří si nezbytný orientační základ pro další fázi. Přitom je důležité zjistit počáteční stav žáka, tj. úroveň jeho zkušeností a znalostí, neboť ten ovlivňuje další průběh a výsledky učení.

- **Fáze vytváření hypotéz**

V této fázi dospívá jedinec ke stanovení cíle, který vzniká pochopením a vymezením podstaty problémové situace. Na základě pochopení problému pak žák vytváří hypotézy.

- **Fáze verifikační**

Během této fáze dochází k vlastní práci na úkolu, která spočívá v hledání řešení a v ověřování různých možností vedoucích k cíli. Verifikační fáze je důležitá zejména k tomu, aby si žák osvojil správné a samostatné metody řešení a uvědomil si, že úspěchu lze dosáhnout především vlastní prací.

- **Fáze završující syntézy**

Poslední fází, kterou J. Linhart v procesu učení rozlišuje, je fáze završující syntézy. V této fázi žák dospívá k poznání logické struktury problému, k nalezení zobecněné strategie, metody řešení a k transferu této metody na celou třídu podobných problémů.

Dále pak J. Linhart ve své práci (1982) rozlišuje tři základní fáze utváření motorických dovedností:

- V **první fázi** se žák seznamuje s látkou a provádí celkovou orientaci v novém úkolu. Důležitou úlohu zde má zájem, motivace a postoj, neboť bez počáteční motivace a aktivace je učení bezúspěšné. Dochází k prvním pokusům žáků o provedení cviku. Přitom jsou důležité zejména tři momenty: aby žák přesně a jasně pochopil podstatu problému, aby žák postupoval podle správného programu učení, rozloženého na přirozený sled operací, a za třetí, aby žák byl při učení aktivní.
- Ve **druhé fázi** se jedná o provádění úkonu a o zkoušení a prověřování správnosti pohybů. Pohyby žák opakuje do té doby, až se vytvoří dovednost. Přitom promýšlí jednotlivé postupy, rozčleňuje úkol na části a dílčí operace, následně hledá prostředky a chybějící informace pro dosažení cíle cvičení. Také tato fáze obsahuje tři důležité momenty: vytyčení cíle a hledání postupů k jeho řešení, vybavení možných postupů, hypotéz, strategií a postupné ověřování těchto postupů zkoušením a kontrolou výsledků. Dochází tedy k upevňování dovednosti procvičováním.

- Ve **třetí fázi** dochází ke zdokonalování nově získané dovednosti a ke zvyšování výkonnosti. Současně probíhá další automatizace těch složek, které mohou probíhat mimo kontrolu vědomí.

3.2.4 Rozdělení podle J. Čápa

V průběhu osvojování senzomotorických dovedností rozlišuje J. Čáp (1993) následující fáze:

- **Fáze převážně kognitivní**

Této fázi, která je převážně kognitivní, popřípadě orientační, přípravná, přisuzuje J.Čáp klíčový význam. Uvádí, že její zanedbání ztěžuje nebo i znemožňuje další průběh osvojování senzomotorické dovednosti. Nejprve se žák orientuje v úkolu nebo v činnosti, přičemž si vytváří obrazy a plány příslušné činnosti a jejich částí. Dále dochází k prvnímu napodobování názorné ukázky a k pokusům o realizování nacvičované činnosti nebo jejich částí.

- **Počáteční vykonávání činnosti s vědomou sebekontrolou**

Druhá fáze spočívá v počátečním vykonávání činnosti s využitím získaných informací, důkladné kontroly učitelem a sebekontroly. Žák si osvojuje základy metody příslušné činnosti. Přitom je nutná správná práce s chybami a autoregulace s využitím zpětné vazby.

- **Další opakování, zdokonalování, popřípadě až do automatizace**

V této fázi dochází k dalšímu opakování činnosti. Rozdíl je v tom, že žák postupuje již samostatněji a zmenšuje se nezbytnost detailní vědomé kontroly. Vědomá kontrola a regulace se tedy soustřeďují na vybrané obtížné momenty, např. přizpůsobování průběhu činnosti proměnlivým podmínkám, výskyt překážky, problému, nepřesnost nebo chyba v činnosti.

3.2.5 Rozdělení podle V. Švece

O obecnější vymezení etap v procesu osvojování dovedností se zasloužil V. Švec. Vycházel z kognitivního přístupu k učení, zejména z teorie utváření rozumových operací, přičemž se nechal také inspirovat některými Piagetovými myšlenkami. Ve své práci (1998) rozlišuje pět základních etap:

- **Etapa motivační**

- stejně jako v předchozím rozdělení by si měl žák v této etapě uvědomit význam a potřebu osvojované dovednosti (žák je nejlépe motivován, ocitne-li se v problémové situaci).

- **Etapa orientace subjektu v osvojované dovednosti**

- žák získává informace o tom, jak vypadá rozvinutá dovednost, poznává části této dovednosti, seznamuje se s postupem její realizace (postup může být subjektu naznačen nebo sdělen zvnějšku, nebo jej může subjekt sám objevovat), dále má pochopit osvojovanou dovednost, její princip, postup řešení apod.

- **Etapa „krystalizace“ nové dovednosti**

- vytváří se nový způsob orientace, kvalitativně se odlišující od předchozího (zkracuje se množství informací potřebných k řešení úlohy nebo problému, vytváří se nový soubor kritérií sebekontroly), žák si začíná zřetelněji uvědomovat strukturu osvojované dovednosti i postup její realizace (uvědomuje si omyly a poznává obtížnější prvky dovednosti).

- **Etapa dotváření dovednosti a její začleňování do širšího kontextuálního rámce**

- žák si uvědomuje nejenom to, co a jak dělá, ale i to, jak pracovat efektivněji, kontroluje kvalitu osvojované dovednosti i její vztah k dříve osvojeným dovednostem. Tím se dovednost stává pružnější – začíná fungovat v kontextu.

- **Etapa integrační**

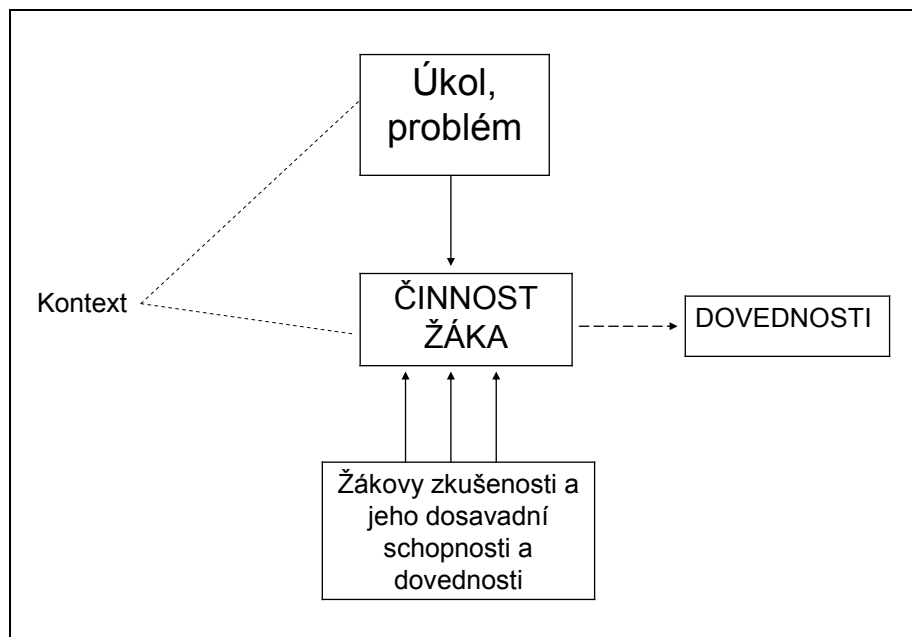
- dochází k začlenění nové dovednosti do struktury dříve osvojených dovedností, čímž se mění nejenom charakter nové dovednosti, ale i charakter dovednostní struktury, v níž je začleněna.

Na základě známých rozdělení procesu utváření dovedností na jednotlivé etapy rozlišují J. Maňák a V. Švec (2003) několik klíčových momentů tohoto procesu. Jsou to:

- **Aktualizace schopností a zkušeností žáka** v dané situaci, při setkání s úlohou, problémem; zájem tento problém řešit; potřeba vyrovnat se s problémovou situací.

- **Orientace** v situaci, úloze, problému.
- **Aktivní hledání řešení** – užší kontakt s problémem, experimentování – krystalizace dovedností.
- **Variace podmínek** pro širší uplatnění dovednosti.
- **Přenos dovednosti** do nových situací.

Osvojování dovedností pak dále znázorňují pomocí zjednodušeného modelu (obr. 3.1).



Obr. 3.1: Zjednodušený model utváření dovedností (Maňák, Švec 2003, s. 95)

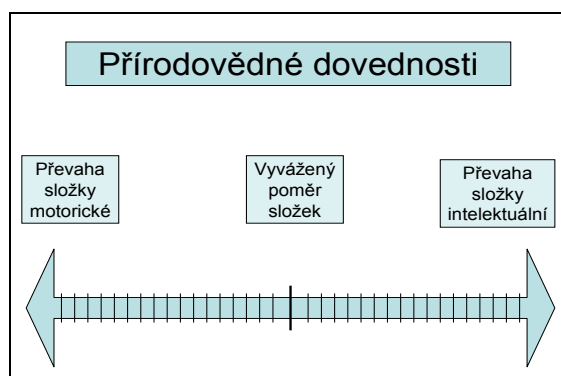
3.2.6 Srovnání jednotlivých rozdělení a jejich aplikace na přírodovědné dovednosti

Srovnáme-li všechna výše uvedená rozdělení procesu osvojování dovedností, zjistíme, že mají některé znaky společné a jiné rozdílné. Co se týká shodných znaků, všichni výše zmínění autoři upozorňují na nutnost přítomnosti etapy orientace subjektu v osvojované dovednosti. Tato orientace má zahrnovat jak získání potřebných informací (např. z učitelova výkladu, konzultací s učitelem, studiem literatury apod.) a seznámení s úkolem (problémem), tak jeho pochopení, poznání částí dovednosti, porozumění jejímu principu a postupu realizace. Většina autorů také poukazuje na důležitost motivace, aplikace a patřičného zobecnění osvojované dovednosti.

Rozdílnost spočívá zejména v přítomnosti nebo naopak v nepřítomnosti etap materiální činnosti, vnější řečové činnosti a vnitřní řeči. Porovnáme-li například rozdělení etap získávání dovedností podle J. P. Gal'perina a podle V. Švece, vidíme, že

první dvě etapy jsou u obou rozdělení stejné. V dalších etapách se však autoři liší. Zatímco v prvním rozdělení před etapou rozumové činnosti předchází ještě etapy, kdy žák pracuje s modelem nebo schématy, nahlas popisuje prováděné operace a teprve potom dochází k vnitřní řeči, ve druhém rozdělení tyto etapy uvedeny nejsou. Místo nich se u žáka zkracuje množství potřebných informací, žák si uvědomuje nejen postup, ale i to, jak pracovat efektivněji, sám kontroluje kvalitu získané dovednosti, uvědomuje si vztah ke dříve osvojeným dovednostem a novou dovednost do nich začleňuje. Na základě tohoto srovnání můžeme usoudit, že první z uvedených rozdělení je vhodné spíše pro osvojování motorických dovedností, a to zejména u mladších žáků (na prvním stupni základní školy), zatímco druhé rozdělení je vhodné spíše pro osvojování intelektuálních, případně senzomotorických dovedností a vyžaduje od žáků hlubší uvažování (podobně je tomu u rozdělení podle Andersona).

Důležitým ukazatelem způsobu osvojování dovednosti je tedy její druh. Rozdílné druhy dovedností potřebují rozdílné způsoby osvojování. Na základě tohoto faktu považujeme za účelné brát při vymezování jednotlivých etap v úvahu druh převažující složky dovednosti. Vycházíme totiž z předpokladu, že velká část dovedností (zejména pak dovedností uplatňovaných v přírodovědných předmětech) obsahuje jak intelektuální (rozumovou) složku, tak motorickou složku (v literatuře jsou takové dovednosti označovány jako psychomotorické). Záleží však na vzájemném poměru těchto složek (obr. 3.2).



Obr. 3.2: Složky dovedností

Jiný postup budeme volit při osvojování dovedností s převahou intelektuální složky a jiný u dovedností s převahou složky motorické. Nejedná se však o dva ohraničené způsoby osvojování dovedností, ale o jeden způsob, který se pozvolna mění v závislosti na převaze jednotlivých složek.

Na základě této úvahy a všech výše uvedených rozdělení jsme se pokusili o stručné vymezení základních kroků, které by se měly vyskytovat v jednotlivých etapách¹ procesu osvojování s ohledem na druh převažující složky dovednosti (tab. 3.1).

Přírodovědná dovednost		Převaha složky motorické ←	→ Převaha složky intelektuální
E T A P Y O S V O J O V Á N Í	1 Motivační	Vzbudit zájem žáků o provádění osvojované činnosti a poskytnout žákovi ukázky možného využití v praxi a v běžném životě.	Vzbudit zájem žáků o novou dovednost, aktualizovat jejich poznávací potřeby; poukázat na potřebnost v praxi a v běžném životě.
	2 Orientační	Seznámení s principem a podmínkami prováděné činnosti; předvedení činnosti metodou instruktáže; osvojování správného postupu provádění činnosti.	Získání potřebných informací; aktualizace potřebných dříve osvojených vědomostí a dovedností; pochopení nové dovednosti, jejího principu a postupu realizace.
	3 Krystalizační	První pokusy žáků o provádění činnosti s využitím získaných informací; kontrola a regulace ze strany učitele, sebekontrola.	Řešení jednoduchých úkolů, ve kterých se nová dovednost vyskytuje, s využitím informací získaných během orientační etapy; kontrola, sebekontrola.
	4 Dotvářecí	Opakování činnosti; zvýšení rychlosti a přesnosti; autoregulace; snížení potřeby detailní vědomé kontroly; automatizace určitých částí dovednosti.	Řešení složitějších a problémových úloh; zefektivnění práce; zlepšení vlastní kontroly; překonávání různých překážek; hledání nových souvislostí.
	5 Integrační	Začleňování nové dovednosti do dovedností struktury; náročnější aplikační úlohy vyžadující komplexnější činnost.	Začleňování nové dovednosti do dovedností struktury; řešení úloh komplexnějších, mezipředmětových, aplikačních a úloh projektového typu.

Tab. 3.1: Model utváření dovedností s ohledem na její převažující složku

V další části textu popisujeme podrobněji pouze etapy osvojování dovedností s převahou složky intelektuální (aplikované na výuku fyziky – konkrétně na osvojování dovednosti měření objemu), které tvoří podstatně větší část přírodovědných dovedností, než dovednosti s převahou složky motorické, a na něž se zaměřujeme i během níže popisovaného výzkumu (kap. 5). Podkladem nám byla výše uvedená rozdělení, především pak rozdělení podle V. Švece (1998).

3.2.6.1 Motivační etapa

Tato etapa spočívá v dostatečné motivaci žáka pro danou dovednost. Žáky bychom měli přesvědčit o tom, že je pro ně získání nové dovednosti důležité a potřebné, a to nejenom ve škole, ale i v běžném životě. Řadíme ji na úvod procesu osvojování dovedností, abychom zájem žáků upoutali již od samého počátku. Nesmíme však zapomínat ani na motivaci průběžnou, která by měla být součástí všech následujících

¹ Názvy etap jsme převzali z rozdělení podle V. Švece (1998).

etap. Mezi faktory působící na míru motivace, které může učitel během výuky ovlivňovat, řadíme (Hunterová 1999, upraveno):

- míru nejistoty – mírnou úroveň nejistoty jedinec nezbytně potřebuje k tomu, aby projevil úsilí; pokud by však znepokojení bylo příliš vysoké, mohla by být potřebná energie odčerpána na zvládnutí starostí;
- průvodní pocity – jak se žák cítí v určité situaci, se projeví na míře úsilí, které je ochoten vyvinout při učení;
- pocity úspěšnosti – je-li úkol příliš jednoduchý a nevyžaduje-li téměř žádnou námahu, mají žáci jen slabý pocit úspěchu a nemají zájem pokračovat; naopak pokud je úkol pro žáka příliš obtížný, dopředu očekává neúspěch a ztrácí motivaci;
- zájem o novou dovednost – můžeme zvyšovat přiblížením učiva k životu žáka (použitím příkladů ze života žáků nebo jejich zážitků ze třídy) nebo zdůrazněním originality a neobvyklosti učiva (zde se uplatní úlohy zajímavé a překvapivé, při kterých je výsledek úplně jiný, než bychom předpokládali);
- znalosti výsledků vlastní práce – zjistí-li žáci, co dělají dobře, co je zapotřebí zlepšit, jak se mají zlepšit a vnukneme-li jim pocit, že jsou schopni se zlepšit, pak jsou motivováni se o to pokusit;
- vnitřní motivaci (uspokojení z učení je žakovým prvotním cílem) a vnější motivaci (žák se učí, aby dosáhl nějaké odměny – jednička, absolvování kurzu, splnění požadavku apod. – nebo aby se vyhnul trestu).

Ukázka motivační úlohy: Ve kterých zaměstnáních lidé potřebují umět měřit objem? Uveď příklady konkrétních situací a použitých měřidel.

Poznámka k řešení: Při této úloze můžeme nechat děti pracovat ve skupinkách a soutěžit, která skupinka vymyslí nejvíce odpovědí. Na konec všechny nápady společně probereme. Zjistíme, že zaměstnání, ve kterých lidé tuto dovednost potřebují je opravdu hodně a děti si uvědomí důležitost správného osvojení této dovednosti.

3.2.6.2 Orientační etapa

Aby si žák mohl osvojit danou dovednost, musí získat potřebné vědomosti, dílčí dovednosti a návyky. Vědomosti potřebné pro osvojení dovednosti měřit objem jsou např. znalost jednotek objemu a vztahů mezi nimi, znalost postupu měření objemu atd. Smyslová a motorická složka dovednosti je obvykle orientována pomocí metody instruktáže, která představuje slovní (ústní či písemnou) informaci spojenou s informací

obrazovou (Mojžíšek 1988, Maňák 2001, Vališová, Kasíková a kol. 2007). *Při měření objemu jde např. o návyk manipulace s odměrným válcem, jeho umístění, odečítání naměřených hodnot, atd.* Při utváření těchto návyků v dané dovednosti je výhodné použít hlasitý slovní doprovod při praktické manipulaci s předměty. V další fázi je pak efektivní vnitřní řeč spjatá s manipulací a v závěrečné fázi pak vnitřní řeč spjatá s myšlenkovou manipulací (představou realizace manipulace).

Získaným informacím musí však žák během orientační a krystalizační etapy dostatečně porozumět, aby z nich mohl budovat složitější pojmy a pravidla. Nedostatek porozumění vyjde najevo, když žáky v dalších etapách vyzveme, aby na základě těchto informací vyřešili problém, učinili závěry nebo zformulovali novou hypotézu. Jedním ze způsobů, kterým můžeme ověřit, jestli žáci rozumějí informaci, kterou získali, je, jak uvádí M. Hunterová (1999), nechat je říci tuto informaci vlastními slovy namísto toho, aby si vzpomínali, co četli nebo slyšeli. Dále doporučuje, nechat je uvést příklad pojmu nebo pravidla, kterému se učí. Teprve když si žák informace nejen vybavuje, ale také je chápe, stávají se užitečnými pro budoucí řešení problémů nebo pro rozhodování a zvyšování tvořivosti. Složitější dovednosti je dobré rozdělit na několik dílčích dovedností a každou z nich probírat nejprve samostatně. Pak by měly být jednotlivé dovednosti správně procvičovány a teprve poté na sebe napojeny (Petty 2008).

3.2.6.3 Krystalizační etapa

Během krystalizační etapy dochází k procvičování dílčích dovedností, které jsou součástí nové dovednosti, i k prvním pokusům žáků o provádění správného postupu dovednosti a o řešení úloh, v nichž se nová dovednost uplatňuje. Úlohy mají být jednoduché, spíše reproduktivní povahy. Díky dostatečnému procvičení získává žák potřebnou jistotu, která mu v dalších etapách umožní pokoušet se i o řešení složitějších a problémových úloh. Učitel tedy musí žákům zadávat úlohy k samostatnému řešení, ale současně jim poskytnout pomoc, pokud ji potřebují. Významnou roli zde hraje funkce zpětné vazby. Učitel musí pravidelně kontrolovat, zda žáci postupují při provádění osvojované dovednosti a při řešení úloh na její využití správně. Nestačí tedy kontrolovat pouze výsledek úlohy – i špatnou cestou se dá dojít ke správnému výsledku – ale také postup řešení úlohy. Pro dostatečnou motivaci i pro úspěšnost studia je nutná včasná kontrola, a to pokaždé, kdy ji žák potřebuje. Pokud se ukáže, že má žák při řešení úloh potíže, vrací se do orientační etapy, kde probíhá doučení těch vědomostí, dílčích

dovedností a návyků, které nebyly osvojeny dostatečně. Teprve potom se žák vrací k řešení úloh vymezených pro etapu krystalizační. Přitom platí, že při kontrole řešení by se měl postupně zvyšovat podíl žáka.

Ukázky úloh: převádění jednotek objemu, výpočet velikosti jednoho dílku stupnice odměrného válce, měření objemu určitého množství kapaliny, měření objemu pevného tělesa pomocí odměrného válce aj.

3.2.6.4 Dotvářecí etapa

Dovednost se stává užitečnou až v momentě, kdy je žák schopný ji aplikovat na novou situaci. V této etapě by tedy mělo docházet k postupnému zvládnutí tvořivého řešení složitějších a problémových úloh s využitím získaných vědomostí, návyků a dovedností získaných v předešlých etapách. Vynechání této etapy má za následek, že se žák naučí řešit pouze jednoduché reproduktivní úlohy podle předem daných postupů a v okamžiku, kdy se v úloze objeví nějaká komplikace, se kterou se ještě nesetkal, vzdává její řešení. Naučí se tedy řešit jen uměle navozené „školní úlohy“ a problémové situace tak, jak se vyskytují v běžném životě, nezvládá. O problémových úlohách více pojednáváme v kapitole 3.5.4.

Ukázky úloh: určit objem pevného tělesa, které se nevejde do odměrného válce; zjistit objem jedné kapky vody, nebo jednoho olověného broku apod.

3.2.6.5 Integrační etapa

Spočívá v zařazení dovednosti do celého komplexu dříve osvojených dovedností nebo do kompetence žáka. V běžném životě se většinou nesetkáváme se situacemi, které by se daly vyřešit pouze aplikací jedné dovednosti. Většinou se jedná o celý komplex dovedností, které se navzájem prolínají a které musíme sami rozpoznat a správně použít. Na takové situace je nutné žáky připravovat již během školní docházky. Proto bychom je měli vést nejenom k řešení úloh využívajících pouze právě osvojenou dovednost, ale také k řešení úloh komplexních, a to jak mezipředmětových, tak praktických úloh z domácnosti a projektů. Díky řešení těchto komplexních aplikačních úloh se také dovednost stává trvalejší, neboť se žákům snadněji vybaví, ocitnou-li se v budoucnu v podobné situaci.

Projekt: Čištění zubů.

Až si budeš čistit zuby, zjisti objem vody, která oteče do odpadu, necháš-li po celou dobu čištění zubů vodu téci. Optimální doba doporučená stomatology na čištění zubů je 2 min, proto při pokusu tuto dobu dodrž. Vypočítej, kolik vody by takto spotřebovala čtyřčlenná rodina za rok, čistí-li si každý zuby dvakrát za den. Zjisti cenu takto spotřebované vody. Uvidíš, jaké množství vody zbytečně vyteče. A přitom by při čištění zubů stačilo pokaždé použít jen kelímek vody na vypláchnutí ústní dutiny.

Zamyslíme-li se nad otázkou, která z uvedených etap je pro správné osvojení dovednosti nejdůležitější, těžko nalezneme jednoznačnou odpověď. Poslední dvě etapy jsou nezbytné k tomu, aby žák uměl získané dovednosti využívat ve skutečných problémových situacích, ve kterých se bude v budoucím životě ocitat. Těžko bychom se však mohli k těmto etapám dopracovat, pokud bychom vynechali etapu orientační a krystalizační, které nám mají zaručit nejenom dostatečnou informační základnu pro osvojování nové dovednosti, ale také zvládání potřebných návyků a dílčích dovedností a především pak porozumění dovednosti a základnímu postupu jejího provozování.

Pokud bychom však během celého procesu žáky dostatečně nemotivovali, pak by zřejmě k osvojení dovednosti vůbec nedošlo a pokud ano, dá se předpokládat, že by nebylo trvalé. Tato úvaha nás vede k uvědomění si důležitosti přítomnosti všech uvedených etap ve vyučování k tomu, aby došlo ke správnému a trvalému osvojení dovednosti, využitelnému v budoucím zaměstnání i v běžném životě.

3.3 Regulace procesu osvojování dovedností

V průběhu osvojování dovedností učitel pomocí různých výukových metod, forem výuky a učebních pomůcek působí na žáky a kontroluje, zda osvojování probíhá správně. V opačném případě má do tohoto procesu zasahovat a vhodnými podněty navést žáka správným směrem. Toto působení, kontrolování a ovlivňování ze strany učitele je nazýváno regulací procesu osvojování dovedností. Regulace však nezačíná samotným osvojováním dovednosti, ale již přípravou na tento proces a stanovením jeho cílů. Proto je dobré vymezit si několik základních fází, které bychom neměli opomenout (Talyzinová 1992, s. 27, částečně upraveno):

a) diagnostika vstupního stavu

Učitel by měl zjistit, zda žáci disponují všemi vědomostmi a dovednostmi, které jsou pro správné osvojování nové dovednosti důležité, dále zjišťuje návyky, postoje a další stránky osobnosti žáků.

b) vymezení cílů

Učitel by si měl dopředu vymezit cíle, kterých mají žáci při osvojování dovedností dosáhnout. Tyto cíle by měly mít takovou podobu, aby učitel mohl

zpětně posoudit, v jaké míře bylo cíle dosaženo. Dále by si měl vymezit postup, jakým má být cíl dosažen, a prostředky, které se mají použít k jeho realizaci. Důležité také je, určit minimální úroveň výkonu, o kterém lze ještě prohlásit, že vyhovuje požadavku splnění cíle.

c) vytvoření programu regulace

Tento program učitel sestavuje na základě jednotlivých etap procesu osvojování dovedností, uvedených v předcházející kapitole, výsledků vstupní diagnostiky a vymezených cílů vyučování. Program je vlastně souborem rozhodnutí, jak bude učitel na žáka v jednotlivých etapách působit, tzn. jaké metody, formy výuky a učební pomůcky použije.

d) realizace programu regulace

Učitel používá zvolené nástroje a metody, objasňuje žákům význam dovedností, uvádí situace, ve kterých se dovednost uplatňuje, předvádí dovednost a její postup, navozuje problémové situace, podněcuje žáky, aby si uvědomili, kterými vědomostmi a dovednostmi disponují a zamysleli se nad jejich využitím. Dále učitel získává od žáků zpětnovazební informace, informuje je o kvalitě jejich výkonu, podněcuje je k dalším výkonům, dohlíží na správné provádění činnosti, diagnostikuje žakovy chyby a reaguje na nepřesný nebo chybný výkon žáků.

Při regulaci procesu osvojování dovedností by měl učitel žáky podněcovat k autoregulaci jejich učení. A to tak, že by měl pomáhat žákům volit vhodné strategie učení, neklást důraz jen na výsledky procesu osvojování dovedností, ale také na jeho průběh, neměl by se soustřeďovat jenom na to, co se žáci naučí, ale také na to, jak to na ně působí, jaký k tomu mají vztah a jak proces osvojování dovedností prožívají. Učitel by měl také žákům pomáhat uvědomit si, které z osvojených vědomostí a dovedností mohou na utváření nové dovednosti použít a jak mají novou dovednost začlenit do kontextu dovedností získaných dříve. Dále by měl vést žáky k odpovědnosti za své výsledky a ke vzájemné spolupráci.

Během celé regulace bychom neměli také zapomínat na dodržování didaktických zásad, pravidel a principů. Proto některé z nich, v literatuře i v praxi často zdůrazňované, uvádíme níže s krátkým komentářem ve vztahu k dovednostem:

- Dostatečná motivace a uvědomělost žáků

Správné osvojení dovednosti se neobejde bez dostatečné motivace (Trna, Trnová, Vaculová, Novák 2009). Především na učiteli a na rodičích závisí, zda bude osvojení nové dovednosti dosahováno pouze motivací vnější (např. snaha dosáhnout slíbené odměny, strach s trestu, potřeba uznání spolužáků apod.) nebo zda žáci budou poháněni vnitřní motivací (tj. potřebou poznávat a odhalovat stále něco nového) (Maňák 2001). Oba druhy motivace mohou vést k dobrým výsledkům žáků, vnitřní motivace by však měla vždy převažovat nad vnější. Žák si musí uvědomovat smysluplnost dovednosti a její potřebnost v dalším studiu a v běžném životě. Vhodně motivovat můžeme například používáním zajímavých a překvapivých pokusů, problémů a paradoxů.

- Zásada aktivity

Utváření dovedností probíhá nejúčinněji prostřednictvím různých činností a situací – buď reálných nebo uměle navozených, především pak v podobě přímých poznávacích činností žáků. To znamená, že žák se učí především tehdy, když je aktivní. Podle H. Filové (1996) činnost jako poslušné splnění předepsaného úkolu vede spíše jen k dovednosti napodobovat. Proto, jak dále uvádí, je navíc třeba vytvořit ve třídě takovou pracovní atmosféru, ve které je přirozená a žádoucí samostatnost, možnost vyjádřit vlastní názor nebo postoj a jistá míra svobody rozhodování při volbě činností. Za takových podmínek se společně s žákovskou aktivitou rozvíjí i tvořivost, schopnost řešit problémy a celkový aktivní přístup k životu. Konkrétně může k rozvoji aktivity v hodinách fyziky přispívat např. problémová a projektová výuka, žákovské experimentování, laboratorní práce, samostatné řešení úloh apod.

- Zásada spojení teorie s praxí

Tato zásada vyjadřuje požadavek, aby osvojování teoretických poznatků bylo vyváжено jejich praktickým uplatňováním (Šimoník 2003). Dále pak vyzdvihuje důležitost osvojování nové dovednosti prostřednictvím navozování reálných situací, se kterými se žáci setkávají nebo budou setkávat v běžném životě. Používání „vyumělkovaných“ a na první pohled neskutečných situací a úkolů v žácích jen podporuje myšlenku, že danou dovednost nebudou určitě nikdy potřebovat.

- Zásada individuálního přístupu k žákům

Během osvojování nové dovednosti bychom se měli snažit přistupovat ke každému žákovi individuálně, podle jeho vlastních potřeb. Znamená to, že by měl učitel

individuální zvláštnosti žáků dobře poznat a řídit učení žáků tak, aby každý z nich měl možnost pocítit radost z úspěchu (Kalhoust, Obst a kol. 2002), tzn. snažit se odstraňovat příčiny neúspěchu žáků a rozvíjet jejich nadání a schopnosti.

Zvláštní pozornost si zaslouhují zejména dvě odlišné skupiny žáků. Jako první označme skupinu žáků se speciálními vzdělávacími potřebami. Tito žáci potřebují větší péči a větší míru vedení než ostatní. Zejména při velkém počtu žáků ve třídě to však není jednoduché. Možným řešením je věnovat se těmto žákům, zatímco ostatním žákům zadáme samostatnou práci.

Druhou skupinu tvoří nadaní žáci. Jejich zájem o fyziku by měl učitel neustále rozvíjet, např. prostřednictvím atraktivních rozšiřujících úloh, poskytováním zajímavých článků o fyzice, internetových odkazů, doporučováním vhodné literatury, upozorňováním na televizní pořady s fyzikální tematikou apod. Málokdo si totiž uvědomuje, že pokud se bude nadaný žák ve fyzice často nudit, protože vysvětlované učivo pochopil mnohem dříve než ostatní, snadno získá k fyzice negativní postoj. Naopak, pokud budeme jeho nadání a zájem o fyziku rozvíjet, může se stát, že přispějeme k výchově dalšího významného fyzika, a to není malá odměna za naše zvýšené pracovní úsilí.

- Zásada vědeckosti

Při osvojování určité dovednosti u mladších žáků, se většinou snažíme tuto dovednost zjednodušit tak, aby byli schopni ji pochopit. Toto zjednodušení však nikdy nesmí být v rozporu se zásadou vědeckosti, tj. požadavkem, aby učivo předkládané žákům bylo vždy ověřené a pravdivé (Filová 2002). S tím souvisí také požadavek soustavného vzdělávání učitele ve svém oboru. U učitele fyziky je to obzvláště důležité, neboť ve fyzice dochází neustále k pokroku.

- Zásada názornosti

Tuto zásadu označoval již J. A. Komenský jako „zlaté pravidlo vyučování“ (Patočka 1958, s. 137). Vyjadřuje skutečnost, že nová dovednost má být žákům předkládána takovým způsobem, aby mohli při jejím osvojování zapojit co nejvíce smyslů. Lze toho dosáhnout používáním různých didaktických a učebních pomůcek, prováděním pokusů, pouštěním videonahrávek a zvukových záznamů, používáním interaktivních tabulí, kreslením schémat a náčrtků apod. Dodržování této zásady je nezbytné zejména u mladších žáků, neboť bez dostatečné názornosti by mohlo dojít

pouze k verbálním, formálním a nejasným znalostem žáků (Kalhoust, Obst a kol. 2002). Pozor však na přemíru názoru – mohla by vést k nedostatečnému rozvinutí abstraktního myšlení.

Mezi další důležité didaktické zásady patří např.: zásada přiměřenosti, zásada soustavnosti, zásada postupnosti, zásada cílevědomosti, zásada zpětné vazby.

V odborných předmětech se považují za žádoucí následující didaktická pravidla, jejichž dodržování může kladně ovlivnit rozvoj dovedností žáků (Drahovzal, Kilián, Kohoutek 1997): zajisti, aby žáci ve výuce odborných předmětů pracovali cílevědomě, uvědoměle a aktivně; využívej problémové výuky a dávej žákům takové úkoly, jejichž řešení vyžaduje duševní aktivitu; využívej praktického uplatnění teoretických poznatků v laboratorní práci, praxi a při exkurzi; apod.

K novějším principům pak patří zejména (Šimoník 2003):

- princip úcty a respektu k dítěti,
- princip orientace na pozitivní stránky osobnosti dítěte,
- princip bezpečí, jistoty a vstřícnosti, vytváření pozitivní sociální, emocionální a pracovní atmosféry,
- princip převahy kladného hodnocení, orientace na radost a prožitek uspokojení z úspěšné práce,
- princip spolupráce, kooperace žáků, orientace na vzájemnou pomoc atd.

3.4 Transfer a interference

Osvojení dovedností předpokládá, že žák už má určité vědomosti a dovednosti z předchozího vyučování, které jsou základem pro nové. V opačném případě hrozí nebezpečí, že novým neporozumí, bude si je osvojovat jen s obtížemi, nebo je vůbec nezvládne. Proto je velmi důležité, aby učební látky na sebe navazovaly (např. nebudeme žáky učit, co je to hustota látky a jak se měří, když jsme jim ještě nevysvětlili, co je to hmotnost a objem tělesa). Bohužel, i když je učivo seřazeno co nejlépe, vznikají u žáků mezery ve vědomostech a v dovednostech. Důvodem je například onemocnění, absence, problémy v rodině žáka (rozvod, alkoholismus, nedostatek času na děti aj.), konflikty mezi vrstevníky, nedostatečné pochopení, procvičení a zopakování některého tématu apod. Pokud má žák takovou mezeru, nemá „na čem stavět“ a může u něho dojít k „sérii školních neúspěchů“ (Čáp 1993, s. 193).

Tomu by měl učitel předcházet pravidelným kontrolováním předchozích vědomostí a dovedností a doplněním mezer ve vzdělání žáků.

Když se žák setká s novou situací, se kterou si ještě neví rady, snaží se aktualizovat dřívější zkušenosti, poznatky, vědomosti, schopnosti a dovednosti. Žádná nová situace ale není úplně stejná jako některá z předchozích, proto k ní žák musí přistupovat aktivně a tvůrčím přístupem. Žák se tedy musí nejdříve v situaci zorientovat, uvědomit si, jakými vědomostmi a dovednostmi již disponuje a co potřebuje k tomu, aby danou situaci zvládl. Dřívější osvojená dovednost může ale působit na utváření nových dovedností nejen příznivě, ale i nepříznivě. Jestliže dříve osvojená dovednost příznivě působí na osvojování nových dovedností, nazýváme toto působení **přenos** neboli **transfer**. Může ale také nastat opačná situace, kdy předchozí dovednost může ztěžovat osvojení nové dovednosti. Tento případ označujeme termínem **záporný přenos** neboli **interference** (Čáp 1993).

J. Čáp (1993) považuje za nejdůležitější zejména dva případy interference:

- Přepřacování dovedností – např. když si žák osvojí dovednost s chybou a snaží se tuto chybu odstranit, nebo např. při změně měřících přístrojů a pomůcek ve školní fyzikální laboratoři.
- Nácvič dvou podobných činností – první nacvičená činnost jednak usnadňuje osvojení druhé (transfer), jednak zároveň vede k chybám (interference).

V souladu s J. Čápem (1993) uvádíme několik pravidel pro maximální využití transferu a odstranění interference:

- Srovnávat a dobře si uvědomovat znaky obou činností (dřívější i nové), jejich shody a rozdíly – tzn. co mám převzít z dřívější dovednosti a co ne.
- Uvědomit si, v čem je chyba a čím nahradit chybný postup – snažíme se odstranit chyby pokud možno co nejdříve a tím předejít jejich upevňování.
- Jestliže si máme osvojit dvě podobné činnosti, doporučuje se začít s nácvičkou druhé teprve tehdy, když už byla jedna dobře osvojena. Přitom musíme opět pečlivě srovnávat shody a rozdíly obou činností.

3.5 Osvojování dovedností prostřednictvím učebních úloh

Jak uvádíme výše (kap. 3.1), k pochopení osvojované dovednosti dochází především tehdy, ocitne-li se žák v problémové situaci, se kterou se musí vypořádat.

Takové situace může učitel žákům navozovat prostřednictvím různých úloh, zejména pak úloh problémových. Proto považujeme za užitečné, nahlížet na proces osvojování dovedností také z pohledu přítomnosti a druhů učebních úloh. Rovněž v literatuře se můžeme setkat v souvislosti s osvojováním dovedností s vyzdvížením významu řešení učebních úloh: „*bez problémů, bez úloh se nemůže dosáhnout osvojení vědomostí a dovedností*“ (Talyzinová 1988); „*učební úlohy jsou jedním z nejdůležitějších nástrojů řízení učení a aktivizace žáků*“ (Kalhoust, Obst 2002) apod. Přitom platí, že v každé etapě osvojování učiva plní úlohy různou funkci. V první etapě je jejich úkolem motivovat žáka, ve druhé etapě pak slouží k předvedení postupu osvojované dovednosti a v dalších etapách mají zajistit osvojování dovednosti samotnými žáky.

Abychom mohli přítomnost a druhy úloh řešených během procesu osvojování dovedností správně posoudit, musíme si nejprve vymežit pojem „učební úlohy“, poté se zamyslet nad možnými druhy úloh, z hlediska různých aspektů, a v neposlední řadě se pak zaměřit na samotný postup řešení úloh. V další části práce se pak budeme zabývat výzkumem přítomnosti, fází řešení a druhů učebních úloh v procesu osvojování dovedností (kap. 9).

3.5.1 Definice učebních úloh

Ve školní praxi se často setkáváme se zaměňováním nebo nesprávným používáním pojmů *otázky, příklady, úlohy, úkoly a problémy*. Nejobecněji bývá chápán pojem *učební úkoly*, a to jako „*činnosti organizované učitelem, které mohou probíhat s jeho malou přímou účastí nebo zcela bez ní. Patří mezi ně praktická cvičení, badatelské činnosti, řešení problémů, práce s pracovními listy, práce s počítačem, hraní rolí a diskuse v malých skupinkách.*“ (Kyriacou 1996). Pojmy *úloha* a *úkol* považujeme za synonyma a dále budeme používat pouze pojem *úloha* ve smyslu *učební úloha*.

Někdy bývají všechny tyto pojmy nazývány souhrnným pojmem *učební* (v případě fyziky pak *fyzikální*) *úlohy*. Pozornému čtenáři však jistě neunikne, že se některé z těchto pojmů vzájemně liší. Zejména zde vybočuje pojem *příklady*, který bývá s pojmem *úlohy* zaměňován nejčastěji. Jejich odlišnost spočívá především v tom, že *úloha* vyžaduje řešení, zatímco *příklad* je ukázka či vzor např. i vyřešené úlohy.

Rovněž pojmy *otázky* a *úlohy* se navzájem liší, avšak hranice mezi nimi není tolik zřejmá, neboť úlohy mohou být zadány formou otázky. Pro potřeby našeho výzkumu bylo tedy třeba, stanovit si přesnou hranici mezi nimi. Obecně je *otázka*

definována jako „jeden ze základních prvků pedagogické komunikace“ a současně jako „prostředek řídicí žákovo učení“ (Průcha, Walterová, Mareš 2003, str. 150). Naproti tomu je *učební úlohou* nazývána „každá pedagogická situace, která se vytváří proto, aby zajistila u žáků dosažení určitého učební cíle. Je zaměřena na pět aspektů učení: obsahový, stimulační (motivační), operační, formativní a regulativní“ (Průcha, Walterová, Mareš 2003, str. 258). Podobně D. Holoušová (1983) definuje *učební úlohy* jako širokou škálu všech učebních zadání, a to od nejjednodušších úkolů, vyžadujících pouhou pamětní reprodukci poznatků, až po složité úkoly, vyžadující tvořivé myšlení. V oborově didaktické literatuře pak bývá *fyzikální úloha* definována jako „slovně formulovaný podnět k činnosti žáků, vyjádřený textem úlohy“ (Janás 1996, s. 44).

Na základě všech těchto pohledů jsme se rozhodli zahrnout mezi klasické *učební úlohy* (typu „Vypočítej velikost síly působící na těleso, jestliže“; „Jsou dány síly $F_1 = 30\text{N}$ a $F_2 = 45\text{N}$, které působí opačným směrem. Urči graficky jejich výslednici.“; „Podle přiloženého návodu proved' pokus a zjisti....“, apod.) také *učební úlohy* v podobě:

- otázky týkající se postupu provádění činnosti na základě osvojené dovednosti (např. „Jakým způsobem skládáme síly stejného směru?“),
- otázky týkající se aplikace dovednosti (např. „Kde v praxi se můžeme setkat se skládáním sil opačného směru?“) a
- otázky týkající se rozvoje fyzikálního myšlení žáků (např. typu: „Co se stane, když ...?“, „Myslíte si, že ... ?“, „Co je příčinou?“).

Nezařazujeme však otázky vyžadující pouze pamětní reprodukci faktů, jež nemají přímý vliv na kvalitu osvojení nové dovednosti, obzvláště pak je-li odpověď pouze jednoslovná, případně ve formě slovního spojení. Např. *Jak značíme sílu? Jaké máme základní jednotky síly? Jaké druhy sil znáte?*

3.5.2 Klasifikace učebních úloh

Během výuky fyziky zpravidla využíváme množství úloh různého typu. Abychom se v nich lépe orientovali a zejména pak abychom si uvědomili důležitost střídání a vhodné volby jednotlivých typů úloh, je účelné je roztrždit do několika skupin. Takové dělení můžeme provádět podle různých kritérií, jako jsou např. vzdělávací cíl, náročnost kognitivních operací žáka potřebných k řešení úlohy, fáze výuky, míra užití výpočtů při řešení, forma zadání a způsob řešení úlohy.

Hlavním, ale opomíjeným kritériem třídění *učebních úloh*, je druh *vzdělávacího cíle*, který má *učební úloha* napomáhat plnit. Základními vzdělávacími cíli jsou osvojení vědomostí, dovedností a postojů. Nejdůležitější charakteristikou *učební úlohy* je činnost žáka při jejím řešení. Proto úloha slouží především pro osvojování dovedností žáků. Pomocí řešení *učebních úloh* rozvíjíme jednoduché dílčí dovednosti, jako jsou čtení textu úlohy s porozuměním, práce s jednotkami fyzikálních veličin, sestavování grafů, úpravy algebraických výrazů atd. Tyto a další dílčí dovednosti vytvářejí komplexní dovednost řešit *učební úlohu* a následně pak i *problémovou učební úlohu*. Tak se již dostáváme do vyšší kategorie vzdělávacích cílů, kterými jsou kompetence a klíčové kompetence. *Učební úloha* však má své místo i při tvorbě vědomostí a postojů (Vaculová, Trna, Janík 2008).

Nejzákladnějším dělením podle stupně obtížnosti je dělení na úlohy reproduktivní a produktivní. Reprodukivními nazýváme takové úlohy, které žáci řeší podle předem daného a naučeného algoritmu, případně podle vzorové úlohy. Oproti nim produktivní úlohy vyžadují od žáků tvořivé myšlení a návrh vlastního postupu řešení.

Podrobnějším dělením se zabývala D. Tollingerová (1970). Podle náročnosti poznávacích operací nutných k jejich řešení roztříдила učební úlohy na 27 typů, které dále rozdělila do pěti základních kategorií (podkladem jí byla Bloomova taxonomie kognitivních cílů):

- Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků, během kterých využívají žáci různé pamětní operace (např. vyhledávání v paměti, vybavování z paměti, reprodukce vybavených fakt, pojmů, definic, čísel, tabulek apod.).
- Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatkem, jako jsou analýza, syntéza, komparace, kategorizace atd. Sem patří např. úlohy na zjišťování faktů, vyjmenování a popis faktů, procesů a způsobů činnosti, úlohy na rozbor a skladbu, úlohy na pozorování, rozlišování, třídění a zjišťování vztahů mezi fakty, úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování, jednoduché úlohy s neznámými veličinami apod.
- Úlohy vyžadující složité myšlenkové operace s poznatkem jako je indukce, dedukce, interpretace, transformace, verifikace apod. Jedná se o úlohy na vysvětlení smyslu, zdůvodnění, úlohy na vyvozování, odvozování, dokazování, ověřování a hodnocení.
- Úlohy vyžadující sdělení poznatků, při nichž žák nejen interpretuje výsledek svého řešení, ale vypovídá i o jeho průběhu, podmínkách, fázích atd. Jsou to tedy úlohy

na vypracování přehledu, výtahu, zprávy, pojednání nebo referátu, samostatné písemné práce, projekty apod.

- Úlohy vyžadující tvořivé myšlení na základě znalostí předchozích operací, schopnost tyto operace kombinovat do rozsáhlejších celků a dospívat k novým závěrům. Patří mezi ně např. úlohy na praktickou aplikaci, řešení problémových situací, úlohy na objevování, kladení otázek apod.

Dalším možným třídícím kritériem je *fáze výuky*, ve které je *učební úloha* použita. Mohou být podle něj sestaveny taxonomie *motivačních, expozičních, fixačních, diagnostických a aplikačních úloh*. Mnohé *učební úlohy* jsou použitelné ve více fázích. Pro efektivitu výuky je třeba, aby pro podporu příslušné výukové fáze byla vybrána vhodná úloha. Velmi účinná je např. úloha založená na paradoxním jevu v úvodní motivační fázi výuky, která pak může sloužit jako zdroj průběžné motivace.

Známe je třídění *učebních úloh* podle *míry užití výpočtů při jejím řešení* na *kvalitativní* a *kvantitativní učební úlohy*. Kvalitativní úlohy vyžadují minimum výpočtů, naopak hlavní část úlohy kvantitativní zabírají právě výpočty a výsledkem řešení je obvykle číselná hodnota hledané fyzikální veličiny.

Podle formy zadání můžeme úlohy rozdělit do pěti základních skupin:

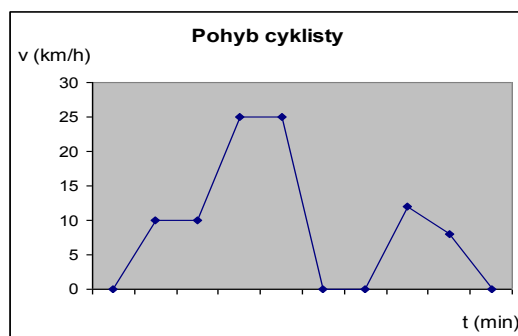
- Úlohy zadané číselně (numerické) – jsou dány hodnoty některých fyzikálních veličin, pomocí kterých mají žáci vypočítat hodnotu jiné fyzikální veličiny. K tomu používají známé fyzikální vztahy. Výsledkem je opět číselná hodnota. Např.: *Urči, jakou dráhu ujede za 40 minut automobil jedoucí průměrnou rychlostí 90 km/h.*

- Úlohy zadané obecně (algebraické) – podobají se úlohám zadaným číselně, avšak v zadání nejsou uvedeny konkrétní hodnoty veličin, nýbrž pouze označení známých veličin smluvenou značkou. Výsledkem tedy není číselná hodnota, ale vztah pro výpočet neznámé veličiny, vyjádřený pomocí značek veličin daných. Např.: *Urči, jakou dráhu ujede automobil za dobu t , jede-li průměrnou rychlostí v .*

- Úlohy zadané slovně – zadání tvoří souvislý text bez matematických vyjádření, hodnoty fyzikálních veličin nejsou dány číslem ani značkou. Nejčastěji se používají pro opakování vědomostí nebo pro problémy, řešené fyzikální úvahou. Výsledkem je slovní odpověď. Např.: *Uved' různé příklady z praxe, kde na jedno těleso působí více sil.*

- Úlohy zadané graficky – údaje potřebné k řešení nezískávají žáci z textu, ale z grafu, diagramu nebo schématu. Obzvláště důležité je získávání údajů z grafu

závislosti jedné veličiny na druhé (Bohuněk 1992). Např.: *Urči z grafu, ve kterých úsecích se automobil pohyboval zrychleně (obr. 3.3).*



Obr. 3.3: Grafické zadání učební úlohy

- Úlohy zadané pomocí obrázku znázorňujícího určitou fyzikální situaci. Úkolem žáka je buď najít a opravit v obrázku chyby, nebo do obrázku doplnit chybějící údaje, popřípadě situaci popsat a vysvětlit apod.

Dalším možným kritériem pro dělení je způsob řešení, podle něhož lze podobně jako v předchozím případě rozlišit:

- Úlohy vyžadující pouze slovní řešení (tj. úvaha, diskuse, komentář, popis atd.), jehož výsledkem je slovní odpověď.
- Úlohy řešené užitím fyzikálních vztahů, jejichž výsledkem je hledaná hodnota fyzikální veličiny, případně vztah pro její výpočet vyjádřený pomocí značek daných veličin.
- Úlohy řešené graficky. Na základě údajů zadaných v textu úlohy mají žáci sestrojit graf, diagram nebo geometrickou konstrukci. Např.: *Narýsuj graf časového průběhu rychlosti automobilu pohybujícího se městem, víš-li, že během deseti sekund zrychlil z 0 na 50km/h, poté jel 60 sekund konstantní rychlostí a nakonec během 5 sekund zastavil.*
- Úlohy řešené experimentálně. Řešení těchto úloh vyžaduje provedení pokusu, ať už s pomocí laboratorních pomůcek nebo jednoduchých pomůcek, které jsou tvořeny předměty z běžné domácnosti. Např. *Pomocí odměrného válce urči objem jednoho špendlíku.*

Dále jsme se zaměřili na druhy úloh z hlediska procesu osvojování dovedností. V jednotlivých etapách tohoto procesu by mělo docházet k řešení úloh různého typu, podle toho, jakou funkci má daná etapa plnit. Obsahové vymezení jednotlivých typů úloh uvádíme v manuálu pro kódování, jež je součástí deváté kapitoly (kap. 9.2.3.1).

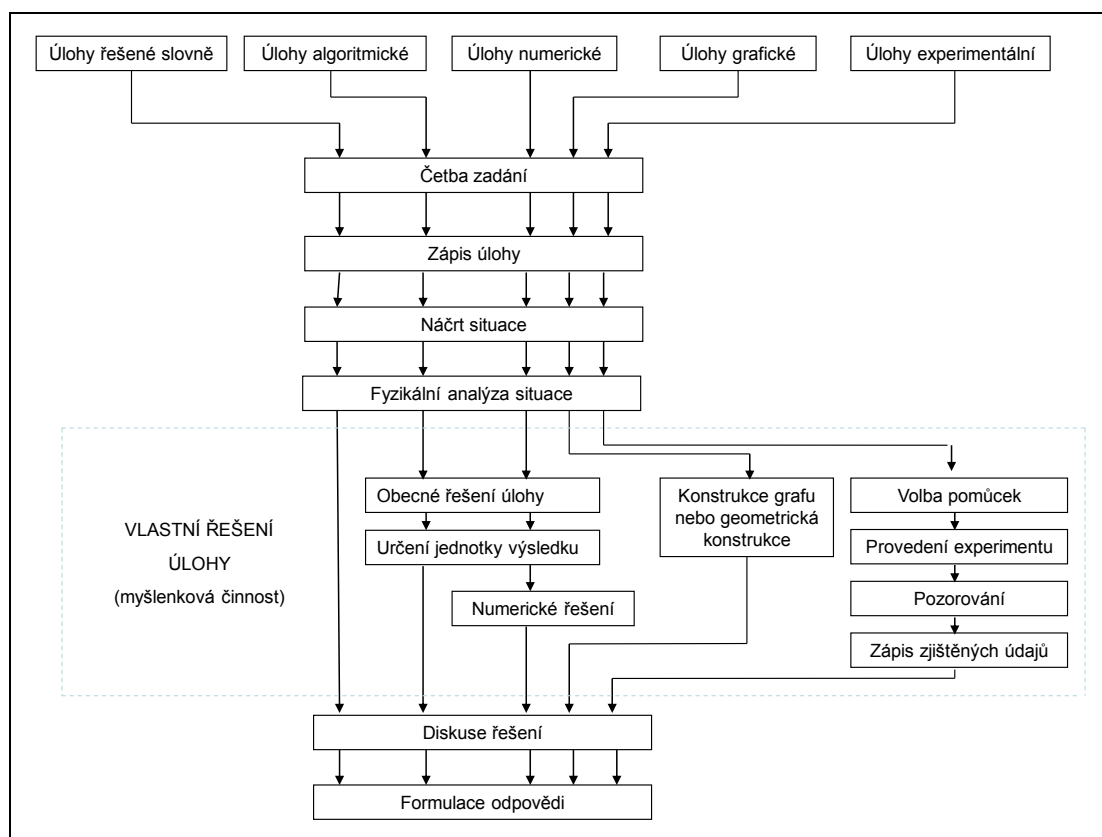
3.5.3 Zadávání a řešení učebních úloh

Již během plánování a přípravy zadání učebních úloh je nutné pamatovat na určitá pravidla a doporučení, která mohou kvalitu učení výrazně ovlivnit (Kalhoust, Obst 2002):

- Učební úlohy by měly pronikat celým vyučovacím procesem (neměly by být jen na začátku nebo na konci vyučování, popř. tematického celku).
- Neměly by být podávány izolovaně, ale v celých systémech, vždy se vzrůstající náročností (od jednoduchých ke složitým, od algoritmických k tvořivým).
- Měly by být zadávány tak, aby vzbuzovaly dojem, že logicky vyplynuly z okamžité situace.
- Mají být podřízeny výukovému cíli, aby účinně pomohly stanovené výukové cíle splnit a zajistily pro učitele i žáky zpětnou vazbu o kvalitě a míře jejich naplnění.

Podstatou aplikace *učebních úloh* ve výuce je jejich rozhodující role v aktivním poznávacím procesu učícího se žáka. Tato poznávací činnost žáka je nazývána *řešení úlohy*. *Řešení úlohy* je v pedagogickém slovníku definováno jako „*postup, který v případě zadávaných učebních úloh má nejméně čtyři základní etapy: 1. Přijetí úlohy, tj. pochopení subjektivního smyslu a objektivního významu řešení, odhadnutí vlastních možností; 2. Orientace v úloze, tj. určení zadaných a hledaných prvků, rekonstruování struktury úlohy, formulování hypotéz, sestavení plánu řešení; 3. Vlastní řešení úlohy, tj. úvaha o počtu řešení, volba postupu, přenos a aplikace dovedností, průběžná kontrola, reagování na chybu; 4. Kontrola výsledků řešení. U složitějších problémů a u praktických problémů předchází ještě dvě etapy: identifikování úlohy mezi ostatními informacemi, volba úlohy přiměřené obtížnosti*“ (Průcha, Walterová, Mareš 2003, str. 206).

Tento obecný postup dále v souladu s J. Bohuňkem (1992), J. Janásem (1996), O. Lepilem (1995), aplikujeme přímo na výuku fyziky, tedy na řešení fyzikálních úloh, a obvykle rozlišujeme následující etapy: čtení zadání, zápis úlohy, fyzikální analýza situace, vlastní řešení úlohy, diskuse řešení a formulace odpovědi. Etapa vlastního řešení úlohy se dále dělí do několika částí závislých na druhu požadovaného řešení (viz obr. 3.4).



Obr. 3.4: Schéma řešení fyzikálních úloh

Je skutečností, že proces řešení *učební úlohy* žákem je v souladu s metodickými doporučeními didaktiky fyziky směřován především do algoritmizace. Tato metodická doporučení jsou původně myšlena správně. Žák má některé části řešení úlohy zautomatizovat (např. zápis známých veličin, převody jednotek, sestavení tabulek), aby se mohl plně věnovat jádru části řešení, kterou je identifikace příslušného jevu, aplikace příslušných zákonů, jejich kombinace atd. Tak se často ztrácí hlavní poznávací efekt *učební úlohy*. Žáci se tak zaměřují především na výkonovou stránku úspěšného řešení úlohy bez hlubšího porozumění fyzikálním jevům, které jsou obsahovou i vzdělávací podstatou dané úlohy. Tento negativní stav může být také způsoben nedostatečnou teoretickou a praktickou přípravou učitelů v metodickém využívání *učebních úloh*, především v dotvářecí a integrační etapě procesu osvojování dovedností, ve které mají být řešeny problémové a komplexní úlohy (Vaculová, Trna, Janík 2008).

3.5.4 Problémové úlohy ve výuce fyziky

Problémovými úlohami a zejména pak způsobem jejich řešení se zabýváme podrobněji, neboť na ně v naší práci klademe zvýšený důraz. Důvodem je zejména

jejich důležité postavení v procesu osvojování dovedností, ale také opomíjení těchto úloh při výuce a následná neschopnost žáků tyto úlohy řešit (Vaculová 2008).

Škola by měla vychovávat aktivní jedince schopné řešit různé problémové situace, ve kterých se budou ocitát v praktickém životě. K tomu je třeba, aby se žák už během vyučování učil samostatně objevovat nové a neznámé a byl schopen využívat osvojené vědomosti a dovednosti i v jiných souvislostech, než v jakých byly získány, tzn., byl schopen je aplikovat. Toho můžeme dosáhnout právě prostřednictvím problémového vyučování. Navíc je dlouholetou zkušeností pedagogů dokázáno, že žák si snáze osvojuje poznatky, má-li pocit vlastní aktivity, a to zejména v roli objevitele. Lépe se pak orientuje v souboru osvojovaných vědomostí a dovedností a roste i jeho zájem o probírané učivo.

3.5.4.1 Problémová situace

Problémová je taková situace, v níž je dán cíl, ale chybí prostředek k jeho dosažení (Nakonečný 1997). V odborné literatuře se setkáváme s různými definicemi problémů. Pro názornost některé z nich dále popisujeme. J. Linhart (1971) uvádí, že pro problém je podstatné, že v něm existuje rozpor. Podobně také W. Okoň (1966) chápe problém jako didaktickou nebo teoretickou obtíž, kterou žák samostatně řeší svým aktivním zkoumáním, usiluje o překonání obtíže a tím získává nové poznatky a zkušenosti. Z. Pietrasiński (1965) uvádí, že o problém se jedná vždy, když činnost subjektu směřuje k dosažení nějakého cíle, ale cesta není známa, takže jeho dosažení výlučně na základě instinktivních nebo návykových pochodů není možné. Řešení problémů pak podle něho spočívá v nalezení cesty k cíli.

V problémových situacích se v každodenním životě ocitáme neustále. Vyučování a učení může probíhat efektivně jedině tehdy, jestliže se škola co nejvíce přiblíží praktickému životu (Kličková 1989). Je-li tedy člověk nucen řešit každodenně ve svém životě problémové situace, mělo by jich být ve škole využíváno k usnadnění osvojení vědomostí a dovedností. Takové učení bývá označováno jako *autentické* a mělo by být ve škole využíváno tak často, jak je to jen možné (Pasch a kol. 1998). Problémové situace ve vyučování navozujeme pomocí problémů, které předkládáme žákům v podobě problémových úloh. O tom, jakými způsoby můžeme řešit problémové situace/úlohy pojednává další podkapitola (kap. 3.5.4.2)

3.5.4.2 Řešení problémových úloh

Řešení problémových úloh bývá definováno jako formulování nových odpovědí přesahujících jednoduchou aplikaci dříve naučených pravidel (Woolfolk 1993, Dhillon 1998). Heller a Reif (1984) přisuzují této činnosti nejvyšší důležitost. Během řešení problémových úloh objevuje žák nové zákonitosti a vztahy mezi nimi. Úloha tak přivádí žáka tvořivým způsobem k osvojování nového učiva. Obzvláště v dnešní době je takový způsob výuky užitečný a potřebný, neboť množství poznatků a dovedností nutných pro život rychle stoupá. Žák se tedy musí naučit samostatně orientovat ve složitém komplexu nových informací, tvořivě myslet a překonávat obtíže. Celý proces vyučování by měl být veden tak, aby umožnil žákovi dávat věci do souvislostí a aby se žák sám stal objevitelem (Bruner 1965). Proto je nutné soustředit pozornost na problémové vyučování již během přípravy budoucích učitelů (Larkin 1979). Problémová úloha má také velký význam pro motivaci žáků. Navíc odstraňuje pasivitu žáků, učí žáky samostatně myslet, formulovat své myšlenky a povzbuzuje odpovědnost žáků za správné řešení. Osvojené vědomosti a dovednosti jsou trvalejší a žáci je dovedou lépe využívat, a to i v nových situacích, tzn., zlepšuje se schopnost transferu (Kličková 1989).

V odborné literatuře se často setkáváme s postupem, který je třeba během řešení problémových úloh dodržet. V následujícím textu popisujeme jednotlivé fáze cyklu řešení problému (Chi 1981, Kašpar, Janovič, Březina 1982, Maňák, Švec 2003, Sternberg 2002):

- *Identifikace problémů.* Tato fáze je důležitá, ale bývá pro žáky obtížná. Často se totiž stává, že žák sice jevy vnímá, ale nevidí je a nezaregistruje impuls k zamyšlení, výzvu k řešení. Úkolem učitele je, podle potřeby pomáhat žákům problém odhalit.
- *Definování a reprezentace problému.* Jakmile identifikujeme existenci problému, musíme jej ještě dobře definovat a reprezentovat, abychom zjistili, jak jej máme řešit. Tato fáze je stěžejní, protože pokud problém definujeme a reprezentujeme nepřesně, nebudeme schopni jej dobře řešit.
- *Formulování strategie.* Po přesném definování problémů nastává plánování strategie jeho řešení. Tato strategie může zahrnovat analýzu (rozdělení komplexního problému jako celku na zvládnutelné prvky) i syntézu (skládání různých prvků dohromady, abychom z nich mohli vytvořit něco užitečného). Dále využíváme doplňkové strategie konvergentního a divergentního myšlení. Přičemž při

divergentním myšlení se snažíme vytvořit široký výběr možných alternativních řešení problému a při konvergentním myšlení se snažíme možnosti zúžit do jediné nejlepší odpovědi, nebo alespoň do řešení, které chceme vyzkoušet jako první. Optimální strategie řešení problémů závisí jak na úloze, tak i na preferencích řešitele.

- *Organizace informací.* Po formulaci strategie je nutné organizovat informace, které máme k dispozici, a to tak, abychom mohli zvolenou strategii realizovat. Jako účelné se jeví, pořídit si seznam faktů daných nebo lehce dostupných a seznam faktů chybějících, dále rozlišit informace důležité od nevýznamných a počítat také s tím, že některé údaje bude třeba doplnit nebo odhadnout.
- *Rozdělení zdrojů.* Rozdělením zdrojů se myslí především časové rozvržení, dále pak rozvržení pomůcek, vybavení, prostoru apod. Studie ukazují, že žáci zvyklí řešit problémy (a lepší žáci) mají tendenci věnovat do globálního plánování více svých duševních zdrojů, než je tomu u řešitelů-nováčků. Nováčci a slabší žáci se snaží přidělovat více času do lokálního plánování. Tzn., lepší studenti stráví více času v počáteční fázi při rozhodování se, jak problém řešit, a potom méně času při jeho řešení. Tím se s větší pravděpodobností vyhnou trápení nad špatnými začátky, klikatým cestám, chybovým řešením a navíc ušetří čas i energii.
- *Monitorování – průběžná kontrola.* Efektivní je, kontrolovat se po celou dobu práce, abychom se ujistili, že se svému cíli stále přibližujeme. Pokud tomu tak není, znovu zhodnotíme, zda jsme neudělali chybu, nebo kde jsme se od cíle odklonili. Neefektivní řešitelé čekají, až se dostanou na konec, kde zkontrolují stav, ve kterém se nacházejí. Tím zbytečně dochází k časovým ztrátám a k frustraci.
- *Zhodnocení.* Stejně jako průběžná kontrola je nezbytná i kontrola závěrečná. Pokud se nedostavil očekávaný výsledek, je nutné vrátit se k předchozím fázím. Během hodnocení můžeme identifikovat nové problémy, problém může být predefinován, lze objevit další strategie, nové zdroje nebo efektivnější využití existujících zdrojů.

Toto obecné řešení je nutné dále přizpůsobit charakteru řešené úlohy. S různými typy problémových úloh se seznámíme v další podkapitole, přičemž u každého typu úlohy uvedeme specifický prvek jejího řešení.

3.5.4.3 Typy problémových úloh

V literatuře se setkáváme s různými způsoby dělení problémových úloh. Kognitivní psychologové rozdělují problémy podle toho, zda se dá k jejich řešení dojít poměrně přímou cestou. Problémy, které se řeší poměrně jasným způsobem, označují jako „dobře strukturované“ a problémy, které jasná řešení nemají, jako „špatně strukturované“. Každý z těchto problémů vyžaduje poněkud odlišný způsob řešení (Sternberg 2007, Eysenck, Keane 2008).

Dobře strukturované problémy se vyznačují jasným způsobem řešení, který však nemusí být vždy snadný. Tyto problémy můžeme rozdělit do mnoha kroků, které nakonec vedou k vyřešení problému. Přitom každý krok zahrnuje skupinu pravidel, která mohou být použita opakovaně. Tato pravidla zvaná *heuristiky* bývají často nesprávně zaměňována za algoritmy. Rozdíl mezi nimi je patrný zejména v tom, že použití algoritmu definitivně vyřeší problém, pokud řešení existuje, zatímco heuristiky jsou „pravidla od oka, která nezajišťují vyřešení problému, ale jsou velmi často úspěšná a při řešení problému ušetří spoustu času a úsilí“ (Eysenck, Keane 2008, str. 483). Pokud máme v dlouhodobé paměti uloženo několik jednoduchých heuristik, jež lze použít u řady problémů, můžeme tím snížit zatížení naší pracovní paměti, která má omezenou kapacitu. Do této skupiny problémů patří také *izomorfní problémy*. Jedná se o problémy, které jsou navzájem obdobné, tzn. jejich formální struktura je shodná, ale liší se obsahem. Pro žáky může být náročné, uvidět strukturální podobnosti mezi různými fyzikálními problémy. Proto je na učiteli, aby naučil žáky tyto podobnosti odhalovat.

Jako *špatně strukturované* jsou označovány takové problémy, které nemají jasný způsob řešení, tj. u nichž bývá obtížné vytvořit plán, podle kterého by se mohlo postupovat. Tyto úlohy bývají obvykle řešeny *vhledem*. *Vhled* vyjadřuje „osobitě a zdánlivě náhlé porozumění problému nebo strategii, která jej napomáhá řešit“ (Sternberg 2002, str. 399). Tyto problémy vyžadují po řešitelích, aby je vnímali jako celek, a jsou náročnější na produktivní myšlení. R. J. Sternberg (2002) ve své práci rozlišuje tzv. „*tříprocesové pojetí vhledu*“, kdy procesy lze použít odděleně, nebo se mohou vzájemně doplňovat. Jedná se o:

- *Vhledy výběrového kódování*, které zahrnují rozlišení podstatných informací od nepodstatných,

- *Vhledy výběrového srovnávání*, které představují originální vnímání toho, jak se nová informace vztahuje ke staré a
- *Vhledy výběrového kombinování*, jež zahrnují shromáždění částí relevantních informací a jejich kombinování originálním a produktivním způsobem.

J. S. Bruner (1968) zdůrazňuje, že právě intuitivní způsob postřehuje rychle hypotézy, odhaluje zajímavé vztahy mezi jevy, různé kombinace těchto vztahů a umožňuje rychle vyslovit rozumné dohady o tom, které řešení je vhodné. Přitom se domnívá, že vyučování, které po obsahové stránce klade důraz na struktury poznatků a vztahy mezi základními pojmy, usnadňuje intuitivní myšlení a podporuje kladné výsledky jeho použití. Právě učitelé fyziky často upozorňují na momenty intuitivního porozumění při řešení problémů.

Při vyčleňování typů problémových úloh ve školní praxi je obvykle za základní hledisko považována myšlenková činnost žáků při jejich řešení. Z tohoto hlediska rozlišuje M. Kličková pět typů problémových úloh, k nimž připojujeme některé další (1989, str. 33, částečně upraveno a doplněno):

- *Black box, tzn. černá skříňka*. Úlohy tohoto typu spočívají v tom, že v jejich zadání je vynechána jistá funkční část soustavy. Úkolem žáka je na základě zadaných parametrů a popsané funkce určit, co je v černé skříňce skryto.
- *Úloha typu konfrontace*. Učitel formuluje alespoň dvě stejně věrohodné teorie. Následně žáci provádějí rozbor a uspořádání faktů, usuzují na správnost teorie, vyslovují hypotézu o správnosti a snaží se ji dokázat.
- *Paradoxy a sofismy*. Žáci mají za úkol zdůvodnit zdánlivý rozpor mezi zákonem a běžným jevem nebo tvrzením. Odhalují, jak došlo k tomu, že ze zcela logických předpokladů byl vyvozen evidentní nesmysl.
- *Úlohy samostatně sestavované*. Žák samostatně formuluje problém na základě podrobně zadaných podmínek.
- *Předvídání výsledku experimentu*. Žák provádí myšlenkovou analýzu experimentu, formuluje hypotézy, následně je ověřuje a snaží se formulovat závěry.
- *Vymyšlení praktické aplikace*. Úkolem žáka je vymyslet praktickou aplikaci právě probírané vědomosti (poučky, zákona, jevu, principu) nebo dovednosti.

- *Zobecnování faktů.* Žáci mají prozkoumat některé jevy nebo skutečnosti, analyzovat je, vzájemně porovnat a vyvodit z nich obecný závěr.
- *Změna podmínek experimentu.* Po předvedení určitého experimentu změníme podmínky, za kterých jsme ho žákům předváděli, a žáci mají za úkol předvídat, jak tyto nové podmínky ovlivní průběh a výsledky experimentu. Následně jejich úvahy ověříme. Možnou obměnou je, aby žáci sami určili podmínky, které mohou průběh experimentu ovlivnit.
- *Hledání chyb.* Žákům je předložen schematický obrázek nebo popis (příp. obojí) určité fyzikální situace (např. ukázka fyzikálního jevu, průběh experimentu obsahující nějakou chybu, za které by daná situace nemohla nikdy nastat). Úkolem žáků je tuto chybu odhalit a opravit.

Ukázky různých druhů problémových úloh vhodných pro výuku fyziky na základní i střední škole můžeme nalézt např. v publikaci M. Kličkové (1989), E. Kašpara, J. Janoviče, F. Březiny (1982), J. Bohuňka (1982) a J. Janáse (1977). Zajímavé přírodovědné problémové úlohy jsou rovněž využívány v rámci výzkumu PISA 2006 (Koršňáková 2008).

3.5.4.4 Překážky a pomůcky při řešení problému

Mezi nejčastější překážky při řešení problémů patří tzv. *mentální nastavení neboli zablokování* (Sternberg 2002). K němu dochází, jestliže se žák zafixuje na určitou strategii, která obvykle dobře funguje pro řešení spousty problémů, ale při řešení dalšího problému již tak vhodná není. Tím pádem žák vylučuje další možné relevantní strategie, které by ho mohly přivést ke zdárnému řešení problému. Podobně může dojít také k negativnímu přenosu, kdy řešení předchozího problému ztěžuje řešení problému následujícího, protože zavede člověka na špatnou cestu. Další častou překážkou bývá, že se žák prostě vzdá, protože nemůže hned dosáhnout cíle, a v důsledku frustrace, která je tím vyvolána, se o to ani nepokusí znovu, ani se neupře k jiným rovnocenným cílům (Belz, Siegrist 2001).

Pozitivní přenos nastává tehdy, jestliže řešení dřívějšího problému ulehčuje řešení problému nového. Jedná se o přenos znalostí či dovedností z jedné problémové situace na druhou. Pokud chceme žáky připravit na to, aby zvládli samostatné řešení složitějšího problému, je dobré nejprve jim zadat několik jednodušších podobných

problémů, které je na řešení složitějšího problému navedou, tedy dojde k pozitivnímu přenosu. K tomu je důležité uvědomovat si nejenom, jak se problémy řešily, ale také proč se tak řešily. Při hledání analogií je rovněž třeba dbát na to, aby se žáci nedali zmást podobností obsahu, ale soustřeďovali svoji pozornost na případnou shodu strukturálních vztahů.

Na otázku „*Co je podmínkou didakticky účinného vytváření problémových situací?*“ odpovídá na základě dlouholetého výzkumu i vlastní praxe M. Kličková (1989, s. 63):

- Stanovení cílů výuky.
- Důkladná znalost učebních osnov a didaktická analýza učiva.
- Výběr učiva, které je vhodné pro problémovou metodu, a jeho rozpracování do systému problémových úloh. Formulování motivačních problémů a problémových situací, problémů pro procvičování a opakování učiva, problémových úloh využívaných pro prověřování vědomostí a klasifikaci i úloh s experimentální tematikou.
- Důkladná znalost kolektivu třídy (schopnosti a dovednosti žáků, vztah žáků k vyučovacímu předmětu a k řešení problémů, vzájemné vztahy mezi žáky v kolektivu třídy).
- Volba vhodných metod a forem problémového vyučování s ohledem na stanovené cíle výuky, probírané učivo a žáky.
- Využívání úloh přiměřené náročnosti. Vhodná motivace žáků k aktivní myšlenkové činnosti.
- Schopnost učitele představit si sebe na místě žáků a vhodně pomáhat při řešení problémů.
- Odborné předpoklady a organizační schopnosti učitele, dobrá vybavenost školy pomůckami a didaktickou technikou.
- Schopnost jednotlivých žáků řešit problémové úlohy, kterou určují vnitřní činitelé:
 - motivace (žák chce úlohu vyřešit a nedá se odradit nezdarem),
 - vědomosti a dovednosti týkající se určitého druhu úloh,
 - metoda řešení úloh, příslušné dovednosti a návyky,
 - schopnosti (obecná inteligence, speciální schopnosti a dovednosti, manuální zručnost, tvořivost),

- volní a další vlastnosti osobnosti, schopnost autoregulace (stav žáka, nálada, tréma, konflikty se spolužáky nebo v rodině atd.).

3.6 Základní znaky osvojených dovedností

V předcházejících kapitolách jsme uvedli, co je to dovednost, jaké druhy dovedností rozeznáváme, jaké jsou etapy procesu osvojování dovedností a jak může učitel tento proces kladně ovlivňovat. Dosud jsme se však nezabývali otázkou, jak učitel pozná, že došlo u žáků k dostatečnému osvojení nové dovednosti. Pro tento účel jsou vymezeny základní znaky osvojených dovedností. Jsou to (Švec 1998, upraveno a doplněno):

- Kvalitní průběh a výsledky činnosti.

Během činnosti žáků se postupně vylučují zbytečné pohyby a chybné úkony, plynuleji se spojují jednotlivé dílčí úkony a tím se odstraňují časové ztráty. Dále se zlepšuje souhra pohybů, vyrovnává se jejich intenzita, zlepšuje se vnímání příslušné činnosti aj. Postupně se tedy odstraňují všechny chyby ve vykonávané činnosti a dosahuje se jejího správného průběhu.

- Zkrácení času potřebného k realizaci činnosti.

Díky zkracování a vylučování zbytečných pauz se postupně snižují časové ztráty a zrychluje se tempo činnosti. Žák na začátku cvičení často svoji činnost přerušuje, protože si není jistý, zda pracuje správně, uplatňuje požadavky učitele, zamýšlí se nad postupem úkonů atd. Přerušováním dochází v jeho činnosti k časovým ztrátám, které se postupně odstraňují zlepšením organizace vlastní práce a plynulejším navazováním jednotlivých úkonů.

- Snížení únavy při vykonávání činnosti.

Díky postupnému vyloučení zbytečných úkonů a odstranění přílišného svalového napětí se počáteční únava snižuje na minimum. Přílišné svalové napětí vzniká tím, že se do činnosti zapojuje i svalstvo k výkonu nepotřebné – např. při počátečním osvojování psaní si žák pomáhá i pohyby trupu, nohy, hlavy apod. a neuvolňuje si svalstvo v pracovních přestávkách. Únava se snižuje i při osvojení rytmu činnosti a snížení intelektuálního úsilí, pozornosti atd.

- Adekvátní metoda vykonávání činnosti.

Opakování činnosti při cvičení nemá být stereotypní. V průběhu cvičení se mají měnit způsoby a metody vykonávané činnosti, a to vzhledem k úkolu a jeho podmínkám. Přispíváme tím ke zlepšování kvality vykonávané činnosti.

- Změna povahy kontroly a úlohy zrakové pozornosti.

Na počátku cvičení žák kontroluje všechnu svoji činnost zrakem, ale během činnosti se zvyšuje podíl svalové kontroly. Žák tedy získává schopnost konat řadu složitých pohybů a úkonů a řídit se jen „svalovým smyslem“.

- Prohlubování a zpřesňování poznatků.

Poznatky žáků o dané činnosti se zpřesňují a prohlubují. Na začátku činnosti žák o činnosti ještě mnoho neví, jeho představy jsou nepřesné a nejasné. Teprve v průběhu cvičení se jeho vědomosti zpřesňují, prohlubují, obohacují a konkretizují.

- Zvládání řešení problémových úloh.

Za správně osvojené považujeme takové dovednosti, které žák umí používat nejen při řešení jednoduchých reproduktivních úloh vyžadujících pouhé převzetí naučeného algoritmu, ale také při řešení podobných nebo nových situací. Tedy situací, které obsahují nějaký nový dílčí prvek, se kterým se žák dosud nesetkal.

- Zvládání řešení komplexních úloh.

Z počátku osvojování nové dovednosti zadáváme žákům takové úlohy, které vyžadují použití pouze aktuálně osvojované dovednosti. Postupně pak přecházíme k řešení úloh komplexních, vyžadujících také aktualizaci a uplatnění dříve osvojených i mezipředmětových vědomostí a dovedností. Teprve po jejich zvládnutí se stává nová dovednost pro žáky užitečná, neboť právě s takovými úlohami se budou setkávat v praktickém životě.

- Uplatňování nové dovednosti v praktických činnostech, v životních situacích.

Pro žáky mají nové dovednosti význam teprve tehdy, dokáží-li je aplikovat na situace, se kterými se setkávají nebo budou setkávat v běžném životě. Nemá-li žák dovednost osvojenou na dostatečné úrovni, nedokáže ji přenést do reálné životní situace a použít ji k jejímu řešení.

4 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

V této kapitole se pokoušíme o vytvoření stručného přehledu vybraných výzkumů, týkajících se tématu naší práce a námi prováděných šetření. Hledání výzkumů zabývajících se osvojováním dovedností žáků však nebylo jednoduché, a to hlavně ze dvou důvodů. Prvním důvodem byla skutečnost, že většina výzkumů se zaměřuje pouze na výsledky výuky, tj. na zjišťování úrovně vědomostí a dovedností, a ne na proces jejich osvojování. Druhým důvodem byla skutečnost, že se při zkoumání výsledků výuky zřídka kdy oddělují vědomosti od dovedností. Přesto však uvádíme několik zajímavých výzkumných zjištění, týkajících se úrovně osvojení různých fyzikálních dovedností a dále dovedností obecných, využívaných během výuky fyziky (např. řešit úlohy – zejména pak úlohy problémové, využívat získané vědomosti a dovednosti při řešení praktických situací z běžného života, experimentovat atd.).

Výzkumy výuky přírodovědných předmětů naznačují, že se téměř nevyužívají učební úlohy podporující smysluplnou aplikaci znalostí, naopak převažují úlohy založené na algoritmech (Leuner, Fischer a kol, 2008). Navíc se ukazuje, že v přírodovědné výuce často dochází ke směřování *výkonových situací se situacemi učebními* (Weinert 2001). Rozdíl mezi nimi je v tom, že ve *výkonových situacích* jde o dosažení úspěchu a vyhnutí se neúspěchu, naproti tomu v *učebních situacích* jde o zaplnění mezer ve znalostech a o vyjasnění si toho, co zůstalo nejasné (Vaculová, Trna, Janík 2008). F. E. Weinert k tomu uvádí: „...aby mohla vzniknout produktivní kultura učení, je úkolem vyučování vést žáky k tomu, aby dokázali odlišovat učební situace od situací výkonových“ (2001, s. 72). Rovněž ukazuje, že získané znalosti jsou organizovány a strukturovány způsobem, který často neumožňuje vybavit si je v praktických aplikačních situacích; tyto znalosti pak zůstávají inertní a nelze jich využít při řešení problémů.

Díky mezinárodním srovnávacím výzkumům, jejichž organizátorem je zejména Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků vzdělávání (International Association for the Evaluation of Educational Achievement – IEA), můžeme srovnat úroveň vědomostí a dovedností českých žáků s vědomostmi a dovednostmi jejich vrstevníků v zahraničí. První mezinárodní šetření v oblasti přírodovědného vzdělávání se na českých školách uskutečnilo v roce 1995 (IEA TIMSS, tj. Third International Mathematics and Science Study) a dále pak v roce 1999 (IEA TIMSS-R, tj. Third International Mathematics and

Science Study – Repeat). V průběhu 90. let se Česká republika zapojila také do komparativních aktivit realizovaných Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). Koncem 90. let pak OECD navrhla vlastní výzkumný projekt PISA, tj. Program for International Student Assessment. V rámci tohoto projektu probíhají v tříletých intervalech (od roku 2000) šetření v oblasti matematické, přírodovědné a čtenářské gramotnosti patnáctiletých žáků, přičemž při každém z těchto šetření je jedna oblast prohlášena za hlavní. Přírodovědná gramotnost byla hlavní zkoumanou oblastí v roce 2006. Výzkumy TIMSS zjišťují zejména úroveň školních vědomostí a dovedností žáka, zatímco výzkumy PISA jsou orientovány převážně na měření úrovně dovedností, které jsou důležité pro další vzdělávání žáka a pro jeho uplatnění v životě a ve společnosti.

Součástí TIMSS 1995 bylo také řešení praktických úloh, jejichž hlavním smyslem bylo nejen zmapovat vědomosti žáků, ale také postihnout jejich komplexnější dovednosti, které musí žáci prokázat na podkladě vlastního experimentování a dalších aktivit s tím spojených (Kelblova a kol. 2006). Ukázalo se, že čeští žáci dosahovali dobrých výsledků, které se však lišily podle typu úlohy. Žáci dosáhli podstatně horších výsledků v úlohách, kde museli své vědomosti a dovednosti uplatnit v nových neobvyklých situacích, a zejména v úlohách, které měly experimentální povahu. Česká republika byla zemí s největším rozdílem mezi výsledky žáků v teoretické a v experimentální části testu (Straková, Potužníková, Tomášek 2006). Z hlediska obsahu vykazovali žáci nejnižší úspěšnost při řešení úloh z optiky a z energie a jejich přeměn (Palečková 1996/1997 a,b).

Při srovnání výsledků z přírodovědných testů zadávaných žákům základních škol v rámci výzkumu TIMSS v roce 1995 a v roce 1999 bylo při řešení úloh z fyziky prokázáno statisticky významné zhoršení žáků (Palečková, Tomášek 2001). Videostudie TIMSS 1999 naznačila, že žáci jsou ve výuce o přírodovědných jevech spíše informováni, než aby byli vedeni k jejich objevování (Roth et al. 2006). Důraz je kladen zejména na osvojování faktů, definic a vzorců, menší pozornost je věnována hledání souvislostí (Mandíková, Palečková 2007). Na základě mezinárodního výzkumu kurikula (TIMSS curriculum analysis) se také ukázalo, že výuka matematiky a přírodovědných předmětů je v České republice na 2. stupni základní školy pojmově náročná a poznatkově silně nahuštěná. Co se týká rozdílu ve výsledcích chlapců a dívek, byly opakovaně prokázány lepší výsledky chlapců. Oproti ostatním zemím byly u nás rozdíly

mezi chlapci a dívkami v přírodovědných předmětech nadprůměrné. Tomuto zjištění však neodpovídá školní hodnocení, neboť dívky získávají ve všech předmětech lepší známky (Straková a kol. 2002).

Při výzkumech PISA byla posuzována *přírodovědná gramotnost* žáků, definovaná jako „*schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a na základě důkazů vyvozovat závěry, které vedou k porozumění přírodnímu prostředí a usnadňují rozhodování týkající se přírodního prostředí a změn, které v něm nastávají v důsledku lidské činnosti*“ (Kelblová a kol. 2006, str. 77). Tato gramotnost je vymezena pomocí tří aspektů: *postupů aplikovaných při řešení problému* (např. rozpoznávání otázek, které je možno zodpovědět pomocí vědeckého zkoumání, určení důkazů nezbytných pro vyvození určitého závěru, vyvozování závěrů z předložených poznatků nebo jejich posouzení, porozumění přírodovědným pojmům a poznatkům), *obsahů* (nejčastěji se vyskytují témata biologická různorodost, síla a pohyb, fyziologické změny) a *typů situací*, ve kterých dochází k aplikování vědomostí a postupů (jedná se o situace z každodenního života, nikoliv z prostředí školní třídy či laboratoře).

V roce 2000 i 2003 dosáhli čeští žáci statisticky významně vyššího průměru, než je mezinárodní průměr. Přitom Česká republika patřila v roce 2003 mezi dvanáct zemí, jejichž výsledek se od roku 2000 do roku 2003 statisticky významně zlepšil (Palečková, Tomášek 2003). Ve výzkumu PISA 2003 byla také jako doplněk ke třem hlavním oblastem (čtenářská, matematická a přírodovědná gramotnost) ověřována *dovednost žáků samostatně řešit problémové úlohy*, které vyžadují tvořivou kombinaci vědomostí a dovedností z různých vyučovacích předmětů. Pro potřeby výzkumu byla oblast řešení problémových úloh definována takto: „*Řešení problémových úloh představuje schopnost jednotlivce využívat kognitivní procesy k řešení reálných mezipředmětových situací, v nichž není okamžitě zřejmý způsob řešení a které ani typem gramotnosti, ani obsahem nespádají pouze do oblasti matematiky, přírodních věd nebo čtení*“ (Tomášek, Potužníková 2004, s. 7). Test používaný v tomto výzkumu kladl důraz zejména na provázanost vědomostí a dovedností se situacemi, s nimiž se mohou žáci setkat v běžném životě. Úlohy byly posuzovány z hlediska tří aspektů: *typy problémů* (rozhodování, systémová analýza a projektování, odstraňování chyb), *postupy* (porozumění problému, uspořádání problému, znázornění problému, řešení problému, kontrola a posouzení řešení, prezentace řešení) a *způsoby uvažování* (analytické, kvantitativní, analogické, kombinatorické). Výsledky naznačují, že průměrný výsledek

českých žáků je statisticky významně vyšší než průměr zemí OECD, přičemž chlapci dosáhli o něco lepšího výsledku než dívky, ale rozdíl nebyl statisticky významný (Tomášek, Potužníková 2004).

Výzkum PISA 2006, prokázal výrazně lepší úspěšnost žáků při řešení úloh vyžadujících pouhou aplikaci vědomostí, než při řešení úloh na rozpoznávání přírodovědných otázek a používání vědeckých důkazů. Navíc se ukázalo, že čeští žáci mají osvojeno velké množství přírodovědných poznatků a teorií, ale mají problémy při vytváření hypotéz, experimentování, získávání a interpretování dat, posuzování výsledků výzkumu, formulování a dokazování závěrů apod. (Palečková a kol. 2007). Větší důraz je tedy kladen na shromažďování a reprodukci teoretických znalostí než na podstatu vědeckého zkoumání a uvažování. V žakovském dotazníku zadávaném v rámci výzkumu PISA 2006 uvedlo pouze 22 % žáků, že učitel vyžaduje každou nebo téměř každou hodinu, aby přírodovědné poznatky aplikovali na problémy, s nimiž se setkávají v každodenním životě (odpověď nikdy nebo téměř nikdy zvolilo 31 %). Dále jen 9 % žáků volilo odpověď, že ve většině hodin provádějí praktické pokusy v laboratoři (42 % odpovědělo nikdy nebo téměř nikdy) a 19 % žáků uvedlo, že učitel předvádí ve většině hodin demonstrační pokusy (odpověď nikdy nebo téměř nikdy zvolilo 36 % žáků). Pouze 27 % žáků uvedlo, že učitel využívá přírodních věd k tomu, aby jim pomohl porozumět světu mimo školu (odpověď nikdy nebo téměř nikdy volilo 26 % žáků) a jen 10 % žáků uvedlo, že učitel vyžaduje, aby navrhli, jak by se přírodovědné otázky daly zkoumat v laboratoři (58 % žáků odpovědělo nikdy nebo téměř nikdy).

G. Höfer (2005) zkoumal prostřednictvím dotazníkového šetření oblíbenost jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky a také četnosti jejich výskytu během výuky. Z šetření vyplývá, že mezi nejvíce oblíbené řadí žáci činnosti vztahující se k praxi a praktickým aplikacím fyziky (pokusy učitele, video, film, pokusy žáků a internet). Tuto skutečnost bohužel učitelé při výuce fyziky málokdy využívají, neboť jako nejčastěji uplatňované žáci označili části vztahující se k teorii (výklad) a také k procvičování (opakování, úlohy). Podobné výsledky přinesly také další výzkumy výuky fyziky (Svoboda, Höfer 2006/2007, Žák, Kekule 2007), které dokládají, že žáci by nejraději ve výuce prováděli pokusy vlastníma rukama a že by se chtěli zaměřit především na získávání dovedností užitečných pro život. Rovněž během výzkumu PISA 2006 se ukázalo, že experimentální činnosti ve výuce fyziky na českých školách je věnováno málo času, a to výrazně pod mezinárodním průměrem (Dvořák a kol. 2008).

I. Dvořáková a R. Kolářová si ve svém výzkumu položily otázku, čeho si na svém učiteli nejvíce cení žáci, jejichž učitel byl na základě různých kritérií vybrán mezi dobré učitele (Dvořáková, Kolářová 2009). Ukázalo se, že nejvíce si žáci na svém učiteli cení (mimo dobrého vztahu k nim a srozumitelného výkladu učiva) zařazování pokusů do výuky.

Do jaké míry hodnocení učitele fyziky komplexně zachycuje vědomosti a dovednosti žáků, a to především dovednosti experimentálního rázu, zjišťovaly pomocí dotazníkového šetření zadávaného učitelům a žákům na jaře 2000 E. Hejnová a R. Kolářová. Přitom došli k těmto závěrům: „...*experimentální dovednosti jsou při ústní zkoušce vyžadovány od žáka zřídka...*“, „...*větší důraz je kladen spíše na verbální reprodukci získaných poznatků než na vlastní experimentální činnost...*“, „...*žáci si myslí, že provádění pokusů není pro učitele příliš důležité...*“ (Hejnová, Kolářová 2000/2001, s.410). Průzkum prokázal, že nejméně se daří v praxi realizovat hodnocení experimentálních dovedností žáků, které by však měly tvořit podstatnou část kompetencí získaných žáky ve fyzice. Při hodnocení se často preferují spíše formální vědomosti a popis.

Zda umí žáci řešit problémové úlohy, se pokoušela během svého dlouhodobého výzkumu zjistit také M. Kličková (1989). Jako cíl si stanovila, diferencovat žáky podle přístupu k řešení problémových úloh, vyčlenit obtížné myšlenkové kroky při řešení problémů a zjistit, zda vyučovací předmět může přispívat k dovednosti žáků řešit problémy. Metodou výzkumu byl experiment prováděný na gymnáziu ve dvou paralelních třídách (v jedné se pracovalo soustavně problémovou metodou a ve druhé, kontrolní skupině, byly využívány tradiční formy práce). Po 43 vyučovacích hodinách měli žáci formou písemného testování vyřešit pět složitějších komplexních úloh problémového charakteru. Z výsledků vyplývá, že v kontrolní skupině nebylo 63,55 % žáků schopno vyřešit úlohy ani po poskytnutí návodných otázek, v experimentální skupině pak 49,59 % žáků. Mezi nejčastější příčiny chybného řešení řadila autorka výzkumu izolovanost a formálnost vědomostí žáků, nedostatečný rozbor úlohy, chybějící znalosti a nízkou sebekontrolu v průběhu řešení. Jak dále uvedla, tyto nedostatky lze postupně snižovat prostřednictvím návodných otázek, a proto dochází k závěru, že „*k dovednosti žáků řešit problémy může přispívat svou činností každý učitel v každém vyučovacím předmětu*“ (1989, s. 57).

J. Skalková pomocí dlouhodobého empirického šetření zkoumala, ve kterých formách činnosti se mohou žáci ve vyučování projevovat a jak se skutečně projevují (1963). Ukázalo se, že 45 % týdenního času bylo využíváno na činnost receptivní povahy, v 54,5 % času se uplatňovaly jen dílčí projevy samostatné práce žáků a aktivního myšlenkového úsilí a pouze 3 % představovalo samostatné řešení problémů a hledání nejvhodnějších cest řešení. Z hlediska výukových metod výrazně převládala metoda rozhovoru, seznam ostatních metod byl jen chudý a málo pestrý.

O úrovni znalostí a dovedností českých žáků nás informují také další výzkumy. V roce 1999 byl formou písemné zkoušky u 350 žáků 9. ročníků ZŠ proveden výzkum zjišťující jejich kompetence vztahující se k hlavním cílům přírodovědného vzdělávání – např. pozorování, experimentování, měření a odhady, kvantitativní popis, aplikace přírodovědných poznatků a další (Kolářová a kol. 1998). Z výsledků výzkumu vybíráme: „...v naprosté většině úloh jsou výsledky žáků gymnázií lepší. ...žákům činí problémy zdůvodnění úloh..., ...ve výpočtových úlohách zapomínají uvádět jednotky veličin nebo je uvádějí nesprávně. ... zaměňují pojmy teplo a teplota...“ (Kolářová, Budínová 1999/2000, s. 539).

Otázkou připravenosti žáků ke studiu fyziky na střední škole se zabývali ve své evaluační sondě S. Ordelt a M. Šíroká (2004/2005). Tato sonda byla uskutečňována prostřednictvím testu s úlohami týkajícími se vlastností látek a těles zadávaného 328 žákům z 9 středních škol v celkem 22 třídách prvního ročníku. Ve výsledcích autoři uvádějí, že „... zadaný velmi jednoduchý (až triviální) vstupní test zvládli absolventi ZŠ jen průměrně, nelze si tedy dělat iluze o jejich elementárních znalostech fyziky, s nimiž se setkávají téměř každodenně“ (Ordelt, Šíroká 2004/2005, s. 409).

J. Flencová na základě řady výzkumů zkoumala efektivnost výuky fyziky na základní škole. Přitom se zaměřovala na kvalitu vědomostí, na některé představy, operace a aplikace naprosto běžné a nutné pro fyziku a její transfer. Výsledky ukázaly, že „u 50 % absolventů základní školy jsou fyzikální vědomosti, pokud je prokáží, zcela formální a neslouží jim k dalším operacím a k řešení problémů. U zbývajících žáků jsou vědomosti kusé a jejich transfer nespolehlivý. Pouze u 15 % žáků byly zjištěny vědomosti smysluplné a použitelné“ (Flencová 1982, str. 88).

Problematikou kvality výuky, se zabýval V. Žák (2008). Zkoumal parametry kvality výuky fyziky na základě pozorování 75 vyučovacích hodin fyziky na středních

školách. Přitom se ukázalo, že ve výuce fyziky se málo experimentovalo, málo se využívaly pomůcky, málo se používala heuristická metoda, studenti se málo kriticky zamýšleli, málo se probouzel zájem o fyziku, málo se propojoval obsah s ostatními předměty atd. Naopak bylo zjištěno, že ve výuce dominoval výklad a často se využívaly matematické prostředky.

Dále se můžeme setkat s výzkumy, jejichž cílem je ověření dovednosti studentů pracovat ve výuce fyziky s grafy. Dovednost rozumět grafům je pro praxi velmi důležitá, neboť grafy nám dávají názornou představu závislosti veličin či průběhu fyzikálního děje. Takový výzkum proběhl např. na košických gymnáziích a posuzoval, do jaké míry studenti umí najít k fyzikálním zákonům a fyzikálním závislostem odpovídající graf, který je ilustruje, najít k danému grafu správnou fyzikální interpretaci, určit na základě grafu hodnotu zadané fyzikální veličiny, přisoudit fyzikální význam směrnici přímkového grafu a určit jaké fyzikální veličině odpovídá plocha pod čarou grafu (Ježková 2000/2001). Výzkumnou metodou byl didaktický test obsahující 16 otázek s výběrem odpovědi z oblasti elektřiny, v němž studenti dosáhli 73,15 % úspěšnosti. K výsledkům testu autorka uvádí: *„Ak uvážime, že znalosť interpretácie grafov fyzikálnych závislostí by mala patriť k základným zručnostiam žiaka gymnázia, nie je tento výsledok až taký uspokojivý.“* (Ježková 2000/2001, s. 488). Podobný výzkum proběhl také v USA a průměrná úspěšnost v testu zaměřeném na kinematiku byla 40 % (Ježková 2000/2001).

V dalších zahraničních výzkumech se ukázalo, že učitelé fyziky jsou přesvědčeni o tom, že řešení problémových úloh může vést k porozumění fyziky (Hobden 1999). Studenti mají však často problém interpretovat nebo vysvětlit jejich vlastní řešení (McDermott 1991). McDermott (1991) zastává názor, že studenti by měli být aktivně zapojeni do vyučovacího procesu za účelem konceptuální změny (v myšlení studentů). Autorka navrhovala, že hluboké mentální zapojení by mohlo být rozvinuto, kdyby bylo od studentů požadováno, vysvětlit jejich řešení úlohy vlastními slovy.

Podle Van Heuvelena (1991), se studenti fyziky často pouze pasivně zúčastňují hodin fyziky a poslouchají učitele, místo toho, aby řešili úlohy. Vysvětlování způsobu řešení, je často nahrazováno předem daným striktním postupem. Autor navrhuje, že studenti by se mohli naučit myslet jako „fyzici“, pokud by jim byla dána příležitost, řešit úlohy slovní a obrázkovou formou předtím, než dojde ke klasickému

matematickému vyřešení úloh. Mezi další návrhy, vedoucí ke zlepšení porozumění řešení problémových úloh, patří explicitní vyučování strategií řešení problémových úloh, které zahrnuje kvalitativní analýzu a vícenásobné reprezentace (Heller, Reif 1984). Podobně také Leonard, Dufresne, Mestre (1996) prokázali rozvoj dovednosti řešit problémové úlohy používáním kvalitativní strategie, při které studenti museli popsat, jak by řešili daný problém. Fraser, Linder, Pang (2004) navrhuje při řešení problémových úloh využívat techniku obměn. Tato technika vyžaduje od studentů, aby řešili problém více než jedním způsobem, aplikováním různých fyzikálních principů na danou problémovou situaci. Tím pádem jsou studentům dány příležitosti pro rozvoj pochopení spojení mezi různými fyzikálními principy a zákonitostmi.

Na základě výzkumů se také zjistilo, že k lepšímu uvažování nad fyzikálními úlohami vede práce žáků ve skupinách. Blaye, Light, Joiner a Sheldon (1991) uvedli, že studenti, kteří pracovali při řešení problémových úloh z fyziky ve skupinách, byli dvojnásobně úspěšnější při následném řešení testu, v porovnání se studenty, kteří pracovali samostatně. Rovněž Heller, Keith a Anderson (1992) potvrzují lepší výsledky žáků při řešení úloh ve skupinách. Heller a Hollabaugh (1992) uvádějí, že při práci ve skupinách si studenti navzájem sdělují konceptuální a procedurální vědomosti a tím je jejich úspěšnost při řešení problémových úloh vyšší než při individuální práci. Výzkumníci uvádějí, že pokud malá skupina studentů pracuje jako tým, stráví (v porovnání se samostatnou prací) daleko více času nad uvažováním a následnou diskusí, což vede k úspěšnému řešení problémové úlohy.

Důraz je také kladen na dostatečnou aplikaci získaných vědomostí a dovedností a jejich využití v reálných praktických situacích. Vytvořením fyzikálních problémových úloh, které jsou zaměřeny na životní situace, ve kterých se studenti mohou ocitnout, bude řešení pro studenty smysluplné a zajímavé. Propojení řešení úloh se životem hraje důležitou úlohu také při schopnosti představit si problém (Rennie, Parker 1996).

Za základní aspekt výuky fyziky je považován přechod od teorie k praxi, k němuž dochází právě prostřednictvím řešení problémových úloh. Někteří učitelé vidí v řešení problémových úloh způsob, jak žáky nové vědomosti a dovednosti naučit, srozumitelně je vysvětlit, aplikovat a upevnit. Také je považují za proces, pomocí něhož dochází k rozvoji kognitivních dovedností žáků a také dovednosti učit se (Freitas, Jimenez, Mellado 2004). Podle Lópeze (1994) je pro žáky tradiční způsob řešení úloh

jedna z největších příčin jejich těžkostí při učení. Dále uvádí, že problémy kvantitativního charakteru v mnoha případech vytvářejí stereotypní situace, s minimálním vztahem k běžnému životu. K vyřešení daného typu úlohy se vyžaduje od studentů pouze aplikace vhodného vzorce, který je v mnohých případech prezentován samotným učitelem nějaký čas předtím. Mnoho studentů je znechuceno a demotivováno, mají-li řešit úlohy vyžadující tradiční, často šablonovitý způsob řešení (Blanco, Guerrero 2002). Úlohou učitelů by mělo být transformovat nezajímavé mechanické drilování do problémové situace, která aktivizuje u žáků jejich optimální problémovou zónu (Garret, et al. 1990). Na docílení tohoto stavu je žádoucí, aby problémové úlohy obsahovaly nové originální situace blízké zájmu žáků, které u nich stimulují plánování, vytváření rozhodnutí a snahu vysvětlit jejich řešení (Pozo 1996). Takový způsob řešení vyvolává u žáků propojení vztahů mezi předešlými poznatky a poznatky, které jsou požadovány ke správnému vyřešení úlohy, a také vytváření předpovědí a interpretací (Freitas, Jimenez, Mellado 2004). Z tohoto pohledu se problém jeví jako situace, která navozuje „difficulties“, u kterých není řešení předem známo (Gil-Pérez, Martinez 1983). Další podmínkou, aby byli studenti uvedeni do konfrontace s problémem, je potřeba motivace pro hledání řešení. Problémová úloha by měla edukačně stimulovat jednání, které by vedlo k hledání řešení (Perales 1993). Chceme-li, aby se studenti ztotožnili s řešením problémové úlohy, je nutné, aby upustili od myšlenky, že problém je pouze školní úloha, kterou je nutné vyřešit. Musíme u nich vyvolat přesvědčení o důležitosti jejího řešení pro jejich současný i budoucí praktický život (Jiménez, Wamba, Aguaded 1999).

Řešení problémových úloh spočívá v nalezení řešení, které je pro studenta relativně nové. Zahrnuje řadu dovedností, jako je např. dovednost analyzovat problém, aplikovat předešlé vědomosti, syntetizovat relativně odlišné části vědomostí, činit rozhodnutí, jak pokračovat, a umět hodnotit jednotlivé kroky, kterými se dospělo ke správnému řešení (Polya 1957). Výzkumy ukazují, že studenti mívají problémy rozpoznat potřebné dříve osvojené vědomosti a dovednosti, dát je do vztahu s novými, analyzovat je a také uskutečnit výpočet (Harskamp, Ding 2006). Maloney (1994) uvádí, že student, který úspěšně zvládá řešení problémových úloh, má tyto vlastnosti: je si vědomý kvalitativní analýzy problémové úlohy, provádí si náčrt problému, umí formulovat problémovou úlohu vlastními slovy a umí určit rovnice a teoremy, které vedou ke správnému vyřešení problému. Anderson (1981) uvádí, že tito studenti stráví

malé množství času studiem literatury a posloucháním přednášek, ale naopak věnují velké množství času praktickému řešení problémových úloh. Zde vyvstává otázka pro učitele, zda prezentují žákům „krokovou“ („step-by-step“) strategii, nebo je nechávají problém řešit vlastní strategií, která je jim blízká.

Řešení problémových úloh hraje tedy rozhodující úlohu v kurikulech přírodovědných předmětů i ve vyučování ve většině zemí. Smutným faktem je, že studenti často neumí aplikovat vědomosti a dovednosti získané ve škole do kontextu každodenního života (Portoles, Polez 2008). Jako důsledek toho by mělo být cílem učitele přírodovědných předmětů a výzkumníků přírodovědného vzdělávání zvýšení dovednosti studentů řešit problémové úlohy. Dovednost všeobecného řešení problémových úloh se neliší podle dobrých a špatných řešitelů (Bayer 1984). Kritickým prvkem řešení problémových úloh jsou kontextové vědomosti a dovednosti a vlastní zkušenosti (Palumbo 1990). Za účelem zvýšení dovednosti studentů řešit problémové úlohy z přírodovědných předmětů by se měla pozornost soustředit na dva hlavní problémy: rozvíjet u studentů dovednost řešit problémové úlohy, které spojují znalosti ze všech přírodovědných předmětů, a zaměřit se na těžkosti, jež nastanou studentům během jejich řešení, přičemž nalezneme prostředky, jak je překonat (Lee 2001). Úspěch v řešení problémových úloh závisí na kombinaci oborových vědomostí a dovedností, dovednosti používat strategie řešení problémových úloh a na dalších doplňkových komponentech (Jonassen 2000, O`Neil 1999). Rovněž z Andersonovy (1980) kognitivní perspektivy je zřejmé, že na úspěšné vyřešení problémových úloh je potřeba spojit jednotlivé komponenty znalostí: deklarativní znalosti, procedurální znalosti a metakognitivní znalosti. Úspěšný řešitel problémové úlohy tedy musí něco vědět (obsahové vědomosti), vlastnit intelektuální „triky“ (strategie řešení problémových úloh), být schopný plánovat a monitorovat vlastní progres vedoucí k vyřešení problémové úlohy (metakognice) a v neposlední řadě pak být motivován k tomu, aby úlohu vůbec řešil (O`Neill, Schackter 1999). Mayer (1998) zkoumal vliv kognitivních dovedností, metakognitivních dovedností a motivace na řešení problémových úloh a zjistil, že všechny tři zkoumané faktory jsou pro úspěšné vyřešení problémových úloh potřebné. Kempa (1991) uvádí přímé spojení, které existuje mezi kognitivní strukturou (dlouhodobou pamětí) a těžkostmi v řešení problémových úloh. Tyto těžkosti jsou většinou způsobeny jedním nebo několika následujícími faktory:

- absence poznatků v paměťové struktuře studenta,

- přítomnost chybného, resp. nevhodného, spojení nebo vztahu mezi jednotlivými elementy vědomostí v paměti studenta,
- absence nezbytného spojení mezi vědomostmi v kognitivní struktuře studenta,
- přítomnost chybných nebo bezvýznamných poznatků v kognitivní struktuře studenta.

Podobně také Lee (1996) na základě výzkumu poukazuje na souvislost mezi řešením problémových úloh a kognitivními faktory, jako jsou: předchozí vědomosti, pojmová (konceptuální) blízkost, propojení myšlenek, dovednost interpretovat problém a předchozí zkušenosti s problémovými úlohami. Přitom pojmovou (konceptuální) blízkost měří jako míru blízkosti (vztahu) mezi pojmy, které jsou zahrnuty do řešení problémové úlohy. Spojení myšlenek měří jako úroveň dovednosti spojit (asociovat) myšlenky, pojmy, slova, nákresy nebo rovnice za použití nápověd, které se vyskytují v zadání problémové úlohy. Dovednost interpretovat problém operacionalizuje jako kapacitu pochopit, analyzovat, interpretovat a definovat zadaný problém. Předchozí zkušenosti s problémovými úlohami měří jako míru předchozích zkušeností v řešení podobných problémových úloh.

Z dosud provedených výzkumů a interpretace jejich výsledků plyne několik doporučení pro praxi:

- Studenti musí chápat učivo ještě předtím, než dojde k řešení problémových úloh, které se k němu vztahují. Způsob, kterým učitelé mohou studentům pomoci pochopit dané učivo je například použití pojmové mapy, díky níž studenti lépe pochopí nejen samotné pojmy, ale také vztahy mezi nimi.
- Ve vzdělávacích testech převládají požadavky na deklarativní vědomosti, zatímco požadavky na procedurální a situační znalosti jsou zatlačovány do pozadí. Přitom stimulováním těchto znalostí (vysvětlováním, hledáním vztahů a konfrontací) můžeme povzbudit u studentů změnu jejich vyučovacích návyků.
- Tradiční výukové metody a vzdělávací strategie při vyučování přírodovědných předmětů nejsou kompatibilní na dosažení požadované úrovně konceptuálního učení se a získání požadovaných dovedností. Hlavní záměr přírodovědného vzdělávání by měl spočívat v rozvíjení vědeckých dovedností, jako jsou: práce v laboratořích, věda založená na výzkumu, počítačové simulace, kvantitativní

analýza dat, vysvětlování, kritické myšlení a zdůvodňování závěrů (Shahyer, Adex 1993).

- Rozvíjet kvalitativní chápání problémů a upřednostňovat ho před zadáváním numerických procedur. Je třeba začít otázkami, které mohou mít textový nebo schematický charakter. Samozřejmě se vyžaduje, aby se opírali o základní pojmy, vycházející z teorie přírodovědných předmětů za účelem zodpovězení položených otázek. Za současného zápisu na tabuli by měla být vedena diskuse vztahující se k problémové úloze, ve které by měli studenti vyvozovat, proč se rozhodli pro dané řešení.
- Poskytovat studentům neustále různé dlouhodobé problémové úlohy. Pokud studenti pochopí princip řešení základních problémů, následně by měli dostat velké množství praktických úloh, se kterými ještě nemají zkušenosti. Na jejich správné vyřešení budou kromě aplikace konceptuálních vědomostí potřebovat také schopnost analýzy a syntézy, a také propojování jednotlivých konceptů a hodnotící myšlení.
- Používat heuristické řešení problémových úloh a metakognitivní aktivity. Vysvětlit úlohu metakognitivních dovedností v jednotlivých krocích řešení problémové úlohy. Metakognitivní dovednosti mohou být nalezené v krocích, jako jsou plánování řešení, monitorování procesu řešení, kontrola výsledků a interpretace řešení problémových úloh.
- Pro učitele je důležité vědět, že mohou změnit vlastní mentální přístup k problému bez nutné změny jejich logické struktury. Takto mohou vést studenty k úspěchu snížením množství informací požadovaných pro zpracování, čímž se vyhýbají přetížení pracovní paměti. Johnstone, Hogg a Ziane (1993) uvádějí, že řešení fyzikálních problémů může být uskutečňováno způsobem, který zredukuje počet rušivých vlivů při zpracování úlohy, důsledkem je větší úspěšnost řešení. Podle výše uvedených autorů struktura problémové úlohy, kde je kombinovaný text s obrázkem, může být chápána jako způsob snížení, resp. zabránění přetížení pracovní paměti.
- Použití znázornění, jako jsou symboly a objekty sloužící k ilustraci studentových vědomostí a struktury těchto vědomostí, může zjednodušit kognitivní zpracování a tím napomoci při řešení problémových úloh (Portoles, Sanjose 2007). Takové

znázornění může pomoci studentům zpracovat zadání problémové úlohy, transformovat jejich nejasný význam do jasného, omezit nepotřebnou kognitivní činnost a vytvořit možné řešení. Vnější symboly (znázornění) podporují řešení problémových úloh redukováním složitosti problému a tím i snižují pracovní zatížení. Baurer a Johnson-Laird (1993) poukazují na významnou pomoc diagramů (zobrazení) při řešení problémů. Díky nim jsou tyto typy úloh řešeny studenty výkonněji a účinněji.

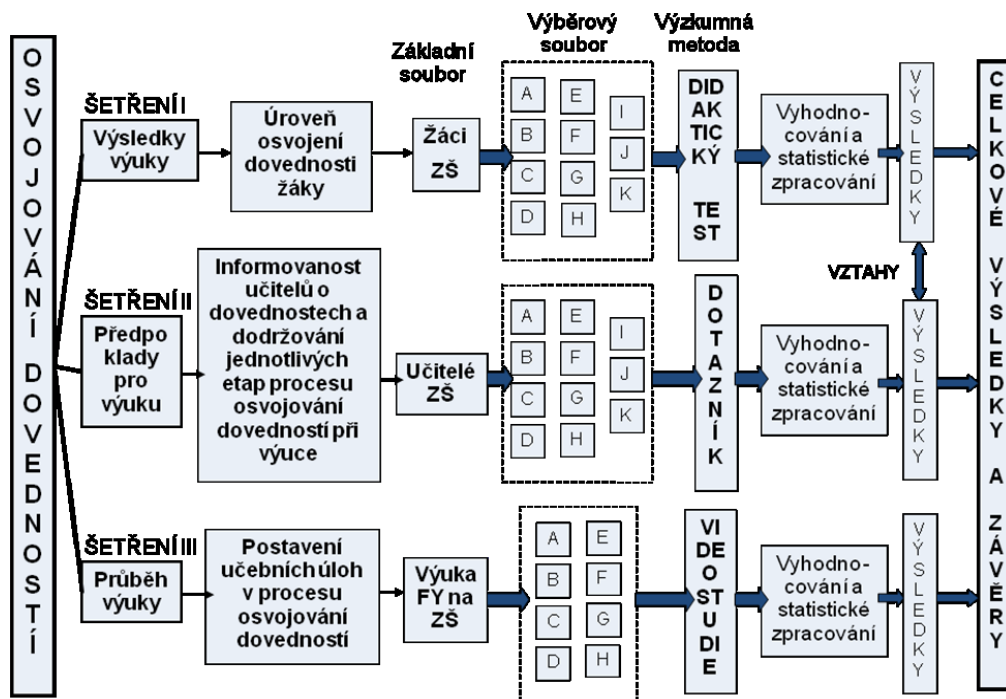
- Při řešení heuristických problémů máme studentům pomoci porozumět jednotlivým krokům řešení a poskytnout jim systematický způsob organizace řešení problémů. Tento přístup vede studenty prostřednictvím logického zdůvodnění k vytvoření kvalitativní reprezentace řešení problémové úlohy ještě před tím, než přijdou na řadu samotné výpočty (Lorenzo 2005).

Výzkumy zaměřené na roli učebních úloh ve výuce považujeme za užitečné, zejména z důvodu nezbytnosti řešení úloh pro správné a trvalé osvojení vědomostí a dovedností a pro schopnost jejich aplikace v praxi a v běžném životě. O tom, jak jsou využívány učební úlohy ve výuce fyziky na 2. stupni základní školy, dále pojednává námi provedený výzkum, jehož design a výsledky představíme v dalších kapitolách (kap. 5,6,7,8 a 9).

5 VÝZKUM DOVEDNOSTÍ A PROCESU JEJICH OSVOJOVÁNÍ NA ZÁKLADNÍCH ŠKOLÁCH

Během analýzy dosud provedených výzkumů týkajících se dovedností žáků ve výuce fyziky jsme došli k závěru, že na českých základních školách proběhla celá řada výzkumů zjišťujících úroveň osvojení vědomostí a dovedností žáků (zejména prostřednictvím didaktického testu). Ve většině z nich však nebyly odlišovány vědomosti od dovedností. Jen ojediněle se vyskytovaly výzkumy zaměřující se konkrétně na úroveň dovedností. Pokud se takové výzkumy uskutečnily, tak se jednalo většinou pouze o dílčí dovednosti (např. dovednost sestrojování grafů, četby z grafů apod.) nebo o dovednost řešit problémové úlohy. Nepodařilo se nám nalézt výzkum, který by se podrobně zabýval samotným procesem osvojování dovedností a zkoumal jeho základní etapy (vyjma postupu řešení problémových úloh). Tyto skutečnosti a současné studium literatury nás vedly k mnoha úvahám a zamyšlení, po kterých následovalo vymezení a popis základních etap procesu osvojování dovedností ve výuce fyziky (kap. 3.2.6). Dalším krokem k prozkoumání dané problematiky bylo postupné vytváření metodologie, která by postihla proces osvojování dovedností od samého počátku až po zjišťování jeho účinnosti. Součástí bylo vytvoření několika výzkumných nástrojů autorkou práce. Jedná se o didaktický test, kategoriální systém pro pozorování výuky a dotazník pro učitele fyziky. Většina z nich se dá po drobných úpravách použít i pro výzkum osvojování dovedností v jiných předmětech, což bylo našim záměrem.

V následujících kapitolách popisujeme výzkum prováděný v rámci disertační práce, který se skládá se z několika výzkumných šetření, jež mají osvětlit problematiku osvojování dovedností z různých pohledů (obr. 5.1). Zjišťují úroveň osvojení dovedností žáky (s přihlédnutím na typy úloh, které činily žákům největší potíže), informovanost učitelů fyziky o dovednostech a o procesu jejich osvojování, dodržování jednotlivých etap tohoto procesu při výuce a postavení učebních úloh v tomto procesu. Pro každé z těchto šetření, zaměřených jak na žáky, tak na učitele a na výuku, byla využívána jiná výzkumná metoda (didaktický test, dotazník, videostudie). Jednotlivá šetření jsou níže popsána v samostatných kapitolách obsahujících výzkumné otázky, hypotézy, metodologii výzkumu a výsledky. Následuje kapitola uvádějící výsledky jednotlivých šetření do vzájemných souvislostí.



Obr. 5.1: Schéma výzkumného designu

5.1 Cíle výzkumu

Cílem výzkumu bylo nejenom zjistit úroveň osvojení dovedností žáků základní školy z hlediska jednotlivých etap procesu osvojování dovedností, ale také prozkoumat samotný proces osvojování dovedností a zamyslet se nad tím, co by mohlo být příčinou zjištěných výsledků. Za tímto účelem jsme si stanovili následující dílčí výzkumné cíle:

- Zjistit, jaká je úroveň osvojení fyzikálních dovedností žáky.
- Posoudit, jaké typy úloh činí žákům největší potíže při řešení (tzn., do které etapy procesu osvojování dovedností tyto úlohy patří).
- Určit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi úrovní dovedností děvčat a chlapců.
- Zjistit, jaké je postavení učebních úloh v procesu osvojování dovedností během výuky fyziky.
 - Zjistit, kolik času je během osvojování dovedností věnováno řešení učebních úloh a jaká je jejich četnost.
 - Posoudit zastoupení úloh z hlediska jednotlivých etap procesu osvojování dovedností.

- Sledovat, kdo je nejčastějším řešitelem úloh a zda mají žáci dostatek příležitostí k samostatné a skupinové práci.
 - Posoudit, jaký typ řešení úlohy vyžadují.
- Zjistit informovanost učitelů fyziky o dovednostech a o procesu jejich osvojování.
 - Zjistit, zda má učitelova informovanost o dovednostech a četnost používání jednotlivých druhů učebních úloh (z hlediska etap procesu osvojování dovedností) při výuce prokazatelný vliv na úroveň dovedností žáků.

Prvních tří cílů bylo dosahováno v rámci prvního výzkumného šetření, jehož nástrojem byl didaktický test. Čtvrtý cíl byl realizován prostřednictvím videostudie a pátého a šestého cíle bylo dosahováno prostřednictvím dotazníku pro učitele.

6 ŠETŘENÍ I: VÝZKUM ÚROVNĚ OSVOJENÍ DOVEDNOSTÍ ŽÁKŮ

První výzkumné šetření se zabývá otázkou úrovně osvojení fyzikálních dovedností žáků základních škol, která byla zkoumána v podobě počtu bodů dosažených žáky celkově i v jednotlivých částech didaktického testu. Smyslem šetření bylo zejména zjistit, zda mají žáci dovednosti osvojené na takové úrovni, aby je dokázali aplikovat na řešení problémových a komplexních úloh, neboť především s takovými typy úloh se budou v dalším studiu i v běžném životě setkávat. Přitom také zjišťujeme, zda disponují všemi vědomostmi, dílčími dovednostmi a návyky potřebnými k tomu, aby mohli takovou úroveň dovedností zvládnout.

6.1 Výzkumné cíle, otázky a hypotézy

Jak uvádíme výše (kap. 5), cílem prvního výzkumného šetření bylo:

- Zjistit, jaká je úroveň osvojení fyzikálních dovedností žáky.
- Posoudit, jaké typy úloh činí žákům největší potíže při řešení (tzn., do které etapy procesu osvojování dovedností tyto úlohy patří).
- Určit, zda existují statisticky významné rozdíly mezi úrovní dovedností děvčat a chlapců.

Za účelem dosažení stanovených výzkumných cílů jsme si vymezili několik výzkumných otázek, o jejichž zodpovědění jsme se během šetření pokusili. Tyto otázky jsme roztřídili do tří základních okruhů:

Okruh I: Celkové výsledky žáků.

Jaké jsou výsledky žáků v didaktickém testu zjišťujícím úroveň dovedností žáků? Jakých maximálních a minimálních bodových hodnot žáci dosahovali? Jakého průměrného výsledku dosáhli žáci?

Okruh II: Dílčí výsledky žáků při řešení úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností.

Jakých výsledků dosahují žáci při řešení úloh z etapy orientační? Jakých výsledků dosahují žáci při řešení úloh z etapy krystalizační? Jakých výsledků dosahují žáci při řešení úloh z etapy dotvářecí? Jakých výsledků dosahují žáci při řešení úloh z etapy integrační? Které typy úloh činily žákům největší potíže?

Okruh III: Srovnání výsledků děvčat a chlapců.

Liší se úroveň dovedností (tzn. průměrný počet bodů z testu) u chlapců a u dívek? Liší se výsledky děvčat a chlapců při řešení úloh patřících do orientační etapy? Liší se výsledky děvčat a chlapců při řešení úloh patřících do krystalizační etapy? Liší se výsledky děvčat a chlapců při řešení úloh patřících do dotvářecí etapy? Liší se výsledky děvčat a chlapců při řešení úloh patřících do integrační etapy?

První dva okruhy otázek jsou deskriptivní povahy. Ve třetím okruhu otázek byly použity hypotézy popisující vztah mezi mírou osvojení dovedností u děvčat a u chlapců:

H₁: *Míra osvojení dovedností (tzn. průměrný počet bodů získaných v didaktickém testu) se u děvčat a u chlapců liší.*

Pozn.: Abychom mohli pro testování hypotézy H_2 použít Studentův t-test, museli jsme ověřit také platnost těchto dvou podmínek/hypotéz:

H_{1.1}: *Rozptyly výsledků u děvčat a u chlapců jsou přibližně stejné.*

H_{1.2}: *Výsledky didaktického testu vykazují normální rozdělení.*

H₂: *Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do orientační etapy procesu osvojování dovedností se u chlapců a u dívek statisticky významně liší.*

H₃: *Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do krystalizační etapy procesu osvojování dovedností se u chlapců a u dívek statisticky významně liší.*

H₄: *Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností se u chlapců a u dívek statisticky významně liší.*

H₅: *Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do integrační etapy procesu osvojování dovedností se u chlapců a u dívek statisticky významně liší.*

6.2 Metodologie výzkumu

Následující kapitola předkládá metodologický postup používaný v rámci prvního výzkumného šetření. Obsahuje popis základního a výzkumného souboru, použitých výzkumných metod, výzkumného nástroje, postupu jeho ověřování a optimalizace a způsobu zpracování získaných dat.

6.2.1 Základní a výzkumný soubor

Základní soubor tvořili žáci 6. ročníků brněnských základních škol. Výběrový soubor byl sestaven dostupným výběrem z 11 tříd, celkem s 200 žáky, z toho bylo 111 chlapců (55,5 %) a 89 děvčat (44,5 %). Všichni učitelé žáků patřících do výběrového souboru byli kvalifikováni pro výuku fyziky na 2. stupni ZŠ a jejich aprobace byla fyzika s matematikou, fyzika s technickou výchovou nebo fyzika s chemií. Podrobnější přehled výzkumného souboru nabízíme v tab. 6.1.

Žáci				Učitelé	
Označení třídy	Počet žáků			Aprobace	Počet let praxe
	děvčat	chlapců	celkem		
A	12	9	21	FY/TEV	0 - 2
B	13	11	24	FY/TEV	0 - 2
C	6	8	14	FY/TEV	0 – 2
D	9	6	15	FY/TEV	0 - 2
E	10	10	20	FY/MA	3 – 10
F	6	7	13	FY/MA	3 – 10
G	8	8	16	FY/MA	3 – 10
H	7	11	18	FY/TV	10 a více
I	3	20	23	FY/TEV	10 a více
J	8	11	19	FY/CHE	10 a více
K	7	10	17	FY/CHE	10 a více
Celkem	89	111	200		

Tab. 6.1: Charakteristika zkoumaného souboru

6.2.2 Výzkumná metoda

Při prvním výzkumném šetření byla používána výzkumná metoda testování. Výzkumným nástrojem byl didaktický test zjišťující úroveň osvojení konkrétní dovednosti, a to dovednosti měření objemu (viz příloha 1). Tento test byl vytvořen autorkou práce. Protože jeho cílem bylo nejenom zjistit úroveň osvojení dovedností žáky v podobě počtu dosažených bodů, ale také posoudit, jaké úlohy činily žákům největší obtíže (tzn., do které etapy tyto úlohy patřily), byl test rozdělen do čtyř částí. Každá část obsahovala úlohy patřící do jedné etapy procesu osvojování dovedností (kromě etapy motivační²). Jednalo se o tyto druhy úloh:

² Úlohy z motivační etapy nebyly do testu zahrnuty záměrně, neboť často bývají součástí etapy krystalizační. Navíc určitý motivační náboj by měla mít každá úloha.

1. Úlohy na prověřování vědomostí a dílčích dovedností, které jsou důležité pro správné osvojení dané dovednosti (např. *znalost zásad, které je třeba při měření objemu dodržet, výpočet velikosti jednoho dílku stupnice odměrného válce, porovnání přesnosti dvou odměrných válců*). Jedná se tedy o úlohy patřící do etapy orientace subjektu v osvojované dovednosti.

2. Jednoduché reproduktivní úlohy, v nichž se daná dovednost uplatňuje, patřící do etapy „krystalizace“ nové dovednosti (např. *převádění jednotek objemu, měření objemu určitého množství kapaliny, měření objemu pevného tělesa pomocí odměrného válce, výpočet objemu krychle a kvádru*).

3. Složitější a problémové úlohy produktivní povahy (např. *navrhnout postup, jak určí objem pevného tělesa, které se nevejde do odměrného válce, objem špendlíku, nebo objem tělesa, které plove na hladině*). Jedná se tedy o úlohy patřící do etapy dotváření dovednosti.

4. Mezipředmětové úlohy, praktické úlohy z domácnosti a z běžného života a úlohy projektového typu, během nichž je nová dovednost začleňována do struktury dovedností osvojených dříve (např. *navrhnout způsob, jak mohou zjistit objem vzduchu, který se jim vleze do plic nebo zjistit, kolik vody vyteče za rok, kape-li z kohoutku voda – každou sekundu 1 kapka – a víme-li, že 100 kapek má objem 25 ml*). Rovněž tyto úlohy jsou produktivní povahy a patří do integrační etapy procesu osvojování dovedností.

Test obsahoval jak úlohy s výběrem odpovědi (4), tak otevřené úlohy se stručnou odpovědí (8) a otevřené široké úlohy (6), tj. celkem 18 úloh. Maximální počet bodů, který mohli žáci získat, byl 24, tedy 6 bodů za každou část. Přitom u úloh s výběrem odpovědi a u úlohy se stručnou odpovědí byl za správnou odpověď přiřazován 1 bod. U otevřených širokých úloh mohli žáci získat za správné řešení 2 body a za částečné řešení 1 bod. Dříve, než byl test používán pro výzkumné účely, byla ověřena jeho obsahová validita (srovnáním specifikační tabulky s kurikulárními dokumenty a posouzením testu odborníkem) a provedena pilotáž na 2 třídách žáků 6. ročníku základní školy (celkem 53 žáků). Následovaly drobné úpravy testu. Poté byl proveden předvýzkum, při němž byl test zadán 90 žákům 6. tříd základní školy a na základě výsledků těchto žáků byla provedena analýza vlastností testových úloh a ověřena reliabilita tohoto výzkumného nástroje.

6.2.3 Ověřování a optimalizace výzkumného nástroje

Dříve, než byl didaktický test používán pro výzkumné účely, bylo provedeno jeho ověřování (Vaculová 2008a). Zjišťovali jsme obtížnost a citlivost jednotlivých úloh a pomocí Kuderova-Richardsonova vzorce jsme kontrolovali reliabilitu didaktického testu (Chráská 1999).

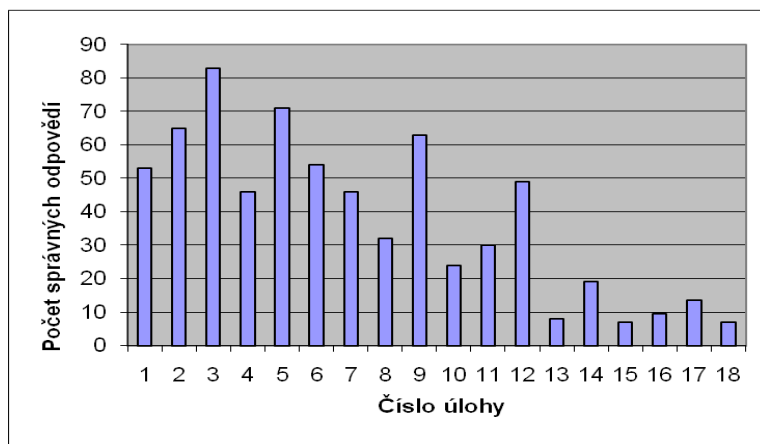
6.2.3.1 Obtížnost úloh

Pro zjišťování obtížnosti úloh byly vypočítány hodnoty obtížnosti Q , tj. procento žáků ve vzorku, kteří odpověděli nesprávně nebo odpověď vynechali. K tomuto účelu

byl využíván vzorec
$$Q = 100 \frac{n}{n}$$
 (6.1)

kde n je počet žáků ve skupině, kteří odpověděli nesprávně nebo neodpověděli vůbec a n je celkový počet žáků ve vzorku. Získané hodnoty jsou uvedeny v tab. 6.2. Za velmi obtížné se považují úlohy, u nichž je hodnota obtížnosti Q vyšší než 80. Naopak za velmi snadné jsou považovány úlohy, jejichž hodnota obtížnosti Q je menší než 20.

Úloha č. 3 byla shledána jako velmi jednoduchá. Byla však ponechána v první části testu, aby její snadné řešení motivovalo žáky. Úlohy č. 13, 15, 16, 17 a 18 byly zhodnoceny jako velmi obtížné. V testu však byly ponechány, protože tato zjištění odpovídala záměru výzkumníka. Ostatní úlohy odpovídaly střednímu stupni obtížnosti, tedy vyhovovaly požadavkům didaktického testu. Pro lepší přehlednost uvádíme počty správných odpovědí na jednotlivé úlohy v grafu 6.1.



Graf 6.1: Počet správných odpovědí za jednotlivé úlohy

Číslo úlohy	Počet správných odpovědí	Hodnoty obtížnosti Q
1	53	41,11
2	65	27,78
3	83	7,78
4	46	48,89
5	71	21,11
6	54	40,00
7	46	48,89
8	32	64,44
9	63	30,00
10	24	73,33
11	30	66,67
12	49	45,56
13	8	91,11
14	19	78,89
15	7	92,22
16	10	89,44
17	14	85,00
18	7	92,22

Tab. 6.2: Hodnocení obtížnosti testových úloh³

6.2.3.2 Citlivost úloh

Pro výpočet citlivosti jednotlivých úloh, tzn., do jaké míry úloha rozlišuje žáky nadanější a slabší, byl použit tetrachorický koeficient citlivosti (r_{tet}):

$$r_{tet} = \frac{180 \sqrt{bc}}{\sqrt{b_{+}c_{+}id}} \quad (6.2)$$

kde čísla označená písmeny a, b, c, d mají význam vyplývající ze schématu čtyřpolní tabulky (tab. 6.4).

Pro výpočet tohoto koeficientu byla pro každou testovou úlohu sestavena tzv. čtyřpolní (tetrachorická) tabulka (tab. 6.3), která uvádí počty žáků ze skupin L a H⁴, kteří v úloze odpověděli správně (+) nebo špatně, případně neodpověděli (-). Údaje z tabulky pak byly dosazeny do vzorce (6.2), pomocí něhož byl vypočítán pro každou úlohu tetrachorický koeficient. Zjištěné výsledky uvádí tabulka 6.4.

		Odpověď	
		+	-
Skupina	L	a	b
	H	c	d

Tab. 6.3: Schéma čtyřpolní tabulky (Chráška 2003)

³ Červeně jsou označeny úlohy, které byly na základě vypočítaných hodnot obtížnosti shledány jako velmi snadné nebo velmi obtížné.

⁴ Vzorek žáků rozdělíme podle celkového počtu dosažených bodů na dvě části: skupinu „lepší“ (s vyšším počtem dosažených bodů; označíme „L“) a skupinu „horších“ (s nižším počtem dosažených bodů; označíme „H“) (Chráška 1999).

Úloha č. 1				Úloha č. 10			
		Odpověď				Odpověď	
		+	-			+	-
Skupina	L	38	7	Skupina	L	18	27
	H	15	30		H	6	39
		$r_{tet} = 0,74$				$r_{tet} = 0,52$	
Úloha č. 2				Úloha č. 11			
		Odpověď				Odpověď	
		+	-			+	-
Skupina	L	43	2	Skupina	L	24	21
	H	22	23		H	6	39
		$r_{tet} = 0,85$				$r_{tet} = 0,67$	
Úloha č. 3				Úloha č. 12			
		Odpověď				Odpověď	
		+	-			+	-
Skupina	L	44	1	Skupina	L	26	19
	H	39	6		H	23	22
		$r_{tet} = 0,64$				$r_{tet} = 0,11$	
Úloha č. 4				Úloha č. 13			
		Odpověď				Odpověď	
		+	-			+	-
Skupina	L	29	16	Skupina	L	7,5	37,5
	H	17	28		H	0,5	44,5
		$r_{tet} = 0,41$				$r_{tet} = 0,82$	
Úloha č. 5				Úloha č. 14			
		Odpověď				Odpověď	
		+	-			+	-
Skupina	L	39	6	Skupina	L	17	28
	H	32	13		H	2	43
		$r_{tet} = 0,37$				$r_{tet} = 0,78$	
Úloha č. 6				Úloha č. 15			
		Odpověď				Odpověď	
		+	-			+	-
Skupina	L	33	12	Skupina	L	6	39
	H	21	24		H	1	44
		$r_{tet} = 0,42$				$r_{tet} = 0,64$	
Úloha č. 7				Úloha č. 16			
		Odpověď				Odpověď	
		+	-			+	-
Skupina	L	33	12	Skupina	L	8,5	36,5
	H	13	32		H	1	44
		$r_{tet} = 0,64$				$r_{tet} = 0,73$	
Úloha č. 8				Úloha č. 17			
		Odpověď				Odpověď	
		+	-			+	-
Skupina	L	23	22	Skupina	L	13,5	31,5
	H	9	36		H	0	45
		$r_{tet} = 0,51$				$r_{tet} = 1,00$	
Úloha č. 9				Úloha č. 18			
		Odpověď				Odpověď	
		+	-			+	-
Skupina	L	40	5	Skupina	L	6,5	38,5
	H	23	22		H	0,5	44,5
		$r_{tet} = 0,67$				$r_{tet} = 0,80$	

Tab. 6.4: Výpočet tetrachorického koeficientu citlivosti jednotlivých úloh z testu

U tetrachorického koeficientu citlivosti je požadována minimální hranice 0,15. Z tabulky 6.4 tedy vidíme, že kromě úlohy č. 12 tomuto požadavku vyhovují všechny

úlohy z testu. Tato úloha byla v testu záměrně ponechána, neboť jejím cílem je zjistit, zda žáci ovládají určitou dílčí dovednost, kterou budou potřebovat při řešení jedné složitější úlohy z integrační etapy procesu osvojování dovedností.

6.2.3.3 Ověření reliability výzkumného nástroje

Reliabilita testu (r_{kr}), tzn. jeho spolehlivost a přesnost, byla vypočítána podle Kuderova-Richardsonova vzorce:

$$r_{kr} = \frac{k}{s^2} \left(1 - \frac{1}{k} \right), \quad (6.3)$$

kde k je počet úloh v testu, p je podíl žáků ve vzorku, kteří řešili určitou úlohu v testu správně, $q = 1 - p$ a s je směrodatná odchylka pro celkové výsledky žáků v testu. Po dosazení příslušných hodnot dostáváme $r_{kr} = 0,843$. Pro pedagogickou diagnostiku se většinou požaduje koeficient reliability minimálně 0,80. Tato podmínka byla tedy při našem výzkumu splněna.

6.2.4 Zpracování a analýza dat

Při zpracování dat byly používány běžné statistické metody a postupy (Hendl 2006, Chráska 1999, Chráska 2003, Chráska 2007, Kerlinger 1972, Králík 2000, Punch 2008, Škaloudová 1998). Nejprve byla pro popis výsledků dosažených žáky použita deskriptivní statistika, pomocí níž byly zjišťovány četnosti jednotlivých bodových hodnot, relativní četnosti, kumulativní četnosti, charakteristiky polohy (aritmetický průměr, medián a modus) a charakteristiky rozptýlení (variační šíře, rozptyl, směrodatná odchylka a kvartilová odchylka). Dále byla pro zjišťování vztahů mezi proměnnými použita statistika induktivní. Hypotézy byly testovány pomocí *Studentova t-testu*, testu dobré shody *chi-kvadrát* (χ^2) a *Fischerova-Snedecorova F-testu*. Pomocí *Studentova t-testu* bylo ověřováno, zda jsou mezi průměrnými výsledky děvčat a chlapců statisticky významné rozdíly. Tyto rozdíly byly testovány jak u celkových výsledků žáků, tak u výsledků v jednotlivých částech testu. To nám umožnilo zjišťovat nejenom, jak se liší celková úroveň osvojení dovedností u chlapců a u děvčat, ale také jak se liší jejich výsledky při řešení úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností. Pomocí testu dobré shody *chi-kvadrát* (χ^2) bylo ověřováno, zda dosažené výsledky přibližně odpovídají normálnímu (*Gaussovu*) rozdělení. Pomocí *Fischerova-Snedecorova F-testu*

byla ověřována homogenita rozptylů v obou srovnávaných skupinách. Způsob použití statistických testů a jejich matematické vyjádření jsou uvedeny v kapitole popisující vyhodnocování výsledků výzkumu (kap. 6.4).

Celkové výsledky žáků i výsledky v jednotlivých částech testu (tzn. průměrné počty bodů) jsou posuzovány jako závisle proměnné, pohlaví žáků jako nezávisle proměnná.

Během šetření používáme hladinu významnosti, jejíž hodnota je vymezena standardně ve shodě s územ v pedagogické metodologii, a to $p \leq 0,05$, z čehož plyne, že riziko chybného přijetí nebo zamítnutí nulové hypotézy je 5 %.

Ke grafickému znázorňování výsledků byly použity, sloupcové grafy (např. histogramy četností) a křivkové grafy (např. Galtonova ogiva neboli graf kumulativních četností) vytvářené v Excelu. Pro lepší přehlednost a snadnější výpočty bylo v Excelu vytvořeno několik tabulek.

6.3 Výsledky I: Deskriptivní popis zjištěné úrovně dovedností

Následující kapitola odpovídá na tyto výzkumné otázky:

- a) *Jaké jsou celkové výsledky žáků v didaktickém testu zjišťujícím úroveň jejich dovedností?*
- b) *Jak se liší výsledky žáků (počty bodů dosažené žáky) v jednotlivých etapách procesu osvojování dovedností?*

6.3.1 Celkové výsledky žáků v didaktickém testu

Nejprve byly čárkovací metodou posuzovány celkové výsledky žáků, kdy pomocí čárek zaznamenáváme výskyt jednotlivých hodnot. Výsledky čárkovací metody potom převedeme do tabulky četností (tab. 6.5). Nejčastěji žáci dosahovali 8 bodů, nejvyšší hodnoty, tj. 21 až 24 bodů, pak nebyly zastoupeny vůbec. Tato tabulka byla doplněna o relativní četnost udávanou v procentech, což je podíl četnosti n_i a celkové četnosti n vynásobený stem, tj.

$$f_i = (n_i / n) * 100, \quad (6.4)$$

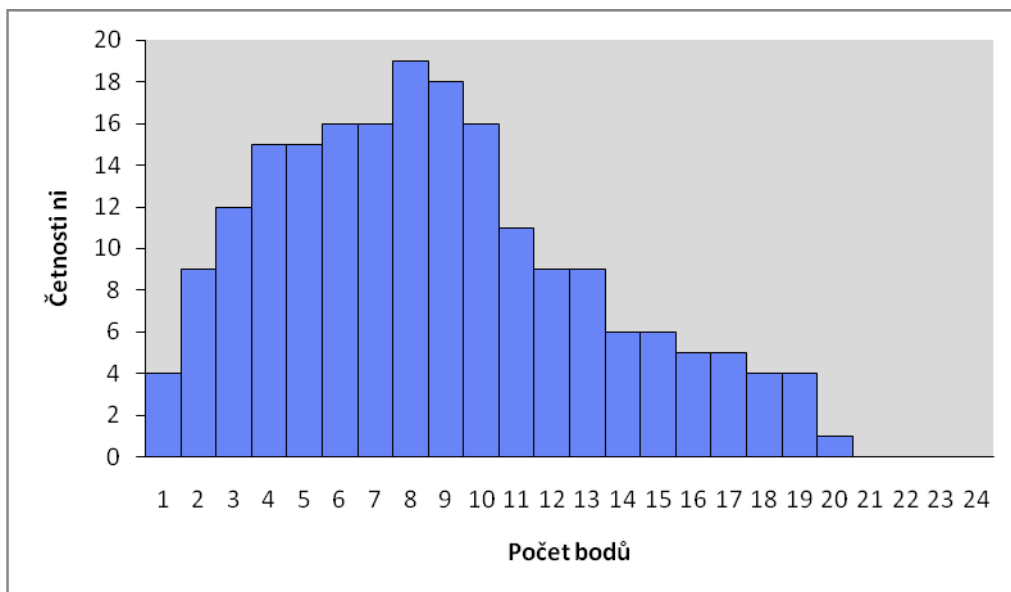
která nám poskytuje informaci o tom, jak velká část z celkového počtu hodnot připadá na danou hodnotu. Např. devět bodů získalo 9 % žáků.

Počet bodů	Žáci s daným počtem bodů	Četnost n_i	Relat.čet. f_i (v %)	Kumulativní četnost
1	////	4	2	4
2	////////	9	4,5	13
3	//////////	12	6	25
4	//////////	15	7,5	40
5	//////////	15	7,5	55
6	//////////	16	8	71
7	//////////	16	8	87
8	//////////	19	9,5	106
9	//////////	18	9	124
10	//////////	16	8	140
11	////////	11	5,5	151
12	////////	9	4,5	160
13	////////	9	4,5	169
14	////	6	3	175
15	////	6	3	181
16	////	5	2,5	186
17	////	5	2,5	191
18	///	4	2	195
19	///	4	2	199
20	/	1	0,5	200
21		0	0	200
22		0	0	200
23		0	0	200
24		0	0	200
Σ		200	100	

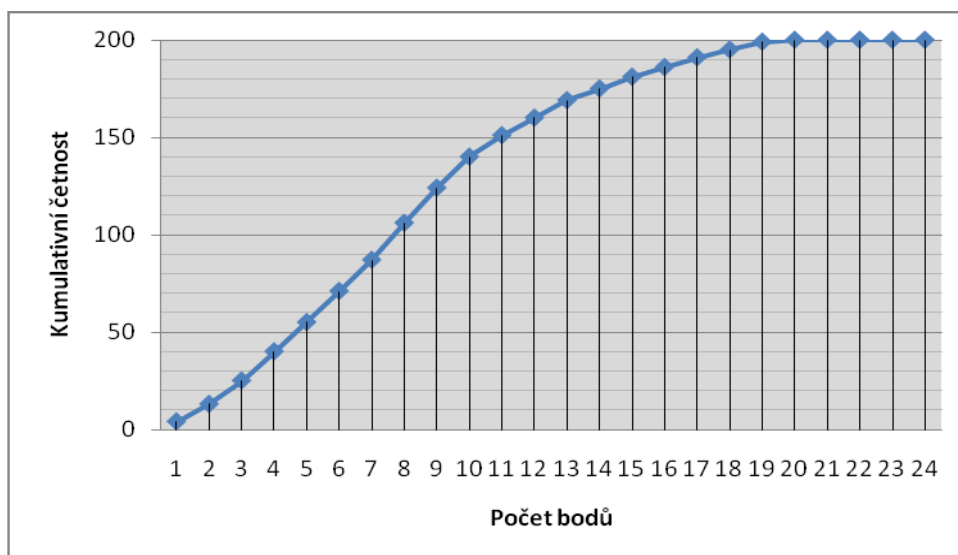
Tab. 6.5: Četnosti jednotlivých bodových hodnot získaných žáky v testu

Dále pak tabulka obsahuje kumulativní četnosti, které se rovnají součtu četnosti v daném řádku a všech četností v předchozích řádcích. Např. kumulativní četnost 160 ve dvanáctém řádku tabulky udává, že 160 žáků z celkového počtu 200 dosáhlo nejvýše 12 bodů.

Četnosti jednotlivých hodnot (počtu bodů) pak byly graficky znázorněny pomocí histogramu četností (graf 6.2) a kumulativní četnosti pomocí Galtonova ogiva neboli součtové křivky (graf 6.3).



Graf 6.2: Histogram četností bodů získaných žáky v didaktickém testu



Graf 6.3: Graf kumulativních četností bodů získaných žáky v didaktickém testu

Dále byly z výsledků testu vypočítány charakteristiky polohy (aritmetický průměr, medián a modus) a charakteristiky rozptýlení (variační šíře, rozptyl, směrodatná odchylka a kvartilová odchylka):

Charakteristiky polohy (střední hodnoty)

- **Aritmetický průměr** $\bar{X}$ počtu bodů dosahovaných žáky v didaktickém testu byl vypočítán podle vztahu

$$\bar{X} = \Sigma(n_i * x_i) / n, \quad (6.5)$$

kde n_i značí četnost bodů, x_i jednotlivé počty bodů a n celkovou četnost. Po dosazení

hodnot uvedených v tabulce 6.6 do vzorce (6.5) dostáváme $\bar{X} = 1728/200 = 8,64$. Žáci tedy dosáhli průměrného výsledku 8,64 bodů.

- **Medián ($\mathcal{X}$)**, neboli prostřední hodnota z řady hodnot seřazených podle velikosti, která rozděluje soubor dat na dvě stejné části, odpovídala v našem šetření hodnotě 8. Protože počet zkoumaných hodnot byl sudý, určil se medián jako průměr ze dvou prostředních hodnot, tj. $\mathcal{X} = (8 + 8)/2 = 8$.
- **Modus ($\mathcal{X}$)**, tedy nejčastěji se vyskytující hodnota. V našem případě žáci dosahovali nejčastěji osmi bodů, tzn. $\mathcal{X} = 8$.

Počet bodů x_i	Četnost n_i	$n_i * x_i$	$n_i * (x_i - x_p)^2$
1	4	4	211,41
2	9	18	353,82
3	12	36	333,27
4	15	60	273,49
5	15	75	160,39
6	16	96	82,45
7	16	112	25,81
8	19	152	1,39
9	18	162	9,59
10	16	160	47,89
11	11	121	81,98
12	9	108	125,22
13	9	117	201,36
14	6	84	197,00
15	6	90	271,76
16	5	80	298,76
17	5	85	381,06
18	4	72	378,69
19	4	76	460,53
20	1	20	137,59
21	0	0	0,00
22	0	0	0,00
23	0	0	0,00
24	0	0	0,00
Σ	200	1728	4033,46

Tab. 6.6: Výpočet aritmetického průměru a směrodatné odchylky pro výsledky testování

Charakteristiky rozptýlení (míry variability)

Pomocí charakteristik rozptýlení bylo zjišťováno, jak dalece jsou jednotlivé hodnoty nakupeny či naopak rozptýleny kolem střední hodnoty.

- **Variační šíře (R)** odpovídající rozdílu mezi největší a nejmenší naměřenou hodnotou: $R = x_{\max} - x_{\min} = 20 - 1 = 19$.

(6.6)

- **Rozptyl (s^2) a směrodatná odchylka (s)**

Pomocí rozptylu a směrodatné odchylky bylo zjišťováno kolísání jednotlivých hodnot kolem aritmetického průměru. Čím více a čím častěji se jednotlivé hodnoty odchylují od aritmetického průměru, tím je rozptyl i směrodatná odchylka větší.

Rozptyl je aritmetický průměr čtverců odchylek od aritmetického průměru a byl vypočítán podle vzorce:

$$s^2 = [1/(n - 1)] * \Sigma[n_i * (x_i - x_p)^2]. \quad (6.7)$$

Po dosazení potřebných hodnot z tabulky 6.6 dostáváme $s^2 = [1/(200 - 1)] * 4033,46 = 20,269$. Z výsledku byla vypočítána směrodatná odchylka $s = 4,50$.

- **Kvartilová odchylka**

Dolní kvartil, který odděluje dolní čtvrtinu hodnot je roven hodnotě pět (tj. $Q_1 = 5$), a horní kvartil, oddělující horní čtvrtinu naměřených hodnot odpovídá hodnotě deset (tj. $Q_3 = 10$). Z těchto údajů pak byla podle vzorce

$$Q = (Q_3 - Q_1) / 2 \quad (6.8)$$

vypočítána kvartilová odchylka $Q = (10 - 5) / 2 = 2,5$.

Protože v intervalu od $-Q$ do $+Q$ (tj. od $-2,5$ do $+2,5$) od mediánu se nachází 50 % hodnot, rozdělení četností je přibližně symetrické.

6.3.2 Popis výsledků žáků v jednotlivých částech testu

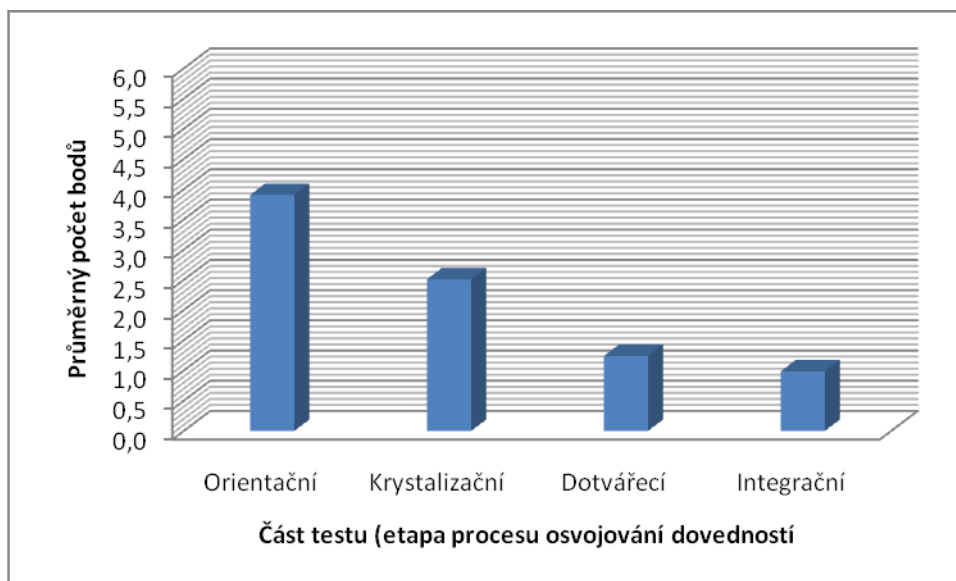
Cílem této části výzkumu bylo nalezení odpovědi na následující výzkumnou otázku: „*Jak se liší výsledky žáků (počty bodů dosažené žáky a aritmetický průměr) v jednotlivých etapách procesu osvojování dovedností?*“

Zjištěné výsledky v podobě počtu bodů získaných žáky v jednotlivých částech testu a aritmetických průměrů bodů za jednotlivé části testu jsou uvedeny v tabulce 6.7 a v grafu 6.4. Maximální počet bodů, které mohli žáci získat v jednotlivých částech testu byl 6, celkem tedy mohli získat 24 bodů.

Druh etapy	Výsledky žáků	
	Celkový počet bodů	Průměrný počet bodů připadající na jednoho žáka
1. Orientační	781	3,91
2. Krystalizační	502	2,51
3. Dotvářecí	248	1,24
4. Integrační	197	0,99

Tab. 6.7: Výsledky žáků v jednotlivých částech testu⁵

⁵ V jednotlivých částech testu mohl každý žák získat maximálně 6 bodů.



Graf 6.4: Průměrný počet bodů žáků v jednotlivých částech testu

Dále jsou z důvodu porovnání výsledků řešení reproduktivních (1. a 2. část testu) a produktivních (3. a 4. část testu) úloh v tabulce 6.8 uvedeny souhrnné výsledky pro úlohy patřící do orientační a krystalizační etapy a pro úlohy patřící do dotvářecí a integrační etapy.

Z tabulky vidíme, že mnohem hůře dopadli žáci při řešení úloh patřících do etapy dotvářecí a integrační než při řešení úloh z etapy orientační a krystalizační.

Části testu	Výsledky žáků	
	Body	Aritm. prům.
1. a 2.	1283	3,21
3. a 4.	445	1,11

Tab. 6.8: Srovnání výsledků prvních dvou (reproduktivní úlohy) a druhých dvou (produktivní úlohy) částí testu

Závěr:

Nejlepších výsledků dosahovali žáci v první části testu obsahující úlohy patřící do orientační etapy procesu osvojování dovedností. Za tuto část získali celkem 781 bodů. Aritmetický průměr bodů získaných v této části odpovídá hodnotě 3,91. V úlohách na popis postupu měření odměrným válcem většinou odpovídali správně, zatímco úlohy vyžadující myšlenkové operace s poznatky činily přibližně polovině žáků problémy (např. rozhodnout, kterým z dvou zobrazených odměrných válců mohou měřit přesněji).

O něco horších výsledků dosahovali žáci ve druhé části testu obsahující úlohy patřící do krystalizační etapy procesu osvojování dovedností. Celkem zde žáci získali

502 bodů a aritmetický průměr činil 2,51 bodů. Přitom nejčastěji zde žáci chybovali v převádění jednotek objemu.

Podstatně hůře však žáci dopadli ve zbývajících dvou částech testu obsahujících úlohy z etapy dotvářecí a integrační. V těchto částech získali pouze 248 (3. část testu) a 197 (4. část testu) bodů. Rovněž aritmetické průměry bodů zde tedy byly velmi nízké: 1,24 a 0,99. U kvalitativních úloh vyžadujících slovní řešení žáci často řešení předem vzdávali nebo se snažili převést slovní řešení na početní, i když na něho neměli zadány potřebné údaje. U kvantitativních úloh vyžadujících řešení početní neprováděli zápis úlohy, náčrt situace, fyzikální analýzu situace ani formulování strategie. Naopak se často pouze snažili provádět nahodilé matematické operace se zadanými hodnotami. I když někteří žáci při řešení úloh postupovali správně, často zapomínali převádět jednotky veličin, nebo je převáděli nesprávně. Následkem toho uváděli naprosto nereálné výsledky. Z tohoto zjištění lze usuzovat, že žáci nemají představu o velikosti různých jednotek a nedokážou dělat reálné odhady.

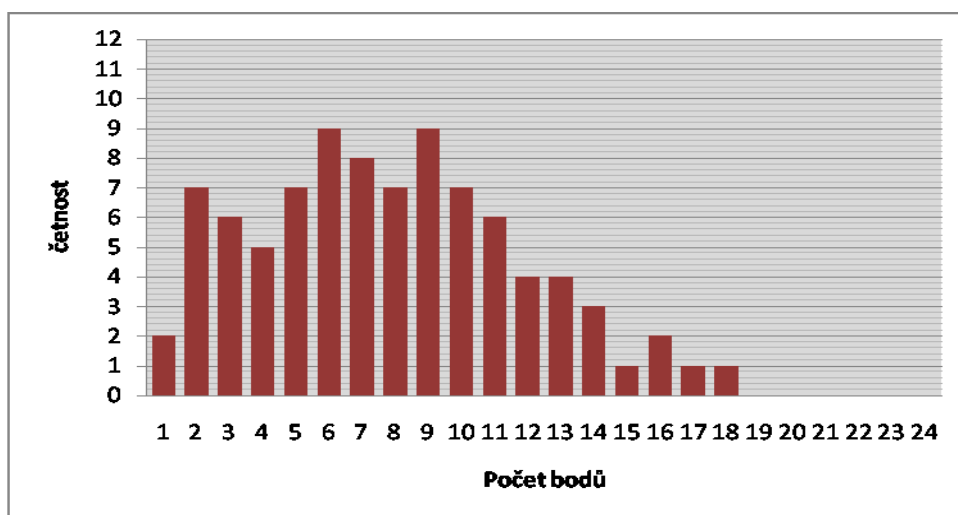
Žákům tedy dělalo velké problémy řešit úlohy patřící do dotvářecí a integrační etapy procesu osvojování dovedností. Jedná se o úlohy složitější, problémové, mezipředmětové a komplexní úlohy na zařazení nové dovednosti do dovedností struktury, tj. do dovedností získaných dříve.

6.3.3 Výsledky ve skupině děvčat a ve skupině chlapců

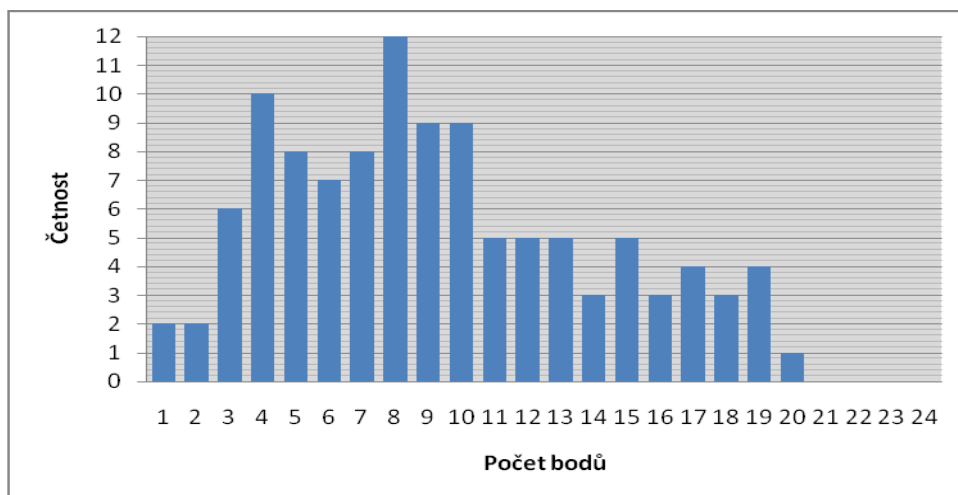
V další části vyhodnocování výsledků didaktického testu byly srovnávány výsledky děvčat s výsledky chlapců. Nejprve byla opět provedena statistika deskriptivní, kdy byla zjišťována četnost jednotlivých bodů u chlapců a u dívek (tab. 6.9). Tyto četnosti jsou znázorněny pomocí histogramu četností, a to samostatně pro dívky (graf 6.5), samostatně pro chlapce (graf 6.6) a pro obě skupiny dohromady (graf 6.7).

Počet bodů	Četnost	dívek	Četnost	chlapců
1	//	2	//	2
2	////////	7	//	2
3	//////	6	//////	6
4	////	5	//////////	10
5	////////	7	////////	8
6	//////////	9	//////	7
7	////////	8	////////	8
8	//////	7	//////////	12
9	//////////	9	////////	9
10	//////	7	////////	9
11	//////	6	////	5
12	////	4	////	5
13	////	4	////	5
14	///	3	///	3
15	/	1	////	5
16	//	2	///	3
17	/	1	////	4
18	/	1	///	3
19		0	////	4
20		0	/	1
21		0		0
22		0		0
23		0		0
24		0		0
Σ		89		111

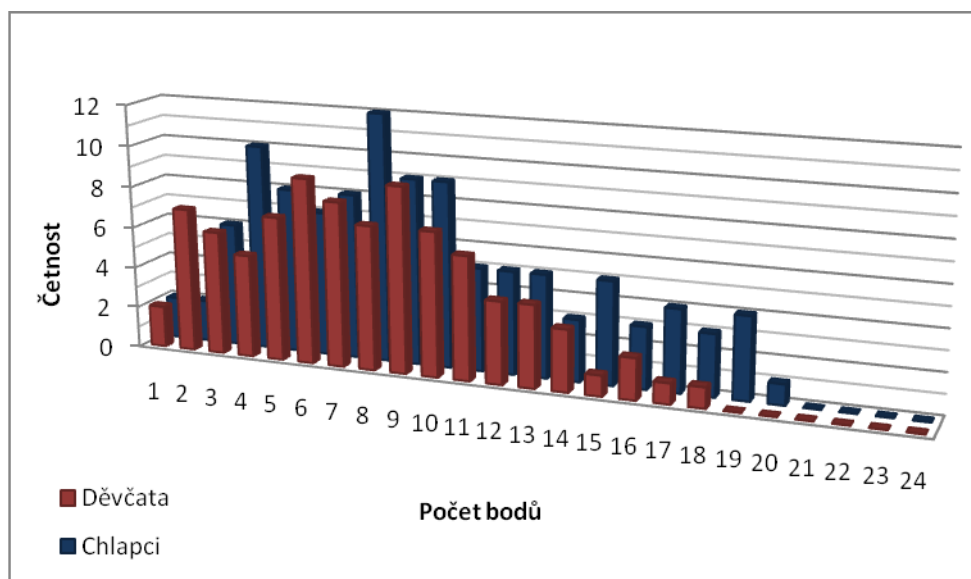
Tab. 6.9: Četnosti jednotlivých bodových hodnot získaných chlapci a děvčaty v testu



Graf 6.5: Histogram četností bodů získaných v didaktickém testu ve skupině dívek



Graf 6.6: Histogram četností bodů získaných v didaktickém testu ve skupině chlapců



Graf 6.7: Srovnání četností bodů v obou skupinách

Dále byly ve skupině dívek a ve skupině chlapců porovnány největší a nejmenší hodnoty, kvartily, mediány, kvartilové odchylky a aritmetické průměry (tab. 6.10).

	chlapci	dívky
Největší hodnota	20	18
Nejmenší hodnota	1	1
Horní kvartil	13	10,5
Dolní kvartil	5	5
Medián	9	8
Kvartilová odchylka	4	2,75
Aritmetický průměr	9,3	7,82

Tab. 6.10: Shrnutí výsledků chlapců a děvčat v didaktickém testu

Z tabulky 6.10 je patrné, že chlapci dosáhli vyššího aritmetického průměru (9,3) než dívky (7,82). V další části práce bude ověřováno, zda je tento rozdíl statisticky významný.

6.4 Výsledky II: Testování hypotéz

Poté, co byl proveden deskriptivní popis získaných výsledků didaktického testu, probíhalo testování výše uvedených hypotéz (kap. 6.1).

6.4.1 Srovnání celkových výsledků děvčat a chlapců

Při posuzování výsledků děvčat a chlapců jsme hledali odpověď na tuto výzkumnou otázku: *Liší se úroveň dovednosti (tzn. průměrný počet bodů z testu) u chlapců a u dívek?* Pomocí **Studentova t-testu** bylo zjišťováno, zda jsou mezi průměrnými výsledky skupiny děvčat a skupiny chlapců statisticky významné rozdíly.

Aby bylo možné tento druh statistického testu použít, musela být nejprve ověřena platnost těchto podmínek:

- měření navzájem nezávislá,
- data metrická (intervalová nebo poměrová),
- normální rozdělení v základním souboru,
- požadavek homogenity rozptylu v obou srovnávaných skupinách (rozptyl má být v obou skupinách přibližně stejný).

Platnost prvních dvou podmínek je zřejmá z povahy výzkumu, proto je v další části práce uvedeno pouze ověřování třetí a čtvrté podmínky.

6.4.1.1 Ověřování normality rozdělení

Pomocí testu dobré shody **chí-kvadrát** χ^2 bylo ověřováno, jestli dosažené výsledky didaktického testu přibližně odpovídají normálnímu (Gaussovu) rozdělení. Pro tento účel byla zvolena následující nulová (H_0) a alternativní (H_A) hypotéza (Chráska 2003):

H_0 : *Výsledky didaktického testu mají normální rozdělení s průměrem 8,64 a směrodatnou odchylkou 4,5.*

H_A : *Výsledky didaktického testu nevykazují normální rozdělení.*

Testování statistické významnosti bylo prováděno na hladině významnosti 0,05. Pro určení testového kritéria **chí-kvadrát** χ^2 ,

$$\chi^2 = \sum [(P - O)^2 / O], \quad (6.9)$$

bylo zapotřebí vypočítat očekávané četnosti v jednotlivých intervalech, majících hloubku $h = 1$ bod (tab. 6.11, třetí sloupec).

Počet bodů	Četnost P	Hranice intervalů	u	Φ	p	Četnost O	$\frac{(P-O)^2}{O}$
1	4			0,0000			
2	9	1,5	-1,59	0,0548	0,0446	8,92	2,714
3	12	2,5	-1,36	0,0808	0,0260	5,2	2,777
4	15	3,5	-1,14	0,1357	0,0549	10,98	0,095
5	15	4,5	-0,92	0,1841	0,0484	9,68	2,924
6	16	5,5	-0,70	0,2420	0,0579	11,58	1,010
7	16	6,5	-0,48	0,3085	0,0665	13,3	0,548
8	19	7,5	-0,25	0,3821	0,0736	14,72	0,111
9	18	8,5	-0,03	0,5000	0,1179	23,58	0,890
10	16	9,5	0,19	0,5793	0,0793	15,86	0,289
11	11	10,5	0,41	0,6554	0,0761	15,22	0,040
12	9	11,5	0,64	0,7257	0,0703	14,06	0,666
13	9	12,5	0,86	0,8159	0,0902	18,04	4,530
14	6	13,5	1,08	0,8643	0,0484	9,68	0,048
15	6	14,5	1,30	0,9032	0,0389	7,78	0,407
16	5	15,5	1,52	0,9332	0,0300	6	0,000
17	5	16,5	1,75	0,9641	0,0309	6,18	0,225
18	4	17,5	1,97	0,9772	0,0131	2,62	2,162
19	4	18,5	2,19	0,9861	0,0089	1,78	2,769
20	1	19,5	2,41	0,9918	0,0057	1,14	7,175
21	0	20,5	2,64	0,9953	0,0035	0,7	0,129
22	0	21,5	2,86	0,9981	0,0028	0,56	0,560
23	0	22,5	3,08	0,9990	0,0009	0,18	0,180
24	0	23,5	3,30	0,9995	0,0005	0,1	0,100
	200				0,0000	0	0,000
							30,348

Tab. 6.11: Ověření normality odpovědí testem dobré shody χ^2

Nejdříve tedy byly vyjádřeny hranice intervalů v normovaných jednotkách u , a to podle vztahu

$$u = (x - x_p)/s, \quad (6.10)$$

kde za x dosazujeme jednotlivé hranice intervalů, x_p je průměrný počet bodů a s je směrodatná odchylka.

Dále pak byla ke každé hodnotě u vyhledána ve statistických tabulkách distribuční funkce normovaného normálního rozdělení Φ . Tato funkce udává pravděpodobnost, že výsledek v didaktickém testu bude nejvýše x .

Očekávané četnosti v jednotlivých bodových intervalech byly vypočítány podle vztahu

$$O = n * p, \quad (6.11)$$

kde n je celková četnost všech naměřených hodnot a p je pravděpodobnost výskytu hodnoty v určitém intervalu (určíme jako rozdíly hodnot Φ pro obě hranice intervalu).

Po dosazení do vzorce (6.9), byla získána hodnota testového kritéria $\chi^2 = 30,348$ (průběžné výsledky výpočtu jsou shrnuty v tabulce 6.11). Tato hodnota byla porovnána s kritickou hodnotou testového kritéria chí-kvadrát pro hladinu významnosti 0,05 a počet stupňů volnosti $f = 21$, tj. $\chi^2_{0,05}(21) = 32,671$.

Závěr:

Vypočítaná hodnota testového kritéria je menší než hodnota kritická, proto přijímáme nulovou hypotézu, tzn., odchylky od normálního rozdělení nejsou na zvolené hladině významnosti statisticky významné. Výsledky testování mají tedy normální rozdělení.

6.4.1.2 Ověřování homogenity rozptylu

Další podmínkou pro použití *Studentova t-testu* byla homogenita rozptylu, tj. požadavek, aby rozptyly v obou srovnávaných skupinách byly zhruba stejné.

Uvedená podmínka byla ověřována pomocí **Fischerova-Snedecorova F-testu**. U tohoto testu významnosti se rozptyly posuzují pomocí testového kritéria F

$$F = s_1^2 / s_2^2, \quad (6.12)$$

kde se do čitatele zlomku dosazuje větší rozptyl $\Rightarrow F > 1$. Pro tento účel byla zvolena následující nulová a alternativní hypotéza:

H_0 : Rozptyl výsledků u děvčat a rozptyl výsledků u chlapců je stejně velký.

H_A : Rozptyly výsledků u děvčat a u chlapců jsou rozdílné.

Byla zvolena hladina významnosti $p \leq 0,05$.

Rozptyly v jednotlivých srovnávaných skupinách byly vypočítány podle vzorce

$$s^2 = [1/(n - 1)] * \Sigma[n_i * (x_i - x_p)^2] \quad (6.13)$$

kde x_i jsou počty bodů, n_i jsou jejich četnosti, x_p je aritmetický průměr hodnot a n je celková četnost.

a) Rozptyl (s_D^2) výsledků ve skupině děvčat⁶:

$$x_p = \Sigma(n_i * x_i) / n_i = 696 / 89 = 7,82$$

$$s_D^2 = [1/(n - 1)] * \Sigma[n_i * (x_i - x_p)^2] = [1/(89 - 1)] * 1405,12 = 15,97$$

$$s_D = \sqrt{s_D^2} = 4,00$$

b) Rozptyl (s_{Ch}^2) výsledků ve skupině chlapců⁶:

$$x_p = \Sigma(n_i * x_i) / n_i = 1032 / 111 = 9,3$$

$$s_{ch}^2 = [1/(n - 1)] * \Sigma[n_i * (x_i - x_p)^2] = [1/(111 - 1)] * 2493,19 = 22,67$$

$$s_{ch} = \sqrt{s_{ch}^2} = 4,76$$

Testové kritérium F tedy vychází $F = 22,67 / 15,97 = 1,42$. Tuto vypočítanou hodnotu srovnáme s kritickou hodnotou testového kritéria pro zvolenou hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti, který se určí pro každou skupinu zvlášť ze vztahů (6.14), (6.15)

$$f_D = n_D - 1 \quad (6.14)$$

$$f_{Ch} = n_{Ch} - 1, \quad (6.15)$$

kde f_D , f_{Ch} jsou počty stupňů volnosti ve skupině dívek a ve skupině chlapců a n_D , n_{Ch} jsou četnosti v obou skupinách. Skupina dívek má tedy $f_D = 89 - 1 = 88$ stupňů volnosti a skupina chlapců má $f_{Ch} = 111 - 1 = 110$ stupňů volnosti. Těmto hodnotám odpovídá kritická hodnota testového kritéria $F_{0,05}(89, 111) = 1,47$.

Závěr:

Srovnáním vypočítané hodnoty F s hodnotou kritickou bylo zjištěno, že vypočítaná hodnota je menší. Byla tedy přijata nulová hypotéza, tzn., mezi rozptyly v obou skupinách nejsou statisticky významné rozdíly.

Platnost všech výše uvedených podmínek potvrzuje oprávněné použití *Studentova t-testu*.

⁶ Tabulky s průběžnými hodnotami výpočtu aritmetického průměru a rozptylu z výsledků testování ve skupině děvčat i chlapců jsou k dispozici u autorky práce.

6.4.1.3 Srovnání aritmetických průměrů

Jelikož jsme splnili všechny výše uvedené podmínky, mohli jsme k testování následující hypotézy použít *Studentův t-test* (Chráska 2003).

H_2 : *Míra osvojení dovednosti (tzn. průměrný počet bodů získaných v didaktickém testu) se u děvčat a u chlapců liší.*

Formulována byla nulová a alternativní hypotéza:

H_{02} : *Úroveň dovedností (průměrný počet bodů získaných v didaktickém testu) je u chlapců i u děvčat stejná.*

H_{A2} : *Úroveň dovedností (průměrný počet bodů získaných v didaktickém testu) je u chlapců a u děvčat rozdílná.*

Nulová hypotéza byla testována pomocí kritéria t , které se vypočítává ze vztahu

$$t = [(x_{pD} - x_{pCh})/s] * \sqrt{[(n_D * n_{Ch}) / (n_D + n_{Ch})]}, \quad (6.16)$$

kde x_{pD} je průměr skupiny děvčat, x_{pCh} průměr skupiny chlapců, n_D , n_{Ch} četnosti obou skupin a s je směrodatná odchylka.

Směrodatná odchylka s byla vypočítaná z hodnot získaných v obou skupinách z tzv. nestraného rozptylu s^2 podle vzorců

$$s^2 = 1/(n_D + n_{Ch} - 2) * [\sum(x_{Di} - x_{pD})^2 + \sum(x_{Chj} - x_{pCh})^2] \quad (6.17)$$

$$s = \sqrt{s^2}, \quad (6.18)$$

kde x_{Di} , x_{Chj} jsou jednotlivé naměřené hodnoty v obou skupinách a ostatní symboly mají stejný význam jako ve vzorci (6.16).

Z naměřených hodnot pak vycházejí tyto údaje:

$$s^2 = 1/(89 + 111 - 2) * [1405,12 + 2493,19] = (1/198) * 3898,31 = 19,69$$

$$s = \sqrt{19,69} = 4,44$$

$$t = [(9,3 - 7,82)/4,44] * \sqrt{[(89 * 111) / (89 + 111)]} = 0,334 * 7,03 = 2,348.$$

Vypočítaná hodnota testového kritéria byla srovnána s kritickou hodnotou pro zvolenou hladinu významnosti a příslušný počet stupňů volnosti, který vypočítáme podle vztahu

$$f = n_1 + n_2 - 2. \quad (6.19)$$

Kritická hodnota pro hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 198$ je $t_{0,05}(198) = 1,972$. Vypočítaná hodnota je větší než hodnota kritická, proto byla zamítnuta nulová hypotéza a byla přijata hypotéza alternativní.

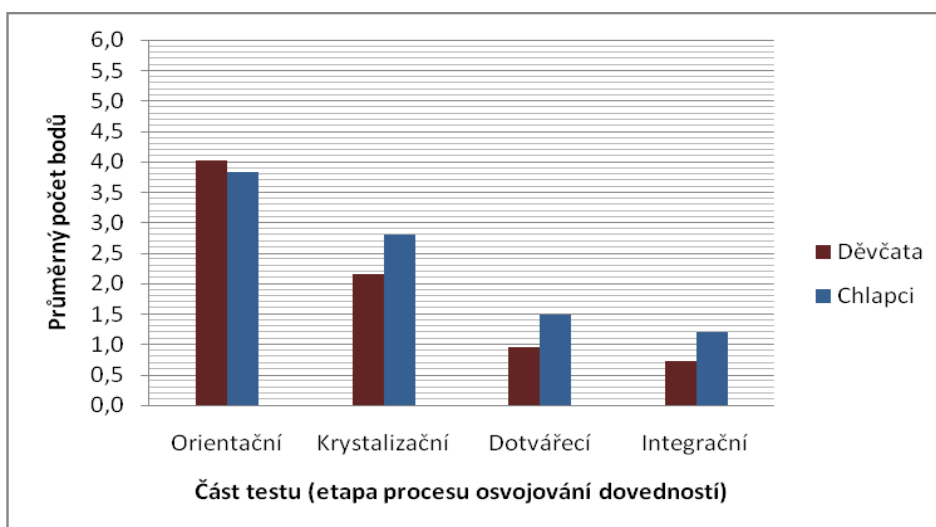
Závěr: Průměrný počet bodů získaných chlapci v didaktickém testu (9,3) je vyšší než průměrný počet bodů získaných děvčaty (7,82). Tento rozdíl ve výsledcích je statisticky významný.

6.4.2 Srovnání výsledků děvčat a chlapců v jednotlivých částech testu

V předchozí kapitole (kap. 6.4.1.3) jsme se dozvěděli, že celkové výsledky v testu byly u chlapců statisticky významně lepší než u děvčat ($t = 2,348$; $p \leq 0,05$). Toto zjištění však nevypovídá o tom, jak si vedli žáci v průběhu testu. Proto dále posuzujeme průměrné výsledky chlapců a děvčat v jednotlivých částech testu, tedy při řešení úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností. V tabulce 6.12 a v grafu 6.8 vidíme, že v první části testu dosáhla vyššího aritmetického průměru děvčata, zatímco ve všech ostatních částech testu si lépe vedli chlapci. Zda jsou tyto rozdíly statisticky významné, budeme ověřovat testováním níže uvedených hypotéz pomocí *Studentova t-testu* na hladině významnosti 0,05 (počet stupňů volnosti $f = 198$). Při výpočtech testového kritéria t budeme využívat vztahy (6.16), (6.17), (6.18) a (6.19).

Druh etapy	Body		Aritmetický průměr	
	dívky	chlapci	dívky	chlapci
1. Orientační	357	424	4,01	3,82
2. Krystalizační	191	311	2,15	2,80
3. Dotvářecí	84	164	0,94	1,48
4. Integrační	64	133	0,72	1,20

Tab. 6.12: Výsledky děvčat a chlapců v jednotlivých částech testu⁷



Graf 6.8: Výsledky děvčat a chlapců v jednotlivých částech testu

⁷ Při posuzování získaných bodů je nutné brát v úvahu odlišný počet děvčat (89) a chlapců (111).

A. Liší se výsledky děvčat a chlapců při řešení úloh patřících do orientační etapy?

H_3 : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do orientační etapy procesu osvojování dovedností se u chlapců a u dívek statisticky významně liší.

Formulace nulové a alternativní hypotézy:

H_{03} : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do orientační etapy procesu osvojování dovedností je u chlapců i u dívek přibližně stejný.

H_{A3} : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do orientační etapy procesu osvojování dovedností je u chlapců i u dívek rozdílný.

Průměrný počet bodů u děvčat odpovídal hodnotě 4,01 a u chlapců 3,82.

Četnosti jednotlivých bodových hodnot uvádějí tabulky 6.13 a 6.14.

Body x_i	Četnost n_i	$n_i \cdot x_i$		$n_i \cdot (x_i - x_p)^2$
0	0	0		0,000
1	6	6	////	54,361
2	11	22	////////	44,441
3	13	39	//////////	13,261
4	18	72	//////////	0,002
5	28	140	//////////	27,443
6	13	78	////////	51,481
Celkem	89	357		190,989

Tab. 6.13: Četnosti bodů za úlohy patřící do orientační etapy získané děvčaty

Body x_i	Četnost n_i	$n_i \cdot x_i$		$n_i \cdot (x_i - x_p)^2$
0	3	0	///	43,777
1	8	8	////////	63,619
2	12	24	//////////	39,749
3	18	54	//////////	12,103
4	25	100	//////////	0,810
5	32	160	//////////	44,557
6	13	78	////////	61,781
Celkem	111	424		266,396

Tab. 6.14: Četnosti bodů za úlohy patřící do orientační etapy získané chlapci

Výpočet směrodatné odchylky s z tzv. nestraného rozptylu s^2 :

$$s^2 = 1/(n_D + n_{Ch} - 2) * [\sum n_i (x_{Di} - x_{pD})^2 + \sum n_i (x_{Chj} - x_{pCh})^2]$$

$$s^2 = 1/(89 + 111 - 2) * [190,989 + 266,396] = 0,005 * 457,385 = 2,310$$

$$s = \sqrt{s^2} \Rightarrow s = 1,520$$

Výpočet testového kritéria:

$$t = [(x_{pD} - x_{pCh})/s] * \sqrt{[(n_D * n_{Ch})/(n_D + n_{Ch})]} =$$

$$t = [(4,01 - 3,82)/1,520] * \sqrt{[(89 * 111)/(89 + 111)]} = 0,125 * 7,028 = 0,879.$$

Kritická hodnota pro hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 198$ je $t_{0,05}(198) = 1,972$. Vypočítaná hodnota je nižší než hodnota kritická, proto nelze zamítnout nulovou hypotézu.

Závěr: Průměrný počet bodů získaných děvčaty v didaktickém testu za řešení úloh patřících do orientační etapy procesu osvojování dovedností je sice o něco vyšší než průměrný počet bodů získaných za řešení těchto úloh chlapci, ale tento rozdíl není statisticky významný.

B. Liší se výsledky děvčat a chlapců při řešení úloh patřících do krystalizační etapy?

H_4 : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do krystalizační etapy procesu osvojování dovedností se u chlapců a u dívek statisticky významně liší.

Formulace nulové a alternativní hypotézy:

H_{04} : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do krystalizační etapy procesu osvojování dovedností je u chlapců i u dívek přibližně stejný.

H_{A4} : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do krystalizační etapy procesu osvojování dovedností je u chlapců i u dívek rozdílný.

Průměrný počet bodů u děvčat odpovídal hodnotě 2,15 a u chlapců 2,80. Četnosti jednotlivých bodových hodnot uvádějí tabulky 6.15 a 6.16.

Body x_i	Četnost n_i	$n_i \cdot x_i$		$n_i \cdot (x_i - x_p)^2$
0	14	0	////////	64,715
1	22	22	////////////////	29,095
2	21	42	////////////////	0,472
3	11	33	////////	7,948
4	14	56	////////	47,915
5	4	20	////	32,490
6	3	18	///	44,468
Celkem	89	191		227,103

Tab. 6.15: Četnosti bodů za úlohy patřící do krystalizační etapy získané děvčaty

Body x_i	Četnost n_i	$n_i \cdot x_i$		$n_i \cdot (x_i - x_p)^2$
0	11	0	////////	86,240
1	17	17	////////////////	55,080
2	22	44	////////////////	14,080
3	22	66	////////////////	0,880
4	19	76	////////	27,360
5	12	60	////////	58,080
6	8	48	////////	81,920
Celkem	111	311		323,640

Tab. 6.16 Četnosti bodů za úlohy patřící do krystalizační etapy získané chlapci

Výpočet směrodatné odchylky s z tzv. nestranného rozptylu s^2 :

$$s^2 = 1/(n_D + n_{Ch} - 2) * [\sum n_i^*(x_{Di} - x_{pD})^2 + \sum n_i^*(x_{Chj} - x_{pCh})^2]$$

$$s^2 = 1/(89 + 111 - 2) * [227,103 + 323,640] = 0,005 * 550,74 = 2,754$$

$$s = \sqrt{s^2} \Rightarrow s = 1,659$$

Výpočet testového kritéria:

$$t = [(x_{pCh} - x_{pD})/s] * \sqrt{[(n_D * n_{Ch})/(n_D + n_{Ch})]},$$

$$t = [(2,80 - 2,15)/1,659] * \sqrt{[(89 * 111)/(89 + 111)]} = 0,392 * 7,028 = 2,753.$$

Kritická hodnota pro hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 198$ je $t_{0,05}(198) = 1,972$. Vypočítaná hodnota je vyšší než hodnota kritická, proto zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní.

Závěr: Průměrný počet bodů získaných chlapci v didaktickém testu za řešení úloh patřících do krystalizační etapy procesu osvojování dovedností je vyšší než průměrný počet bodů získaných za řešení těchto úloh děvčaty. Tento rozdíl je statisticky významný.

C. Liší se výsledky děvčat a chlapců při řešení úloh patřících do dotvářecí etapy?

H_5 : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností se u chlapců a u dívek statisticky významně liší.

Formulace nulové a alternativní hypotézy:

H_{05} : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností je u chlapců i u dívek přibližně stejný.

H_{A5} : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností je u chlapců i u dívek rozdílný.

Průměrný počet bodů u děvčat odpovídal hodnotě 0,94 a u chlapců 1,48. Četnosti jednotlivých bodových hodnot uvádějí tabulky 6.17 a 6.18.

Body x_i	Četnost n_i	$n_i * x_i$		$n_i^*(x_i - x_p)^2$
0	51	0	////////////////////////////////////	45,064
1	12	12	////////	0,043
2	16	32	////////	17,978
3	4	12	////	16,974
4	3	12	///	28,091
5	2	10	//	32,967
6	1	6	/	25,604
Celkem	89	84		166,720

Tab. 6.17: Četnosti bodů za úlohy patřící do dotvářecí etapy získané děvčaty

Body x_i	Četnost n_i	$n_i \cdot x_i$		$n_i \cdot (x_i - x_p)^2$
0	50	0	////////////////////////////////////	109,520
1	14	14	////////	3,226
2	19	38	////////	5,138
3	10	30	////////	23,104
4	11	44	////////	69,854
5	4	20	////	49,562
6	3	18	///	61,291
Celkem	111	164		321,694

Tab. 6.18: Četnosti bodů za úlohy patřící do dotvářecí etapy získané chlapci

Výpočet směrodatné odchylky s z tzv. nestraného rozptylu s^2 :

$$s^2 = 1/(n_D + n_{Ch} - 2) * [\sum n_i(x_{Di} - x_{pD})^2 + \sum n_i(x_{Chj} - x_{pCh})^2]$$

$$s^2 = 1/(89 + 111 - 2) * [166,720 + 321,694] = 0,005 * 488,414 = 2,467$$

$$s = \sqrt{s^2} \Rightarrow s = 1,571$$

Výpočet testového kritéria:

$$t = [(x_{pCh} - x_{pD})/s] * \sqrt{[(n_D * n_{Ch})/(n_D + n_{Ch})]},$$

$$t = [(1,48 - 0,94)/1,571] * \sqrt{[(89 * 111)/(89 + 111)]} = 0,343 * 7,028 = 2,416.$$

Kritická hodnota pro hladinu významnosti $p = 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 198$ je $t_{0,05}(198) = 1,972$. Vypočítaná hodnota je vyšší než hodnota kritická, proto zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní.

Závěr: Průměrný počet bodů získaných chlapci v didaktickém testu za řešení úloh patřících do dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností je vyšší než průměrný počet bodů získaných za řešení těchto úloh děvčaty. Tento rozdíl je statisticky významný.

D. Liší se výsledky děvčat a chlapců při řešení úloh patřících do integrační etapy?

H_6 : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do integrační etapy procesu osvojování dovedností se u chlapců a u dívek statisticky významně liší.

Formulace nulové a alternativní hypotézy:

H_{06} : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do integrační etapy procesu osvojování dovedností je u chlapců i u dívek přibližně stejný.

H_{A6} : Průměrný počet bodů získaných za úlohy patřící do integrační etapy procesu osvojování dovedností je u chlapců i u dívek rozdílný.

Průměrný počet bodů u děvčat odpovídal hodnotě 0,72 a u chlapců 1,20. Četnosti jednotlivých bodových hodnot uvádějí tabulky 6.19 a 6.20.

Body x_i	Četnost n_i	$n_i * x_i$		$n_i * (x_i - x_p)^2$
0	53	0	////////////////////	27,475
1	20	20	////////	1,568
2	7	14	/////	11,469
3	6	18	////	31,190
4	3	12	///	32,275
5	0	0		0,000
6	0	0		0,000
Celkem	89	64		103,978

Tab. 6.19: Četnosti bodů za úlohy patřící do integrační etapy získané děvčaty

Body x_i	Četnost n_i	$n_i * x_i$		$n_i * (x_i - x_p)^2$
0	53	0	////////////////////	76,320
1	20	20	////////	0,800
2	17	34	////////	10,880
3	11	33	////////	35,640
4	5	20	////	39,200
5	4	20	///	57,760
6	1	6	/	23,040
Celkem	111	133		243,640

Tab. 6.20: Četnosti bodů za úlohy patřící do integrační etapy získané děvčaty

Výpočet směrodatné odchylky s z tzv. nestranného rozptylu s^2 :

$$s^2 = 1/(n_D + n_{Ch} - 2) * [\sum n_i^*(x_{Di} - x_{pD})^2 + \sum n_i^*(x_{Chj} - x_{pCh})^2]$$

$$s^2 = 1/(89 + 111 - 2) * [103,978 + 243,640] = 0,005 * 347,518 = 1,738$$

$$s = \sqrt{s^2} \Rightarrow s = 1,318$$

Výpočet testového kritéria:

$$t = [(x_{pCh} - x_{pD})/s] * \sqrt{[(n_D * n_{Ch})/(n_D + n_{Ch})]},$$

$$t = [(1,20 - 0,72)/1,318] * \sqrt{[(89 * 111)/(89 + 111)]} = 0,364 * 7,028 = 2,560.$$

Kritická hodnota pro hladinu významnosti $p \leq 0,05$ a počet stupňů volnosti $f = 198$ je $t_{0,05}(198) = 1,972$. Vypočítaná hodnota je vyšší než hodnota kritická, proto zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní.

Závěr: Průměrný počet bodů získaných chlapci v didaktickém testu za řešení úloh patřících do integrační etapy procesu osvojování dovedností je vyšší než průměrný počet bodů získaných za řešení těchto úloh děvčaty. Tento rozdíl je statisticky významný.

6.5 Shrnutí výsledků a diskuse

Tato kapitola předkládá stručné shrnutí a diskusi výše popisovaných výsledků, které jsme získali na základě hodnocení didaktického testu. Výsledky uvádíme vzhledem ke stanoveným výzkumným otázkám.

➤ **Jaké jsou celkové výsledky žáků v didaktickém testu na úroveň dovedností žáků?**

Bodové zisky jednotlivých žáků se pohybovaly od 1 do 20 bodů, více než 20 bodů nedosáhl žádný žák. Překvapivá byla poměrně vysoká četnost žáků s minimálními bodovými hodnotami – např. 12 žáků dosáhlo nejvýše 3 body, což je vzhledem k celkovému počtu možných bodů (24) velmi málo. Četnosti jednotlivých bodových hodnot dosahovaných žáky uvádí tabulka 6.5.

Aritmetický průměr počtu bodů dosahovaných žáky v didaktickém testu dosáhl hodnoty 8,64, medián odpovídal hodnotě 8 a modus byl 8. Dále jsme pomocí charakteristik rozptýlení zjišťovali, jak dalece jsou jednotlivé hodnoty nakupeny či naopak rozptýleny kolem střední hodnoty. Pro daný soubor byly zjištěny tyto výsledky: variační šíře $R = 19$, rozptyl $s^2 = 20,27$, směrodatná odchylka $s = 4,5$ a kvartilová odchylka $Q = 2,5$. Protože v intervalu od $-Q$ do $+Q$ (tj. od -2,5 do +2,5) od mediánu se nachází 50 % hodnot, rozdělení četností je přibližně symetrické.

➤ **Jak se liší výsledky žáků v jednotlivých částech testu (tj. v jednotlivých etapách procesu osvojování dovedností)⁸?**

Nejlepších výsledků dosahovali žáci v první části testu obsahující úlohy patřící do orientační etapy procesu osvojování dovedností. Za tuto část získali žáci celkem 781 bodů. Aritmetický průměr bodů získaných v této části odpovídá hodnotě 3,91.

O něco horších výsledků dosahovali žáci ve druhé části testu obsahující úlohy patřící do krystalizační etapy procesu osvojování dovedností. Celkem zde získali žáci 502 bodů a aritmetický průměr činil 2,51 bodů.

Podstatně hůře však žáci dopadli ve zbývajících dvou částech testu obsahujících úlohy z etapy dotvářecí a integrační. V těchto částech získali žáci pouze 248 (3. část testu) a 192 (4. část testu) bodů. Rovněž aritmetické průměry bodů zde tedy byly velmi nízké: 1,24 a 0,99.

⁸ V každé části testu mohli žáci získat maximálně 6 bodů, celkem tedy 24 bodů.

Z tohoto zjištění lze usuzovat, že žákům dělalo velké problémy řešit úlohy patřící do dotvářecí a integrační etapy procesu osvojování dovedností. Jedná se tedy o úlohy složitější, problémové, mezipředmětové, komplexní a praktické úlohy z domácnosti a z běžného života. Zajímavé bylo zjištění, že i když žáci disponovali vědomostmi a dílčími dovednostmi potřebnými k řešení těchto úloh (zjištěno na základě výsledků z první a druhé části testu), nedokázali si je spojit a vytvořit strategii pro řešení úloh. Podobně také J. Flencová (1982) zjistila, že u 50 % absolventů základní školy jsou vědomosti zcela formální a neslouží k dalším operacím a k řešení problémů. U zbývajících žáků považuje transfer vědomostí za nespolehlivý, pouze u 15 % žáků se prokázaly smysluplné a použitelné vědomosti.

Jak prokázala videostudie TIMSS 1995, při výuce je důraz kladen především na osvojování faktů, definic a vzorců, menší pozornost je věnována hledání souvislostí (Mandíková, Palečková 2007). Kritickým prvkem řešení problémových úloh jsou především kontextové vědomosti a dovednosti a vlastní zkušenost (Palumbo 1990). Je tedy třeba, aby žáci disponovali nejen deklarativními, ale také procedurálními a metakognitivními znalostmi. Existuje totiž přímé spojení mezi kognitivní strukturou a těžkostmi při řešení problémových úloh (Kempa 1991). Tyto těžkosti nemusí být způsobeny pouze absencí správných nebo přítomností chybných vědomostí a dovedností v paměťové struktuře studenta, ale také absencí správného nebo přítomností chybného vztahu mezi nimi. Podobná zjištění byla prokázána v rámci výzkumu TIMSS 1995, kdy žáci dosáhli podstatně horších výsledků v úlohách, při kterých museli své vědomosti a dovednosti uplatnit v nových neobvyklých situacích, než v úlohách na reprodukci znalostí a postupů (Straková, Potužníková, Tomášek 2006). Rovněž při výzkumu PISA 2006 byli žáci výrazně úspěšnější při řešení úloh vyžadujících pouhou aplikaci vědomostí, než při řešení úloh na rozpoznávání přírodovědných otázek (Palečková a kol. 2007).

Mezi další faktory ovlivňující výkon žáků při řešení problémových úloh je řazena také předchozí zkušenost žáků s těmito úlohami (Lee 1996). Zda a v jaké míře byla žákům tato zkušenost poskytnuta a jaký vliv měla na výkon žáků, jsme zjišťovali v dalším šetření (kap. 7,8).

➤ **Liší se úroveň dovednosti u chlapců a u dívek?**

V další části vyhodnocování výsledků didaktického testu byly srovnávány výsledky děvčat s výsledky chlapců. Chlapci dosáhli o něco vyššího aritmetického průměru (9,30) než dívky (7,82). Pomocí *Studentova t-testu* bylo na pětiprocentní hladině významnosti dokázáno, že tento rozdíl je statisticky významný. Pomocí *Fischerova-Snedecorova testu* bylo dále ověřeno, že mezi rozptyly v obou skupinách nejsou statisticky významné rozdíly.

Dále byly srovnávány aritmetické průměry děvčat a chlapců dosažené v jednotlivých částech testu. Děvčata dosáhla o něco lepších výsledků při řešení úloh patřících do etapy orientační, ne však natolik, aby byl tento rozdíl statisticky významný. Proto zde hodnotíme výsledky chlapců a děvčat jako přibližně stejné. Ve všech ostatních částech testu dosáhli statisticky významně vyššího průměru chlapci.

Tyto výsledky znamenají, že chlapci byli úspěšnější než děvčata při řešení jak jednoduchých úloh na procvičení nové dovednosti, tak i složitějších, problémových, komplexních, mezipředmětových a praktických úloh. Podobné zjištění přinesly také výsledky výzkumů PISA, kdy chlapci vykazovali v oblasti přírodních věd a v oblasti řešení problémů statisticky významně lepší výsledky než dívky (Matějů, Straková 2006). Při těchto výzkumech se také prokázalo, že dívky používají častěji pamětní učení, díky němuž dosahují lepších výsledků v oblasti reprodukce získaných vědomostí. V našem šetření se ukázalo, že dívky při řešení úloh na reprodukci pravidel a postupů provádění nové dovednosti a na procvičování vědomostí a dílčích dovedností nutných pro správné osvojení nové dovednosti dosahovaly lepších výsledků než chlapci, ne však statisticky významně.

7 ŠETŘENÍ II: VĚDOMOSTI UČITELŮ O DOVEDNOSTECH A ZAŘAZOVÁNÍ ÚLOH Z JEDNOTLIVÝCH ETAP PROCESU JEJICH OSVOJOVÁNÍ DO VÝUKY

V další části výzkumu jsme se zaměřili na učitele žáků účastnících se prvního šetření (popis výzkumného vzorku nabízí tab. 6.1). Naším cílem bylo dokreslení problematiky osvojování dovedností a zjištění případného vlivu učitele na míru osvojení dovedností žáky. Zajímalo nás především, jak jsou učitelé informovaní o dovednostech a o procesu jejich osvojování a jaké typy učebních úloh řešili s žáky během výuky fyziky. Dále jsme chtěli posoudit, jaký vliv má řešení úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností během výuky na výsledky žáků v testu. Chtěli jsme si tedy ověřit, jestli převážná neúspěšnost žáků při řešení úloh z dotvářecí a z integrační etapy není způsobena tím, že učitelé tento typ úloh s žáky při výuce neřeší. Dále nás zajímalo, zda se na výsledcích žáků podílí také informovanost učitelů o dovednostech a délka jejich praxe. Formulovány tedy byly následující výzkumné cíle:

- Posoudit informovanost učitelů fyziky o dovednostech a o procesu jejich osvojování.
- Zjistit, jak často zařazují učitelé do výuky úlohy z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností.
- Ověřit, zda má učitelova informovanost o dovednostech a používání jednotlivých druhů učebních úloh (z hlediska etap procesu osvojování dovedností) při výuce prokazatelný (statisticky významný) vliv na úroveň dovedností žáků.

Na základě těchto cílů, jsme si stanovili výzkumné otázky a hypotézy, jež jsou popsány v následující kapitole (kap. 7.1).

7.1 Výzkumné otázky a hypotézy

Za účelem dosažení vytyčeného cíle jsme si stanovili tyto výzkumné otázky a hypotézy:

- a) *Řeší učitelé se žáky při výuce úlohy ze všech etap procesu osvojování dovedností? Pokud ano, jak často? Využívají pouze úlohy z učebnic, nebo si je i sami vymýšlejí?*
- b) *Jaká je informovanost učitelů o dovednostech a o jejich utváření? Tzn.: Jak chápou pojem dovednost? Znájí základní druhy dovedností? Jaké základní etapy (kroky) dodržují během osvojování dovedností?*
- c) *Existuje vztah mezi řešením úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností během výuky a výsledky žáků v testu?*

H₁: *Výsledky žáků v jednotlivých částech testu jsou ovlivněny řešením úloh z příslušných etap při výuce.*

H_{1.1}: *Výsledky žáků ve třetí části testu (obsahující úlohy patřící do dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností) jsou ovlivněny četností používání úloh z příslušné etapy při výuce.*

H_{1.2}: *Výsledky žáků ve čtvrté části testu (obsahující úlohy patřící do integrační etapy procesu osvojování dovedností) jsou ovlivněny četností používání úloh z příslušné etapy při výuce.*

- d) *Existuje vztah mezi informovaností učitele o dovednostech a o procesu jejich osvojování a výsledky žáků v testu?*

H₂: *Výsledky žáků v didaktickém testu jsou ovlivněny mírou informovanosti jejich učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování.*

- e) *Existuje vztah mezi délkou praxe učitelů a výsledky žáků v testu?*

H₃: *Výsledky žáků v didaktickém testu jsou ovlivněny délkou praxe jejich učitelů.*

V této kapitole (kap. 7) jsou uvedeny pouze výsledky odpovídající na první dvě výzkumné otázky. Konkrétně se jedná o deskriptivní popis výsledků dotazníkového šetření. Vztahem mezi výsledky prvního a druhého šetření, tzn., hledání odpovědí na otázky c) až e) a testováním k nim příslušejících hypotéz, se zabýváme až v následující kapitole (kap. 8).

7.2 Metodologie výzkumu

V rámci druhého výzkumného šetření jsme používali dotazník pro učitele spojený s rozhovorem. Dotazník byl vytvořen autorkou této práce po předchozím

prostudování metodiky tvorby dotazníků (Gavora 2000, Chráška 2007, Kerlinger 1972, Kohoutek 1998, Pelikán 1998). Jeho strukturu nyní stručně popíšeme (přesné znění naleznete v příloze č. 3).

Dotazník začínal dopisem učitelům, ve kterém byli seznámeni s cílem výzkumu a ujištění o anonymitě dotazníku. Dále pak následovalo několik typů položek (v závorce uvádíme u každé skupiny položek požadovanou formu odpovědi):

- Položky demografické (uzavřené a polouzavřené) zjišťující pohlaví, délku praxe, aprobaci a předměty, které učitelé v současné době vyučují. Tyto položky poskytují lepší představu o výzkumném souboru učitelů a jejich žáků (položky 1 až 6).
- Položky posuzující informovanost učitelů o dovednostech, včetně jejich sebehodnocení (uzavřené). Pomocí nich se posuzovalo, kdy naposled učitelé slyšeli nebo četli o utváření dovedností, zda považují školení na toto téma za užitečné a jak hodnotí vlastní informovanost o dovednostech (položky 7 až 12).
- Položky ověřující vědomosti učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování (uzavřené a otevřené), jejichž úkolem bylo zjistit, zda učitelé správně chápou pojem dovednost, zda se orientují v druzích dovedností a jestli mají představu o tom, jaké základní etapy (kroky) by se měly během osvojování dovedností dodržovat (položky 13 až 16).
- Položky týkající se druhů úloh řešených během výuky (uzavřené a škálové). Tyto typy úloh byly zvoleny opět podle jednotlivých etap procesu osvojování dovedností (viz tab. 3.1, kap. 3.2.6).

Učitelé vyplňovali dotazníky v přítomnosti autorky dotazníku, což umožňovalo zodpovězení případných dotazů ze strany učitele a doplnění nejasných odpovědí v dotazníku díky rozhovoru s učitelem.

Dále byli učitelé vyzváni k tomu, aby uvedli, které typy úloh z didaktického testu řešili s žáky během výuky (zakroužkováním v jedné kopii testu). Takto označený test společně s vyplněným dotazníkem učitele byl přiřazen k testům žáků z jeho třídy, aby mohly být podchyceny jejich vzájemné souvislosti.

7.3 Výsledky šetření

Při vyhodnocování dotazníků byly zjišťovány četnosti jednotlivých druhů odpovědí a následně byly testovány hypotézy o vzájemném vztahu mezi údaji zjištěnými v dotazníku a výsledky žáků v testu (viz kap. 8). Popis výsledků uvádíme vzhledem k jednotlivým položkám dotazníku:

Z odpovědí na **demografické položky** bylo zjištěno, že mezi učiteli bylo 6 mužů a 5 žen. Všichni učitelé vystudovali učitelství fyziky pro 2. stupeň základní školy, a to v kombinaci s technickou výchovou (5), matematikou (3), chemií (2) nebo tělesnou výchovou (1). Délka praxe byla u čtyř učitelů méně než 3 roky, u třech učitelů od 3 do 10 let a u 4 učitelů více než 10 let.

Nyní uvádíme odpovědi na otázky, kladené učitelům s cílem posoudit **míru jejich informovanosti o dovednostech**. Na otázku „*Kdy jste naposled slyšel(a) nějakou přednášku o dovednostech a o procesu jejich osvojování?*“ odpovědělo pět učitelů, že v posledních dvou letech učitelské praxe. Zbytek učitelů uvedlo, že to bylo během studia na vysoké škole. Odpověď však dále doplnili tvrzením, že při této přednášce padla jen zmínka o dovednostech, případně jejich definice, nikoliv však konkrétní praktické rady, jak u žáků utvářet dovednosti a jak správně regulovat proces jejich osvojování.

Na otázku „*Uvítali byste školení, jejichž součástí bude problematika osvojování dovedností žáků?*“ sedm učitelů uvedlo, že považují takové školení za užitečné, dva učitelé je považovali za zbytečné a dva učitelé uvedli *nevím*.

Další otázka zněla: „*Kdy jste naposled četl/a o tom, jak má probíhat správné utváření dovedností?*“ Sedm učitelů zvolilo odpověď *v posledních dvou letech učitelské praxe* a čtyři učitelé *během studia na vysoké škole*. Přitom však na otázku „*Sledujete pravidelně aktuálně vycházející pedagogickou literaturu?*“ žádný učitel nezvolil odpověď *sleduji pravidelně*, pouze dva učitelé zvolili možnost *sleduji poměrně často*, osm učitelů *sleduji jen někdy* a jeden učitel *vůbec nesleduji*.

Na závěr této série otázek měli učitelé sami zhodnotit svoji informovanost o dovednostech a také posoudit, zda škola, na které učí, klade větší důraz na osvojování vědomostí nebo na osvojování dovedností, popř. stejný. Žádný učitel nehodnotil svoji informovanost o dovednostech jako *velmi dobrou*, dva učitelé ji hodnotili jako *spíše dobrou*, šest jako *průměrnou*, dva jako *spíše špatnou* a jeden jako *velmi špatnou*. Na

otázku „*Myslíte si, že škola, na které učíte, klade větší důraz na osvojování vědomostí nebo na osvojování dovedností?*“ uvedli čtyři učitelé *na osvojování vědomostí*, tři učitelé *na osvojování dovedností* a čtyři učitelé *stejný*.

Další výsledky se vztahují k položkám, které se zaměřují na **vědomosti učitelů o dovednostech**. Nejprve byli učitelé vyzváni, aby vybrali vhodnou definici, která nejlépe vystihuje pojem dovednost. Mezi nabízené možnosti byla zahrnuta:

- a) definice návyku: *upevněné, zautomatizované postupy a metody práce, tvořící součást složité, vědomé činnosti* (Čáp 1993),
- b) definice schopnosti: *individuální potenciál člověka pro provádění určité činnosti v budoucnu, který je do jisté míry ovlivněn vrozenými předpoklady* (Průcha, Walterová, Mareš 2003),
- c) definice vědomosti: *soustava představ a pojmů, které si žák osvojil. Nejedná se však o prosté převzetí hotových poznatků, je to aktivní osvojení, zpracování*. (Čáp 1993),
- d) definice dovednosti: *získaná komplexní způsobilost k řešení úkolových a problémových situací, která se projevuje pozorovanou činností* (Švec 1998) a
- e) chápání dovedností jako *přechodového prvku mezi vědomostmi a návyky, tzn. ne zcela dovršené návyky*, jak se v minulosti někdy mylně uvádělo (Singule 1961).

Většina učitelů (9) správně volila odpověď „*d*“, jednou byla vybrána varianta „*a*“ a jednou varianta „*b*“.

Následovaly položky vyžadující otevřenou odpověď. Všichni učitelé měli možnost je konzultovat přímo s autorkou dotazníku a byly jim poskytovány doplňující informace a pomocné otázky. Přesto je někteří zanechali nezodpovězené. A to i přes ujištění, že stačí uvést pouze volné odpovědi vlastními slovy. Svoje jednání vysvětlili tím, že si na nic podobného nevzpomínají.

K otázce „*Jaké základní etapy (kroky) by se měly podle Vás při osvojování dovedností dodržovat?*“ většina učitelů uvedla, že netuší, jaké kroky/etapy máme na mysli. Ostatní odpovědi se dosti výrazně lišily. Jeden učitel uvedl fáze výuky – *motivace, expozice, fixace, aplikace*. Někteří učitelé pouze napsali seznam různých dovedností a vlastností, které od žáků požadují (např. *četba textu s porozuměním, pečlivost*), nebo zásad, které by měli dodržovat (např. *bezpečnost práce*). Dále také

vymezovali etapu *dodržování postupu při řešení úlohy*, na kterou však už žádná další etapa nenavazovala. To by mohlo vést k osvojení dovednosti pouze na reproduktivní úrovni.

Pouze dva učitelé (s označením G a I) zahrnuli do svého výčtu etap také navození problémové situace. Z toho jen jeden současně poukázal také na důležitost aplikace dovednosti v praxi a na její uvedení do souvislosti s dříve osvojenými dovednostmi. Jejich doslovné odpovědi uvádíme níže:

Odpovědi učitele G:

1. Zavedení základních pojmů
2. Navození problémů
3. Společná diskuse
4. Shrnutí
5. Samostatné trénování

Odpovědi učitele I:

1. Teoretická východiska - problém
2. Předchozí dovednost - souvislost
3. Laborování => osvojení dovednosti
4. Fixace, aplikace v praxi.

Na další položku „*Uveďte, jaké základní druhy dovedností rozeznáváme (u každého druhu uveďte i konkrétní příklad).*“ rovněž neuvedlo sedm učitelů žádnou odpověď. To často vysvětlovali komentářem typu: „*mám obavu, že by to nemusela být skutečně dovednost, ale něco jiného*“. U zbývajících čtyř učitelů se vyskytovaly tyto odpovědi⁹: *laborovat – experimentovat (2), měřit a vyhodnocovat (2), práce s informacemi (2), aplikovat dovednost v praxi (2), motorické dovednosti (1), senzomotorické dovednosti (1), vyvodit závěry (1), pracovat ve skupině (1), dodržovat bezpečnost práce (1), mezipředmětové vztahy (1).*

Podobné odpovědi byly také zaznamenány v souvislosti s položkou „*Uveďte tři konkrétní dovednosti, které považujete ve výuce fyziky za nejdůležitější*“. Vyjádřilo se pouze sedm učitelů, kteří se ve výčtu velmi lišili: *formulace problému (2), měřit a vyhodnocovat měření (1), řešení problémových úloh (2), vyhledávat v tabulkách (1), zájem o učivo (1), aktivita a pozornost (1), experimentovat (3), měřit veličiny (2), vyhledávat, utřídit a zpracovat pojmy (1), logicky zdůvodňovat jevy (1), odvozovat (1), výpočet (1), porozumění textu (1), používání fyzikálních pojmů (1), dodržovat správný postup (1), bezpečnost práce (1).*

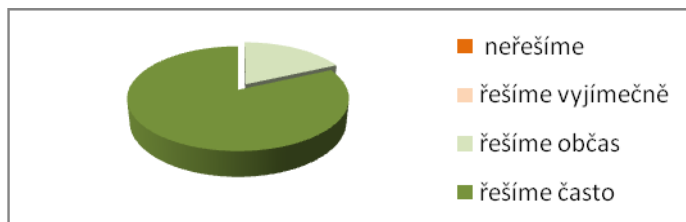
Z výsledků je patrné, že někteří učitelé zaměňovali pojmy dovednost, zájem, aktivita, pozornost apod. Dovednost *experimentovat*, kterou považujeme za jednu z klíčových fyzikálních dovedností, považovali za důležitou pouze tři učitelé.

⁹ V závorce uvádíme četnost výskytu každé odpovědi.

Překvapivá je rovněž malá četnost dovedností řešit úlohy (včetně úloh problémových), měřit, pozorovat, vyhodnocovat, vyvozovat závěry a aplikovat je v praxi, které by ve výuce fyziky neměly chybět. Za důležité je považovali pouze nejvýše dva učitelé.

Další část dotazníku se týkala **různých typů úloh**, které učitelé řeší s žáky ve výuce. Tyto typy úloh byly zvoleny **podle jednotlivých etap procesu osvojování dovedností**. U každého typu úloh měli učitelé uvést, jak často je zahrnují do výuky. Na výběr měli vždy ze čtyř možností: *neřešíme*, *řešíme výjimečně*, *řešíme občas*, *řešíme často*. Pokud označili *neřešíme*, pak měli zvolit další upřesňující odpověď uvádějící důvod jejich nezahrnutí do výuky: *neřešíme, protože takové úlohy považují za zbytečné; neřešíme, protože žáci takové úlohy nezvládají; neřešíme, protože na ně ve výuce bohužel nezbyvá čas; neřešíme z jiného důvodu – uveďte důvod:* Výsledky uvádíme vzhledem k jednotlivým položkám¹⁰:

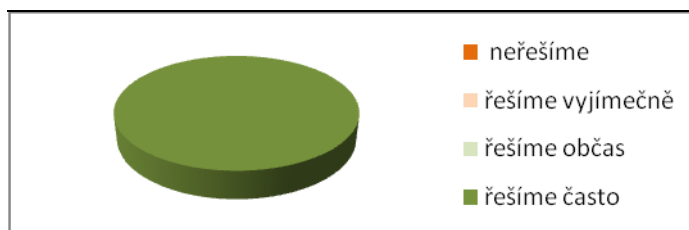
- Úlohy na prověřování vědomostí, případně vědomostí o dovednostech a návyků (např. znalost zásad, pravidel a postupů při měření, vážení apod., znalost pouček, principů a zákonů, znalost fyzikálních veličin, jejich základních jednotek aj.). Jedná se o úlohy z **orientační etapy** procesu osvojování dovedností.
 - Všichni dotazovaní učitelé uváděli, že daný typ úloh do výuky zařazují, z toho devět učitelů *často* a dva *občas* (graf 7.1).



Graf 7.1: Zařazování úloh z orientační etapy do výuky

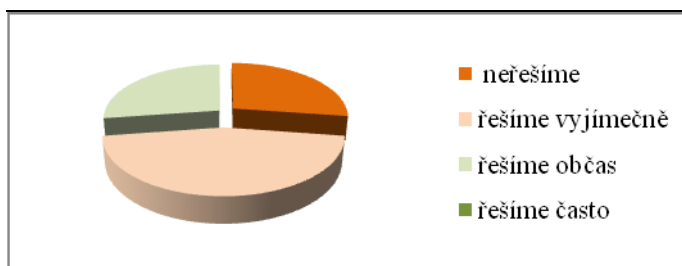
- Jednoduché reproduktivní úlohy na zapamatování, procvičení nebo opakování (např. úlohy na zjišťování faktů – měření, vážení; jednoduché výpočty fyzikálních veličin, převody jednotek apod.). Tyto úlohy by měly být procvičovány během **krystalizační etapy** procesu osvojování dovedností.
 - Tento typ úloh zařazují všichni učitelé do výuky *často* (graf 7.2).

¹⁰ V dotazníku pro učitele nebylo uvedeno, do které etapy procesu osvojování dovedností dané typy úloh patří.



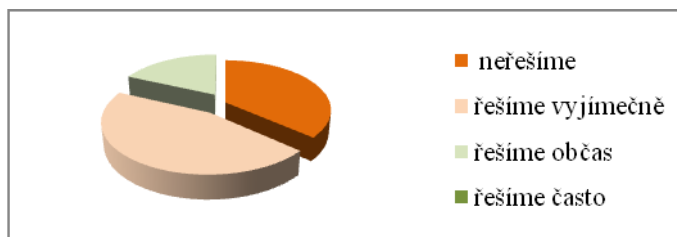
Graf 7.2: Zařazování úloh z krystalizační etapy do výuky

- Problémové úlohy vyžadující náročnější myšlenkové operace a tvořivý přístup patří do **etapy dotvářecí** (např. úlohy na dokazování, ověřování, zdůvodňování; řešení problémových situací apod.).
 - Zde již několik učitelů uvedlo, že tento typ úloh do výuky vůbec *nezahrnují* (3). Jako důvod doložili to, že žáci tento typ úloh nezvládají. Ostatní učitelé zařazují tyto úlohy do výuky pouze *výjimečně* (5) nebo *občas* (3) (graf 7.3).



Graf 7.3: Zařazování úloh z dotvářecí etapy do výuky

- Komplexní úlohy z **integrační etapy** procesu osvojování dovedností, které se týkají nejenom aktuálně, ale také dříve osvojovaných vědomostí a dovedností (tj. úlohy, při jejichž řešení musí žáci použít nejen aktuální učivo, ale také učivo předcházejících témat nebo tematických celků, a pochopit vzájemné souvislosti; mohou mít například povahu projektových nebo mezipředmětových aplikačních úloh).
 - I u tohoto typu úloh uvedli někteří učitelé, že je do výuky *nezařazují* (4), přičemž se odvolávali zejména na nedostatek času. Zbylí učitelé využívali tyto úlohy pouze *výjimečně* (5) nebo *občas* (2), (graf 7.4).



Graf 7.4: Zařazování úloh z integrační etapy do výuky

Po této sérii položek následovaly doplňující otázky, jejichž úkolem bylo zjistit **zdroj úloh řešených během výuky**. Všichni dotazovaní učitelé používají učebnice autorů Kolářová, R. a Bohuněk, J. Do výuky zahrnují převážně úlohy, které vybírají z této učebnice, ale některé si i sami vymýšlejí. V tom případě se však jedná zejména o úlohy na prověřování vědomostí.

7.4 Shrnutí výsledků a diskuse

Všichni dotazovaní učitelé vystudovali učitelství pro 2. stupeň základní školy, obor fyzika v kombinaci s technickou výchovou, matematikou, chemií nebo tělesnou výchovou. Při zjišťování jejich informovanosti o dovednostech se ukázalo, že necelá polovina z nich byla na přednášce o dovednostech nebo o nich četla v posledních dvou letech učitelské praxe. Zbytek učitelů uvedlo, že to bylo naposled na vysoké škole, kde však padla jen zmínka o dovednostech, případně jejich definice. Všichni učitelé však souhlasili s tím, že by pro ně přednáška o dovednostech byla užitečná, a sami hodnotili svoji informovanost o dovednostech převážně jako průměrnou nebo spíše špatnou.

Během ověřování vědomostí učitelů o dovednostech sice učitelé většinou vybrali správnou definici dovednosti, ale na další otevřené položky často neuvedli žádnou odpověď, a to i přesto, že jim byly poskytnuty další doplňující informace a pomocné otázky. Zaznamenané odpovědi se velmi lišily a byly nepřesné. Učitelé uváděli, že neví, v jakých etapách/krocích by měli během procesu osvojování dovedností postupovat, často uváděli jen výčet různých druhů dovedností, případně zásad, které mají žáci dodržovat (bezpečnost práce). Pouze dva učitelé uvedli využívání problémových situací, z toho pouze jeden současně poukázal na důležitost aplikace dovednosti v praxi a její uvedení do souvislosti s dříve osvojenými dovednostmi.

Při vyjmenování druhů dovedností, které si osvojují a používají žáci při výuce fyziky, zaměňovali učitelé pojmy dovednost, zájem, aktivita, pozornost apod. Mezi dovednosti, které považují ve výuce fyziky za nejdůležitější, zařadili pouze tři učitelé dovednost experimentovat, což je jedna z klíčových fyzikálních dovedností, která by měla tvořit podstatnou část kompetencí získaných žáky při výuce fyziky. Dovednost řešit úlohy uvedli pouze dva učitelé (oba uvedli problémové úlohy), dovednost měřit fyzikální veličiny tři učitelé a vyhodnocovat měření pouze jeden učitel. Důležitost, kterou přisuzují učitelé experimentální dovednostem, byla posuzována také při dalších

výzkumech. E. Hejnová a R. Kolářová (2000/2001) došly k závěru, že učitelé při zkoušení žáků vyžadují experimentální dovednosti pouze zřídka, přičemž větší důraz kladou na verbální reprodukci získaných poznatků. Na základě takového jednání učitelů žáci považují provádění pokusů za nedůležité.

Všichni učitelé se shodli na tom, že úlohy na prověřování vědomostí, případně vědomostí o dovednostech a jednoduché reproduktivní úlohy na zapamatování, procvičení nebo opakování zařazují do výuky *často*. V případě problémových a komplexních úloh se však jejich odpovědi rozcházejí. Žádný z učitelů neuvedl, že by tyto úlohy zařazoval do výuky *často*. Většina učitelů tyto úlohy využívala pouze *výjimečně* nebo *vůbec*. Přitom právě prostřednictvím řešení problémových a komplexních úloh dochází k přechodu od teorie k praxi, kdy se žáci učí nové vědomosti a dovednosti vysvětlit a aplikovat na situace z praktického života (Gared 1990, Rennie, Parker 1996, Freitas, Jimenez, Mellado 2004). Jako důvod nezařazování těchto úloh uváděli učitelé buď nedostatek času, nebo skutečnost, že žáci jejich řešení stejně nezvládají. M. Kličková (1989) však na základě svého dlouhodobého výzkumu formou experimentu s následným písemným testováním, při němž zadávala žákům složitější komplexní úlohy problémového charakteru, zjistila, že k dovednosti žáků řešit problémové úlohy může přispívat svou činností každý učitel v každém vyučovacím předmětu.

Jako převážný zdroj úloh označovali učitelé učebnice fyziky a sbírky úloh z fyziky. Pokud někteří učitelé uvedli, že si úlohy také vymýšlí, jednalo se téměř vždy o úlohy na prověřování vědomostí.

Podobně také při výzkumu PISA 2006 uvedlo pouze 22 % žáků, že učitel vyžaduje každou nebo téměř každou hodinu, aby poznatky aplikovali na problémy, s nimiž se setkávají v každodenním životě. Přitom odpověď nikdy nebo téměř nikdy zvolilo 31 % žáků (Palečková a kol. 2007).

Zda tyto zjištěné skutečnosti mohly ovlivnit výsledky žáků v testu, budeme ověřovat v další kapitole (kap. 8).

8 SROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ ŠETŘENÍ I A ŠETŘENÍ II

Dalším cílem výzkumu bylo poukázat na souvislosti prvního a druhého šetření, tzn. zhodnotit, zda výsledky žáků v didaktickém testu mohly být ovlivněny mírou informovanosti jejich učitelů o dovednostech, rozdílným způsobem jejich osvojování během výuky apod. Tato kapitola popisuje, jak bylo cíle dosahováno, a předkládá zjištěné výsledky.

8.1 Přehled použitých statistických metod

Po vyhodnocení dotazníků spojených s rozhovorem s učiteli byl posuzován vliv vybraných odpovědí učitelů na výsledky jejich žáků v didaktickém testu. Zda mohlo zařazování různých typů úloh do výuky, délka praxe učitelů a jejich informovanost o dovednostech ovlivnit výsledky žáků, bylo posuzováno pomocí testu nezávislosti chí-kvadrát (χ^2) pro kontingenční tabulku. Stupeň závislosti mezi jevy v kontingenční tabulce byl vypočítán pomocí koeficientu kontingence C (u tabulek se shodným počtem řádků a sloupců) a Čuprova koeficientu (u tabulek s rozdílným počtem řádků a sloupců). Pro lepší interpretaci výsledků obsažených v kontingenčních tabulkách byla sestavena znaménková schémata kontingenčních tabulek (Chráška 2003). Výsledky spolu s podrobnějším popisem postupu dále vztahujeme k jednotlivým výzkumným otázkám a hypotézám vymezeným v kapitole 7.1.

8.2 Postup srovnávání, výsledky a jejich interpretace

8.2.1 Existuje vztah mezi řešením úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností během výuky a výsledky žáků v textu?

Odpověď na tuto otázku jsme hledali srovnáním odpovědí učitelů na položky 17 až 20 v dotazníku (viz kap. 7.3 a příloha 3) s výsledky jejich žáků v jednotlivých částech testu (viz kap. 6.3.2). Četnost úloh zařazovaných do výuky považujeme za nezávislou proměnnou, výsledky žáků v testu (v podobě počtu dosažených bodů) za závislou proměnnou. Stanovili jsme si hypotézu:

H₁: *Výsledky žáků v jednotlivých částech testu jsou ovlivněny četností řešení úloh z příslušných etap při výuce.*

Jak uvádíme při interpretaci výsledků dotazníkového šetření, téměř všichni učitelé se shodli na tom, že úlohy z etapy orientační a krystalizační zařazují do výuky často. Proto jsme posuzovali daný vztah pouze pro úlohy z etapy dotvářecí a integrační (řešení těchto úloh navíc žákům činilo velké problémy – viz tab. 6.7, graf 6.4).

8.2.1.1 Úlohy z dotvářecí etapy

Tato podkapitola popisuje postup ověřování vztahu mezi zařazováním úloh z dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností do výuky a výsledky žáků při jejich řešení v didaktickém testu. Stanovili jsme si tuto dílčí hypotézu:

H_{1.1}: *Výsledky žáků ve třetí části testu (obsahující úlohy patřící do dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností) jsou ovlivněny četností používání úloh z příslušné etapy při výuce.*

Dále byla formulována nulová a alternativní hypotéza:

H₀: *Mezi četnostmi řešení úloh z dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností během výuky fyziky na ZŠ a výsledky žáků v příslušné části testu není souvislost.*

H_A: *Výsledky žáků ve třetí části testu (obsahující úlohy patřící do dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností) jsou ovlivněny četností používání úloh z příslušné etapy při výuce.*

Výsledky získané dotazníkovým šetřením a didaktickým testem byly zapsány do **kontingenční tabulky** (tab. 8.1). Čísla bez závorek zde vyjadřují četnosti žáků, kteří dosáhli daného počtu bodů a kterým bylo současně během výuky ve škole umožněno řešit úlohy z dotvářecí etapy tak často, jak je uvedeno v příslušné odpovědi. Čísla uvedená vpravo od tabulky a pod tabulkou jsou tzv. okrajové (marginální) četnosti. Jedná se o součty četností v řádcích a sloupcích tabulky. V závorce jsou v tabulce uvedeny očekávané četnosti, které odpovídají platnosti nulové hypotézy. Vypočítány byly tak, že byly vynásobeny odpovídající marginální četnosti v tabulce a tento součin byl vydělen celkovou četností.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			
		0 -1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů	
Odpovědi učitelů	řešíme občas	19 (34)	22 (11)	22 (7)	59
	řešíme výjimečně	61 (62)	13 (20)	4 (12)	78
	neřešíme	51 (35)	8 (12)	0 (7)	63
		131	43	26	200

Tab. 8.1: Kontingenční tabulka srovnávající výsledky žáků při řešení úloh z dotvářecí etapy a přítomnost těchto úloh během výuky fyziky

Pro každé pole kontingenční tabulky byla dále vypočítána hodnota $(P - O)^2/O$, kde P značí pozorovanou četnost a O četnost očekávanou (tab. 8.2). Součtem všech těchto hodnot jsme dostali hodnotu **testového kritéria** $\chi^2 = 74,644$, která je ukazatelem rozdílu mezi skutečností a vyslovenou nulovou hypotézou.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			Σ
		0 -1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů	
Odpovědi učitelů	neřešíme	6,659	10,472	34,358	51,488
	řešíme výjimečně	0,005	2,572	5,529	8,107
	řešíme občas	6,907	1,122	7,020	15,049
Testové kritérium χ^2					74,644

Tab. 8.2: Výpočet testového kritéria χ^2

Kritická hodnota testového kritéria pro hladinu významnosti $p \leq 0,01$ a počet stupňů volnosti $f = 4$, vypočítaných dle vzorce

$$f = (r - 1) * (s - 1), \quad (8.1)$$

kde r znamená počet řádků v tabulce a s počet sloupců, je $\chi^2_{0,01}(4) = 13,278$. Vypočítaná hodnota je vyšší než hodnota kritická, proto zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní.

Mezi jevy zkoumanými v kontingenční tabulce **existuje tedy statisticky významná závislost**. K posouzení stupně této závislosti jsme použili **koefficient kontingence C**, vypočítaný podle vzorce

$$C = \sqrt{[\chi^2 / (n + \chi^2)]}, \quad (8.2)$$

kde n značí celkovou četnost. Hodnota koeficientu C se pohybuje v intervalu od 0 do +1, přičemž platí, že čím je vyšší, tím vyšší je stupeň závislosti. Po dosažení dostáváme hodnotu $C = 0,52$. Abychom mohli míru závislosti vzájemně srovnávat s ostatními kontingenčními tabulkami, byl dále vypočítán **normovaný koeficient kontingence**

$$C_{norm} = C / C_{max}, \quad (8.3)$$

kde C_{max} značí nejvyšší možnou hodnotu koeficientu, vypočítanou na základě menšího z počtu řádků nebo sloupců r v tabulce:

$$C_{max} = \sqrt{[(r - 1)/r]}. \quad (8.4)$$

Po dosazení příslušných hodnot dostáváme $C_{max} = 0,82$ a $C_{norm} = 0,64$, což odpovídá značné souvislosti posuzovaných proměnných¹¹.

Vypočítaný stupeň závislosti však platí pouze pro kontingenční tabulku jako celek. Pro posouzení vzájemných vztahů uvnitř tabulky bylo sestaveno **znaménkové schéma kontingenční tabulky**. Tím bylo zjištěno, ve kterém poli tabulky je porušen předpoklad nezávislosti obou srovnávaných znaků.

Pomocí **testového kritéria z** byla testována významnost rozdílu mezi pozorovanou a očekávanou četností (tab. 8.3). Testové kritérium z bylo vypočítáno ze vztahu

$$z = \frac{P_{\%} - O_{\%}}{\sqrt{\frac{O_{\%}(1 - O_{\%})}{n}}} * \sqrt{n}, \quad (8.5)$$

kde $P_{\%}$ je pozorovaná četnost v určitém poli vyjádřená v % z celkové četnosti, $O_{\%}$ je očekávaná četnost v tomto poli vyjádřená v % z celkové četnosti a n je celková četnost. Jeho hodnoty byly vypočítány pro každé pole kontingenční tabulky – výsledky uvádí tabulka 8.4.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)		
		0 -1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů
Odpovědi učitelů	řešíme občas	9,5 (17,03)	11 (5,59)	11 (3,38)
	řešíme výjimečně	30,5 (30,79)	6,5 (10,11)	2 (6,11)
	neřešíme	25,5 (17,69)	4 (5,81)	0 (3,51)

Tab. 8.3: Pozorované a očekávané četnosti vyjádřené v % z celkové četnosti¹²

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)		
		0 -1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů
Odpovědi učitelů	řešíme občas	-2,83	3,33	5,96
	řešíme výjimečně	-0,09	-1,69	-2,43
	neřešíme	2,90	-1,09	-2,70

Tab. 8.4: Hodnoty testového kritéria z ¹³

¹¹ Hodnoty C od 0,1 do 0,3 značí malou souvislost, 0,3 až 0,5 střední souvislost a nad 0,5 značnou souvislost.

¹² Očekávané četnosti jsou uvedeny v závorkách.

¹³ Zeleně jsou označeny statisticky významné hodnoty.

Každé hodnotě byla dále přiřazena znaménka ilustrující stupeň závislosti srovnávaných znaků¹⁴. Tři znaménka (+++/---) znamenají, že pozorovaná četnost (dále P) je významně větší/menší než četnost očekávaná (dále O) na hladině významnosti $p \leq 0,001$. Dvě znaménka (++/--), uvádějí, že P je významně větší/menší než O na hladině významnosti $p \leq 0,01$. Jedno znaménko (+/-) nám říká, že P je významně větší než O na hladině významnosti $p \leq 0,05$. Symbol 0 znamená, že mezi P a O není statisticky významný rozdíl (Chráska 2003).

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)		
		0 - 1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů
Odpovědi učitelů	řešíme občas	--	+++	+++
	řešíme výjimečně	0	0	-
	neřešíme	++	0	--

Tab. 8.5: Znaménkové schéma kontingenční tabulky¹⁵

Z tabulky 8.5 je patrné, že počet žáků, kteří dosahovali vyššího počtu bodů, byl výrazně vyšší u učitelů, kteří alespoň občas zařazovali daný typ úloh do výuky ($p \leq 0,001$). U ostatních učitelů bylo naopak těchto žáků výrazně méně ($p \leq 0,05$ a $p \leq 0,01$). Žáci učitelů, kteří do výuky problémové úlohy nezařazují, dosáhli statisticky významně častěji nižších bodových hodnot ($p \leq 0,01$).

8.2.1.2 Úlohy z integrační etapy

Stejný postup, jako je uveden v předchozí kapitole (kap. 8.2.1.1), byl použit také pro posuzování vztahu mezi zařazováním úloh z integrační etapy do výuky a výsledky žáků při řešení těchto úloh v didaktickém testu. Stanovena byla další dílčí hypotéza:

H_{1.2}: *Výsledky žáků ve čtvrté části testu (obsahující úlohy patřící do integrační etapy procesu osvojování dovedností) jsou ovlivněny četností používání úloh z příslušné etapy při výuce.*

Formulace nulové a alternativní hypotézy:

H₀: *Mezi četnostmi řešení úloh z integrační etapy procesu osvojování dovedností během výuky fyziky na ZŠ a výsledky žáků v příslušné části testu není souvislost.*

¹⁴ Jedno znaménko (+ nebo -), pokud $1,96 \leq |z| < 2,58$; dvě znaménka (++/--), pokud $2,58 \leq |z| < 3,30$; tři znaménka (+++/---), pokud $3,30 \leq |z|$ (více v Chráska 2003).

¹⁵ Zeleně jsou označeny statisticky významné hodnoty.

H_A: *Výsledky žáků ve čtvrté části testu (obsahující úlohy patřící do integrační etapy procesu osvojování dovedností) jsou ovlivněny četností používání úloh z příslušné etapy při výuce.*

Nejprve byla opět sestavena **kontingenční tabulka** (tab. 8.6), kde čísla bez závorek vyjadřují četnosti žáků, kteří dosáhli daného počtu bodů a kterým bylo současně během výuky ve škole umožněno řešit úlohy z integrační etapy tak často, jak je uvedeno v příslušné odpovědi. Vpravo od tabulky a pod tabulkou jsou uvedeny okrajové (marginální) četnosti a v závorce jsou v tabulce uvedeny očekávané četnosti, které odpovídají platnosti nulové hypotézy.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			
		0 - 1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů	
Odpovědi učitelů	řešíme občas	13 (29)	15 (8)	11 (2)	39
	řešíme výjimečně	65 (58)	13 (16)	1 (5)	79
	neřešíme	69 (60)	13 (17)	0 (5)	82
		147	41	12	200

Tab. 8.6: Kontingenční tabulka srovnávající výsledky žáků při řešení úloh z integrační etapy a přítomnost těchto úloh během výuky fyziky

Pro každé pole kontingenční tabulky byla opět vypočítána hodnota $(P - O)^2/O$, kde P značí pozorovanou četnost a O četnost očekávanou (tab. 8.7). Součtem všech těchto hodnot jsme dostali hodnotu **testového kritéria $\chi^2 = 58,206$** .

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			Σ
		0 - 1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů	
Odpovědi učitelů	řešíme občas	8,561	6,138	32,049	46,748
	řešíme výjimečně	0,828	0,630	2,951	4,410
	neřešíme	1,265	0,864	4,920	7,048
Testové kritérium χ^2					58,206

Tab. 8.7: Výpočet testového kritéria χ^2

Kritická hodnota testového kritéria pro hladinu významnosti $p \leq 0,01$ a počet stupňů volnosti $f = 4$, vypočítaných dle vzorce (8.1), je $\chi^2_{0,01}(4) = 13,278$. Vypočítaná hodnota je vyšší než hodnota kritická, proto zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní.

Mezi jevy zkoumanými v kontingenční tabulce existuje tedy statisticky významná závislost. Stupeň závislosti určuje **koeficient kontingence** (8.2) $C = 0,47$ a

normovaný koeficient kontingence (8.3) $C_{norm} = 0,58$. Jeho hodnota odpovídá vysokému stupni závislosti¹⁶.

Pro posouzení vzájemných vztahů uvnitř tabulky bylo opět sestaveno **znaménkové schéma kontingenční tabulky**. Pomocí **testového kritéria z** byla testována významnost rozdílu mezi pozorovanou a očekávanou četností v každém poli tabulky (tab. 8.8 a 8.9). Testové kritérium z bylo vypočítáno ze vztahu (8.5).

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)		
		0 - 1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů
Odpovědi učitelů	řešíme občas	6,5 (14,33)	7,5 (4)	5,5 (1,17)
	řešíme výjimečně	32,5 (29,03)	6,5 (8,1)	0,5 (2,37)
	neřešíme	34,5 (30,14)	6,5 (8,41)	0 (2,46)

Tab. 8.8: Pozorované a očekávané četnosti vyjádřené v % z celkové četnosti¹⁷

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)		
		0 - 1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů
Odpovědi učitelů	řešíme občas	-3,16	2,53	5,69
	řešíme výjimečně	1,08	-0,83	-1,74
	neřešíme	1,35	-0,97	-2,25

Tab. 8.9: Hodnoty testového kritéria z¹⁸

Každé hodnotě byla dále přiřazena znaménka ilustrující stupeň závislosti srovnávaných znaků¹⁹ (tab. 8.10). Způsob interpretace znamének je podrobněji popsán v kap. 8.2.1.1.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)		
		0 - 1 body	2 - 3 body	4 - 6 bodů
Odpovědi učitelů	řešíme občas	--	+	+++
	řešíme výjimečně	0	0	0
	neřešíme	0	-	-

Tab. 8.10: Znaménkové schéma kontingenční tabulky¹⁸

Stejně jako u úloh z etapy dotvářecí se ukázalo, že četnost žáků dosahujících většího počtu bodů byla výrazně vyšší u učitelů, kteří alespoň občas zařazovali daný typ úloh do výuky, a to na hladině významnosti $p \leq 0,001$ (u žáků s počtem bodů 4 až 6) a $p \leq 0,05$ (u žáků s počtem bodů 2 až 3). Četnost žáků s nízkým počtem bodů byla naopak

¹⁶ Hodnoty C od 0,1 do 0,3 značí malou souvislost, 0,3 až 0,5 střední souvislost a nad 0,5 značnou souvislost.

¹⁷ Očekávané četnosti jsou uvedeny v závorkách

¹⁸ Zeleně jsou označeny statisticky významné hodnoty.

¹⁹ Jedno znaménko (+ nebo -), pokud $1,96 \leq |z| < 2,58$; dvě znaménka (++/--), pokud $2,58 \leq |z| < 3,30$; tři znaménka (+++/---), pokud $3,30 \leq |z|$ (více v Chráska 2003).

u těchto učitelů statisticky významně nižší ($p \leq 0,01$). U učitelů, kteří daný typ úloh do výuky nezařazují, bylo naopak žáků s vyšším počtem bodů statisticky významně méně ($p \leq 0,05$).

8.2.2 Existuje vztah mezi mírou informovanosti učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování a úrovní dovedností jejich žáků?

Při hledání tohoto vztahu byly vzájemně posuzovány položky č. 13 až 16 z dotazníku pro učitele a celkové výsledky jejich žáků v didaktickém testu. Stanovena byla následující hypotéza:

H₂: *Výsledky žáků v didaktickém testu jsou ovlivněny mírou informovanosti jejich učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování.*

Dále byla formulována nulová a alternativní hypotéza:

H₀: *Mezi mírou informovanosti učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování a výsledky žáků v testu není vztah.*

H_A: *Výsledky žáků v didaktickém testu jsou ovlivněny mírou informovanosti jejich učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování.*

Za tímto účelem byla sestavena **kontingenční tabulka**, v níž byly výsledky žáků rozděleny podle počtu dosažených bodů do čtyř úrovní (tab. 8.11). Podobně byly také ohodnoceny a rozděleny výsledky učitelů v příslušné části dotazníku. Další postup je již stejný jako u předchozí kapitoly (kap. 8.2.1), proto zde uvádíme pouze zjištěné výsledky.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)				
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů	
Odpovědi učitelů	0 - 2 body	24 (13)	16 (20)	4 (10)	0 (4)	44
	3 - 6 bodů	11(10)	20 (15)	8 (7)	1 (3)	40
	7 - 10 bodů	17 (20)	39 (31)	16 (15)	3 (7)	75
	11 - 13 bodů	3(12)	10 (18)	13 (9)	15 (4)	41
		55	85	41	19	200

Tab. 8.11: Kontingenční tabulka srovnávající výsledky žáků v didaktickém testu s informovaností jejich učitelů o dovednostech

Pro každé pole kontingenční tabulky byla vypočítána hodnota $(P - O)^2/O$, jejichž součtem dostaneme **testové kritérium** $\chi^2 = 67,570$ (tab. 8.12).

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)				Σ
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů	
Odpovědi učitelů	0 - 2 body	9,490	0,791	3,296	4,465	18,041
	3 - 6 bodů	0,122	1,444	0,052	1,712	3,330
	7 - 10 bodů	0,551	1,812	0,045	2,310	4,720
	11 - 13 bodů	6,586	3,747	1,987	29,165	41,484
Testové kritérium χ^2						67,570

Tab. 8.12: Výpočet testového kritéria χ^2

Kritická hodnota testového kritéria pro hladinu významnosti $p \leq 0,01$ a počet stupňů volnosti $f = 9$, vypočítaný podle vzorce (8.1), je $\chi^2_{0,01}(9) = 21,669$. Vypočítaná hodnota je tedy vyšší než hodnota kritická. Proto zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní, tj. mezi výsledky žáků v didaktickém testu a mírou informovanosti jejich učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování byla zjištěna statisticky významná závislost. Míra této závislosti byla dále zjišťována pomocí koeficientu kontingence (8.2) $C = 0,50$ a normovaného koeficientu kontingence (8.3) $C_{norm} = 0,58$, jehož hodnota odpovídá vysokému stupni závislosti²⁰.

Pro posouzení vztahů uvnitř tabulky bylo použito znaménkové schéma, vytvořené na základě výpočtu **testového kritéria z** (vzorec 8.5, tab. 8.13, 8.14).

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů
Odpovědi učitelů	0 - 2 body	12 (6,46)	8 (9,99)	2 (4,82)	0 (2,23)
	3 - 6 bodů	5,5 (4,95)	10 (7,65)	4 (3,69)	0,5 (1,71)
	7 - 10 bodů	8,5 (10,18)	19,5 (15,73)	8 (7,59)	1,5 (3,52)
	11 - 13 bodů	1,5 (5,91)	5 (9,14)	6,5 (4,41)	7,5 (2,04)

Tab. 8.13: Pozorované a očekávané četnosti vyjádřené v % z celkové četnosti²¹

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů
Odpovědi učitelů	0 - 2 body	3,19	-0,94	-1,86	-2,14
	3 - 6 bodů	0,36	1,25	0,23	-1,32
	7 - 10 bodů	-0,78	1,47	0,22	-1,55
	11 - 13 bodů	-2,65	-2,03	1,44	5,46

Tab. 8.14: Hodnoty testového kritéria z ²²

²⁰ Hodnoty C od 0,1 do 0,3 značí malou souvislost, 0,3 až 0,5 střední souvislost a nad 0,5 značnou souvislost.

²¹ Očekávané četnosti jsou uvedeny v závorkách

²² Zeleně jsou označeny statisticky významné hodnoty.

Z tabulky 8.15 je patrné, že pozorovaná četnost žáků s počtem bodů 16 až 20 je u učitelů s vyšší úrovní vědomostí o dovednostech statisticky významně vyšší než četnost očekávaná, a to na hladině významnosti $p \leq 0,001$. Dále vidíme, že pozorovaná četnost žáků s nízkým počtem bodů je u těchto učitelů významně menší než četnost očekávaná (u žáků, jež dosáhli 1 až 5 bodů na hladině významnosti $p \leq 0,01$ a u žáků s počtem bodů 6 až 10 na hladině významnosti $p \leq 0,05$). U učitelů, kteří dosáhli nejnižšího počtu bodů, tomu bylo přesně naopak. V jejich třídách bylo statisticky významně více žáků s počtem bodů 1 až 5 (na hladině významnosti $p \leq 0,01$) a statisticky významně méně žáků s počtem bodů 16 až 20 (na hladině významnosti $p \leq 0,05$). U žáků, jejichž učitelé se pohybovali v pásmu středních bodových hodnot, statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů
Odpovědi učitelů	0 - 2 body	++	0	0	-
	3 - 6 bodů	0	0	0	0
	7 - 10 bodů	0	0	0	0
	11 - 13 bodů	--	-	0	+++

Tab. 8.15: Znaménkové schéma kontingenční tabulky²³

8.2.3 Existuje vztah mezi délkou praxe učitelů a výsledky žáků v testu?

Další proměnnou, o které jsme se domnívali, že by mohla ovlivňovat výsledky žáků v testu, byla délka praxe jejich učitelů. Proto jsme si stanovili následující hypotézu:

H₃: *Výsledky žáků v didaktickém testu jsou závislé na délce praxe jejich učitelů.*

Následně byla formulována nulová a alternativní hypotéza:

H₀: *Mezi délkou praxe učitelů a výsledky jejich žáků v testu není souvislost.*

H_A: *Mezi délkou praxe učitelů a výsledky jejich žáků v didaktickém testu existuje vztah.*

Při testování těchto hypotéz jsme opět využívali **kontingenční tabulku** (tab. 8.16) a **testové kritérium χ^2** , jehož velikost jsme získali součtem hodnot $(P - O)^2/O$, vypočítaných pro každé pole kontingenční tabulky (tab. 8.17), kde P značí pozorovanou četnost a O četnost očekávanou (podrobný postup je popsán v kap. 8.2.1).

²³ Zeleně jsou označeny statisticky významné hodnoty.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)				
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů	
Odpovědi učitelů	méně než 3 roky	26 (20)	32 (31)	13 (15)	3 (7)	74
	3 až 15 let	15 (13)	26 (21)	7 (10)	1 (5)	49
	více než 15 let	14 (21)	27 (33)	21 (16)	15 (7)	77
		55	85	41	19	200

Tab. 8.16: Kontingenční tabulka srovnávající výsledky žáků v testu a délku praxe jejich učitelů

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)				Σ
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů	
Odpovědi učitelů	méně než 3 roky	1,569	0,010	0,310	2,310	4,199
	3 až 15 let	0,173	1,286	0,923	2,870	5,251
	více než 15 let	2,588	1,141	1,570	7,774	13,073
Testové kritérium χ^2						22,523

Tab. 8.17: Výpočet testového kritéria χ^2

Kritická hodnota testového kritéria pro hladinu významnosti $p \leq 0,01$ a počet stupňů volnosti (8.1) $f = 6$ je $\chi^2_{0,01}(6) = 16,814$. Vypočítaná hodnota je tedy vyšší než hodnota kritická, proto zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme hypotézu alternativní. Mezi výsledky žáků v didaktickém testu a délkou praxe jejich učitelů tedy existuje statisticky významná závislost. Míra této závislosti byla zjišťována pomocí Čuprova koeficientu K , který se využívá u kontingenčních tabulek s rozdílným počtem řádků a sloupců (Chráska 2003). Jeho hodnota $K = 0,37$, která odpovídá střednímu stupni závislosti²⁴, byla vypočítána ze vzorce

$$K = \sqrt{\frac{\chi^2}{n \cdot r \cdot s}} \quad (8.6)$$

kde χ^2 je vypočítaná hodnota testového kritéria chí-kvadrát, n celková četnost v kontingenční tabulce, r počet řádků v tabulce a s počet sloupců v tabulce.

Významnost rozdílu mezi pozorovanou a očekávanou četností (tab. 8.18) uvnitř kontingenční tabulky byla testována pomocí **testového kritéria** z , vypočítaného ze vzorce (8.5) pro každé pole kontingenční tabulky (tab. 8.19).

²⁴ Hodnoty od 0,1 do 0,3 značí malou souvislost, 0,3 až 0,5 střední souvislost a nad 0,5 značnou souvislost.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů
Odpovědi učitelů	méně než 3 roky	13 (10,18)	16 (15,73)	6,5 (7,59)	1,5 (3,52)
	3 až 15 let	7,5 (6,74)	13 (10,41)	3,5 (5,02)	0,5 (2,33)
	více než 15 let	7 (10,73)	13,5 (16,58)	10,5 (8,00)	7,5 (3,71)

Tab. 8.18: Pozorované a očekávané četnosti vyjádřené v % z celkové četnosti²⁵

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů
Odpovědi učitelů	méně než 3 roky	1,32	0,11	-0,58	-1,55
	3 až 15 let	0,43	1,20	-0,99	-1,71
	více než 15 let	-1,70	-1,17	1,31	2,84

Tab. 8.19: Hodnoty testového kritéria z^{26}

Na základě vypočítaných hodnot testového kritéria z bylo sestaveno znaménkové schéma (tab. 8.20). U učitelů s praxí delší než 15 let bylo statisticky významně více žáků s vyšším počtem bodů (16 až 20), a to na hladině významnosti $p \leq 0,01$. V ostatních polích kontingenční tabulky statisticky významné rozdíly zjištěny nebyly.

		Výsledky žáků (dosažené počty bodů)			
		1 - 5 bodů	6 - 10 bodů	11 - 15 bodů	16 - 20 bodů
Odpovědi učitelů	méně než 3 roky	0	0	0	0
	3 až 15 let	0	0	0	0
	více než 15 let	0	0	0	++

Tab. 8.20: Znaménkové schéma kontingenční tabulky²⁶

8.3 Shrnutí výsledků a diskuse

Cílem srovnání výsledků prvního a druhého šetření bylo, zjistit, zda vybrané faktory ovlivňují úroveň dovedností žáků. Mezi zkoumané faktory jsme zařadili řešení úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností během výuky, informovanost učitelů o dovednostech a délku jejich praxe.

Pomocí statistických testů významnosti byly potvrzeny všechny námi stanovené hypotézy. Znamená to tedy, že mezi všemi zkoumanými faktory a výsledky žáků v didaktickém testu byla prokázána statisticky významná závislost. Hodnota této závislosti se pohybovala v rozmezí od 0,37 (střední stupeň závislosti) do 0,64 (vysoký stupeň závislosti).

²⁵ Očekávané četnosti jsou uvedeny v závorkách

²⁶ Zeleně jsou označeny statisticky významné hodnoty.

Při posuzování vlivu četnosti zařazování úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností do výuky na výsledky žáků v příslušných částech testu (pro úlohy z dotvářecí etapy $C_{norm} = 0,64$, pro úlohy z integrační etapy $C_{norm} = 0,58$) se ukázalo, že žáci, jejichž učitelé zařazovali do výuky daný typ úloh častěji, dosahovali prokazatelně častěji lepších výsledků než ostatní žáci ($p \leq 0,001$).

Dalším faktorem ovlivňujícím výkon žáků byla informovanost učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování ($C = 0,58$). Žáci učitelů s lepší informovaností o dovednostech dosahovali v testu prokazatelně častěji vyššího počtu bodů ($p \leq 0,001$). Četnost žáků s nízkými bodovými hodnotami byla u těchto učitelů prokazatelně menší ($p \leq 0,01$). Naopak žáci učitelů s nízkou informovaností o dovednostech dosahovali prokazatelně častěji nižšího počtu bodů ($p \leq 0,01$). Z tohoto zjištění by se dalo usuzovat, že učitelé, kteří se lépe orientovali v druzích dovedností a uvědomovali si jejich důležitost a potřebnost nejen pro výuku fyziky, ale také pro běžný život dokázali zřejmě tento postoj přenést také na své žáky.

Dále můžeme vyvodit závěr, že pokud učitelé znali základní etapy procesu osvojování dovedností a uplatňovali jejich dodržování při výuce, docházelo u jejich žáků k lepšímu a trvalejšímu osvojení dovedností.

Při posuzování vlivu délky praxe učitelů na výsledky žáků, nebyl stupeň závislosti tak vysoký jako v předchozích případech ($K = 0,38$). Statisticky významné rozdíly byly zjištěny pouze u učitelů, kteří pracovali v oboru již více než 15 let. Žáci těchto učitelů dosahovali prokazatelně častěji vyššího počtu bodů ($p \leq 0,01$).

Při posuzování faktorů, jež by mohly mít vliv na výkon žáků v testu, však nemůžeme opomenout další možné intervenující proměnné. Může se jednat například o celkovou úroveň žáků, učitelovy pedagogické dovednosti, klima třídy, přítomnost výzkumníka ve třídě apod.

9 ŠETŘENÍ III: VÝZKUM PROCESU OSVOJOVÁNÍ DOVEDNOSTÍ

Průběžné výsledky prvního šetření nás vedly k zamyšlení se nad tím, čím jsou způsobeny nízké výsledky žáků, a to zejména při řešení úloh patřících do dotvářecí a integrační etapy procesu osvojování dovedností. Rozhodli jsme se tedy zkoumat nejenom úroveň dovedností žáků a vědomostí jejich učitelů o dovednostech, ale také samotný proces osvojování dovedností. Přitom jsme ho posuzovali z hlediska přítomnosti, druhu a způsobu řešení učebních úloh.

9.1 Výzkumné cíle a otázky

Cílem třetího výzkumného šetření bylo zjistit postavení učebních úloh v procesu osvojování dovedností během výuky fyziky na základní škole, posoudit zastoupení úloh z hlediska jednotlivých etap tohoto procesu a z hlediska druhu požadovaného řešení a dále pak sledovat, kdo je nejčastějším řešitelem úloh. Toto šetření považujeme za užitečné, neboť se domníváme, že řešení úloh je nezbytné pro správné a trvalé osvojení dovedností a pro schopnost využití dovedností v praxi a v běžném životě. Jak uvádí Talyzinová, „bez problémů, bez úloh se nemůže dosáhnout osvojení vědomostí a dovedností“ (1988, str. 76).

V souvislosti s výše uvedeným cílem si klademe výzkumnou otázku: *Jaké je postavení úloh v procesu osvojování dovedností během výuky fyziky na ZŠ?* Tuto otázku dále dělíme na několik dílčích podotázek, které jsme roztřídili do čtyř okruhů podle druhu zkoumaného kritéria:

Okruh I: Přítomnost úloh v procesu osvojování dovedností.

Jaké je časové zastoupení úloh v procesu osvojování dovedností během výuky? Kolik úloh je průměrně řešeno během osvojování zkoumané dovednosti?

Okruh II: Fáze řešení úlohy.

Jaké procento z času věnovaného řešení úloh zaujímá zadávání úloh, jaké procento zaujímá samotné řešení, jaké kontrola řešení a jaké úklid pomůcek?

Okruh III: Druhy úloh.

a) Druhy úloh z hlediska jednotlivých etap procesu osvojování dovedností.

Jsou ve výuce zastoupeny úlohy ze všech etap procesu osvojování dovedností? Kolik času je věnováno úlohám patřícím do orientační etapy procesu osvojování dovedností? Kolik času je věnováno úlohám patřícím do krystalizační etapy procesu osvojování dovedností? Kolik času je věnováno úlohám patřícím do dotvářecí etapy procesu osvojování dovedností? Kolik času je věnováno úlohám patřícím do integrační etapy procesu osvojování dovedností? Jaký je poměr četností úloh patřících do jednotlivých etap tohoto procesu?

b) Druhy úloh z hlediska požadovaného způsobu řešení.

Kolik procent z času věnovaného řešení úloh zaujímají úlohy vyžadující slovní řešení, kolik úlohy vyžadující početní řešení, kolik úlohy vyžadující grafické řešení a kolik úlohy vyžadující experimentální řešení? Jaké jsou četnosti jednotlivých druhů úloh?

Okruh IV: Řešitel úlohy.

Jakou část úloh řešených během procesu osvojování dovedností řeší učitel? Jakou část úloh řeší učitel v interakci se žáky? Jakou část úloh řeší vyvolaný žák s pomocí učitele? Jakou část úloh řeší žáci samostatně? Jakou část úloh řeší žáci ve skupinách? Jakou část úloh řeší žáci podle pokynů učitele? Objevují se i jiné způsoby řešení úlohy, než výše uvedené?

Dále jsme si kladli otázky týkající se vztahu mezi jednotlivými pozorovanými kategoriemi: *Existuje vztah mezi druhem etapy procesu osvojování dovedností, do které daná úloha patří, a délkou jednotlivých fází jejího řešení? Existuje vztah mezi druhem etapy procesu osvojování dovedností, do které daná úloha patří, a způsobem požadovaného řešení úlohy? Existuje vztah mezi druhem etapy procesu osvojování dovedností, do které daná úloha patří, a řešitelem úlohy? Existuje vztah mezi řešitelem úlohy a požadovaným způsobem řešení? Pro ověřování uvedených vztahů posloužily následující hypotézy:*

H₁: *Délka jednotlivých fází řešení úlohy je ovlivněna druhem etapy, do které daná úloha patří.*

H₂: *Úlohy vyžadující různý způsob řešení nejsou v jednotlivých etapách procesu osvojování dovedností zastoupeny rovnoměrně.*

H₃: *V jednotlivých etapách procesu osvojování dovedností převládají různí řešitelé.*

H₄: *Existuje závislost mezi řešitelem a způsobem požadovaného řešení.*

9.2 Metodologie výzkumu

V této kapitole předkládáme metodologický postup používaný v rámci druhého výzkumného šetření. Obsahuje popis základního a výzkumného souboru, použité výzkumné metody a způsob zpracování získaných dat.

9.2.1 Základní a výzkumný soubor

Pro účely tohoto výzkumného šetření jsme použili část výzkumného souboru, získaného v rámci videostudií realizovaných Centrem pedagogického výzkumu PdF MU od roku 2004 (dále CPV videostudie), týkající se učitelů fyziky 2. stupně brněnských základních škol. Autoři CPV videostudie se obrátili dopisem na ředitele přibližně čtyřiceti brněnských základních škol s otázkou, zda by některý z učitelů jejich školy byl ochoten se výzkumu zúčastnit. Jednalo se tedy o dostupný výběr. O účast projevilo zájem 13 učitelů. Zkoumaný soubor tedy zahrnoval celkem 12 škol, 19 tříd, 13 učitelů (7 žen, 6 mužů) a 418 žáků. Všichni učitelé byli kvalifikováni pro výuku fyziky na 2. stupni ZŠ a jejich praxe se pohybovala v rozmezí od 1 do 28 let. Ve výzkumném souboru bylo zastoupeno široké spektrum škol – cvičné školy PdF MU, školy zaměřené na přírodovědné předměty, sídlištní školy aj. Celkem byly pořízeny záznamy 62 vyučovacích hodin fyziky ke dvěma klíčovým tématům: 27 hodin k tématu skládání sil v 7. ročníku a 35 hodin k tématu elektrický obvod v 8. ročníku ZŠ (více v Janík, Míková 2006).

Pro účely našeho výzkumu, tedy výzkumu procesu osvojování dovedností, jsme použili hodiny k tématu skládání sil, které byly pořizovány v průběhu října a listopadu 2004. Jedná se o 27 vyučovacích hodin od 8 učitelů v 8 třídách celkem se 177 žáky (tab. 9.1). Délka praxe učitelů se pohybovala v rozmezí od 2 do 28 let. Všichni tito učitelé byli kvalifikováni pro výuku fyziky a jejich aprobace byla fyzika s matematikou nebo fyzika s technickou výchovou. U každého učitele byly natočeny 2 až 4 hodiny.

Učitel			Žáci		Učivo	
označení učitele	aprobace	délka praxe	ročník	počet	počet hodin	kódy hodin
A	FY/MA	2	7	20	4	FyS_A1, FyS_A2, FyS_A3, FyS_A4
B	FY/MA	17	7	18	4	FyS_B1, FyS_B2, FyS_B3, FyS_B4
C	FY/TE	27	6	21	2	FyS_E1, FyS_E2
D	FY/TE	4	7	23	3	FyS_H1, FyS_H2, FyS_H3
E	FY/TE	3	7	16	3	FyS_I1, FyS_I2, FyS_I3
F	FY/MA	28	7	29	3	FyS_J1, FyS_J2, FyS_J3
G	FY/MA	7	7	27	4	FyS_L1, FyS_L2, FyS_L3, FyS_L4
H	FY/MA	3	7	23	4	FyS_M1, FyS_M2, FyS_M3, FyS_M4

Tab. 9.1: Charakteristika zkoumaného souboru (Janík, Miková 2006, str. 82, upraveno)

9.2.2 Výzkumná metoda

Pro výzkum výuky byla použita metoda pozorování výuky na základě videozáznamu a následná analýza tohoto videozáznamu, tj. videostudie (Janík, Miková 2004). Pozorování výuky bylo strukturované, tzn., již před začátkem pozorování byly přesně stanoveny pozorované kategorie. Tyto kategorie byly sledovány a zaznamenávány pomocí kódování, což je registrace pozorovaných jevů do zadaného systému kategorií (Gavora 1998).

Používalo se jak *časové kódování*, kdy pozorovatel (autorka práce) pomocí kódu zaznamenával v přesných časových intervalech právě probíhající jev (např. řešení úloh), tak *kódování jevů*, při kterém pozorovatel zaznamenával kód v okamžiku, kdy jev spatřil (tím zjistíme četnost úloh).

9.2.3 Zpracování získaných dat

V rámci CPV videostudie fyziky byly videozáznamy hodin digitalizovány a uloženy na CD-ROM ve formátu mpg (v takové kvalitě, aby velikost souboru nepřesáhla kapacitu jednoho CD-ROM). Dále byla provedena transkripce videozáznamů v programu Videograph v desetisekundových intervalech. Transkripty vyučovacích hodin pak byly exportovány do programu MS Word, kde byly editovány (Janík, Miková 2006).

Kódování videozáznamů autorkou této práce probíhalo v programu Videograph (Rimmele 2002) v desetisekundových intervalech. Pozorované jevy byly zařazovány do předem definovaných kategoriálních systémů vytvořených autorkou práce. Tyto

kategoriální systémy obsahovaly celkem šest kategorií, které se dále dělily na několik subkategorií označených číselnými kódy (tab. 9.2). U každé subkategorie je v manuálu pro kódování uvedeno její obsahové vymezení, popis z pohledu pozorovatele, typické slovní podněty, případně další komentář.

Kategorie	Číselné kódy a subkategorie
Osvojování dovednosti	0 Výuka neprobíhá 1 Před osvojováním zkoumané dovednosti 2 Osvojování zkoumané dovednosti 3 Po osvojování zkoumané dovednosti
Zastoupení úloh	1 Řešení úloh 2 Ostatní výuka
Fáze řešení úlohy	1 Zadávání úlohy 2 Řešení úlohy 3 Zhodnocení řešení
Etapa procesu osvojování dovedností, do které pozorovaná úloha patří	1 Orientační etapa 2 Krystalizační etapa 3 Dotvářecí etapa 4 Integrační etapa
Způsob řešení	1 Slovní řešení 2 Početní řešení 3 Grafické řešení 4 Experimentální řešení
Řešitel	1 Úlohu řeší učitel 2 Učitel v interakci se žáky 3 Vyvolaný žák s pomocí učitele 4 Všichni žáci podle pokynů učitele 5 Žáci ve skupinách 6 Každý žák samostatně 7 Jiným způsobem

Tab. 9.2: Používaný kategoriální systém

9.2.3.1 Kategoriální systémy pro kódování

Předmětem zkoumání bylo osvojování konkrétní dovednosti, a to dovednosti řešení úloh na skládání sil. Z tohoto důvodu bylo nutno předem vymezit, na kterých částech nahraných vyučovacích hodin bude výzkum realizován²⁷. Proto bylo nejdříve pomocí kódování odlišeno, ve které části hodiny probíhá opakování dříve osvojených vědomostí a dovedností, kdy probíhá osvojování zkoumané dovednosti, kdy dochází k osvojování dalších vědomostí a dovedností, které již nejsou předmětem výzkumu, a kdy výuka neprobíhá vůbec. Pro tento účel byl vytvořen následující manuál pro kódování:

²⁷ Učitelé byli sice požádáni, aby během natáčení hodin probírali téma skládání sil, avšak v některých částech hodin je probíráno i jiné téma (většinou předcházející před skládáním sil nebo téma následující).

Kategorie 0	Výuka neprobíhá
Obsahové vymezení	Týká se sekvencí, ve kterých se výuka nekoná. Výuka buď ještě nezačala, nebo už skončila, anebo byla přerušena (např. hlášení ve školním rozhlase, zaklepání, odvolání učitele k telefonu).
Z pohledu pozorovatele	Žáci jsou ve třídě, čekají na učitele (až do okamžiku, kdy učitel oficiálně zahájí výuku). Učitel jasně vyjádří, kdy považuje výuku za oficiálně skončenou. Učitel přeruší výuku, vzdálí se ze třídy aj.
Typické slovní podněty	<i>„Tak, to by bylo pro dnešek všechno, můžete si sbalit věci, máte přestávku.“, „Pane kolego, máte se okamžitě dostavit do ředitelny ...“</i>
Komentář	Při kódování není směřodotné zvonění, orientujeme se podle toho, co se ve třídě skutečně děje.

Kategorie 1	Před osvojováním zkoumané dovednosti
Obsahové vymezení	Týká se všech sekvencí, které se odehrávají před osvojováním zkoumané dovednosti. Tzn., že výuka sice již probíhá, ale k osvojování zkoumané dovednosti ještě nedošlo, protože se např. pracuje s učivem probíraným v předchozích hodinách.
Z pohledu pozorovatele	Např. učitel klade žákům otázky, žáci stručně odpovídají, učitel opakuje učivo monologicky (výklad, přednáška), učitel zkouší žáky u tabule, žáci řeší písemnou práci apod.
Typické slovní podněty	<i>„Nejprve si zopakujeme, co jsme dělali v minulé hodině...“, „Dříve než začneme nové téma, napíšeme si krátkou prověrku.“, „nejprve si vyvolám někoho k tabuli...“, „zkontrolujeme si domácí úkol“ apod.</i>
Komentář	Je třeba dávat pozor na moment, kdy kategorie končí a učitel přechází k osvojování zkoumané dovednosti. Tento přechod může mít např. podobu následujícího komentáře: <i>„Tak, a začneme.“, „Dáme se do probírání nového tématu.“</i>

Kategorie 2	Osvojování zkoumané dovednosti
Obsahové vymezení	Týká se sekvencí, při kterých dochází k procesu osvojování zkoumané dovednosti (patří sem všechny etapy tohoto procesu), a to od zprostředkování nového učiva přes jeho procvičování až po aplikaci. V našem případě je zkoumanou dovedností skládání sil, proto do zkoumané kategorie patří učivo o znázornění síly, o skládání sil stejného směru, o skládání sil opačného směru a o rovnováze dvou sil.
Z pohledu pozorovatele	Učitel zprostředkovává nové učivo, nebo je nové učivo zpracováváno v interakci učitel-žák (případně žákem pod vedením učitele), probíhá řešení úloh na procvičení nového učiva, experimentování, laborování, učitel odkazuje na zkušenosti žáků ze života, odpovídá na otázky žáků apod.
Typické slovní podněty	Kategorie začíná např. komentářem <i>„Dáme se do probírání nového tématu.“</i> , končí např. slovy <i>„Tak, to je k danému tématu všechno.“</i>
Komentář	---

Kategorie 3	Po osvojování zkoumané dovednosti
Obsahové vymezení	Týká se všech sekvencí výuky, které se již netýkají osvojování zkoumané dovednosti.
Z pohledu pozorovatele	—
Typické slovní podněty	„ <i>Tak, tím jsme skončili skládání sil a dále se budeme zabývat...</i> “, „ <i>Dalším tématem, kterému se budeme věnovat je...</i> “
Komentář	---

Další výzkum se týkal pouze těch částí výuky, které byly označeny kódem 2, tj. ve kterých probíhalo osvojování zkoumané dovednosti. Pro každý z výše uvedených okruhů výzkumných otázek (viz kap. 9.1), byl autorkou práce vytvořen samostatný pozorovací systém.

Okruh I: Přítomnost úloh v procesu osvojování dovedností.

Pomocí kategoriálního systému *zastoupení úloh* odlišujeme sekvence, ve kterých se pracuje s úlohami, od sekvencí, v nichž probíhá ostatní výuka. K tomu bylo zapotřebí, přesně si vymezit pojem učební úloha (viz kap. 3.5.1).

Kategorie 1	Práce s úlohami
Obsahové vymezení	Týká se částí výuky, při kterých se pracuje s učebními úlohami. Tyto úlohy může řešit buď sám učitel, nebo žák vyvolaný u tabule, žáci samostatně, ve skupinách apod. Mimo klasické učební úlohy (typu „ <i>Vypočítej velikost síly působící na těleso, jestliže</i> “; „ <i>Jsou dány síly $F_1 = 30N$ a $F_2 = 45N$, které působí opačným směrem. Urči graficky jejich výslednici.</i> “; „ <i>Podle přiloženého návodu proved' pokus a zjisti....</i> “, apod.), zahrnujeme také otázky týkající se postupu provádění dovednosti (např. „ <i>Jakým způsobem skládáme síly stejného směru?</i> “), aplikace dovednosti (např. „ <i>Kde v praxi se můžeme setkat se skládáním sil opačného směru?</i> “) a rozvoje fyzikálního myšlení (např. typu: „ <i>Co se stane, když...?</i> “; „ <i>Myslíte si, že ...?</i> “; „ <i>Co je příčinou?</i> “). Práce s úlohami obvykle zahrnuje fázi zadávání úlohy, řešení úlohy a zhodnocení řešení, tj. kontrola postupu řešení a výsledků a diskuse o využití učební úlohy v praxi.
Z pohledu pozorovatele	Probíhá zadávání úlohy; učitel nebo žák řeší úlohu u tabule; žáci řeší úlohu samostatně nebo ve skupinách; probíhá kontrola řešení, diskuse výsledků apod.
Typické slovní podněty	„ <i>Nyní si společně vyřešíme úlohu...</i> “, „ <i>Jendo, pojd' nám na tabuli spočítat...</i> “, „ <i>Uved'te postup při ...</i> “, „ <i>Změřte!</i> “, „ <i>Vypočítejte velikost ...</i> “, „ <i>Vysvětlete význam, smysl!</i> “, „ <i>Zdůvodněte, k čemu je to dobré!</i> “, „ <i>Podle obrázků vyvod'te chyby v postupu!</i> “, „ <i>Z uvedených příkladů odvod'te pravidlo, postup!</i> “, „ <i>Dokažte, ověřte správnost!</i> “, „ <i>Řešte tematický úkol, vypracujte návrh ...!</i> “, „ <i>Vymyslete praktický příklad!</i> “.
Komentář	Tato kategorie začíná okamžikem zadávání úlohy a končí, jakmile je úloha vyřešena, případně po zhodnocení řešení.

Kategorie 2	Ostatní výuka
Obsahové vymezení	Týká se sekvencí, ve kterých výuka probíhá, ale které nepatří do kategorie 1, tzn., neprobíhá řešení úloh.
Z pohledu pozorovatele	Např. učitel vysvětluje, popisuje, předvádí, žáci si zapisují do sešitu nové učivo apod.
Typické slovní podněty	---
Komentář	---

Okruh II: Fáze řešení úlohy

Kódování podle kategoriálního systému *fáze řešení úlohy* se týká těch částí výuky, které byly v rámci kódování v okruhu I označeny kategorií 1, tedy *řešení úlohy*. Účelem používání tohoto systému je rozčlenit kategorii řešení úlohy na další subkategorie (zadávání úlohy, řešení úlohy, zhodnocení řešení) tak, aby bylo možné odpovědět na výzkumné otázky týkající se okruhu II (viz kap. 9.1).

Kategorie 1	Zadávání úlohy
Obsahové vymezení	Učitel oznamuje zadání úlohy, která se bude řešit, případně rozdává žákům potřebné pomůcky. Patří sem všechny typy učebních úloh, od nejjednodušších, vyžadujících pouze pamětní reprodukci poznatků až po úlohy vyžadující tvořivé myšlení.
Z pohledu pozorovatele	Učitel diktuje zadání úlohy žákům, žáci mají za úkol přečíst si zadání úlohy v učebnici, zapisují si do sešitu potřebné údaje, kreslí tabulku, kterou budou doplňovat apod.
Typické slovní podněty	„Nyní si společně vyřešíme tuto úlohu...“, „Otevřete si učebnici a najděte si úlohu...“, „Rozdějte si pracovní listy...“, „Vezměte si pomůcky a budeme řešit úlohy...“.
Komentář	Důležité je odlišit kategorie <i>zadávání úlohy</i> a <i>řešení úlohy</i> . Přejít mezi kategoriemi může mít např. podobu následujícího komentáře: „Tak, a nyní máte všechno, co potřebujete k tomu, abyste mohli úlohu správně vyřešit.“

Kategorie 2	Řešení úlohy
Obsahové vymezení	Žáci už mají zadání úlohy i potřebné pomůcky a nastává samotné řešení úlohy. Jedná se o postup, který má obvykle čtyři základní etapy (Průcha, Walterová, Mareš 2003): 1. Přijetí úlohy - tj. pochopení subjektivního smyslu a objektivního významu řešení, odhadnutí vlastních možností. 2. Orientace v úloze - tj. určení zadaných a hledaných prvků, rekonstruování struktury úlohy, formulování hypotéz, sestavení plánu řešení. 3. Vlastní řešení úlohy - tj. úvaha o počtu řešení, volba postupu, přenos a aplikace dovedností, průběžná kontrola, reagování na chybu. 4. Kontrola výsledků řešení – kontrola výsledku řešitelem.
Z pohledu pozorovatele	Učitel nebo žák řeší úlohu u tabule, žáci řeší úlohu ve skupinkách nebo samostatně.

Typické slovní podněty	Kategorie začíná slovy: „Nyní přejdeme k samotnému řešení úlohy.“ „Nyní se pokuste tuto úlohu vyřešit.“ apod.
Komentář	Pokud učitel v průběhu řešení úlohy uděluje další pokyny, nebo doplňuje a upřesňuje zadání, nekódujeme jako zadávání úlohy, ale jako řešení úlohy. Jako zadávání úlohy kódujeme pouze v případě, kdy učitel řekne např. „ <i>přestaňte pracovat, doplníme si zadání a potom budete pokračovat</i> “.

Kategorie 3	Zhodnocení řešení
Obsahové vymezení	Úloha je již vyřešena (nebo skončila doba vymezená na její řešení) a nastává kontrola výsledků a postupů řešení, případně jejich komentář.
Z pohledu pozorovatele	Řešení úlohy skončilo a diskutuje se o výsledcích a o využití úlohy v praxi.
Typické slovní podněty	„Končíme s řešením a nyní si společně zkontrolujeme výsledky.“ „Myslíte si, že je výsledek úlohy reálný?“ „Setkali jste se s podobným problémem v běžném životě?“ „Kde ještě můžeme uplatnit podobné řešení?“
Komentář	Pokud probíhá zhodnocení řešení během řešení úlohy, kódujeme jako řešení úlohy. Kategorii zhodnocení řešení kódujeme pouze ty sekvence výuky, kdy samotné řešení úlohy již skončilo.

Okruh III: Druhy úloh

Dále byly v během šetření zjišťovány druhy úloh řešených během osvojování zkoumané dovednosti. Tyto druhy byly posuzovány z několika pohledů. Prvním kritériem byla etapa procesu osvojování dovedností, do které daná úloha patřila. Za tímto účelem byly vymezeny čtyři kategorie: orientační etapa, krystalizační etapa, dotvářecí etapa a integrační etapa (více v kap. 3.2.6). Motivační etapa nebyla do kategoriálního systému zařazena úmyslně, neboť motivační úlohy bývají většinou součástí orientační etapy. Navíc motivace žáků by měla probíhat během celého procesu osvojování dovedností. Jako podklad pro tvorbu kategoriálního systému jsme použili taxonomii učebních úloh podle D. Tollingerové (1970).

Kategorie 1	Orientační etapa
Obsahové vymezení	V této etapě žáci získávají vědomosti, dílčí dovednosti a návyky, které jsou důležité pro správné osvojení nové dovednosti. Patří sem tedy úlohy zajišťující jejich procvičení a ověření. Dále pak úlohy, při nichž učitel žákům novou dovednost předvádí a popisuje.
Z pohledu pozorovatele	1.1 Úlohy na procvičování dříve osvojených vědomostí, dílčích dovedností a návyků nutných pro správné osvojení nové dovednosti. 1.2 Úlohy, pomocí nichž je nová dovednost předváděna, popisována nebo vyvozována. 1.3 Úlohy na reprodukci pravidel a postupů řešení.
Typické slovní	„Jak zní?“, „Co platí?“, „Uved'te zásady pro...!“, „Zopakujte!“,

podněty	<i>„Jak budeme postupovat při ...?“</i>
Komentář	---

Kategorie 2	Krystalizační etapa
Obsahové vymezení	Žáci se učí řešit jednoduché úlohy, v nichž se daná dovednost vyskytuje. Tyto úlohy vyžadují pouze jednoduché myšlenkové operace reproduktivní povahy.
Z pohledu pozorovatele	2.1 Úlohy na zjišťování faktů (měření, vážení, jednoduché výpočty apod.) 2.2 Úlohy na pozorování a rozlišování. 2.3 Úlohy na třídění. 2.4 Úlohy na zjišťování vztahů mezi fakty (příčina, následek, cíl, prostředek, vliv, funkce, účel, způsob apod.). 2.5 Úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování.
Typické slovní podněty	<i>„Změřte!“</i> , <i>„Vypočítejte velikost výsledné síly...!“</i> , <i>„Popište, jak probíhá!“</i> , <i>„Nalezněte společné znaky a určete obecně platné pravidlo!“</i> , <i>„Určete shody a rozdíly!“</i> , <i>„Rozdělte podle...!“</i> , <i>„Co se stane, když...?“</i> , <i>„Porovnejte!“</i> , <i>„Co je příčinou?“</i> .
Komentář	---

Kategorie 3	Dotvářecí etapa
Obsahové vymezení	Do této etapy patří složitější a problémové úlohy, které vyžadují náročné myšlenkové operace produktivní povahy.
Z pohledu pozorovatele	3.1 Úlohy na vysvětlení smyslu, významu, zdůvodnění apod. 3.2 Úlohy na vyvozování a odvozování. 3.3 Úlohy na dokazování a ověřování (verifikaci). 3.4 Úlohy na hledání chyb v řešení. 3.5 Řešení problémových situací.
Typické slovní podněty	<i>„Vysvětlíte význam, smysl!“</i> , <i>„Zdůvodněte, k čemu je to dobré!“</i> , <i>„Podle obrázků vyvoďte chyby v postupu!“</i> , <i>„Z uvedených příkladů odvoďte pravidlo, postup!“</i> , <i>„Dokažte, ověřte správnost!“</i> , <i>„Zhodnoňte z určitého hlediska...!“</i> ,.
Komentář	---

Kategorie 4	Integrační etapa
Obsahové vymezení	Týká se úloh, pomocí nichž dochází k začlenění nové dovednosti do struktury dříve osvojených dovedností, a dále pak úloh předpokládajících tvořivý přístup a tvořivé řešení na základě znalostí předchozích operací, schopnost tyto operace kombinovat do rozsáhlejších celků a dospívat k novým závěrům. Jedná se tedy o úlohy komplexní, produktivní povahy.
Z pohledu pozorovatele	4.1 Projektové úlohy. 4.2 Laboratorní práce. 4.3 Mezipředmětové úlohy. 4.4 Úlohy na praktickou aplikaci.
Typické slovní podněty	<i>„Řešte tematický úkol, vypracujte návrh ...!“</i> , <i>„Vymyslete praktický příklad!“</i> , <i>„Na základě vlastního pozorování (studia) určete ...!“</i> , <i>„Navrhněte zlepšení, nové řešení!“</i> .
Komentář	---

Druhým kritériem pro rozdělení úloh byl požadovaný způsob řešení. Rozlišovali jsme úlohy, které byly řešeny pouze slovně, dále úlohy s početním řešením, s grafickým řešením a úlohy, jež vyžadovaly experimentální činnost. Každá z těchto subkategorií byla stručně komentována v manuálu pro kódování:

Kategorie 1	Slovní řešení
Obsahové vymezení	Do této kategorie řadíme úlohy, které jsou řešeny pouze slovně, tj. úvahou, diskusí, komentářem apod., případně pomocí náčrtku.
Komentář	---

Kategorie 2	Početní řešení
Obsahové vymezení	Úloha vyžaduje nejenom úvahu, ale také početní řešení
Komentář	Úloha je řešena bez použití laboratorních pomůcek.

Kategorie 3	Grafické řešení
Obsahové vymezení	Patří sem úlohy řešené rýsováním nebo grafickým znázorňováním.
Komentář	Současně může být použito početní řešení, avšak bez použití laboratorních pomůcek.

Kategorie 4	Experimentální řešení
Obsahové vymezení	Do této kategorie spadají úlohy řešené s použitím vhodných laboratorních pomůcek.
Komentář	Současně může být použito početní a grafické řešení.

Okruh IV: Řešitel úlohy

Pomocí kategoriálního systému *řešitel úlohy* jsme zjišťovali, do jaké míry jsou žáci zapojeni do řešení úlohy. Východiskem pro zkoumání tohoto kritéria pro nás byla skutečnost, že žák se učí nejlépe prostřednictvím úkolů a problémů, které musí sám vlastním úsilím vyřešit, tj. projevuje vlastní tvořivou aktivitu. Dále nás zajímalo, jak často pracují žáci ve skupinách, tj. jak často je jim poskytována příležitost k rozvoji dovednosti spolupracovat s ostatními lidmi, která je součástí kompetence sociální a personální.

Tato část výzkumu se týká pouze sekvencí výuky označených v kategoriálním systému *fáze řešení úlohy* jako *řešení úloh*.

Kategorie 1	Úlohu řeší učitel.
Obsahové vymezení	Týká se těch sekvencí výuky, kdy je učitel jediným řešitelem úlohy.
Z pohledu pozorovatele	Učitel řeší úlohu na tabuli, žáci opisují do sešitu. Učitel řeší experimentální úlohu, žáci pozorují. Učitel řeší úlohu slovně, aj.
Komentář	---

Kategorie 2	Úlohu řeší učitel v interakci se žáky.
Obsahové vymezení	Postup a linii řešení úlohy vede učitel (početně, geometricky nebo graficky na tabuli, experimentálně, úvahou aj.), přitom však jedná na základě odpovědí žáků na otázky, které jim pokládá, a konzultuje s nimi správnost jejich odpovědí.
Z pohledu pozorovatele	Učitel řeší úlohu na tabuli (případně experimentálně) a přitom pokládá žákům otázky týkající se řešení. Žáci si opisují řešení do sešitu (případně pozorují) a odpovídají na otázky učitele.
Komentář	---

Kategorie 3	Úlohu řeší vyvolaný žák s pomocí učitele.
Obsahové vymezení	K tabuli je vyvolán jeden žák, který řeší úlohu (za současné pomoci učitele), ostatní žáci si řešení opisují do sešitu. Dále může vyvolaný žák řešit úlohu slovně.
Z pohledu pozorovatele	Jeden žák píše na tabuli, ostatní žáci píší do sešitu. Jeden žák mluví, ostatní poslouchají.
Komentář	---

Kategorie 4	Úlohu řeší všichni žáci podle pokynů učitele.
Obsahové vymezení	Učitel uděluje v průběhu řešení úlohy žákům přesné pokyny, jak mají postupovat.
Z pohledu pozorovatele	Žáci pracují na úkolu, učitel jim říká, jak mají postupovat; učitel chodí po třídě, kontroluje práci žáků, radí jim.
Komentář	---

Kategorie 5	Úlohu řeší žáci ve dvojicích nebo ve skupinách.
Obsahové vymezení	Při řešení úlohy jsou žáci rozděleni do dvojic nebo do větších skupinek, které pracují samostatně.
Z pohledu pozorovatele	Žáci pracují ve skupinách, každá skupina samostatně.
Komentář	---

Kategorie 6	Úlohu řeší každý žák samostatně.
Obsahové vymezení	Týká se takového řešení úloh, které provádí každý žák samostatně do sešitu, pracovních listů nebo pomocí potřebných pomůcek.
Z pohledu pozorovatele	Každý žák pracuje samostatně.
Komentář	---

Kategorie 7	Řešení úloh jiným způsobem.
Obsahové vymezení	Touto kategorií kódujeme takový způsob řešení úlohy, který nepatří do žádné z výše uvedených kategorií.
Z pohledu pozorovatele	---
Komentář	---

Výše uvedené kategoriální systémy jsou sestaveny tak, aby bylo možno je použít pro zkoumání postavení úloh v procesu osvojování libovolné, zejména pak přírodovědné, dovednosti. Proto považujeme za užitečné zaměřit se před začátkem

kódování na sledovanou dovednost (v našem případě dovednost řešení úloh na skládání sil) a předem si vymezit, jaké učivo a jaké typy úloh by měla každá etapa osvojování dovedností přibližně obsahovat. Pro naše účely jsme si v souladu s (Bohuněk a kol. 1991; Bohuněk a kol. 1994; Bohuněk, Hejnová 2005; Janás, Trna 1999; Janás 1996, Kašpar a kol. 1982; Kolářová a kol. 2006; Kolářová, Bohuněk 1999; Lustigová 1998; Macháček 1998; Mazáč, Hlavička 1964; Rauner a kol. 2005; Rojko a kol. 1996; Tesař, Jáchim 2008) sestavili následující přehled učiva a učebních úloh rozdělený do pěti základních etap procesu osvojování dovedností:

A) Motivační etapa

Motivace by měla probíhat během celého procesu osvojování nové dovednosti. Za nejdůležitější však považujeme počáteční motivaci, tedy vzbuzení zájmu žáků o novou dovednost, proto ji uvádíme jako samostatnou etapu a klademe ji na první pozici. Žáky bychom měli přesvědčit, že je pro ně získání nové dovednosti užitečné a potřebné, a to nejenom pro práci ve škole, ale i pro běžný život. Jako velmi vhodné se jeví konkrétní ukázky využití nové dovednosti v běžném životě nebo v různém zaměstnání. Můžeme např. využít pohádku *O velké řepě*, na jejíž vytažení musel děda zavolat babičku, vnučku, kočku a myšku. Všichni táhli jedním směrem a jejich síly se sčítaly.

B) Orientační etapa

Nejprve se soustředíme na opakování dříve osvojených vědomostí a dílčích dovedností nutných pro správné osvojení nové dovednosti:

- Žák má umět poznat různé formy vzájemného působení těles, chápat rozdíl mezi jednotlivými druhy působení a znát účinky těchto působení (obr. 9.1).

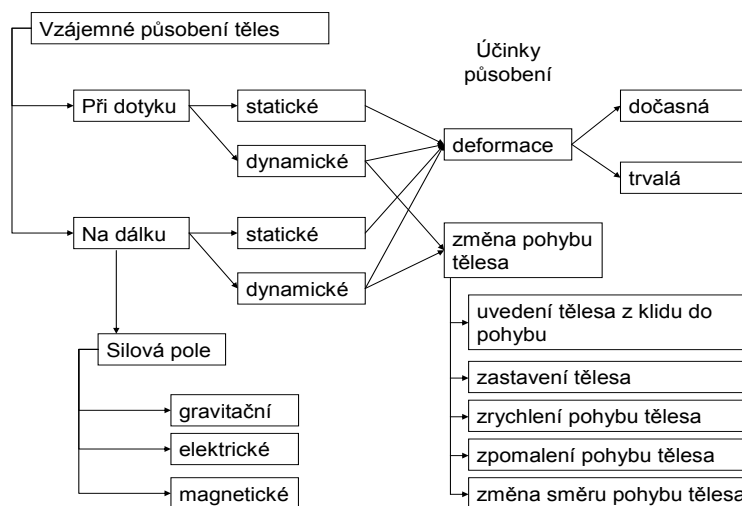
Typy úloh:

- Uved' příklad statického působení dvou těles, které pozoruješ ve třídě.
- Míč se odrazil od zdi – popiš průběh vzájemného působení míče a zdi.
- Žák má umět vysvětlit pojem síla, znát účinky síly, vědět na čem tyto účinky závisí (na velikosti, směru a na působišti síly), znát jednotky síly, umět změřit velikost síly siloměrem, znázornit sílu graficky.

Typy úloh:

- Znázorni sílu F , která má velikost 5 N a působí svisle nahoru.

- Změř velikost síly, kterou je tvoje aktovka přitahována k zemi. Potom tuto sílu graficky znázorni.



Obr. 9.1: Vzájemné působení těles

Opakování postupně přechází v osvojování nové dovednosti. Nejprve se žáci učí graficky i výpočtem skládat rovnoběžné síly stejného i opačného směru. Přitom se zavádí pojmy výslednice sil a rovnováha sil. Důležité je, aby si žáci uvědomili, že posuvný účinek síly na pevné těleso se nezmění, posune-li se její působíště do jiného bodu tělesa po přímce, ve které síla působí. Během osvojování uvádíme žákům příklady skládání sil v běžném životě, např. sánky tažené několika psi, dvojspreží u kočárů, dvě osoby při tahání těžkých břemen apod.

Zde se uplatňují úlohy, pomocí nichž bývá nová dovednost vyvozována, předváděna a popisována. Vhodná je například úloha experimentální, kdy na dva stejné siloměry zavěsíme současně dvě závaží o hmotnosti 0,1 kg a 0,2 kg. První z nich napíná pružinu siloměru silou o velikosti 1N svisle dolů a druhé silou o velikosti 2 N rovněž svisle dolů. Poté dáme na jeden ze siloměrů obě závaží a zjistíme, že působí na pružinu siloměru silou o velikosti 3N svisle dolů. Z tohoto zjištění můžeme učinit závěr, že výslednice dvou sil stejného směru má s oběma silami stejný směr a její velikost se rovná součtu velikostí obou sil. Následně tuto situaci znázorníme graficky. Princip skládání sil stejného směru můžeme také vyvodit pomocí pohádky *O velké řepě*, o které se zmiňujeme již v motivační etapě.

Hledání výslednice rovnoběžných sil opačného směru předvádíme například na přetahování dvou kamarádů, při kterém táhne každý za jeden konec lana. Platnost

tohoto postupu můžeme dále dokázat pomocí sklonných vah se stupnicí v newtonech. Na jejich miskou položíme závaží o určité hmotnosti a odečteme velikost síly F_1 , kterou působí závaží na miskou. Potom miskou se závažím upevníme k pružině siloměru a táhneme ji svisle vzhůru silou F_2 (menší než je síla, kterou působí závaží na miskou vah). Přitom opět odečteme hodnotu na stupnici vah. Zjistíme, že velikost výslednice je rovna rozdílu sil F_1 a F_2 a má stejný směr jako větší z nich. Poté přejdeme ke grafickému řešení.

Po důkladném procvičení skládání rovnoběžných sil (během následujících etap), zavádíme skládání sil různoběžných. Žák se má naučit správný postup při grafickém skládání různoběžných sil a při rozkladu síly do dvou zvolených směrů. Nejprve žákům opět uvedeme situaci z běžného života, např. dva psi táhnou sáňky silami F_1 a F_2 , které spolu svírají úhel 30° . Naším úkolem je zjistit velikost a směr síly výsledné. Tuto situaci žákům modelujeme pomocí tří siloměrů. Dva z nich představují síly F_1 a F_2 a třetí představuje sílu F_3 , která je stejně velká jako výslednice sil F_1 a F_2 , ale působí opačným směrem. Dále uvedeme postup grafického řešení.

C) Krystalizační etapa

Na základě vědomostí a dovedností získaných v předchozí etapě se mají žáci naučit zvládat řešení jednoduchých úloh, ve kterých se daná dovednost uplatňuje.

Skládání rovnoběžných sil:

- Jak velká je výslednice následujících sil a jaký je její směr? Uveď grafické i početní řešení: a) 5 N doprava, 3 N doprava
b) 10 N doleva, 6 N doprava
c) 200 N nahoru, 300 N dolů.
- Vašek s Ondrou vezou kamarádku na sáňkách. Vašek táhne silou o velikosti $F_1 = 50$ N a Ondra tlačí zezadu silou o velikosti $F_2 = 30$ N. Urči výslednici těchto sil početně i graficky.
- Na táboře se děti rozdělily do dvou skupin a soutěžily v přetahování lanem. První skupina táhla silou 1350 N a druhá skupina silou 1600 N. Jaká byla výsledná síla? Jak velkými silami by musela družstva táhnout, aby nikdo neprohrál a nikdo nevyhrál? Jak tuto situaci ve fyzice nazýváme?

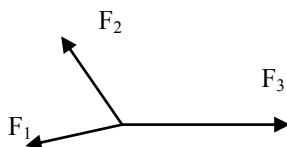
Skládání různoběžných sil:

- Síly 6 N a 4 N svírají úhel 60° . Najdi graficky jejich výslednici.
- Dvě stejné síly, každá o velikosti 5 N, spolu svírají úhel 90° . Urči graficky jejich výslednici.

D) Dotvářecí etapa

Poté, co žáci zvládají řešení jednoduchých úloh, postupně přecházíme k řešení úloh složitějších a problémových. Mezi ně řadíme takové úlohy, jejichž řešení vyžaduje od žáků tvořivý přístup.

- Navrhni postup, jak pomocí siloměru změříš sílu potřebnou k přetržení tenké nitky.
- Při stavbě pyramidy bylo k tažení jednoho kamene potřeba síly 100 kN. Kolik lidí muselo kámen táhnout, jestliže každý člověk vyvinul sílu 500 N?
- Jana táhne po zamrzlém rybníku za provázek sánky. Provázek svírá s vodorovnou rovinou úhel 40° a velikost síly, kterou Jana táhne je 30 N. Jaká síla působí na sánky ve vodorovném směru?
- Tatínek drží v jedné ruce dvě lana, za která táhnou silami 20 N a 30 N jeho dva synové a která spolu svírají úhel 30° . Jakou sílu musí použít tatínek, aby své dva syny přetáhl? Graficky znázorni síly chlapců i sílu tatínka.
- Urči graficky výslednici těchto tří sil:



E) Integrační etapa

Jestliže již žáci zvládají řešení různě obtížných úloh na procvičení nové dovednosti, přecházíme ke komplexním úlohám využívajících celý systém dříve osvojených dovedností, k mezipředmětovým úlohám a k úlohám projektového typu.

- Honza potřebuje zdvihnout trám o hmotnosti 15 kg. Víme, že je schopný vyvinout sílu maximálně 75 N. Podaří se mu trám zdvihnout? Pokud ne, jakou minimální silou mu musí pomoci jeho kamarád Vašek?
- Dva siloměry, každý o hmotnosti 0,15 kg, jsou zavěšeny pod sebou a na spodním visí závaží o hmotnosti 1 kg. Jaké údaje ukazují tyto siloměry?

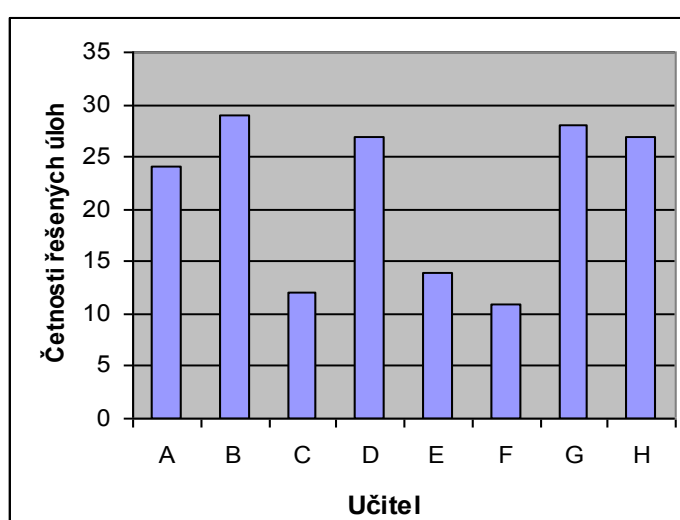
- Jakou silou je k zemi přitahován parašutista o hmotnosti 75 kg, působí-li na něho svisle vzhůru odpor vzduchu silou 500 N? Jakou průměrnou rychlostí se pohybuje, dopadne-li na zem z výšky 300 metrů za 5 minut?
- Jaký maximální náklad můžeš nosit v aktovce o hmotnosti 1kg, aby to nezatěžovalo záda? Jak těžkou aktovku bys mohl mít, kdybychom byli na Měsíci?

9.3 Výsledky šetření a jejich interpretace

V další části textu předkládáme výsledky šetření, vztahující se k jednotlivým okruhům výzkumných otázek, jejichž přehled je uvedený v úvodu kapitoly 9.1.

9.3.1 Kolik úloh je řešeno v procesu osvojování dovedností a jaké je jejich časové zastoupení?

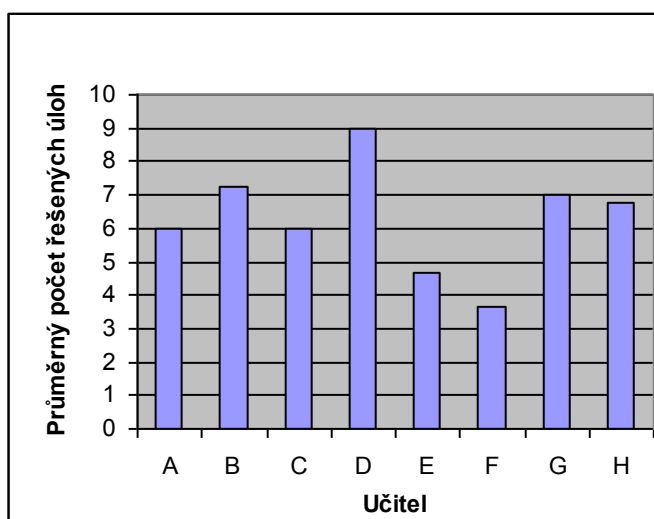
Při posuzování četností úloh řešených během procesu osvojování zkoumané dovednosti se ukázalo, že počty úloh se u jednotlivých učitelů výrazně lišily. Zatímco u učitele F se pracovalo celkem s 11 úlohami (tj. průměrně se 3 úlohami za hodinu), u učitele D to bylo úloh 27 (tj. průměrně 9 úloh za hodinu). Další výsledky jednotlivých učitelů jsou uvedeny v tabulce 9.3 a v grafu 9.1 a 9.2. Průměrný počet úloh řešených u všech učitelů byl 21, tj. průměrně 6 úloh za jednu vyučovací hodinu.



Graf 9.1: Četnosti úloh řešených u jednotlivých učitelů

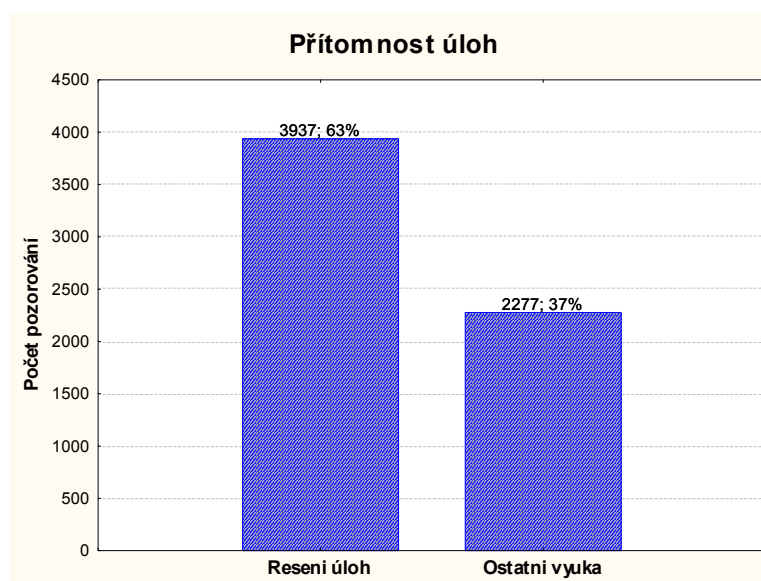
Učitel	A	B	C	D	E	F	G	H
Počet hodin	4	4	2	3	3	3	4	4
Počet úloh	24	29	12	27	14	11	28	27
Průměrný počet úloh za hodinu	6,0	7,3	6,0	9,0	4,7	3,7	7,0	6,8

Tab. 9.3: Četnosti úloh a jejich časové zastoupení

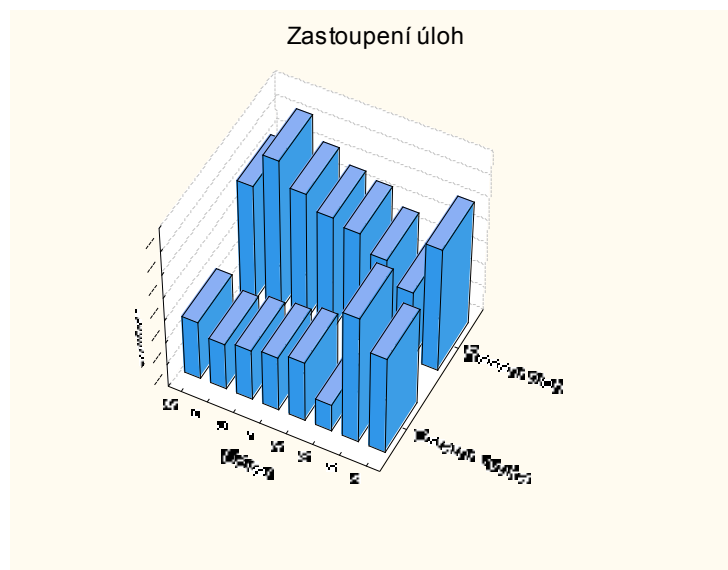


Graf 9.2: Průměrný počet úloh řešených za jednu vyučovací hodinu

Z hlediska časového zastoupení tvořila práce s úlohami 63 % všech posuzovaných sekvencí (graf 9.3). Až na jednoho učitele (B) všichni věnovali práci s úlohami více času než ostatní výuce (graf 9.4).



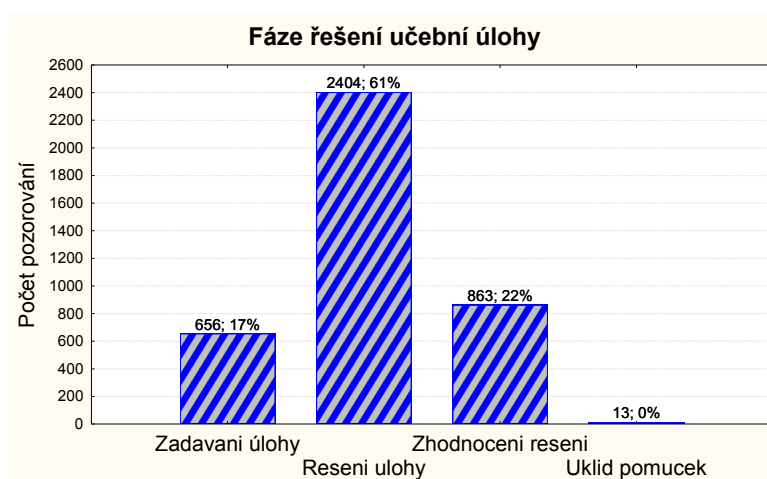
Graf 9.3: Časové zastoupení úloh během výuky



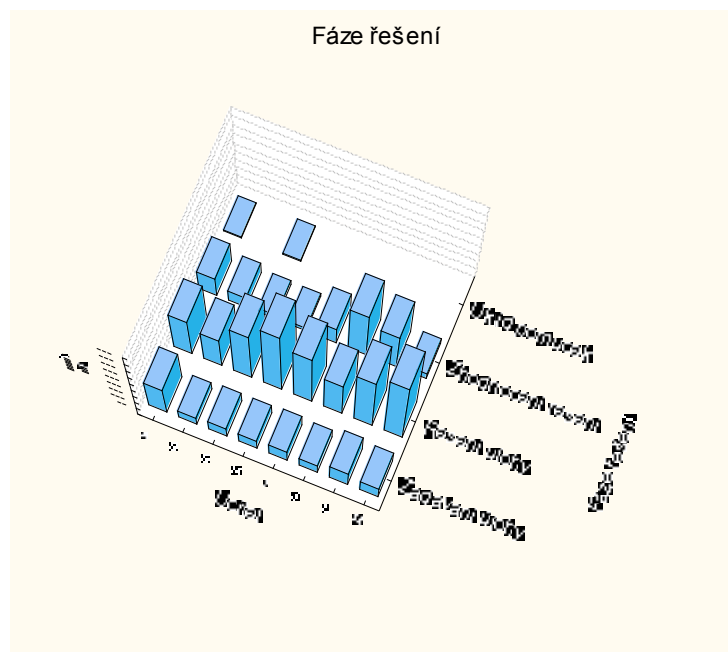
Graf 9.4: Časové zastoupení úloh během výuky u jednotlivých učitelů

9.3.2 Jakou část času věnovaného řešení úloh zaujímají fáze zadávání, řešení a kontrola úloh?

Pomocí kategorie fáze řešení úlohy bylo zjištěno, že samotné řešení zaujímalo 61 % času věnovaného práci s úlohami. Ostatní čas byl spotřebován na zadávání (17 %) a na zhodnocení úloh (22 %), jehož součástí byla především kontrola výsledků a postupů řešení, málokdy však byla zaznamenána diskuse o využití úlohy v praxi (graf 9.5). Pouze jeden učitel (J) věnoval diskusi výsledků více času než samotnému řešení úloh (graf 9.6). Naopak učitel A věnoval zadávání úloh mnohem více času než ostatní učitelé, což bylo způsobeno především příliš podrobnými informacemi poskytovanými žákům, jejichž množství a několikanásobné opakování se mnohdy jeví až demotivačně a způsobovalo snížení aktivity žáků.



Graf 9.5: Časové zastoupení fází řešení učebních úloh



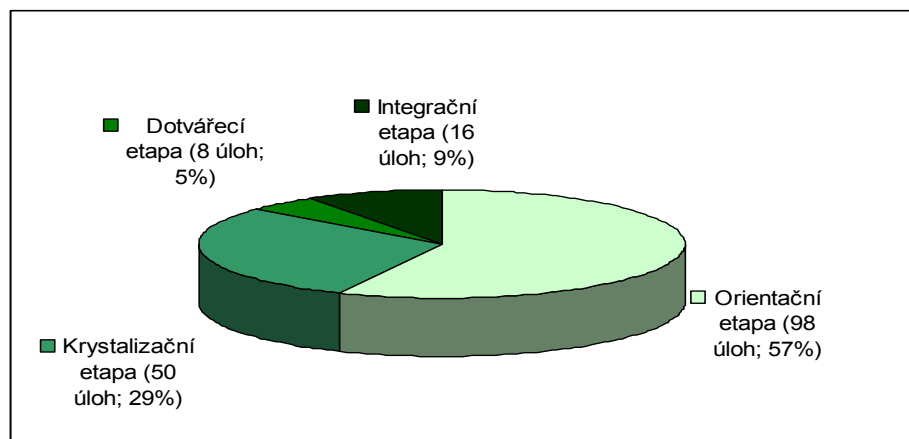
Graf 9.6: Časové zastoupení fází řešení učebních úloh u jednotlivých učitelů

9.3.3 Jaké jsou četnosti a časové zastoupení úloh patřících do jednotlivých etap procesu osvojování dovedností?

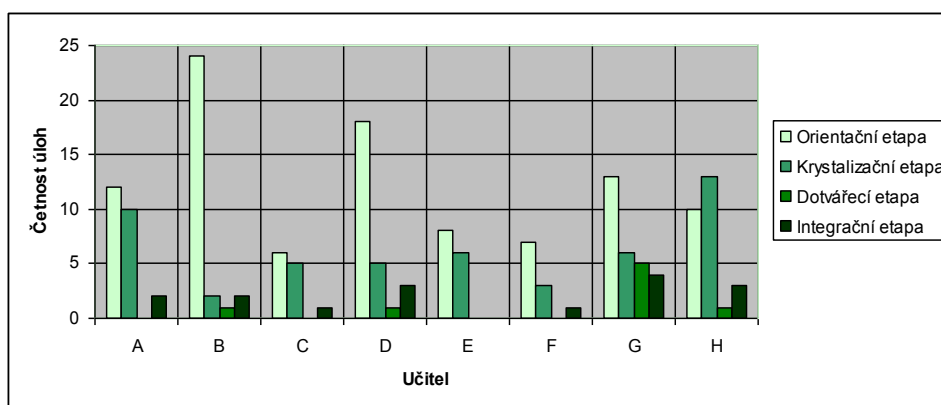
Při posuzování četností úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností vyšlo najevo, že je zastoupení úloh velmi nerovnoměrné (graf 9.7). Téměř 57 % úloh řešených během výuky totiž odpovídá orientační etapě a 29 % etapě krystalizační. Podstatně méně jsou při výuce zastoupeny úlohy z etapy dotvářecí (5 %) a integrační (9 %). U některých učitelů se dokonce tyto úlohy nevyskytovaly vůbec (tab. 9.4, graf 9.8).

Učitel	A	B	C	D	E	F	G	H	Celkem
Orientační etapa	12	24	6	18	8	7	13	10	98
Krystalizační etapa	10	2	5	5	6	3	6	13	50
Dotvářecí etapa	0	1	0	1	0	0	5	1	8
Integrační etapa	2	2	1	3	0	1	4	3	16
Celkem	24	29	12	27	14	11	28	27	

Tab. 9.4: Četnosti úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností

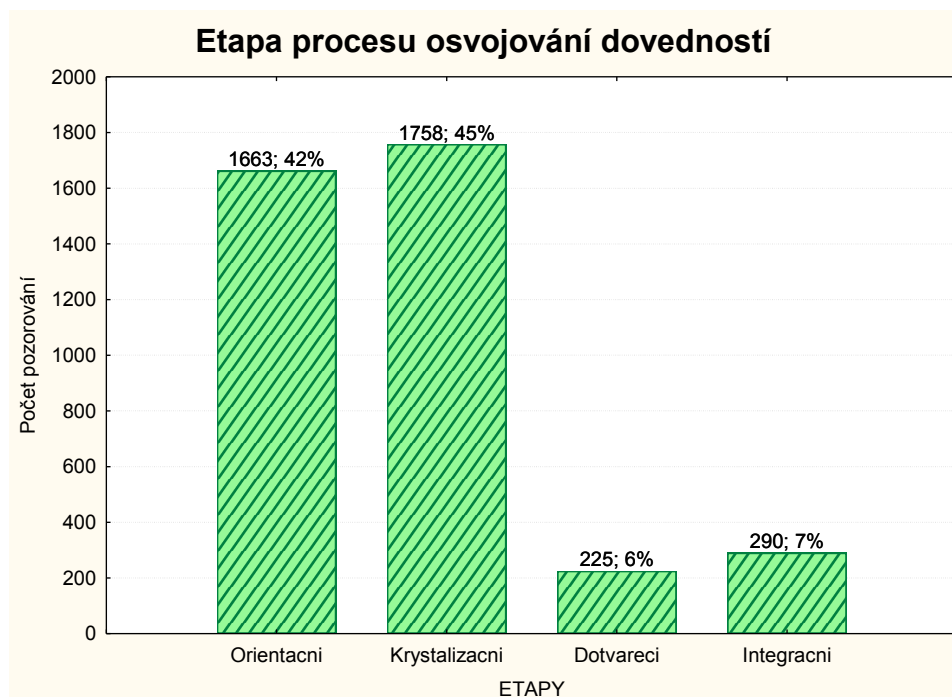


Graf 9.7: Četnosti úloh podle druhu etapy procesu osvojování dovedností

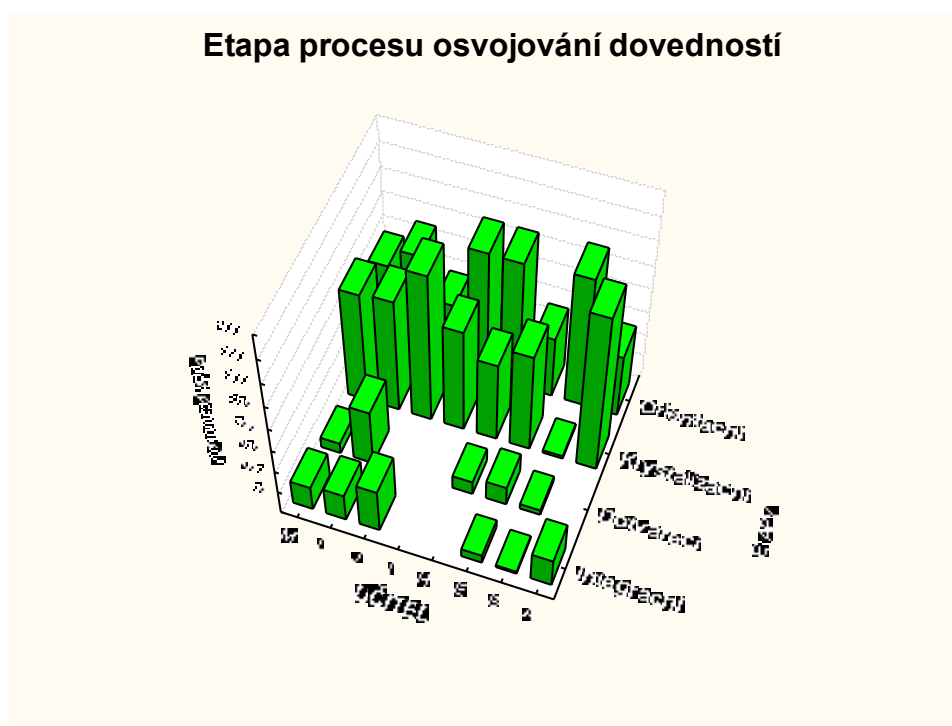


Graf 9.8: Četnosti úloh podle druhu etapy procesu osvojování dovedností u jednotlivých učitelů

Také časové zastoupení úloh dokládá, že se úlohám z dotvářecí a z integrační etapy věnují učitelé pouze minimálně. Z celkového času věnovaného práci s úlohami je to pouze 6 % a 7 % (graf 9.9). Zaměříme-li se na jednotlivé učitele, vidíme, že poměr času věnovaného úlohám z jednotlivých etap (graf 9.10) přibližně odpovídá poměru četností těchto úloh (graf 9.7).



Graf 9.9: Časové zastoupení úloh z hlediska jednotlivých etap procesu osvojování dovedností



Graf 9.10: Časové zastoupení úloh podle druhu etapy procesu osvojování dovedností u jednotlivých učitelů

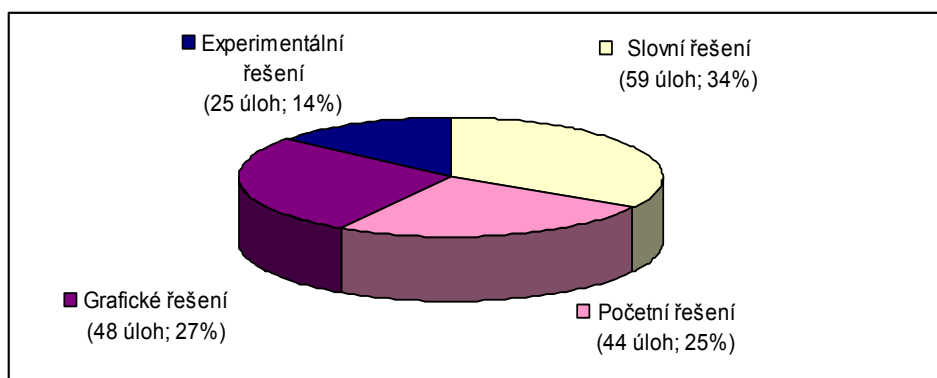
9.3.4 Jaký způsob řešení úlohy vyžadují?

Podobným způsobem jako u předcházejícího okruhu byly posuzovány druhy úloh podle způsobu požadovaného řešení. Nejvíce úloh bylo řešeno slovně (34 %), dále

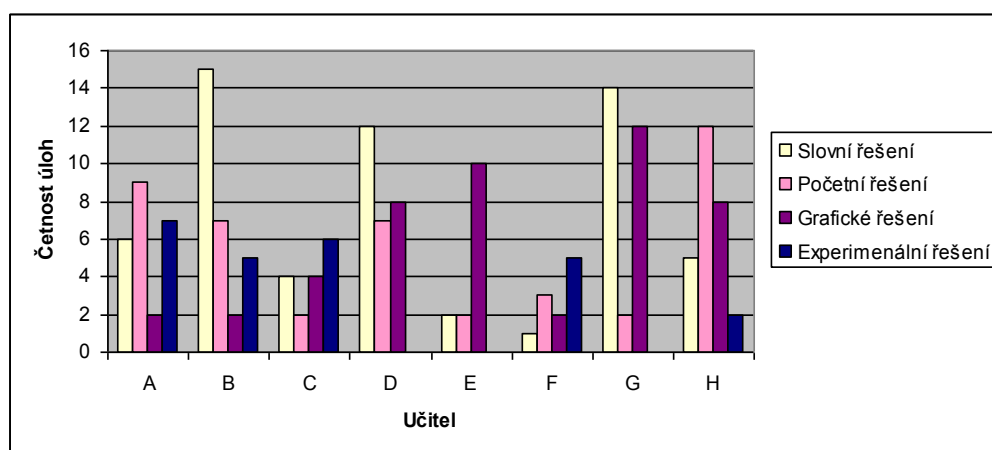
následovalo grafické řešení (27 %) a dále pak řešení početní (25 %). Překvapující bylo zjištění, že pouze 14 % úloh vyžadovalo řešení experimentální (graf 9.11), přitom u tří učitelů tento druh řešení nebyl zastoupen vůbec (graf 9.12, tab. 9.5). Výsledky zjištěné u různých učitelů vykazovaly velké rozdíly. Někteří učitelé výrazně upřednostňovali slovní řešení, jiní řešení grafické nebo početní. Jen ojediněle byl zaznamenán přibližně vyvážený poměr jednotlivých druhů řešení.

Učitel	A	B	C	D	E	F	G	H	Celkem
Slovní řešení	6	15	4	12	2	1	14	5	59
Početní řešení	9	7	2	7	2	3	2	12	44
Grafické řešení	2	2	4	8	10	2	12	8	48
Experimentální řešení	7	5	6	0	0	5	0	2	25
Celkem	24	29	16	27	14	11	28	27	

Tab. 9.5: Četnosti úloh podle způsobu požadovaného řešení



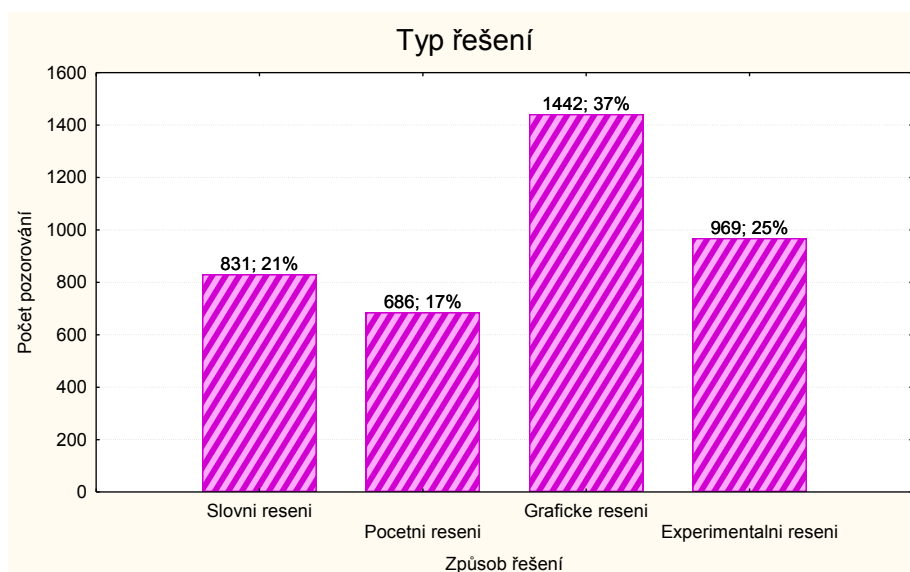
Graf 9.11: Celkové četnosti úloh podle druhu řešení



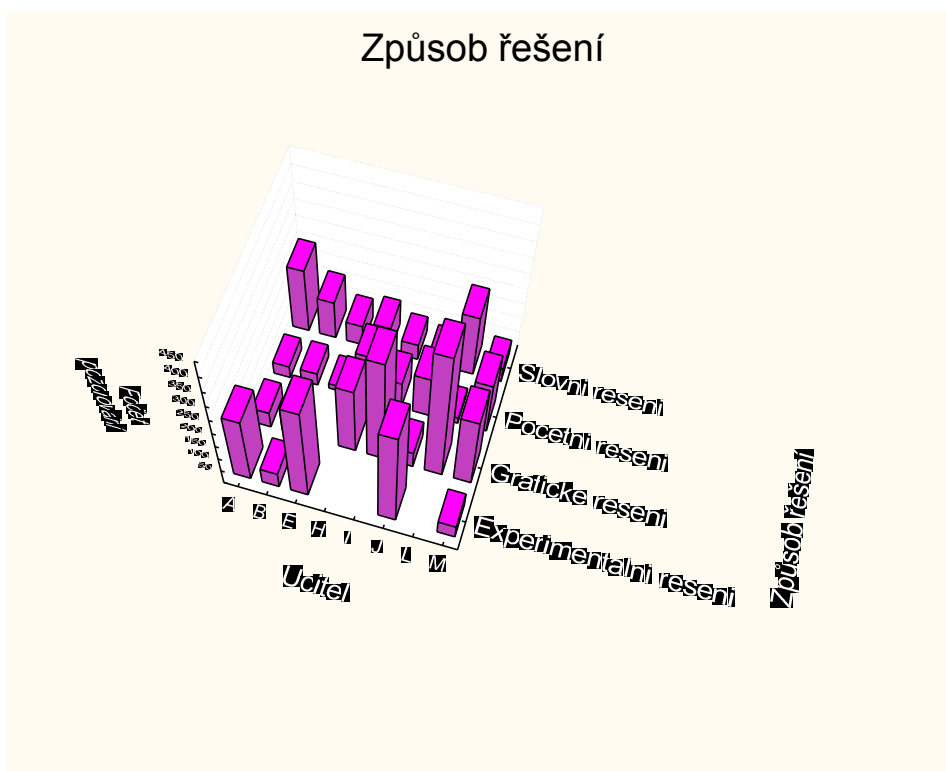
Graf 9.12: Četnosti úloh podle druhu řešení u jednotlivých učitelů

Data získaná časovým kódováním vykazují poněkud odlišné výsledky než by odpovídalo četnostem úloh (graf 9.13 a 9.14). Nejvíce času bylo věnováno úlohám

řešeným graficky (37 %), dále úlohám řešeným experimentálně (25 %), úlohám řešeným slovně (21 %) a nejméně úlohám řešeným početně (17 %).



Graf 9.13: Časové zastoupení úloh podle druhu řešení



Graf 9.14: Časové zastoupení úloh podle druhu řešení u jednotlivých učitelů

Tuto odlišnost lze vysvětlit dvěma způsoby. První je zřejmý a spočívá v tom, že grafická i experimentální řešení jsou časově náročnější, neboť vyžadují používání rýsovacích pomůcek, dodržování značné přesnosti měření a rýsování, chystání pomůcek, sestavování měřící aparatury, manipulaci s pomůckami, průběžné

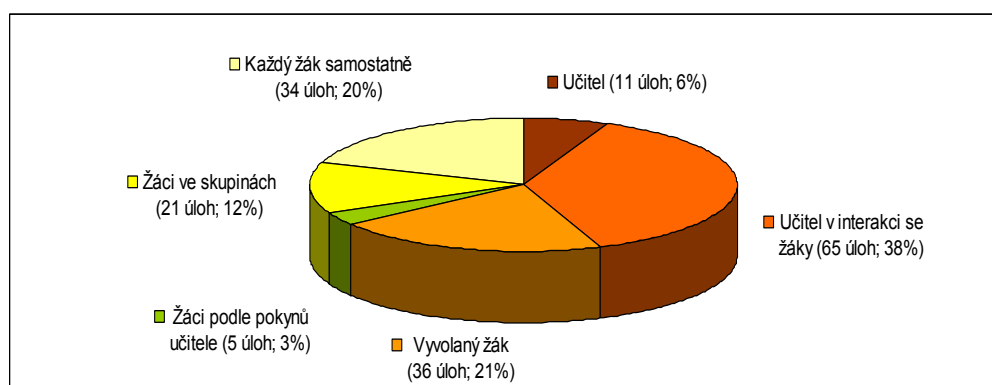
zaznamenávání výsledků, celkové vyhodnocení, úklid pomůcek apod. Druhý důvod byl zjištěn při srovnání kategorií *typ řešení* a *řešitel*, kdy vyšlo najevo, že u úloh řešených slovně byl řešitelem převážně učitel v interakci se žáky, zatímco úlohy grafické a experimentální řešili ve většině případů žáci samostatně, což jim samozřejmě zabralo více času (graf 9.22).

9.3.5 Kdo je řešitelem úloh?

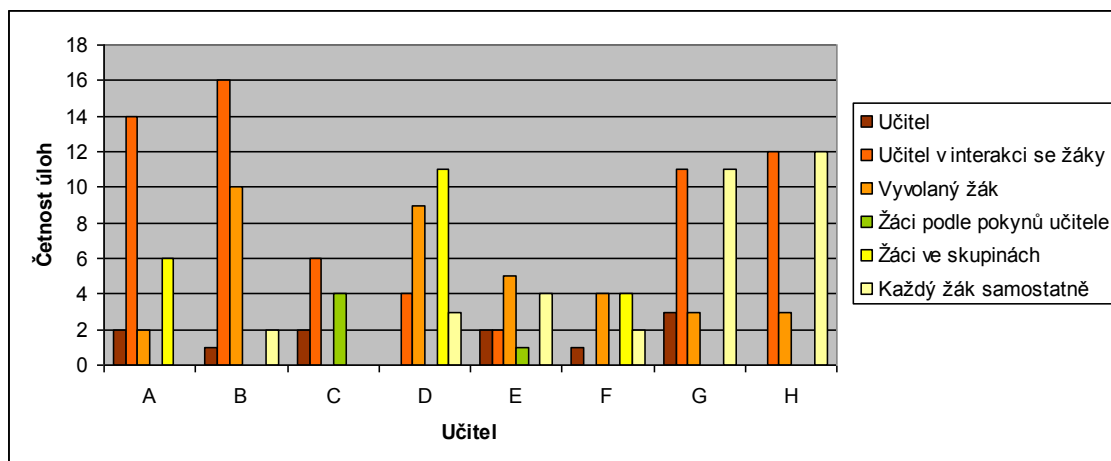
Úkolem kategorie *řešitel úlohy* bylo zjistit, do jaké míry jsou žáci zapojeni do řešení úlohy. Východiskem pro nás byla skutečnost, že žák se učí nejlépe tehdy, projevuje-li vlastní tvořivou aktivitu. Z výsledků vyplývá (graf 9.15), že nejvíce byla zastoupena subkategorie *učitel v interakci se žáky* (38 %). Subkategorie *každý žák samostatně* a *žáci ve skupinách* byly zastoupeny podstatně méně (20 % a 12 %). Zaměříme-li se na jednotlivé učitele, vidíme, že více než polovina učitelů při řešení úloh práci žáků ve skupinách nevyužila a dva učitelé vůbec neumožnili žákům pracovat samostatně (tab. 9.6, graf 9.16).

Učitel	A	B	C	D	E	F	G	H	Celkem
Učitel	2	1	2	0	2	1	3	0	11
Učitel v interakci se žáky	14	16	6	4	2	0	11	12	65
Vyvolaný žák	2	10	0	9	5	4	3	3	36
Žáci podle pokynů učitele	0	0	4	0	1	0	0	0	5
Žáci ve skupinách	6	0	0	11	0	4	0	0	21
Každý žák samostatně	0	2	0	3	4	2	11	12	34
Celkem	24	29	12	27	14	11	28	27	

Tab. 9.6: Četnosti úloh podle druhu řešitele

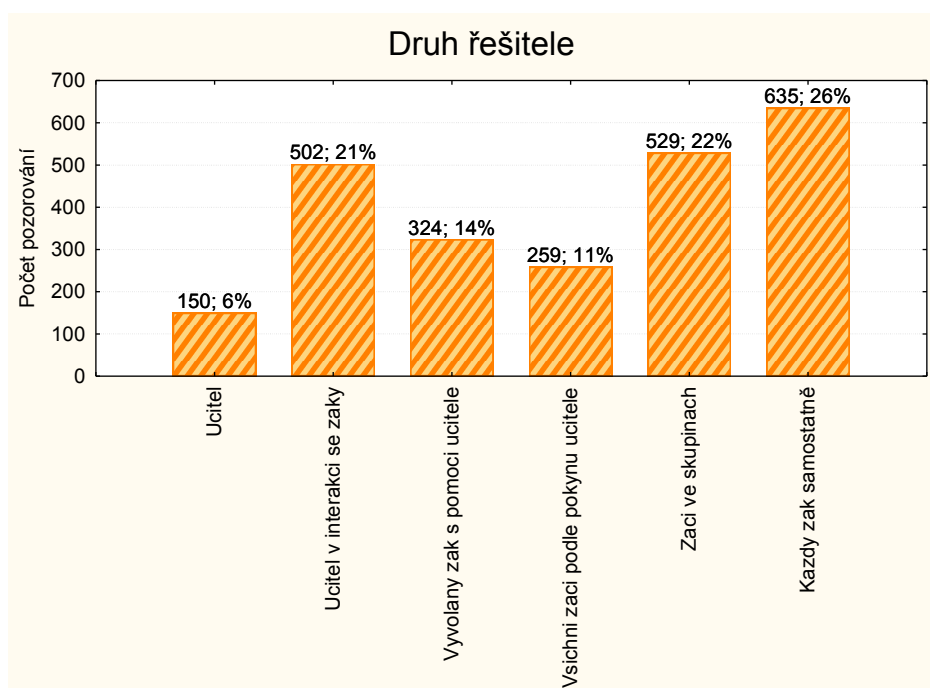


Graf 9.15: Celkové četnosti úloh podle řešitele



Graf 9.16: Četnosti úloh podle řešitele u jednotlivých učitelů

Z hlediska časového zastoupení naopak převládala subkategorie *každý žák samostatně* (26 %) a dále *žáci ve skupinách* (22 %). Subkategorie *učitel v interakci se žáky*, která vykazovala největší četnost řešení úloh, se umístila až na třetím místě (graf 9.17).

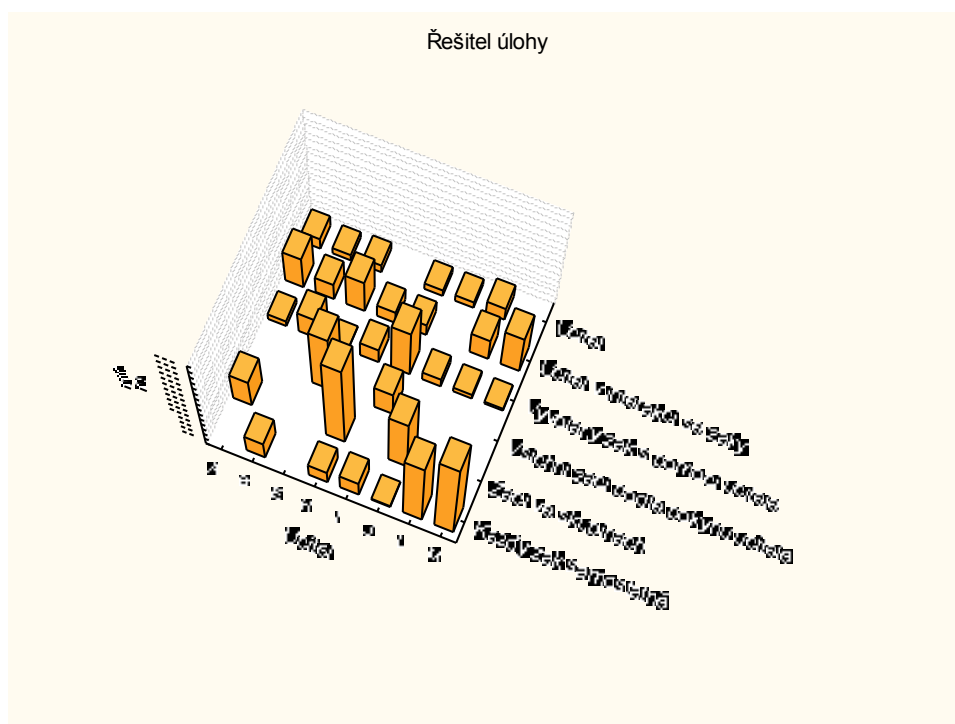


Graf 9.17: Časové zastoupení úloh podle řešitele

Z uvedeného vyplývá, že samostatné práci žáků a práci žáků ve skupinách bylo sice celkově věnováno nejvíce času, ale během tohoto času byli žáci schopni vyřešit jen poměrně nízký počet úloh. Důvodem může být také to, že při tomto typu řešitele byly většinou řešeny úlohy experimentální a grafické, které byly samy o sobě časově

náročnější, zatímco interakcí učitele se žáky byly převážně řešeny úlohy slovní, časově méně náročné (viz kap. 9.3.8).

Z grafu časového zastoupení druhů úloh podle způsobu řešení u jednotlivých učitelů je patrné, že většina učitelů upřednostňovala jeden druh řešitele (graf 9.18). U učitelů L a M to byla samostatná práce žáků, u učitelů H a J práce žáků ve skupinách, u učitele I vyvolaný žák a učitel E byl téměř ve všech případech sám hlavním aktérem řešení.



Graf 9.18: Časové zastoupení úloh podle řešitele u jednotlivých učitelů

9.3.6 Posuzování vztahů mezi dvěma proměnnými (kategoriemi)

Při analýze dat získaných časovým kódováním nás zaujala také možnost propojení výsledků z jednotlivých kategorií, neboť nám poskytla několik zajímavých zjištění. Hledali jsme vzájemné vztahy mezi druhem etapy, do které pozorované úlohy patří, a ostatními kategoriemi (fáze řešení úlohy, způsob řešení, řešitel) a dále pak vztahy mezi druhem řešení a řešitelem. K tomuto účelu jsme použili bodové grafy umožňující srovnání dvou proměnných. Pro testování statistické významnosti jsme použili stejný postup jako při srovnávání výsledků žáků v testu a odpovědí učitelů v dotazníku (kap. 8). Proto uvádíme pouze výslednou hodnotu stupně závislosti

vyjádřenou pomocí koeficientu kontingence C a znaménková schémata kontingenčních tabulek, která vyjadřují stupeň závislosti mezi jednotlivými poli tabulky. Posouzení vzájemných vztahů mezi proměnnými uvádíme v další části textu²⁸.

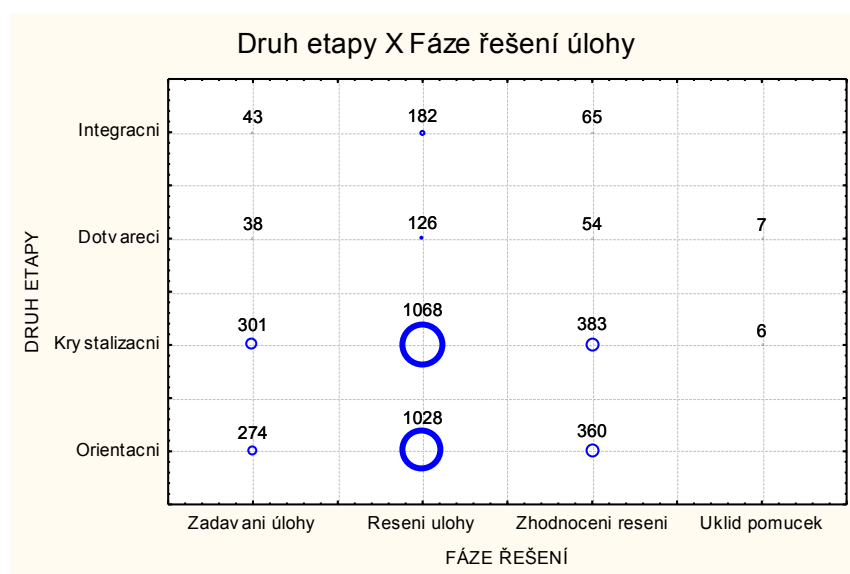
9.3.6.1 Existuje vztah mezi druhem etapy procesu osvojování dovedností, do které daná úloha patří, a délkou jednotlivých fází jejího řešení?

Cílem vzájemného srovnání kategorií *druh etapy*, do které daná úloha patří a *fáze řešení úlohy* bylo zjistit, zda se liší poměr času věnovaného zadávání, řešení a zhodnocení řešení u různých druhů úloh.

H₁: *Délka jednotlivých fází řešení úlohy je ovlivněna druhem etapy, do které daná úloha patří.*

H₀₁: *Mezi druhem etapy, do které daná úloha patří a délkou jednotlivých fází řešení úlohy není vztah.*

H_{A1}: *Existuje vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří a délkou jednotlivých fází jejího řešení.*



Graf 9.19: Vztahy mezi kategoriemi druh etapy a fáze řešení úlohy

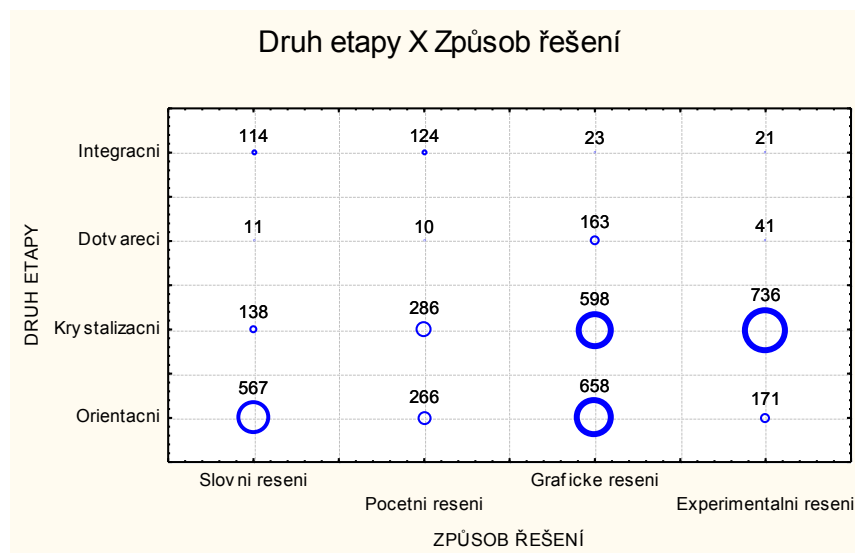
Graf 9.19 ukazuje, že u úloh z jednotlivých etap byly fáze řešení rozděleny přibližně ve stejném poměru. Rovněž normovaný koeficient kontingence C vyjadřuje

²⁸ Číselné hodnoty uváděné v bodových grafech dvou proměnných vyjadřují počet pozorovaných desetisekundových intervalů.

pouze malý stupeň závislosti²⁹ $C_{\text{norm}} = 0,12$. Testové kritérium z neprokázalo závislost téměř v žádném poli kontingenční tabulky, proto ji zde ani neuvádíme. Kategorie *druh etapy*, do které daná úloha patří, tedy **neměla** na *délku fází řešení úlohy* výrazný vliv, proto byla hypotéza H_1 zamítnuta.

9.3.6.2 Existuje vztah mezi druhem etapy procesu osvojování dovedností a způsobem požadovaného řešení úlohy?

Zajímavé výsledky vyšly najevo při srovnání kategorie *druh etapy*, do které daná úloha patří s kategorií *způsob řešení* (graf 9.20). Úlohy patřící do orientační etapy vyžadovaly převážně grafické a slovní řešení, zatímco u úloh z etapy krystalizační výrazně převažovalo řešení experimentální a grafické. Úlohy z dotvářecí etapy byly řešeny většinou graficky a úlohy z integrační etapy početně nebo slovně.



Graf 9.20: Vztahy mezi kategoriemi *druh etapy* a *způsob řešení*

Pro testování statistické závislosti jsme si stanovili následující hypotézu:

H_2 : Úlohy vyžadující různý způsob řešení nejsou v jednotlivých etapách procesu osvojování dovedností zastoupeny rovnoměrně.

H_{02} : Mezi druhem etapy, do které daná úloha patří a způsobem požadovaného řešení není vztah.

H_{A2} : Existuje vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří a způsobem požadovaného řešení.

²⁹ Pokud vychází hodnota Cramerova kontingenčního koeficientu v intervalu 0,1 až 0,3, jedná se o malý stupeň závislosti, pokud v intervalu 0,3 – 0,5, znamená to střední stupeň závislosti a je-li větší než 0,5, jedná se o značnou závislost.

Pomocí testu nezávislosti chí-kvadrát byla vyvrácena nulová hypotéza a přijata hypotéza alternativní ($p \leq 0,001$). Cramerův koeficient kontingence dokazuje, že se jedná o začnou závislost ($C_{\text{norm}} = 0,53$). Tato vysoká závislost byla pomocí testového kritéria z prokázána téměř ve všech polích tabulky (tab. 9.7 a 9.8). Požadovaný způsob řešení se tedy u úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností výrazně lišil.

		Způsob řešení úlohy			
		Slovní řešení	Početní řešení	Grafické řešení	Experimentální řešení
Druh etapy	Integrační etapa	7,10	10,72	-8,02	-5,88
	Dotvářecí etapa	-5,33	-4,70	8,94	-1,96
	Krystalizační etapa	-12,73	-1,25	-2,05	15,38
	Orientační etapa	12,06	-1,48	2,10	-12,48

Tab. 9.7: Hodnoty testového kritéria z pro jednotlivá pole kontingenční tabulky³⁰ zjišťující vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří, a způsobem jejího řešení

		Způsob řešení úlohy			
		Slovní řešení	Početní řešení	Grafické řešení	Experimentální řešení
Druh etapy	Integrační etapa	+++	+++	---	---
	Dotvářecí etapa	---	---	+++	-
	Krystalizační etapa	---	0	-	+++
	Orientační etapa	+++	0	+	---

Tab. 9.8: Znaménkové schéma kontingenční tabulky³¹ zjišťující vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří, a způsobem jejího řešení

9.3.6.3 Existuje vztah mezi druhem etapy procesu osvojování dovedností a řešitelem úlohy?

Za účelem nalezení odpovědi na tuto otázku jsme si stanovili následující hypotézu:

H₃: *V jednotlivých etapách procesu osvojování dovedností převládají různí řešitelé.*

H₀₃: *Mezi druhem etapy, do které daná úloha patří a řešitelem úloh není vztah.*

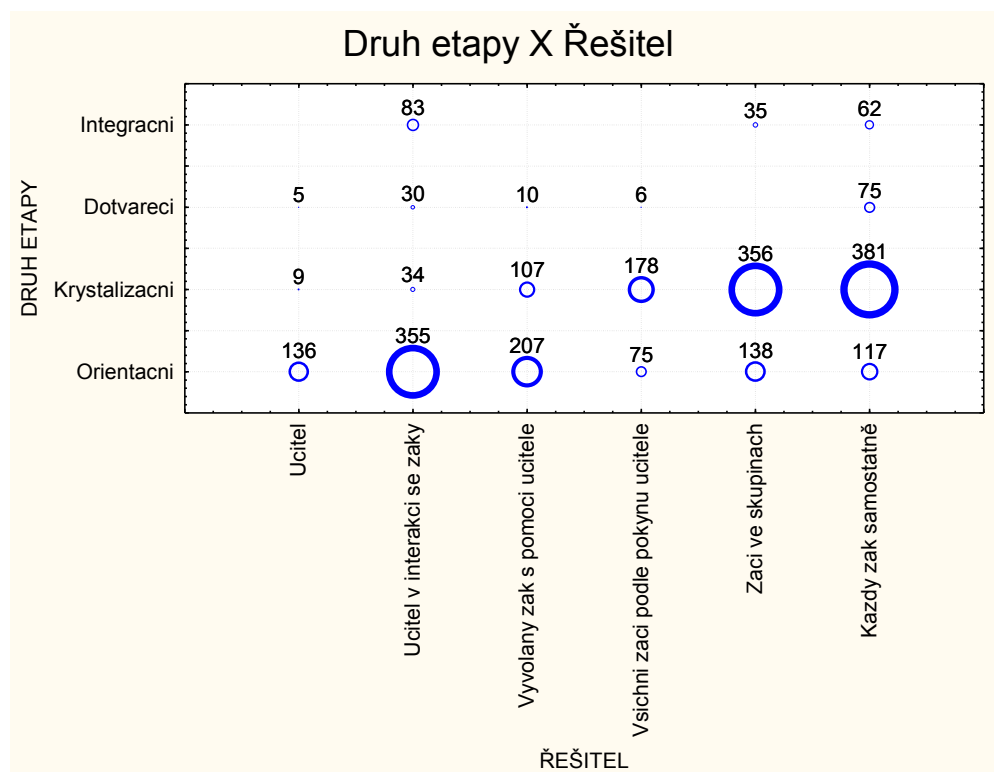
H_{A3}: *Existuje vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří a řešitelem úloh.*

Posouzením kategorií *druh etapy* a *řešitel úlohy* se ukázalo, že volba řešitele úloh dosti výrazně závisela na etapě procesu osvojování dovedností ($p \leq 0,001$; $C_{\text{norm}} =$

³⁰ Zeleně jsou označeny statisticky významné hodnoty.

³¹ Znaménka ilustrují stupeň závislosti srovnávaných znaků. Tři znaménka (+++/---) znamenají, že pozorovaná četnost (dále P) je významně větší/menší než četnost očekávaná (dále O) na hladině významnosti 0,001. Dvě znaménka (++/-) uvádějí, že P je významně větší/menší než O na hladině významnosti 0,01. Jedno znaménko (+/-) nám říká, že P je významně větší než O na hladině významnosti 0,05. Symbol 0 znamená, že mezi P a O není statisticky významný rozdíl (Chrásková 2003).

0,60, tzn. značná závislost). Tato závislost byla obzvláště zřejmá u orientační etapy, ve které byl hlavním aktérem učitel, a u krystalizační etapy, v níž byla uplatňována hlavně samostatná práce žáků a práce žáků ve skupinách (graf 9.21).



Graf 9.21: Vztahy mezi kategoriemi druh etapy a řešitel

Zbylé dvě etapy nevykazovaly tak výraznou převahu některé z kategorií řešitele jako předchozí etapy, což bylo způsobeno hlavně jejich nízkým zastoupením. Přesto se však i zde vyskytli převládající řešitelé. U úloh z dotvářecí etapy to byl každý žák samostatně a u úloh z integrační etapy učitel v interakci se žáky (tab. 9.9 a 9.10).

		Způsob řešení úlohy					
		Učitel	Učitel v interakci se žáky	Vyvolaný žák	Žáci podle pokynů učitele	Žáci ve skupinách	Každý žák samostatně
Druh etapy	Integrační etapa	-3,36	7,45	-4,96	-4,43	-0,75	2,10
	Dotvářecí etapa	-1,03	0,71	-1,71	-2,07	-5,30	7,26
	Krystalizační etapa	-7,16	-13,28	-3,17	6,02	8,32	6,28
	Orientační etapa	9,07	10,00	5,96	-3,50	-6,19	-9,99

Tab. 9.9: Hodnoty testového kritéria z pro jednotlivá pole kontingenční tabulky³² zjišťující vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří, a řešitelem úlohy

³² Zeleně jsou označeny statisticky významné hodnoty.

		Způsob řešení úlohy					
		Učitel	Učitel v interakci se žáky	Vyvolaný žák	Žáci podle pokynů učitele	Žáci ve skupinách	Každý žák samostatně
Druh etapy	Integrační etapa	---	+++	---	--	0	+
	Dotvářecí etapa	0	0	0	-	---	+++
	Krystalizační etapa	---	---	--	+++	+++	+++
	Orientační etapa	+++	+++	+++	---	---	---

Tab. 9.10: Znaménkové schéma kontingenční tabulky³³

9.3.6.4 Existuje vztah mezi řešitelem úlohy a požadovaným způsobem řešení?

Při srovnávání kategorií *řešitel úlohy* a *typ řešení* jsme si stanovili tyto hypotézy:

H₄: *Existuje závislost mezi řešitelem a způsobem požadovaného řešení.*

H₀₄: *Mezi řešitelem úlohy a požadovaným způsobem řešení není vztah.*

H_{A4}: *Existuje vztah mezi řešitelem úlohy a způsobem řešení.*

Byla prokázána značná závislost mezi posuzovanými proměnnými ($p < 0,001$; $C_{\text{norm}} = 0,87$). Dále vyšlo najevo, že úlohy vyžadující slovní řešení jsou nejčastěji řešeny učitelem v interakci se žáky (graf 9.22). U úloh vyžadujících grafické řešení výrazně převažuje samostatná práce žáků a úlohy s experimentálním řešením řeší nejčastěji žáci ve skupinách, případně žáci podle přesných pokynů učitele (graf 9.22). V rámci úloh řešených početně nebyla zjištěna výrazná převaha některé z kategorií řešitele. Velikost závislosti mezi jednotlivými poli kontingenční tabulky sestavené z posuzovaných kategorií zobrazují tabulky 9.11 a 9.12.

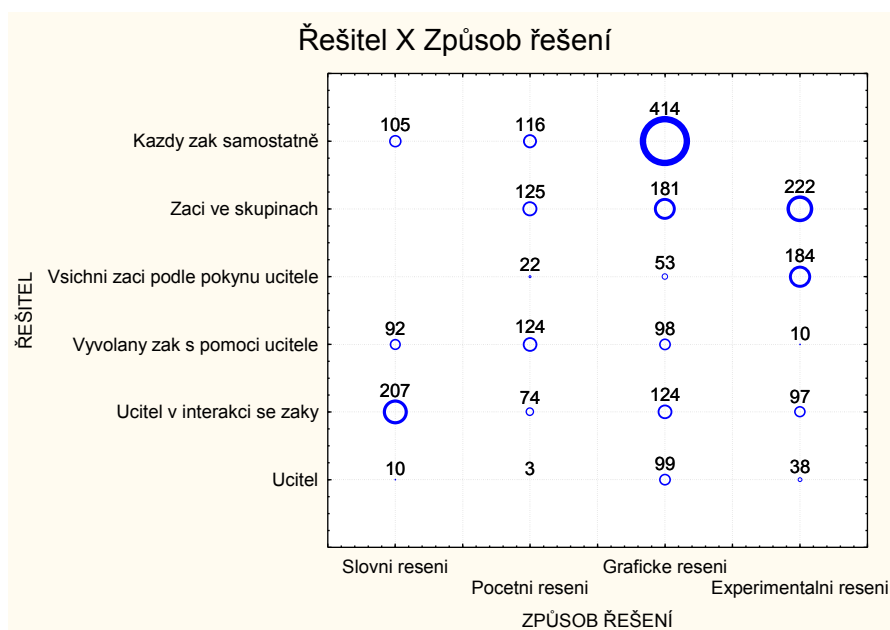
		Způsob řešení úlohy					
		Učitel	Učitel v interakci se žáky	Vyvolaný žák	Žáci podle pokynů učitele	Žáci ve skupinách	Každý žák samostatně
Způsob řešení	Slovní řešení	-0,37	27,81	13,80	-4,43	-6,35	8,39
	Početní řešení	-1,74	9,33	26,03	2,28	18,58	14,41
	Grafické řešení	4,03	-6,95	-3,94	-5,92	-3,67	8,38
	Experimentální řešení	-3,32	-8,44	-11,27	7,10	-0,30	-17,52

Tab. 9.11: Hodnoty testového kritéria z pro jednotlivá pole kontingenční tabulky³⁴ zjišťující vztah mezi způsobem řešení úlohy a řešitelem

³³ Znaménka ilustrují stupeň závislosti srovnávaných znaků. Tři znaménka (+++/---) znamenají, že pozorovaná četnost (dále P) je významně větší/menší než četnost očekávaná (dále O) na hladině významnosti 0,001. Dvě znaménka (++/--) uvádějí, že P je významně větší/menší než O na hladině významnosti 0,01. Jedno znaménko (+/-) nám říká, že P je významně větší než O na hladině významnosti 0,05. Symbol 0 znamená, že mezi P a O není statisticky významný rozdíl (Chráska 2003).

		Způsob řešení úlohy					
		Učitel	Učitel v interakci se žáky	Vyvolaný žák	Žáci podle pokynů učitele	Žáci ve skupinách	Každý žák samostatně
Způsob řešení	Slovní řešení	0	+++	+++	---	---	+++
	Početní řešení	0	+++	+++	+	+++	+++
	Grafické řešení	+++	---	---	---	---	+++
	Experimentální řešení	---	---	---	+++	0	---

Tab. 9.12: Znaménkové schéma kontingenční tabulky³⁵ zjišťující vztah mezi způsobem řešení úlohy a řešitelem



Graf 9.22: Vztahy mezi kategoriemi řešitel úlohy a typ řešení

9.4 Shrnutí výsledků a diskuse

Při výzkumu procesu osvojování dovedností žáků prostřednictvím videostudie výuky fyziky bylo zjištěno, že počty úloh řešených během tohoto procesu se u jednotlivých učitelů výrazně lišily a pohybovaly se v rozmezí od 11 do 27. Průměrně bylo řešeno 21 úloh, což odpovídalo 6 úlohám za jednu vyučovací hodinu. Práce s úlohami tvořila 63 % času věnovaného osvojování dovednosti. Z toho 17 % zaujímalo zadávání úlohy, 61 % vlastní řešení úlohy a 22 % zhodnocení řešení. Toto zhodnocení však většinou spočívalo pouze v kontrole výsledků a postupů řešení. Málokdy byla

zaznamenána diskuse o využití úlohy v praxi. Přitom propojení řešení úlohy se životem hraje důležitou roli pro její pochopení (Rennie, Parker 1996).

Zastoupení úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností ve výuce bylo velmi nerovnoměrné (Vaculová, Trna 2008). Úlohy z orientační (57 %) a z krystalizační etapy (29 %) byly do výuky zařazovány mnohem častěji než úlohy z etapy dotvářecí (5 %) a integrační (9 %). Tomuto rozdělení četností odpovídalo také časové zastoupení úloh. Někteří z učitelů úlohy z dotvářecí a z integrační etapy do výuky nezařadili vůbec. Přitom zařazování komplexnějších a problémových úloh do výuky žáky lépe motivuje, oživuje vyučovací proces a podněcuje tvůrčí aktivitu žáků i jejich zájem o předmět (Janás 1977). Nízké zastoupení problémových úloh ve výuce dokládají také další výzkumy. J. Skalková na základě zkoumání různých forem činnosti žáků během výuky zjistila, že pouze 3 % týdenního času bylo věnováno samostatnému řešení problémů (1963). Rovněž videostudie TIMSS 1999 naznačila, že žáci jsou ve výuce o přírodovědných jevech spíše informováni, než aby byli vedeni k jejich objevování. Také se ukázalo, že důraz je kladen především na osvojování faktů, definic a vzorců a menší pozornost je věnována hledání souvislostí a řešení problémů (Roth et al. 2006, Mandíková, Palečková 2007). Následkem toho vykazují žáci podstatně horší výsledky při řešení úloh na rozpoznávání přírodovědných otázek a používání vědeckých důkazů, než při řešení úloh vyžadujících pouhou aplikaci vědomostí (Palečková a kol 20007).

Při dalším zkoumání úloh se ukázalo, že vyžadovaly nejčastěji slovní řešení (34 %), dále grafické řešení (27 %), početní řešení (25 %) a nejméně byly zastoupeny úlohy řešené experimentálně (14 %). Z hlediska času spotřebovaného na řešení úloh však bylo pořadí odlišné: grafické řešení (37 %), experimentální řešení (25 %), slovní řešení (21 %) a početní řešení (17 %). Tuto odlišnost pořadí si vysvětlujeme zejména skutečností, že např. experimentální úlohy jsou díky chystání pomůcek, sestavování měřicí aparatury, manipulaci s pomůckami a jejich úklidu časově náročnější než např. úlohy řešené slovně. Při posuzování jednotlivých učitelů se ukázalo, že někteří učitelé úlohy vyžadující experimentální řešení do výuky vůbec nezařadili (Vaculová 2009). Přitom dovednost experimentovat je důležitou součástí klíčových kompetencí vymezovaných v RVP a její rozvíjení v hodinách fyziky by mělo být samozřejmostí.

Z výzkumů oblíbenosti jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky vyplývá, že mezi nejvíce oblíbené řadí žáci právě experimentální činnosti (Höfer 2005, Svoboda,

Höfer 2006/2007, Žák, Kekule 2007, Dvořáková, Kolářová 2009). Proto by se daly experimentální úlohy vhodně používat ke zvýšení motivace žáků. Této skutečnosti však někteří učitelé málo využívají. Také během výzkumu PISA 2006 se ukázalo, že experimentální činnosti ve výuce fyziky na českých školách je věnováno málo času, a to výrazně pod mezinárodním průměrem (Dvořák a kol. 2008). Navíc se ukázalo, že čeští žáci mají osvojeno velké množství přírodovědných poznatků a teorií, ale mají problémy při vytváření hypotéz, experimentování, získávání a interpretování dat, posuzování výsledků výzkumu, formulování a dokazování závěrů apod. (Palečková a kol. 2007). Podobně při výzkumu TIMSS 1995 dosáhli žáci podstatně horších výsledků v úlohách, které měly experimentální povahu. Česká republika byla zemí s největším rozdílem mezi výsledky žáků v teoretické a v experimentální části testu (Straková, Potužníková, Tomášek 2006).

Dále jsme posuzovali úlohy z hlediska jejího řešitele. Nejčastěji byly úlohy řešeny učitelem v interakci se žáky (38 %) a dále pak vyvolaným žákem (21 %), a to většinou za soustavné pomoci učitele (Vaculová 2008b). Příležitost k samostatné práci dostali žáci pouze u 20 % úloh. Přitom důležitost vlastní aktivní činnosti žáků během osvojování dovedností zdůrazňuje celá řada autorů. N. F. Talyzinová (1988) uvádí, že vědomosti a dovednosti si může žák osvojit pouze tehdy, jestliže s nimi provádí určité činnosti odpovídající svým charakterem zákonitostem učení.

Ještě méně příležitostí dostali žáci ke skupinové práci, a to pouze u 12 % úloh. Takové zjištění však odporuje požadavkům stanoveným na základě výzkumů, kdy se prokázalo lepší uvažování žáků nad fyzikálními úlohami během práce ve skupinách (Blaye, Light, Joiner, Sheldon 1991, Heller, Keith, Anderson 1992). Tito žáci byli při následném testu dvojnásobně úspěšní, než žáci, kteří pracovali samostatně. Při práci ve skupinách si žáci navzájem sdělují konceptuální a procedurální vědomosti, takže daleko více času stráví nad uvažováním a následnou diskusí. Tím je jejich úspěšnost při řešení problémových úloh vyšší (Heller, Hollabaugh 1992).

Při srovnání výsledků z jednotlivých pozorovaných kategorií byl zjištěn vztah mezi druhem etapy a způsobem řešení, dále druhem etapy a řešitelem úlohy a také mezi řešitelem a způsobem požadovaného řešení. Úlohy z orientační etapy nejčastěji vyžadovaly grafické a slovní řešení a jejich řešitelem byl převážně učitel v interakci se žáky. Úlohy z krystalizační etapy byly nejčastěji řešeny experimentálně a graficky, a to

většinou žáky samostatně nebo ve skupinách. U úloh z dotvářecí etapy převažovalo grafické řešení žáků nebo učitelů v interakci se žáky a u úloh z integrační etapy převládalo početní a slovní řešení učitelem v interakci se žáky. Vzhledem k nízkému zastoupení úloh z dotvářecí a integrační etapy ve výuce však nelze tyto výsledky zevšeobecnit. Při srovnání řešitele úloh se způsobem požadovaného řešení se ukázalo, že samostatně řešili žáci nejčastěji úlohy vyžadující grafické řešení a ve skupinách experimentální úlohy. Vyvolaný žák řešil nejčastěji úlohy s početním řešením, učitel v interakci se žáky úlohy se slovním řešením a samotný učitel řešil nejčastěji úlohy, které vyžadovaly řešení grafické.

10 ZÁVĚRY

V této kapitole uvádíme závěry z výzkumu, a to *teoretické* (vymezení pojmu dovednost, vytvoření klasifikace dovedností ve výuce fyziky, srovnání různých přístupů k osvojování dovedností s následným popisem etap procesu osvojování přírodovědných dovedností apod.), *výzkumné* (přehled hlavních výsledků včetně úvahy nad tím, jak mohou ovlivnit vzdělávání žáků), *metodologické* (posouzení zvolené výzkumné strategie, přehled vytvořených výzkumných nástrojů a nastínění jejich předností a limit). Současně připojujeme *doporučení pro praxi*, která jsou určena pro (budoucí) učitele fyziky. Přitom vymezuje několik problematických oblastí, na které je třeba se zaměřit během přípravy budoucích učitelů fyziky, a popisujeme *elektronické učební prostředí* pro studenty naší fakulty, které jsme za tímto účelem vytvořili.

10.1 Závěry teoretické

Cíle disertační práce, stanovené v *Úvodu práce* (kap. 1) a v kapitole *Výzkum dovedností a procesu jejich osvojování na základních školách* (kap. 5), lze považovat za splněné. Nejprve byla provedena rešerše pedagogické, psychologické a oborově didaktické literatury. Přitom bylo poukázáno na různé způsoby chápání pojmu dovednost, upozorněno na nedostatky některých starších definic a popsáno vlastní chápání pojmu dovednost. Poté následovalo srovnání klasifikace dovedností od různých autorů a navržení klasifikace dovedností ve výuce fyziky, s konkrétními ukázkami jednotlivých druhů dovedností. Dále jsme se zabývali procesem osvojování dovedností. Uvedli jsme několik rozdělení tohoto procesu do základních etap podle různých autorů. Následně bylo provedeno srovnání těchto přístupů a vymezení specifického postupu osvojování přírodovědných dovedností aplikovaného na výuku fyziky, který byl dále využíván během výzkumu dovedností. Současně jsme poukázali na důležité postavení učebních úloh v jednotlivých etapách procesu osvojování dovedností, zamysleli se nad pojmem učební úloha, provedli klasifikaci úloh podle různých hledisek a popsali postup řešení různých druhů úloh s ohledem na výuku fyziky. Přitom jsme se podrobněji zaměřili na problémové úlohy, neboť je považujeme pro správné a trvalé osvojení

dovedností, využitelné při řešení praktických problémových situací z běžného života, za obzvláště důležité.

Dále jsme se zabývali aktuálním stavem řešené problematiky, přičemž jsme shrnuli výsledky několika zajímavých tuzemských i zahraničních výzkumů. Následoval vlastní výzkum dovedností žáků základní školy ve výuce fyziky. Skládal se ze tří šetření zaměřených jak na žáky, tak na jejich učitele a na výuku. Pro každé z těchto šetření byla použita jiná výzkumná metoda, a to didaktický test, dotazník spojený s rozhovorem a videostudie. Zkoumána byla nejenom úroveň dovedností žáků, ale také vědomosti jejich učitelů o dovednostech, dodržování etap procesu osvojování dovedností při výuce a postavení různých druhů učebních úloh v tomto procesu. Jednotlivá šetření jsou podrobně popsána v samostatných kapitolách obsahujících výzkumné cíle, použitou metodologii a výsledky. Výsledky každého šetření byly dále shrnuty a podrobeny diskusi na konci každé z kapitol.

10.2 Závěry výzkumné

V následujícím textu se zamýšlíme nad hlavními výsledky výzkumu. Podrobnější shrnutí výsledků z jednotlivých šetření a jejich diskusi naleznete v kapitolách 6.5, 7.4, 8.3 a 9.4.

Při posuzování role učebních úloh v procesu osvojování dovedností žáků bylo zjištěno, že učitelé používají ve výuce poměrně dostatečné množství učebních úloh, což je důležitý předpoklad nutný pro trvalé osvojení dovedností s možností jejich využití při řešení situací z praktického života. Za tímto účelem však nestačí posuzovat pouze četnost úloh, ale je třeba zaměřit se také na zastoupení různých druhů úloh, neboť v každé etapě procesu osvojování dovedností plní úlohy různou funkci. Navíc jednotlivé typy úloh rozvíjejí různé dovednosti. Např. experimentální úlohy rozvíjí dovednost experimentovat, která se skládá z celé řady dílčích dovedností: pozorovat, měřit, zapisovat naměřené údaje, vyhodnocovat, vytvářet hypotézy a ověřovat je apod.

Co se týká druhů úloh z hlediska jednotlivých etap procesu osvojování dovedností, do které patří, bylo zjištěno, že značně převládaly úlohy z orientační a z krystalizační etapy, nad úlohami patřícími do etapy dotvářecí a integrační. U většiny učitelů byly úlohy z posledních dvou etap zaznamenány jen ojediněle, nebo se

nevyskytovaly vůbec. Jejich opomíjení však může mít za následek neschopnost žáků řešit komplexní, mezipředmětové a problémové úlohy a projekty, které vyžadují produktivní myšlení žáků a usnadňují aplikaci osvojených vědomostí a dovedností na problémové situace z běžného života.

Mezi další zjištění, která by mohla negativně ovlivnit úroveň přírodovědných dovedností žáků, patří nízké zastoupení úloh vyžadujících experimentální řešení. Přitom experimentální dovednosti jsou považovány ve výuce fyziky za klíčové, neboť prostřednictvím experimentů si žáci utvářejí fyzikální obraz světa. Experiment je otázka, kterou dávají přírodě a příroda jim na ni dává odpověď. Nejčastěji byly zaznamenány úlohy vyžadující slovní řešení a dále úlohy řešené graficky a početně.

Jako další překážka správného a trvalého osvojení dovedností se jeví nedostatek příležitostí žáků k samostatnému a skupinovému řešení úloh. Bohužel se našli i takoví učitelé, kteří žákům samostatnou ani skupinovou práci vůbec neumožnili. Toto zjištění odporuje zásadě aktivity vymezované již J. A. Komenským. V námi posuzovaných hodinách byl nejčastějším řešitelem úloh učitel v interakci se žáky a vyvolaný žák, většinou však za soustavné pomoci učitele.

Výše uvedené výsledky korespondují také s výsledky výzkumného šetření úrovně dovedností žáků, při kterém jsme zjistili, že žáci měli velké problémy s řešením úloh z etapy dotvářecí a integrační. Žákům tedy dělalo velké potíže řešit úlohy složitější, problémové, mezipředmětové, komplexní a praktické úlohy. Právě s takovými úlohami se však budou setkávat v běžném životě. I když žáci disponovali potřebnými vědomostmi a dovednostmi, nutnými pro vyřešení těchto úloh, nedokázali si je spojit a vytvořit tak vhodnou strategii řešení. Neúspěšní žáci měli tendenci zaujmout takovou pozici, že myšlení nemá smysl a ani se nepokusili o řešení. Často odevzdávali test s nevyřešenými úlohami, i když měli ještě dostatek času na řešení. Také se stávalo, že zbytečně přerušili plán řešení, který by je mohl dovést ke správnému výsledku. Velmi často chybovali žáci také při převodu jednotek. Chlapci dosáhli statisticky významně lepších výsledků při řešení úloh z etapy krystalizační, dotvářecí i integrační. Při řešení úloh z etapy orientační dosáhly lepšího průměrného výsledku dívky, ne však natolik, aby byl rozdíl statisticky významný.

Proto bylo dále zkoumáno, které z vybraných proměnných ovlivňují úroveň dovedností žáků. Přitom byly srovnávány výsledky žáků v jednotlivých částech testu

s odpověďmi učitelů na otázky z dotazníku spojeného s rozhovorem. Mezi zkoumané proměnné byly zařazeny: řešení úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností během výuky, vědomosti učitelů o dovednostech a délka praxe učitelů.

Mezi všemi zkoumanými proměnnými a výsledky žáků v didaktickém testu byla prokázána statisticky významná závislost. Tzn., že žáci, jejichž učitelé zařazovali do výuky úlohy z dotvářecí a z integrační etapy častěji, dosahovali při jejich řešení prokazatelně lepších výsledků než ostatní žáci. Takových učitelů však bylo málo, většina jich zařazovala pravidelně do výuky pouze úlohy z etapy orientační a krystalizační a úlohy z dotvářecí a integrační etapy zařazovali výjimečně nebo vůbec.

Obdobné tvrzení platilo také pro žáky, jejichž učitelé vykazovali lepší vědomosti o dovednostech. Ani těchto učitelů však nebylo mnoho. Učitelé většinou vybrali správnou definici dovednosti, ale na další otevřené položky často neuvedli žádnou odpověď, a to i přesto, že jim byly poskytnuty další doplňující informace a pomocné otázky. Zaznamenané odpovědi se velmi lišily a byly nepřesné. Často docházelo k zaměňování pojmů dovednost, zájem, aktivita, pozornost apod. Překvapivé bylo zjištění, že pouze tři učitelé zahrnovali mezi dovednosti, které považují ve výuce fyziky za nejdůležitější také experimentální dovednost. Dovednost řešit problémové úlohy uvedli pouze dva učitelé. Učitelé sami hodnotili své znalosti o dovednostech jako průměrné nebo spíše špatné a uváděli, že by uvítali přednášku (školení) na toto téma. Toto školení by měla alespoň částečně nahradit elektronická příručka o dovednostech, kterou jsme vytvořili během zpracování disertační práce a kterou se chystáme dále rozšiřovat.

Závislost mezi délkou praxe učitelů a úrovní dovedností žáků nebyla tak vysoká jako v předchozích případech. Statisticky významné rozdíly byly zjištěny pouze u učitelů, kteří pracovali v oboru již více než 15 let. Žáci těchto učitelů dosahovali prokazatelně častěji vyššího počtu bodů.

Obáváme se, že zjištěné skutečnosti by mohly vést k nedostatečnému rozvíjení některých klíčových kompetencí vymezených v cílech RVP ZV. Zejména máme na mysli:

- *kompetenci k učení* (především samostatně experimentovat, získané výsledky porovnávat, kriticky posuzovat a vyvozovat z nich závěry pro využití v budoucnosti),

- *kompetenci k řešení problémů* (vnímat a rozpoznávat problémové situace, pochopit problém, naplánovat způsob jeho řešení a vyřešit) a
- *kompetenci sociální a personální* (účinně spolupracovat ve skupině, pozitivně ovlivňovat kvalitu společné práce, chápat potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu).

Vzhledem k omezenému rozsahu výzkumného souboru však nelze výsledky výzkumu zevšeobecnit na celou populaci.

10.3 Metodologické závěry

Cílem disertační práce v rovině metodologické bylo navrhnout, vytvořit a odzkoušet výzkumné nástroje pro zjišťování úrovně dovedností žáků, vědomostí učitelů o dovednostech a v neposlední řadě pak pro pozorování a následnou analýzu samotného procesu osvojování dovedností. K tomuto účelu byl autorkou práce vytvořen didaktický test pro žáky, dotazník pro učitele a kategoriální systém pro pozorování výuky.

Didaktický test určený žákům 6. ročníku základní školy se skládá ze čtyř částí, z nichž každá obsahuje úlohy patřící do jedné z etap procesu osvojování dovedností (orientační, krystalizační, dotvářecí a integrační). Tato struktura umožňuje posoudit nejenom celkovou úroveň vybrané dovednosti, ale také zjistit, jaký typ úloh činí žákům největší potíže při řešení, tzn., jaké fáze osvojení dovednosti žáci dosáhnou. Přitom lze také ověřit, zda žáci disponují všemi znalostmi a dovednostmi, které potřebují pro zvládání složitějších a problémových úloh. Jelikož se jedná o test úrovně, měl by být žákům zadáván bez časového omezení. Součástí tvorby testu byla analýza jeho vlastností, při níž byla ověřena validita a reliabilita, a také analýza vlastností testových úloh, tzn. jejich obtížnost a citlivost.

Dalším výzkumným nástrojem je dotazník pro učitele, který se rovněž skládá z několika částí. Obsahuje položky posuzující informovanost učitelů o dovednostech, včetně jejich sebehodnocení, dále položky ověřující vědomosti učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování, položky týkající se druhů úloh řešených během výuky a položky demografické.

Jelikož byl v našem případě dotazník zadáván pouze učitelům žáků, kteří se účastnili prvního výzkumného šetření, byl vyplňován v přítomnosti výzkumníka a doplněn rozhovorem s učitelem. Tento způsob zadávání se nám velmi osvědčil zejména

u otevřených položek dotazníku. Po jejich přečtení totiž učitelé často uváděli, že neví, nebo že raději neodpoví, aby to „nebyl nesmysl“, a chtěli nechat položky nevyplněné. Teprve na základě dalších doplňujících otázek ze strany výzkumníka začali učitelé nad položkami hlouběji přemýšlet a diskutovat o nich. Celkově lze konstatovat, že díky rozhovoru jsme došli k mnoha zajímavým zjištěním, která by jinak zůstala skryta. Také se dá říci, že z odpovědí zapisovaných do dotazníku měli učitelé určitou obavu a proto se jim v některých případech vyhýbali, zatímco během rozhovoru se mnohem více otevřeli.

Třetím výzkumným nástrojem, jež byl vytvořen za účelem našeho výzkumného šetření, je kategoriální systém pro kódování a analýzu učebních úloh řešených během procesu osvojování dovedností. Skládá se ze šesti hlavních kategorií, které se dále dělí do dvou až sedmi vzájemně disjunktních subkategorií. Součástí tohoto systému je podrobný manuál pro kódování, ve kterém je u každé subkategorie uvedeno její obsahové vymezení, popis z pohledu pozorovatele, typické slovní podněty, případně další komentář. Nejprve kategoriální systém umožňuje odlišit ty části výuky, ve kterých skutečně dochází k osvojování zkoumané dovednosti a na kterých tedy bude realizováno výzkumné šetření, od ostatních částí výuky. Následně pak slouží ke zjišťování přítomnosti učebních úloh v procesu osvojování dovedností, jejich fází (tj. zadávání, řešení a zhodnocení řešení) a také k posouzení druhů úloh. Třídící kritéria pro druhy úloh jsou: etapa procesu osvojování dovedností, do které daná úloha patří (orientační, krystalizační, dotvářecí a integrační), požadovaný způsob řešení (slovní, početní, grafické a experimentální) a řešitel úlohy (učitel, učitel v interakci se žáky, vyvolaný žák s pomocí učitele, všichni žáci podle pokynů učitele, žáci ve skupinách, žáci samostatně).

Používat lze jak časové kódování, kdy pozorovatel pomocí kódu zaznamenává v přesných časových intervalech právě probíhající jev, tak kódování jevů, při němž pozorovatel zaznamenává kód v okamžiku, kdy jev spatřil. Obojí je možné provádět v programu Videograph. Při časovém kódování doporučujeme uplatňovat desetisekundový interval.

Zvolená výzkumná strategie, tj. použití kombinace tří výzkumných metod, se nám jeví jako vhodná, neboť nám umožnila nahlížet na problematiku osvojování dovedností z různých pohledů. Navíc nám umožnila, zaměřit se na všechny aktéry tohoto procesu i na samotný proces. Také oceňujeme možnost posouzení vzájemných

vztahů mezi jednotlivými šetřeními. Určitou nevýhodou bylo, že první dvě šetření byla realizována na jiném výzkumném vzorku než třetí šetření. Důvodem byla velká finanční náročnost třetího šetření, tj. videostudie, a proto byly využity již nahrané záznamy hodin fyziky, které byly pořízeny v rámci CPV videostudie, jež byla realizována Centrem pedagogického výzkumu PdF MU. Použití stejného výzkumného vzorku pro všechna šetření by umožnilo podchycení dalších vztahů, které by mohli přinést nové zajímavé poznatky. Proto doporučujeme dalším výzkumníkům, kteří by se chtěli podobným problémem zabývat, aby použili, pokud jim to časová a finanční náročnost dovolí, stejný výzkumný soubor pro všechna šetření. I tak jsme však došli k mnoha zajímavým zjištěním a vztahům, na jejichž základě jsme navrhli několik opatření pro učitelskou praxi i pro vzdělávání budoucích učitelů. Jejich nástin uvádíme v následující kapitole.

10.4 Doporučení pro praxi

Z výsledků disertačního výzkumu, zabývajícího se problematikou osvojování dovedností žáků základní školy, plynou určité důsledky pro praxi, které v další části textu naznačujeme v podobě možných doporučení pro (budoucí) učitele (tab. 10.1).

Hlavní výzkumná zjištění	Možná rizika plynoucí z výsledků a návrhy na opatření
Během procesu osvojování dovedností bylo řešeno velmi málo problémových úloh.	Cílem každého předmětu by mělo být, aby žáci uměli nastudovanou látku smysluplně využít, tj. aplikovat na situace z běžného života. Právě k tomuto účelu slouží problémové úlohy. Jejich nedostatek může vést k formálním znalostem žáků. Ty pak způsobí, že jakmile se žáci setkají s úlohou, která obsahuje nějaký nový prvek, předem vzdávají její řešení. Přitom v životě se budou ocitat především v problémových situacích, které budou muset sami, vlastním úsilím vyřešit. Velkou výhodou problémových úloh je, že upoutávají pozornost žáků, vzbuzují v nich poznávací potřebu, zájem o fyziku, aktivují jejich myšlenkovou činnost, učí je hledat souvislosti mezi osvojenými znalostmi, překonávat obtíže, podporují schopnost abstrakce, vytrvalost, odstraňují pasivitu žáků a vedou je k samostatnosti. Někteří pedagogové uvádějí, že čím více problémových úloh bude začleněno do výuky, tím lépe.
Během procesu osvojování dovedností bylo řešeno velmi málo komplexních mezipředmětových a praktických úloh.	Tento problém souvisí s předchozím problémem, a proto se k němu vztahuje stejný komentář. Komplexní úlohy jsou však navíc důležité tím, že zaručují uvedení nově osvojovaných vědomostí a dovedností do kontextu s dříve osvojenými znalostmi. Bez nich by docházelo k izolovanosti znalostí a k roztržitosti poznání, což by znemožňovalo řešit komplexní problémy, tak jak se běžně vyskytují v životě.

	Dovednost se navíc stává více plastická a tedy i lépe využitelná v různých situacích. Vhodné je také zařazování projektů, obzvláště těch, které jsou mezipředmětové a mají dlouhodobější charakter.
Bylo zjištěno málo úloh vyžadujících experimentální řešení.	Experimentální úlohy pomáhají budovat vztah teoretického poznání a praktických dovedností. Rozvíjejí tedy dovednost žáků aplikovat teoretické znalosti v praxi. Experimentální dovednosti navíc tvoří důležitou součást kompetencí vymezených v cílech RVP a ve výuce fyziky jsou považovány za klíčové. Každý žák by měl dostat příležitost stát se objevitelem. Jedině tak se pro něho může stát fyzika atraktivní a přitažlivá. Z výzkumů vyplývá, že mezi nejvíce oblíbené části výuky fyziky řadí žáci právě experimentování, proto je nutné tohoto poznatku využít pro zvýšení motivace žáků. Velmi oblíbené jsou mezi žáky také pokusy s jednoduchými pomůckami, které se běžně vyskytují v domácnosti (Trna, Trnová, Vaculová 2008). Jejich výhodou je zejména to, že jsou žákům snadno dostupné, a proto jim umožňují experimentovat i v domácím prostředí.
Žákům bylo poskytnuto málo příležitostí k samostatnému řešení úloh.	Žáci se učí především tehdy, projevují-li vlastní tvořivou aktivitu. Pokud se naučí samostatně objevovat nové a neznámé, lépe se orientují v souboru osvojených vědomostí a dovedností a roste i jejich zájem o probírané učivo. Znalosti se pak stávají trvalejší a žáci jsou schopni je využívat i v jiných souvislostech, než v jakých byly získány. Jsou tedy schopni osvojené vědomosti a dovednosti lépe aplikovat.
Žákům bylo poskytnuto málo příležitostí ke skupinovému řešení úloh.	Neumožněním žákům pracovat ve skupinách může dojít k nedostatečnému rozvoji kompetence sociální a personální, která patří mezi klíčové kompetence vymezené v cílech RVP. Práce žáků ve skupinách je navíc účinná pro efektivnější řešení problémových úloh, neboť žáci si navzájem sdělují své znalosti a uvádějí je do souvislostí. Stráví tak daleko více času nad uvažováním a následnou diskusí, což má za následek, že jsou při řešení úspěšnější, než kdyby pracovali samostatně.
Učitelé často vykazovali nedostatečné znalosti o dovednostech a jejich osvojování	Zde se nabízí otázka: „Mohou učitelé účinně regulovat proces osvojování dovedností žáků, pokud neznají důležité kroky, jež jsou na základě psychologických výzkumů považovány za nezbytné pro jejich osvojení?“ Naše šetření prokázalo, že žáci učitelů s lepšími znalostmi o dovednostech dosahovali v didaktickém testu na úroveň dovedností lepších výsledků, než žáci ostatních učitelů. Proto považujeme za užitečné další vzdělávání (budoucích) učitelů v oblasti dovedností. Bohužel metodických publikací, které se touto problematikou zabývají je poměrně málo a téměř zcela chybí projekce této problematiky do oborové didaktiky. Tento problém jsme se pokusili alespoň částečně odstranit vytvořením příručky pro (budoucí) učitele fyziky, která bude v elektronické podobě volně přístupná na metodickém portálu pro učitele. Dále jsme vytvořili elektronické učební prostředí pro studenty učitelství fyziky, jehož strukturu popisujeme v následující podkapitole (kap. 10.4.1).
Celková úroveň	Pokud se zamyslíme nad mírou potřebnosti přírodovědných

dovedností žáků nebyla příliš vysoká.	dovedností v reálném životě, zjistíme, že přírodovědné dovednosti tvoří významnou část vzdělání každého člověka. Je tedy důležité, rozvíjet je již u žáků základní školy. Je třeba si uvědomit, že budoucí profesní požadavky se budou neustále vyvíjet a měnit, což způsobí, že se lidé budou muset neustále vzdělávat, přizpůsobovat, provádět analýzu složitých procesů, logicky uvažovat atd. Proto by žáci měli nejen důkladně porozumět učivu, ale také umět rozeznávat přírodní jevy kolem nás a dokázat aplikovat získané poznatky při řešení různých problémových situací. Právě zde se efektivně uplatní přírodovědné dovednosti, jejichž součástí jsou dovednosti fyzikální. Dovednosti se také dostávají do popředí v cílech RVP, kde jsou nejenom součástí očekávaných výstupů z jednotlivých vzdělávacích oborů a oblastí, ale také klíčových kompetencí, obecných cílů a průřezových témat (Vaculová, Trna 2007). Jsou tedy podstatnou součástí vyučovacího procesu a je nutné je systematicky rozvíjet. Podmínkou je taková organizace vyučování, která poskytuje prostor samostatné činnosti žáků, podporuje jejich tvořivé myšlení a hledání vhodných řešení nových úloh a situací, a to zejména prostřednictvím problémového vyučování.
Většina žáků měla potíže při řešení problémových úloh.	Podmínkou rozvíjení dovedností žáků řešit problémové úlohy je účinné vytváření problémových situací během výuky. Přitom je třeba si uvědomit, že skutečný problém musí vycházet ze zájmu žáků. Problémové úlohy, které jsou zaměřeny na situace, ve kterých se žáci mohou ocitnout, jsou pro studenty smysluplné a zajímavé. Důležitou roli hraje také aktivita žáků, a to jak samostatná, tak skupinová. Podrobněji o řešení problémových úloh pojednáváme v kapitole 3.5.4.
Většina žáků měla potíže při řešení komplexních mezipředmětových a praktických úloh.	Většina problémových situací, se kterými se žáci setkávají a budou setkávat v běžném životě i v budoucím studiu a zaměstnání, vyžaduje aktualizaci a aplikaci více různých vědomostí a dovedností. Abychom žáky na takové situace připravili, měli bychom jim zadávat úlohy, které spojují nejen různé fyzikální znalosti, ale i znalosti z různých přírodovědných předmětů. Přitom by se učitelé měli zaměřit na těžkosti, které nastanou žákům během řešení a snažit se je společně se žáky odstranit. Proto je nutné zařazovat do procesu osvojování dovedností komplexní úlohy, jejichž úkolem je zařadit novou dovednost do struktury dříve osvojených dovedností a tedy i do kompetence žáka. Díky řešení těchto úloh se dovednost stává trvalejší, neboť se žákům snadněji vybaví, ocitnou-li se v budoucnu podobné situaci.
I když žáci disponují vědomostmi a dílčími dovednostmi, nutnými pro řešení problémové úlohy, nedokážou ji	Aby byli žáci úspěšní při řešení problémů, nestačí jen disponovat potřebnými vědomostmi a dílčími dovednostmi. Je nutné uvádět tyto znalosti do kontextu a používat vhodné strategie řešení problémových úloh. Je tedy třeba spojit jednotlivé komponenty znalostí, tj. deklarativní znalosti (faktické údaje, poučky, zákony, principy), procedurální znalosti (znalost metod, strategií, algoritmů i heuristických postupů) a kontextové znalosti (účel, souvislosti,

vyřešit.	zásady pro použití určitých postupů nebo jejich částí, apod.).
Žákům se nedaří naplánovat strategii řešení problémů, spíše se vyskytují nahodilé pokusy o matematické operace se zadanými hodnotami.	K odstranění tohoto problému je třeba u žáků rozvíjet nejdříve kvalitativní chápání problémů a teprve poté přejít k samotným výpočtům. Nejprve tedy mají žáci problém pochopit a definovat. Tomu může napomáhat, provádění náčrtů problému a snaha ho formulovat vlastními slovy. Po přesném definování problémů začíná plánování strategie jeho řešení. Přitom žáci provádějí analýzu problému a snaží se najít, kombinovat a aplikovat vhodná pravidla, zákony, principy a poučky. Důležité je také vést žáky k průběžné kontrole řešení, aby včas odhalili případné odklonění od cíle a vyhnuli se tak zbytečným časovým ztrátám a frustraci.
Žáci často chybují v převádění jednotek fyzikálních veličin.	Je třeba zaměřit se nejenom na procvičování převodů jednotek, ale také na podporování správného odhadu žáků. Umožnit jim srovnávat a porovnávat velikost jednotek přímo na konkrétních předmětech, se kterými se setkávají v běžném životě. Žáci totiž často označí za správný výsledek, který je naprosto nereálný, což dokazuje, že jim chybí konkrétní představy o velikosti jednotek fyzikálních veličin.

Tab. 10.1. Hlavní výzkumná zjištění a návrhy na opatření pro praxi

10.4.1 Možnosti ovlivňování vzdělávání budoucích učitelů fyziky

Na základě výsledků výzkumu byly vymezeny čtyři hlavní oblasti, které se jeví jako problematické a na které je tedy účelné se zaměřit během přípravy budoucích učitelů fyziky. Tyto oblasti se staly východiskem pro tvorbu elektronického učebního prostředí pro studenty učitelství fyziky na Pedagogické fakultě Masarykovy univerzity. Jedná se o součást projektu s pracovním názvem CPV videoweb, realizovaného Centrem pedagogického výzkumu PdF MU. Jeho záměrem je koncipovat elektronické učební prostředí, obsahující videozáznamy výuky. Jeden z důvodů vytváření videowebu spočívá v každoročně narůstajícím počtu studentů učitelství, což vyvolává otázku, jak v dané situaci realizovat praktickou složku profesní přípravy učitelů. Úlohou videowebu není nahradit pedagogické praxe, ale připravit na ně studenty. Předpokládá se, že pokud budou studenti používat CPV videoweb již před nástupem na praxi, budou schopni kompetentněji pozorovat a interpretovat výukové situace, s nimiž se na praxích setkají (Janíková, Janík, Knecht, Kubiato, Sebera 2008).

U každé stanovené problémové oblasti jsme vymezili několik dílčích okruhů, k nimž jsme dále vytvářeli úlohy pro studenty:

- Experimentální výuka
 - zařazování experimentů založených na práci s hypotézami;

- správné provádění experimentů (seznámení s cílem experimentu, komentování jednotlivých kroků, průběžné kladení otázek, vyvozování závěrů apod.);
- řešení experimentálních úloh.
- Problémová výuka
 - zprostředkování nového učiva problémovou metodou (formulace motivačních problémů a problémových situací ze života žáků, tzn., objevování fyzikálních jevů a zákonitostí společně se žáky, namísto pouhého informování o nich);
 - problémové úlohy pro procvičování a opakování osvojených vědomostí a dovedností (naučit se rozpoznávat a formulovat úlohy tohoto typu).
- Aplikace získaných vědomostí a dovedností
 - učební úlohy podporující aplikaci osvojených vědomostí a dovedností v praktickém životě, komplexní úlohy.
- Aktivita žáků, samostatná a skupinová práce
 - aktivní zapojení žáků během všech fází výuky, možnost samostatné práce;
 - organizace skupinové práce (dělbá práce, spolupráce, kontrola ze strany učitele aj.).

V dalším kroku byly k výše uvedeným oblastem vybrány 1 až 3 minutové videosekvence výuky, které je ilustrují. K tomuto účelu posloužily videonahrávky výuky fyziky získané během videostudie TIMSS 1999. Účastí na těchto videostudiích se učitelé zavázali k souhlasu, že natočené hodiny mohou být použity k následné analýze a získané výsledky mohou být také publikovány. Celkem se jednalo o záznamy 17 vyučovacích hodin k různým tématům (třecí síla, práce, výkon, změny skupenství, elektrický proud, elektrické napětí aj.), z nichž bylo vybráno 32 videosekvencí. Jednotlivé oblasti a okruhy nelze striktně oddělit, neboť se vzájemně prolínají, proto se také některé videosekvence týkají současně více problémových oblastí. Ke každé videosekvenci byla vytvořena sada úloh pro studenty. V současné době je k dispozici celkem 72 úloh. Jedná se o:

a) Úlohy s výběrem odpovědí

Např.: Určete, o jaký druh učební úlohy se jedná:

- a) Úloha vyžadující reprodukci poznatků.
- b) Úloha vyžadující jednoduché myšlenkové operace s poznatky.
- c) Problémová úloha vyžadující složité myšlenkové operace s poznatky.

b) Úlohy založené na škálování

Např.: Posuďte, do jaké míry výroky popisují situaci zachycenou na videozáznamu³⁴:

- Před zahájením experimentu byla vyslovena hypotéza.
- Žáci mají možnost sami si zvolit způsob provádění experimentu a naplánovat jeho postup.
- Takto provedený experiment rozvíjí dovednost žáků řešit problémové situace.
- Učitel průběžně řídí práci žáků.
- Učitel dohlíží na to, aby se žáci v jednotlivých skupinách při provádění experimentu střídali.
- V průběhu experimentu učitel klade žákům dostatečné množství otázek.
- Učitel průběžně žáky kontroluje a poskytuje jim tak potřebnou zpětnou vazbu.

Následující videosekvence zachycuje průběh frontálního žákovského pokusu. Po skončení tohoto pokusu vyvozoval učitel společně se žáky závislost třecí síly na hmotnosti tělesa.

A. Posuďte, do jaké míry výroky popisují situaci zachycenou na videozáznamu:



	rozhodně ano	spíše ano	nevím se přiklonit k žádné z možností	spíše ne	rozhodně ne
Před zahájením experimentu byla vyslovena hypotéza.	☐	☐	☐	☐	☐
Žáci mají možnost, sami si zvolit způsob provádění experimentu a naplánovat jeho postup.	☐	☐	☐	☐	☐
Takto provedený experiment rozvíjí dovednost žáků, řešit problémové situace.	☐	☐	☐	☐	☐
Učitel průběžně řídí práci žáků.	☐	☐	☐	☐	☐
Učitel dohlíží na to, aby se žáci v jednotlivých skupinách při provádění experimentu střídali.	☐	☐	☐	☐	☐
V průběhu experimentu učitel klade žákům dostatečné množství otázek.	☐	☐	☐	☐	☐
Učitel průběžně žáky kontroluje a poskytuje jim tak potřebnou zpětnou vazbu.	☐	☐	☐	☐	☐

Obr. 10.1: Ukázka prostředí videoweby

³⁴ Ke každému tvrzení byla připojena škála, na které mají studenti zaznamenat míru souhlasu (viz obr. 10.1)

c) Úlohy založené na otevřené otázce. Např.:

- *Na základě shlédnuté videosekvence uveďte, které dovednosti si žáci během experimentu osvojují, příp. procvičují.*
- *Uveďte, jak byste zadání problémové situace formulovali vy.*
- *Následující dvě videosekvence jsou ukázkami z vyučovacích hodin u dvou různých učitelů. Napište, v čem shledáváte shody a v čem rozdíly. Posuďte přístupy obou učitelů.*

d) Komplexní úlohy

Např.: Na ukázce jste viděli zavádění veličiny elektrické napětí. Stručně popište, jak byste postupovali při zavádění veličiny elektrické napětí vy.

Videosekvence a k nim připojené sady úloh jsou v současné době pomocí techniků zabudovávány do webového prostředí Pedagogické fakulty v Brně a budou využívány během seminářů didaktiky fyziky. Na výše uvedeném obrázku uvádíme ukázkou webového prostředí (obr. 10.1).

RESUMÉ

Přírodovědné dovednosti, jejichž součástí jsou fyzikální dovednosti, tvoří významnou část vzdělání každého člověka a proto je nutné, rozvíjet je již u žáků základní školy. Práce se zabývá problematikou osvojování fyzikálních dovedností žáků základní školy. Proces osvojování dovedností je zkoumán vzhledem k jeho základním etapám: motivační, orientační, krystalizační, dotvářecí a integrační. Při výzkumu je využívána kombinace několika výzkumných metod: didaktického testu, dotazníku spojeného s rozhovorem a videostudie.

Pomocí didaktického testu byla posuzována úroveň dovedností žáků. Žáci nedosahovali příliš dobrých výsledků. Zejména jim činilo velké problémy řešit úlohy patřící do dotvářecí a integrační etapy procesu osvojování dovedností. Prostřednictvím dotazníku spojeného s rozhovorem s učiteli se ukázalo, že učitelé tento typ úloh zařazují do výuky pouze výjimečně. Učitelé také často vykazovali nedostatečné znalosti o dovednostech a o procesu jejich osvojování.

Videostudie výuky fyziky zkoumající postavení učebních úloh v procesu osvojování dovedností rovněž upozornila na několik nedostatků. Učitelé využívají ve výuce poměrně dostatečné množství učebních úloh. Jejich rozdělení podle etap utváření dovedností ale neodpovídá potřebě tvorby dovedností žáků. Téměř dvojnásobně převažují úlohy z orientační etapy nad úlohami z etapy krystalizační. Právě krystalizační etapa je však jádrem procesu osvojování dovedností žáků na této věkové úrovni. Obdobně jsou místy zcela opomíjeny úlohy pro nejvyšší dvě etapy, což vede k neschopnosti žáků řešit problémové, integrované a mezipředmětové úlohy a projekty. Mezi další zjištění, která by mohla negativně ovlivnit úroveň přírodovědných dovedností žáků, patří nízké zastoupení úloh vyžadujících experimentální řešení a nedostatek příležitostí žáků k samostatnému nebo skupinovému řešení úloh.

Ze zjištěných výsledků našeho výzkumu vyplývá potřeba úpravy výukové technologie při osvojování dovedností žáků ve výuce fyziky. Tato inovace by měla být zařazena do pregraduální přípravy učitelů. Proto jsme vytvořili brožuru a elektronické učební prostředí pro budoucí učitele, které se zabývá oblastmi, jež se na základě našeho výzkumu jeví jako problematické. Pokud bude během přípravy budoucích učitelů věnována dostatečná pozornost osvojování dovedností, lze předpokládat, že se zefektivní a zkvalitní fyzikální a celé přírodovědné vzdělávání.

SUMMARY

Science skills including skills in physics are important part of the education of every human being. It is therefore essential to develop them already in basic school pupils. The present study deals with the topic of physics skills acquirement of elementary school pupils. This acquirement consists of several phases: motivation, orientation, crystallisation, completion and integration. The research was carried out using didactic tests, questionnaire combined with interview, and videostudies.

Using didactic test, the level of pupil's skills was assessed. The pupils did not achieve very good results. Especially, they had great problems to handle the tasks belonging to completion and integration phase of the skills acquirement process. Using questionnaire and interview with teachers, it was shown that the teachers seldom use this type of the tasks in pupil's education. The teachers also did not demonstrate sufficient knowledge about the skills and the process of their acquirement.

Videostudies of the physics education investigating the role of the learning tasks in the process of skill acquirement also drew our attention to several drawbacks. While the number of tasks used by teachers in physics education was sufficient, their distribution in the particular phases of the skill acquirement did not correspond to the needs of the pupil's skill formation. The tasks belonging to the orientation phase were in two-fold excess of those from the crystallisation phase tasks. However, the crystallisation phase is the main point of the skill acquirement process of the pupils of this age level. Similarly, the tasks belonging to the completion and integration phase were often omitted, which resulted in the pupil's incapability to solve problem, integrated, and intersubjected tasks and projects. Next, the low proportion of experimental tasks and a lack of the opportunities for pupils to solve the tasks individually or in groups are important factors with a possible negative impact on the quality of the pupil's science skills.

The results of our research imply the need to adjust the education technology in the pupil's skill acquirement in the physics education. We suggest to introduce our innovations to the pregradual preparation of future teachers. In order to accomplish this goal, we created a new brochure and electronic learning environment for future teachers, which cover the problematic areas discovered in our research. We believe that

paying sufficient attention to the topic of the skill acquirement during the preparation of the future teachers will increase efficiency and quality of the physics as well as science education.

POUŽITÁ LITERATURA

- ANDERSON, J. D. *Cognitive psychology and its implications*. San Francisco: W. H. Freeman, 1980.
- ANDERSON, J. R. *Cognitive skills and their acquisition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1981.
- BAUER, M. I. JOHNSON-LAIRD, P. N. How diagrams can improve reasoning. In *Psychological Science*, 1993, roč. 4, č. 6, s. 372 – 378. ISSN 0956-7976.
- BELTZ, H., SIEGRIST, M. *Klíčové kompetence a jejich rozvíjení*. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-479-6.
- BEYER, B. Improving thinking skills – practical approaches. In *Phi Delta Kappan*, 1984, roč. 65, č. 8, s. 556 – 560. ISSN 0031-7217.
- BLANCO, L. J., GUERRERO, E. Profesores de matemáticas y psicopedagogos. Un encuentro necesario [Mathematics teachers and educational psychologists. A necessary encounter]. In PENALVA, M. C., TORREGRASA, G., VALLS, J. *Aportaciones de la didáctica de la matemática a diferentes perfiles profesionales [Contributions from mathematics education to different professional profiles]*. Alicante, Spain: University of Alicante, 2002, s. 121 – 142.
- BLAYE, A., LIGHT, P. H., JOINER, R., SHELDON, S. Joint planning and problem solving on a computer-based task. In *British Journal of Developmental Psychology*, 1991, roč. 9, č. 4, s. 471 – 483. ISSN 0261-510X.
- BOHUNĚK, J. *Využití problémových úloh typu černá schránka ve vyučování fyzice na základní škole*. Brno: KPÚ, 1982.
- BOHUNĚK, J. *Sbírka úloh z fyziky pro žáky základních škol. 1. díl*. Praha: SPN, 1992. ISBN 80-04-26025-X.
- BOHUNĚK, J. a kol. *Fyzika pro 7. ročník základní školy, A*. Praha: SPN, 1991. ISBN 80-04-24608-7.
- BOHUNĚK, J. a kol. *Fyzika pro 7. ročník základní školy, B*. Praha: SPN, 1994. ISBN 80-85849-32-1.
- BOHUNĚK, J. HEJNOVÁ, E. *Tematické prověrky z učiva fyziky základní školy*. Praha: Prometheus, 2005. ISBN: 80-7196-290-2.
- BRUNER, J. S. *Vzdělávací proces*. Praha: SPN, 1965.
- BRUNER, J. S. *O podstate a problémech vyučovania*. Bratislava: SPN, 1968.
- ČAČKA, O. *Nástin psychologie I*. Brno: Paido, 2001. ISBN 80-85931-94-X.
- ČAČKA, O. *Nástin psychologie II*. Brno: Paido, 2002. ISBN 80-7315-016-6.
- ČÁP, J. *Psychologie výchovy a vyučování*. Praha: UK, 1993. ISBN 80-7066-534-3.
- DHILLON, A. S. Individual differences within problem-solving strategies used in physics, In *Science Education*, 1998, roč. 82, č. 3, s. 379 – 405. ISSN 0036-8326.
- DVOŘÁK, L. a kol. *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Příručka pro učitele*. Praha: MATFYZPRESS, 2008. ISBN 978-80-73-78-057-9.

DVOŘÁKOVÁ, I., KOLÁŘOVÁ, R. Jaký je dobrý učitel fyziky? In *Vyučování fyziky vo svetle nových poznatkov vedy*. Nitra: UKF, 2009. ISBN 987-80-8094-496-4.

DRAHOVZAL, J., KILIÁN, O., KOHOUTEK, R. *Didaktika odborných předmětů*. Brno: Paido 1997. ISBN: 80-85931-35-4.

EYSENCK, M. W., KEANE, M. T. *Kognitivní psychologie*. Praha: Academia, 2008. ISBN 978-80-200-1559-4.

FENCLOVÁ, J. *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*. Praha: SPN, 1982. ISBN 14-279-82.

FILOVÁ, H. Didaktické principy. In FILOVÁ, H., MAŇÁK, J., STRACH, J., ŠIMONÍK, O., ŠTÁVA, J., ŠVED, V. *Vybrané kapitoly z obecné didaktiky*. Brno: MU, 2002, s. 13 - 19. ISBN 80-210-2798-3.

FONTANA, D. *Psychologie ve školní praxi*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-626-8.

FRASER, D., LINDER, C., PANG, M. F. Learning through variation, part 1: a pedagogical tool. Paper presented at the 12th Annual Meeting of the Southern African Association for Research in Mathematics, Science and Technology Education, Cape Town, South Africa, 2004.

FREITAS, I. M., JIMENEZ, R., HELLADO, V. Solving Physics Problems: The Conceptions and Practice of an Experienced Teacher and an Inexperienced Teacher. In *Research in Science Education*, 2004, roč. 34, č.1, s. 113 – 133. ISSN 0157-244X.

FUKA, J., KUNZGELD, J., NOVOTNÝ, J. *Pokusy z fyziky na základní škole*. Praha: SPN, 1985. ISBN 14-313-85.

GARRET, R. M., SATTERLY, D., GIL-PÉREZ, D., MARTÍNEZ, J. Turning exercises into problems: An experimental study with teachers in training. In *International Journal of Science Education*, 1990, roč. 12, č. 1, s. 1 – 12. ISSN 0950-0693.

GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2000. ISBN 8085931796.

GIL-PÉREZ, D., MARTÍNEZ, J. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. In *European Journal of Science Education*, 1983, roč. 5, č. 4, 447 – 455. ISSN 0140-5284.

HARSKAMP, E., & DING, N. Structured Collaboration versus Individual Learning in Solving Physics Problems. In *International Journal of Science Education*, 2006, roč. 28, č. 14, s. 1669 – 1688. ISSN 0950-0693.

HEJNOVÁ, E., KOLÁŘOVÁ, R. Jak učitelé fyziky hodnotí žáky na základních školách? In *Matematika – fyzika – informatika*, 2000/2001, č. 10, s. 406 – 412.

HELLER, J. I., REIF, F., Prescribing effective human problem-solving processes: problem description in physics, In *Cognition and Instruction*, 1984, roč. 1, č. 2, s. 177 – 216. ISSN 0737-0008.

HELLER, P., HOLLABAUGH, M. Teaching problem solving through cooperative grouping. Part II. Designing problems and structuring groups. In *American Journal of Physics*, 1992, roč. 60, č. 7, s. 637 – 644. ISSN 0002-9505.

HELLER, P., KEITH, R., ANDERSON, S. Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. In: *American Journal of Physics*, 1992, roč. 60, č.7, s. 627 – 636. ISSN 0002-9505.

HENDL, J. *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Praha: Portál, 2006. ISBN 80-7367-123-9.

HOBDEN, P. A. The context of problem tasks in school physical science. Doctoral dissertation, University of Natal, Durban, South Africa, 1999.

HÖFER, G. *Výuka fyziky v širších souvislostech – názory žáků*. Plzeň: ZČU, 2005.

HOLOUŠOVÁ, D. Teorie učebních úloh. In: *Studijní text pro přípravu učitelů pedagogiky na nové pojetí výchovně vzdělávací práce na SPgŠ*. Praha: ÚÚFPP, 1983.

HUNTEROVÁ, M. *Účinné vyučování v kostce*. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-220-3.

CHI, M., FELTOVICH, P. GLASER, R. Categorisation and representation of physics problems by experts and novices, In *Cognitive Science*, 1981, roč. 5, č. 2, s. 121 – 152. ISSN 0364-0213.

CHRÁSKA, M. *Didaktické testy*. Brno: Paido, 1999. ISBN 80-85931-68-0.

CHRÁSKA, M. *Úvod do výzkumu v pedagogice. Základy kvantitativně orientovaného výzkumu*. Olomouc: UP, 2003.

CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu. Základy kvantitativního výzkumu*. Praha: Grada, 2007.

JANÁČEK, G. *Základní pravidla učení dovednostem*. Praha: SPN, 1958.

JANÁS, J. *Netradiční zadávání úloh ve fyzice*. Brno: PÚMB, 1977a.

JANÁS, J. Ke způsobu zadávání úloh ve vyučování fyzice na základní škole. In *Sborník prací pedagogické fakulty UJEP v Brně, svazek 56*. Brno: UJEP, 1977b, s. 127 – 137.

JANÁS, J. *Kapitoly z didaktiky fyziky*. Brno: MU, 1996. ISBN 80-210-1334-6.

JANÁS, J., TRNA, J. *Konkrétní didaktika fyziky I*. Brno: MU, 1999. ISBN 80-210-2056-3.

JANÍK, T., MIKOVÁ, M. *Videostudie CPV: pořizování videozáznamu výuky kódování a transkripce videodat*. Brno: MU, 2004.

JANÍK, T., MIKOVÁ, M. *Videostudie: výzkum výuky založený na analýze videozáznamu*. Brno: Paido, 2006. ISBN 80-7315-127-8.

JANÍKOVÁ, M., JANÍK, T., KNECHT, P., KUBIATKO, M., SEBERA, M. CPV videoweb: tvorba elektronického učebního prostředí pro didaktickou přípravu budoucích učitelů. *Pedagogické praxe a oborové didaktiky*. Brno: MSD, 2008. s. 151 – 156.

JEŽKOVÁ, Z. Testovanie znalostí študentov při interpretácii grafov fyzikálních závislostí z elektriny. In *Matematika – fyzika – informatika*, 2000/2001, č. 10, s. 482 – 488.

JIMÉNEZ, R., WAMBA, A. M., & AGUADED, S. El valor de los problemas para la enseñanza de contenidos procedimentales en la formación inicial de maestro [The value of problems for the teaching of procedural content in preservice primary teacher education]. In MARTÍNEZ, C., S. GARCÍA. *La Didáctica de las ciencias. Tendencias actuales [Science education. The current trends]*. La Coruña, Spain: University of La Coruña, 1999, s. 173 – 185.

- JOHNSTONE, A. H.; HOGG, W. R. ZIANE, M. A working memory applied to physics problem solving. In *International Journal of Science Education*, 1993, roč. 15, č. 6, s. 663 - 672. ISSN 0950-0693.
- JONASSEN, D. Toward a design theory of problem-solving. In *Educational Technology: Research and Development*, 2000, roč. 48, č. 4, s. 63 – 85. ISSN 1042-1629.
- KALHOUST, Z., OBST, O. a kol. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.
- KAŠPAR, E., JANOVIČ, J., BŘEZINA, F. *Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice*. Praha: SPN, 1982. ISBN 14-572-82.
- KEITH, F. P. *Úspěšný návrh výzkumu*. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-468-7.
- KELBLOVÁ, L. a kol. *Čeští žáci v mezinárodním srovnání. České školství ve světle dlouhodobě zjišťovaných výsledků vzdělávání v mezinárodních šetřeních*. Praha: ÚIV, 2006.
- KEMPA, R. F. Students' learning difficulties in science. Causes and possible remedies. In *Ensenanza de las Ciencias*, 1991, roč. 9, č. 2, s. 119 – 128. ISSN 0212-4521.
- KERLINGER, F. *Základy výzkumu chování: pedagogický a psychologický výzkum*. Praha: Academia, 1972.
- KLIČKOVÁ, M. *Problémové vyučování ve školní praxi*. Praha: SPN, 1989. ISBN 80-04-23 522-0.
- KOHOUTEK, R. a kol. *Základy pedagogické psychologie*. Brno: CERM, 1996. ISBN 808586794.
- KOHOUTEK, R. *Metoda dotazníku pro pedagogy*. Brno: CERM, 1998. ISBN 80-7204-067-7
- KOLÁŘOVÁ, R. a kol. *Co by měl žák základní školy umět z fyziky, chemie a přírodopisu*. Praha: Prométheus, 1998.
- KOLÁŘOVÁ, R. a kol. *Příručka učitele fyziky na základní škole s náměty pro tvorbu ŠVP*. Praha: Prometheus, 2006. ISBN 80-7196-336-4.
- KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 6. ročník základní školy*. Praha: Prometheus, 1999. ISBN 80-7196-121-3.
- KOLÁŘOVÁ, R., BUDÍNOVÁ, A. Co žák základní školy umí z fyziky. In *Matematika – fyzika – informatika*, 1999/2000, č. 9, s. 537-544.
- KOVALIKOVÁ, S. *Integrovaná tematická výuka*. Kroměříž: Spirála, 1995. ISBN 80-901873-0-7.
- KYRIACOU, CH. *Klíčové dovednosti učitele: cesty k lepšímu vyučování*. Praha: Portál, 2004. ISBN 80-7178-965-8.
- KRÁLÍK, O., HARTMANN, J. *Základy statistiky pro pedagogy*. Brno: CERM, 2000. ISBN 80-7204-152-5.
- KULIČ, V. *Psychologie řízeného učení*. Praha: Academia, 1997. ISBN 80-200-0447-5.
- LARKIN, J. H. AND REIF, F. Understanding and teaching problem-solving in physics, In *European Journal of Science Education*, 1979, roč. 1, č. 2, s. 191 – 203. ISSN 0140-5284.

LEE, K. W. L.; GOH, N. K.; CHIA, L. S. CHIN, C. Cognitive variables in problem solving in chemistry: A revisited study. In *Science Education*, 1996, roč. 80, č. 6, s. 691 – 710. ISSN 0036-8326.

LEE, K. W. L.; TANG, W.; GOH, N. CHIA, L. The predicting role of cognitive variables in problem solving in mole concept. In *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2001, roč. 2, č. 3, s. 285 – 301. ISSN 1109-4028.

LEONARD, W. J., DUFRESNE, R. J., & MESTRE, J. P. Using qualitative problem-solving strategies to highlight the role of conceptual knowledge in solving problems. In *American Journal of Physics*, 1996, roč. 64, č. 12, s. 1495 – 1503. ISSN 0002-9505.

LINHART, J. *Základy psychologie učení*. Praha: SPN, 1982.

LINHART, J. *Kapitoly z psychologie učení, myšlení a tvořivé činnosti*. Praha: SPN, 1971.

LEPIL, O. a kol. *Fyzika. Sbírka úloh pro střední školy*. Olomouc: Prometheus: 1995. ISBN 80-7196-048-9.

LEUNER, D., FISCHER, H. E., KAUERTZ, A., SCHABRAM, N., FLEISCHER, J. Instruktionspsychologische und fachdidaktische Aspekte der Qualität von Lernaufgaben und Testaufgaben im Physikunterricht. In Thonhauser, J. (Hrsg.). *Aufgaben als Katalysator von Lernprozessen*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, 2008, s. 169-181.

LÓPEZ, J. I. El pensamiento del profesor sobre el conocimiento de los alumnos [The teacher's thinking about the students' knowledge]. In *Investigación en la Escuela*, 1994, roč. 22, č. 1, s. 58 – 66. ISSN 0213-7771.

LORENZO, M. The development, implementation, and evaluation of a problem solving heuristic. In *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2005, roč. 3, č. 1, s. 33 – 58. ISSN 1571-0068.

LUSTIGOVÁ, Z. *Fyzika pro 6. a 7. ročník základních škol a nižší ročníky víceletých gymnázií*. Praha: Fortuna, 1999. ISBN 80-7168-512-7.

MACHÁČEK, M. *Fyzika pro základní školy a víceletá gymnázia*. Praha: Prometheus, 1998. ISBN 80-7196-122-1.

MANDÍKOVÁ, D., PALEČKOVÁ, J. Videostudie TIMSS 1999 – jak se vyučuje přírodním vědám v různých zemích. In *Pedagogika*, 2007, roč. 57, č. 3, s. 238-250.

MAŇÁK, J. *Nárys didaktiky*. Brno: MU, 2001. ISBN 80-210-1661-2.

MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 8073150395.

MAZÁČ, J., HLAVIČKA, A. *Praktikum školních pokusů z fyziky pro studující pedagogických fakult*. Praha: SPN, 1968. ISBN 16-902-68.

MCDERMOTT, L. C. Millikan lecture 1990: What we teach and what is learned – closing the gap. In *American Journal of Physics*, 1991, roč. 59, č. 4, s. 301 – 315. ISSN 0002-9505.

MEZINÁRODNÍ AKADEMIE VZDĚLÁVÁNÍ/UNESCO. *Efektivní učení ve škole*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7178-556-3.

MOJŽÍŠEK, L. *Vyučovací metody*. Praha: SPN 1988.

NAKONEČNÝ, M. *Encyklopedie obecné psychologie*. Praha: Academia, 2003. ISBN: 80-200-0625-7.

OKOŇ, W. *K základům problémového učení*. Praha: SPN, 1966.

O'NEIL, H. F. SCHACTER, J. [cit. 10. 3. 2007]. *Test specifications for problem solving assessment*, 1999, <http://www.cse.edu/Reports/TECH463.pdf>.

ORDELT, S., ŠIROKÁ, M. Jsou žáci připraveni ke studiu fyziky na střední škole? In *Matematika – fyzika – informatika, časopis pro výuku na základních a středních školách* 2004/2005, č. 14, s. 405 – 409.

PALEČKOVÁ, J. Fyzika z pohledu výzkumu TIMSS. In *Matematika – fyzika - informatika, časopis pro výuku na základních a středních školách*. 1996/1997, roč. 6, č. 7, s. 372 – 376, a.

PALEČKOVÁ, J. Fyzikální úlohy výzkumu TIMSS. In *Matematika – fyzika - informatika, časopis pro výuku na základních a středních školách*. 1996/1997, roč. 6, č. 10, s. 575 – 583, b.

PALEČKOVÁ, J. a kol. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006*. Praha: ÚIV, 2007.

PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V. *Posun ve znalostech čtrnáctiletých žáků v matematice a přírodních vědách. Zpráva o výsledcích mezinárodního výzkumu TIMSS*. Praha: ÚIV, 2001. ISBN 80-211-0385-x.

PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V. *Učení pro zítřek. Výsledky výzkumu OECD PISA 2003*. Praha: ÚIV, 2005. ISBN 80-211-0500-3.

PALUMBO, D. Programming language/problem solving research: A review of relevant issues. In *Review of Educational Research*, 1990, roč. 60, č.1, s. 65 – 89. ISSN 0034-6543.

PARDEL, J. a kol. *Pedagogická psychologie*. Praha: SPN, 1963.

PASCH, M. a kol. *Od vzdělávacího programu k vyučovací hodině*. Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7367-054-2.

PERALES, F. J. La resolución de problemas: una revisión estructurada [Problem solving: A structured review]. In *Enseñanza de las Ciencias*, 1993, roč. 11, č. 2, s. 170 – 178. ISSN 0212-4521.

PELIKÁN, J. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-569-8.

PETY, G. *Moderní vyučování*. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-427-4.

PIETRASIŃSKI, Z. *Psychologie správného myšlení*. Praha, 1965.

PORTOLES, J. J. S., POLEZ, V. S. Types of knowledge and their relations to problem solving in science: directions for practice. Sisifo. In *Educational Sciences Journal*, 2008, roč. 6, č. 1, s. 105 – 112. ISSN 1646-6500.

POZO, J. I. *Aprendices y maestros [Apprentices and masters]*. Madrid, Spain: Alianza Editorial, 1996. ISBN 978-84-690-781.

PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník – 4. aktualizované vydání*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.

PUNCH, KEITH, F. *Základy kvantitativního šetření*. Praha: Portál, 2008. ISBN 978-80-7367-381-9.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Praha: VÚP, 2007. [cit. 12.9. 2007]. Dostupné na: <http://www.vuppraha.cz/soubory/RVPZV_2007-07.pdf>.

RAUNER, K. a kol. *Fyzika 7, učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-7238-431-7.

RAUNER, K. a kol. *Fyzika 7, pracovní sešit pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-7238-432-5.

RAUNER, K. a kol. *Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia. Příručka učitele*. Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-7238-433-3.

RIMMELE, R. *Videograph. Multimedia-Player zur Kodierung von Videos*. IPN, Kiel, 2002.

RENNIE, L. J., PARKER, L. H. Placing physics problems in real-life context: Students' reactions and performance. In *Australian Science Teachers Journal*, 1996, roč. 42, č. 1, s. 55 – 59. ISSN 1442-5556.

ROJKO, M. a kol. *Fyzika kolem nás. Fyzika 2 pro základní a občanskou školu*. Praha: Scientia, 1996. ISBN 80-7381-057-7.

ROTH, K. J. et al. *Teaching Science in Five Countries: Results From the TIMSS 1999 Video Study*. Washington, D. C.: U. S. Department of Education, 2006.

SHAYER, M. ADEY, P. Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students. IV: Three years after a two-year intervention. In *Journal of Research in Science Teaching*, 1993, roč. 30, č. 4, s. 351 – 366. ISSN 0022-4308.

SINGULE, F. K problému pojmu dovednosti a návyku v teorii vyučování. *Pedagogika* 11, 1961, č. 3, s. 263 – 279.

SKALKOVÁ-PROCHÁZKOVÁ, J. *K základům vyučovacího procesu*. Praha, SPN: 1963.

SKALKOVÁ, J. *Za novou kvalitou vyučování*. Brno: Paido, 1995. ISBN: 80-85931-11-7.

SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha: ISV, 1999. ISBN 80-85866-33-1.

SKALKOVÁ, J. *Pedagogika a výzvy nové doby*. Brno: Paido, 2004. ISBN 80-7315-060-3.

SPOUSTA, V. *Vádemékum autora odborné a vědecké práce (se zaměřením na práce pedagogické)*. Brno: MU, 2003. ISBN 80-210-23-87-2.

STERNBERG, R. J. *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-376-5.

STRAKOVÁ, J. a kol. *Vědomosti a dovednosti pro život. Čtenářská, matematická a přírodovědná gramotnost patnáctiletých žáků v zemích OECD*. Praha: ÚIV, 2002. ISBN 80-211-0411-2.

STRAKOVÁ, J., POTUŽNÍKOVÁ, E., TOMÁŠEK, V. Vědomosti, dovednosti a postoje českých žáků v mezinárodním srovnávání. In Matějů, P., Straková, J. et al. *Nerovné šance na vzdělávání*. Praha: Academia, 2006, s. 118-143.

ŠIMONÍK, O. *Úvod do školní didaktiky*. Brno: MSD, 2003. ISBN 80-86633-04-7.

ŠKALOUDOVÁ, A. *Statistika v pedagogickém a psychologickém výzkumu*. Praha: UK, 1998.

- ŠVEC, V. *Klíčové dovednosti ve vyučování a výcviku*. Brno: MU, 1998. ISBN 80-210-1937-9.
- SVOBODA, E., HÖFER, G. Názory a postoje žáků k výuce fyziky. In *Matematika-fyzika-informatika*, 2006/2007, č. 4, s. 212-223. ISSN – 1210-1761.
- TALYZINOVÁ, N. *Teoretické problémy programovaného učení*. Praha: SPN, 1971.
- TALYZINOVÁ, N. F., *Utváření poznávacích činností žáků*. Praha: SPN, 1988. ISBN 14-638-88.
- TESAŘ, J., JÁCHIM, F. *Fyzika 2 pro základní školu. Síla a její účinky – pohyb těles*. Praha: SPN, 2008. ISBN 978-80-7235-381-1.
- TOLINGEROVÁ, D. Úvod do teorie a praxe programované výuky a výcviku. In *Odborná výchova*, 21, 1970/1971, s. 77 – 78.
- TOMÁŠEK, V., POTUŽNÍKOVÁ, E. *Netradiční úlohy. Problémové úlohy mezinárodního výzkumu PISA*. Praha: ÚIV, 2004. ISBN 80-211-0484-8.
- TRNA, J. *Diagnostika dovedností žáků ve výuce fyziky. (Habilitační práce.)* Brno: MU, 1998.
- TRNA, J. TRNOVÁ, E., VACULOVÁ, I. Role of Hands-on Activity in Development of Students' Skills in Science Education. In *HSci2008. Formal and Informal Science Education*. 2008. ISBN 978-989-95095-3-5.
- TRNA, J., TRNOVÁ, E., VACULOVÁ, I., NOVÁK, P. Problematika motivace přírodovědně nadaných žáků. In *DIDFYZ 2008. Vyučovanie fyziky vo svetle nových poznatkov vedy*. Nitra: UKF, 2009. ISBN 978-80-8094-496-4.
- VACULOVÁ, I. *Dovednosti žáků základní školy ve výuce fyziky. Diplomová práce*. Brno: MU, 2005.
- VACULOVÁ, I. Fyzikální dovednosti žáků ZŠ a RVP. In *Sborník příspěvků z konference 50 let didaktiky fyziky v ČR*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007, s. 141 – 147. ISBN 978-80-244-1786-8.
- VACULOVÁ, I. Dovednosti žáků základní školy ve výuce fyziky: výzkum dovedností a procesu jejich osvojování. In *Pedagogická orientace*, roč. 18, 2008a, č. 2, s. 3 – 21. ISSN 1211-4669.
- VACULOVÁ, I. Výzkum výuky fyziky realizovaný prostřednictvím videostudie. In *Pedagogický výzkum jako podpora proměny současné školy. Sborník sdělení 16. konference ČAPV*. Hradec Králové: GAUDEAMUS, 2008b, s. 833 – 843. ISBN 978-80-7041-287-9.
- VACULOVÁ, I. Postavení učebních úloh v procesu osvojování dovedností žáků během výuky fyziky. In *Vyučovanie fyziky vo svetle nových poznatkov vedy*. Nitra: UKF, 2009. ISBN: 978-80-8094-496-4.
- VACULOVÁ, I., TRNA, J. Role fyzikálních dovedností v RVP ZV. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3. Rámcové vzdělávací programy*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007, s. 228-232. ISBN 978-80-7043-603-5.
- VACULOVÁ, I., TRNA, J. Video-study of Physics Education: the Role of Teaching Tasks in the Process of Skills Acquirement. In *Research in Didactics of the Science*. Krakow: Uniwersytet pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej, 2008, s. 182-185. ISBN 978-83-7271-519-7.

VACULOVÁ, I., TRNA, J., JANÍK, T. Učební úlohy ve výuce fyziky na 2. stupni základní školy: vybrané výsledky CPV videostudie fyziky. In *Pedagogická orientace* 2008, roč. 18, 4. 4, s. 35 -56. ISSN 1211-4669.

VÁGNEROVÁ, M. *Vývojová psychologie*. Praha: Portál, 2000. ISBN: 80-7178-308-0.

VALIŠOVÁ, A., KASÍKOVÁ, H. *Pedagogika pro učitele*. Praha: Grada 2007. ISBN 978-80-247-1734-0.

VAN HEUVELEN, A. Learning to think like a physicist: A review of research based instructional strategies. In *American Journal of Physics*, 1991, roč. 59, č. 10, s. 891 – 897. ISSN 0002-9505.

WEINERT, F. E. Qualifikation und Unterricht zwischen gesellschaftlichen Notwendigkeiten, pädagogischen Visionen und psychologischen Möglichkeiten. In Melzer, W., Sandfuchs, U. (Hrsg.). *Was Schule leistet. Funktionen und Aufgaben von Schule*. Weinheim, München: Juventa, 2001, s. 65-85.

WOOLFOLK, A. E. *Educational Psychology*, 10th ed. New York: Pearson Education, 2006. 978-0-205-49383-8.

ŽÁK, V. Zjišťování parametrů kvality výuky fyziky. *Pedagogika*, 2008, roč. 58, č. 1, s. 61-72.

ŽÁK, V., KEKULE, M. Postoje studentek a studentů k fyzice a její výuce. In *Sborník příspěvků z konference „50 let didaktiky fyziky v ČR“*. Olomouc: UPOL, 2007. ISBN 978-80-244-1786-8.

Seznam tabulek

- Tab. 3.1: Model utváření dovedností s ohledem na její převažující složku*
- Tab. 6.1: Charakteristika zkoumaného souboru*
- Tab. 6.2: Hodnocení obtížnosti testových úloh*
- Tab. 6.3: Schéma čtyřpolní tabulky (Chrásková 2003)*
- Tab. 6.4: Výpočet tetrachorického koeficientu citlivosti jednotlivých úloh z testu*
- Tab. 6.5: Četnosti jednotlivých bodových hodnot získaných žáky v testu*
- Tab. 6.6: Výpočet aritmetického průměru a směrodatné odchylky pro výsledky testování*
- Tab. 6.7: Výsledky žáků v jednotlivých částech testu*
- Tab. 6.8: Srovnání výsledků prvních dvou (reproduktivní úlohy) a druhých dvou (produktivní úlohy) částí testu*
- Tab. 6.9: Četnosti jednotlivých bodových hodnot získaných chlapci a děvčaty v testu*
- Tab. 6.10: Shrnutí výsledků chlapců a děvčat v didaktickém testu*
- Tab. 6.11: Ověření normality odpovědí testem dobré shody χ^2*
- Tab. 6.12: Výsledky děvčat a chlapců v jednotlivých částech testu*
- Tab. 6.13: Četnosti bodů za úlohy patřící do orientační etapy získané děvčaty*
- Tab. 6.14: Četnosti bodů za úlohy patřící do orientační etapy získané chlapci*
- Tab. 6.15: Četnosti bodů za úlohy patřící do krystalizační etapy získané děvčaty*
- Tab. 6.16 Četnosti bodů za úlohy patřící do krystalizační etapy získané chlapci*
- Tab. 6.17: Četnosti bodů za úlohy patřící do dotvářecí etapy získané děvčaty*
- Tab. 6.18: Četnosti bodů za úlohy patřící do dotvářecí etapy získané chlapci*
- Tab. 6.19: Četnosti bodů za úlohy patřící do integrační etapy získané děvčaty*
- Tab. 6.20: Četnosti bodů za úlohy patřící do integrační etapy získané děvčaty*
- Tab. 8.1: Kontingenční tabulka srovnávající výsledky žáků při řešení úloh z dotvářecí etapy a přítomnost těchto úloh během výuky fyziky*
- Tab. 8.2: Výpočet testového kritéria χ^2*
- Tab. 8.3: Pozorované a očekávané četnosti vyjádřené v % z celkové četnosti*
- Tab. 8.4: Hodnoty testového kritéria z*
- Tab. 8.5: Znaménkové schéma kontingenční tabulky*
- Tab. 8.6: Kontingenční tabulka srovnávající výsledky žáků při řešení úloh z integrační etapy a přítomnost těchto úloh během výuky fyziky*
- Tab. 8.7: Výpočet testového kritéria χ^2*
- Tab. 8.8: Pozorované a očekávané četnosti vyjádřené v % z celkové četnosti*
- Tab. 8.9: Hodnoty testového kritéria z*
- Tab. 8.10: Znaménkové schéma kontingenční tabulky*
- Tab. 8.11: Kontingenční tabulka srovnávající výsledky žáků v didaktickém testu s informovaností jejich učitelů o dovednostech*
- Tab. 8.12: Výpočet testového kritéria χ^2*
- Tab. 8.13: Pozorované a očekávané četnosti vyjádřené v % z celkové četnosti*
- Tab. 8.14: Hodnoty testového kritéria z*
- Tab. 8.15: Znaménkové schéma kontingenční tabulky*

- Tab. 8.16: Kontingenční tabulka srovnávající výsledky žáků v testu a délku praxe jejich učitelů*
- Tab. 8.17: Výpočet testového kritéria χ^2*
- Tab. 8.18: Pozorované a očekávané četnosti vyjádřené v % z celkové četnosti*
- Tab. 8.19: Hodnoty testového kritéria z*
- Tab. 8.20: Znaménkové schéma kontingenční tabulky*
- Tab. 9.1: Charakteristika zkoumaného souboru (Janík, Miková 2006, str. 82, upraveno)*
- Tab. 9.2: Používaný kategoriální systém*
- Tab. 9.3: Četnosti úloh a jejich časové zastoupení*
- Tab. 9.4: Četnosti úloh z jednotlivých etap procesu osvojování dovedností*
- Tab. 9.5: Četnosti úloh podle způsobu požadovaného řešení*
- Tab. 9.6: Četnosti úloh podle druhu řešitele*
- Tab. 9.7: Hodnoty testového kritéria z pro jednotlivá pole kontingenční tabulky zjišťující vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří, a způsobem jejího řešení*
- Tab. 9.8: Znaménkové schéma kontingenční tabulky zjišťující vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří, a způsobem jejího řešení*
- Tab. 9.9: Hodnoty testového kritéria z pro jednotlivá pole kontingenční tabulky zjišťující vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří, a řešitelem úlohy*
- Tab. 9.10: Znaménkové schéma kontingenční tabulky zjišťující vztah mezi druhem etapy, do které daná úloha patří, a řešitelem úlohy*
- Tab. 9.11: Hodnoty testového kritéria z pro jednotlivá pole kontingenční tabulky zjišťující vztah mezi způsobem řešení úlohy a řešitelem*
- Tab. 9.12: Znaménkové schéma kontingenční tabulky zjišťující vztah mezi způsobem řešení úlohy a řešitelem*
- Tab. 10.1. Hlavní výzkumná zjištění a návrhy na opatření pro praxi*

Seznam grafů

- Graf 6.1: Počet správných odpovědí za jednotlivé úlohy*
- Graf 6.2: Histogram četností bodů získaných žáky v didaktickém testu*
- Graf 6.3: Graf kumulativních četností bodů získaných žáky v didaktickém testu*
- Graf 6.4: Průměrný počet bodů žáků v jednotlivých částech testu*
- Graf 6.5: Histogram četností bodů získaných v didaktickém testu ve skupině dívek*
- Graf 6.6: Histogram četností bodů získaných v didaktickém testu ve skupině chlapců*
- Graf 6.7: Srovnání četností bodů v obou skupinách*
- Graf 6.8: Výsledky děvčat a chlapců v jednotlivých částech testu*
- Graf 7.1: Zařazování úloh z orientační etapy do výuky*
- Graf 7.2: Zařazování úloh z krystalizační etapy do výuky*
- Graf 7.3: Zařazování úloh z dotvářecí etapy do výuky*
- Graf 7.4: Zařazování úloh z integrační etapy do výuky*
- Graf 9.1: Četnosti úloh řešených u jednotlivých učitelů*

Graf 9.2: Průměrný počet úloh řešených za jednu vyučovací hodinu
Graf 9.3: Časové zastoupení úloh během výuky
Graf 9.4: Časové zastoupení úloh během výuky u jednotlivých učitelů
Graf 9.5: Časové zastoupení fází řešení učebních úloh
Graf 9.6: Časové zastoupení fází řešení učebních úloh u jednotlivých učitelů
Graf 9.7: Četnosti úloh podle druhu etapy procesu osvojování dovedností
Graf 9.8: Četnosti úloh podle druhu etapy procesu osvojování dovedností u jednotlivých učitelů
Graf 9.9: Časové zastoupení úloh z hlediska jednotlivých etap procesu osvojování dovedností
Graf 9.10: Časové zastoupení úloh podle druhu etapy procesu osvojování dovedností u jednotlivých učitelů
Graf 9.11: Celkové četnosti úloh podle druhu řešení
Graf 9.12: Četnosti úloh podle druhu řešení u jednotlivých učitelů
Graf 9.13: Časové zastoupení úloh podle druhu řešení
Graf 9.14: Časové zastoupení úloh podle druhu řešení u jednotlivých učitelů
Graf 9.15: Celkové četnosti úloh podle řešitele
Graf 9.16: Četnosti úloh podle řešitele u jednotlivých učitelů
Graf 9.17: Časové zastoupení úloh podle řešitele
Graf 9.18: Časové zastoupení úloh podle řešitele u jednotlivých učitelů
Graf 9.19: Vztahy mezi kategoriemi druh etapy a fáze řešení úlohy
Graf 9.20: Vztahy mezi kategoriemi druh etapy a způsob řešení
Graf 9.21: Vztahy mezi kategoriemi druh etapy a řešitel
Graf 9.22: Vztahy mezi kategoriemi řešitel úlohy a typ řešení

Seznam obrázků

Obr. 2.1: Základní dimenze dovedností (Švec 1998, s. 17)
Obr. 2.2: Klasifikace dovedností ve výuce fyziky
Obr. 3.1: Zjednodušený model utváření dovedností (Maňák, Švec 2003, s. 95)
Obr. 3.2: Složky dovedností
Obr. 3.3: Grafické zadání učební úlohy
Obr. 3.4: Schéma řešení fyzikálních úloh
Obr. 5.1: Schéma výzkumného designu
Obr. 9.1: Vzájemné působení těles
Obr. 10.1: Ukázka prostředí videoweby

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA 1: Test pro žáky 6. ročníku ZŠ

Napiš známku, jakou jsi měl z fyziky na pololetní vysvědčení:

Zakroužkuj správnou odpověď: Jsem a) chlapec. b) dívka.

Naše škola je a) ve městě. b) na vesnici.

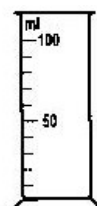
- Urči velikost jednoho dílku stupnice odměrných válců:

1.



1 dílek =

2.



1 dílek =

- Vyber z nabídnutých možností tu, která se nejlépe hodí na vynechaná místa ve větách. Správnou odpověď vždy zakroužkuj.

3. Při měření objemu odměrným válcem musí válec stát na.....

- a) dřevěné podložce.
- b) skleněném stole.
- c) vodorovné podložce.
- d) podložce s drsným povrchem.

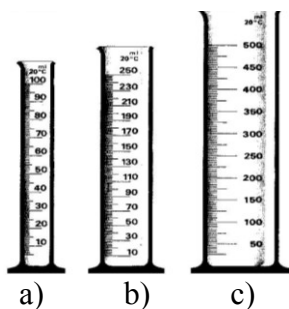
4. Kapalinu, jejíž objem chceme měřit, přelijeme do odměrného válce. Když se kapalina v odměrném válci ustálí, odstraníme skleněnou tyčinkou....., které se přichytily na stěně válce.

- a) vodní kapky
- b) vzduchové bublinky
- c) nežádoucí předměty
- d) zrnka prachu

5. Na stupnici se při měření objemu musíme dívat s okem

- a) v rovině podložky.
- b) v rovině dna válce.
- c) v rovině hladiny kapaliny.
- d) v rovině nejvyšší části válce.

6. Kterým z těchto odměrných válců můžeme měřit nejpřesněji?

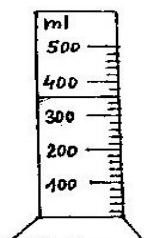


- Vyjádři v předepsaných jednotkách:

7. $3,5 \text{ l} = \dots\dots\dots \text{dm}^3$

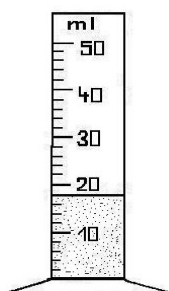
8. $0,5 \text{ m}^3 = \dots\dots\dots \text{l (litrů)}$

9. Napiš, jaký objem zaujímá kapalina v odměrném válci:



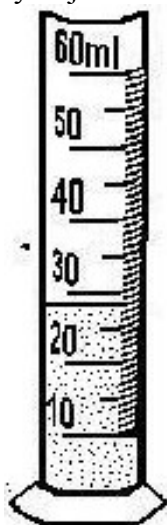
$V = \dots\dots\dots$

10. Do válce úplně ponoříme těleso, které je vedle něho zobrazeno. Dokresli, kam až stoupne hladina.

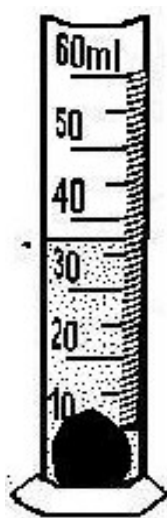


12 cm^3

11. Jaký objem má těleso ponořené ve válci?



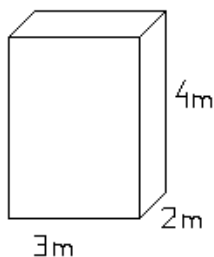
před ponořením



po ponoření tělesa

$V (\text{tělesa}) = \dots\dots\dots$

12. Urči, jaký objem má kvádr uvedený na obrázku (napiš i postup výpočtu).



$V = \dots\dots\dots$

13. Navrhni způsob, jak určíš objem jednoho špendlíku - je tak malý, že po jeho vhození do odměrného válce se hladina téměř nepohne. (Jeho objem nemůžeme vypočítat, protože nemá pravidelný tvar.)

14. Navrhni způsob, jak určíš objem kousku dřeva (nemá pravidelný tvar, takže objem nemůžeš vypočítat), které plove na hladině.

15. Navrhni způsob, jak určíš objem nepravidelného tělesa (jeho objem se nedá vypočítat), které se nevejde do odměrného válce, a jinou odměrnou nádobu nemáš k dispozici.

16. Navrhni způsob, jak určíš objem vzduchu, který dokážeme nadechnout do plic. To znamená objem vzduchu, který se ti vleze do plic.

17. Z kohoutku kape voda. Každou sekundu vyteče 1 kapka. Kolik vody takto vyteče za rok, víme-li, že 100 kapek má objem 25 ml? Výsledek uveď **v litrech**.

18. Pan Petrželka je vášnivým zahradníkem. Protože šetří vodou, zalévá zahrádku dešťovou vodou. Používá k tomu vodu z nádrže, kterou má umístěnou pod okapem svého domku. Za rok spadne v oblasti, kde žije, průměrně 600mm vodních srážek (to znamená, že kdyby se voda z deště a sněhu nevsakovala a nevypařovala, sahala by po roce na každém rovném místě do výšky 600mm). Střecha domu je plochá a má rozměry 8 x 10 m. Kolik dešťové vody do nádrže za rok nateče?

PŘÍLOHA 2: Dotazník pro učitele

Vážená paní učitelko, vážený pane učiteli,

obracíme se na Vás s prosbou o vyplnění následujícího anonymního dotazníku. Toto vyplnění Vám nezabere více než 20 minut. Ujišťujeme Vás, že získané údaje nebudou zneužity ani předány nikomu nepovolanému a budou použity pouze pro výzkumné účely. Cílem tohoto výzkumného šetření je přispět ke zlepšení informovanosti učitelů a zejména pak budoucích učitelů o dovednostech a o procesu jejich osvojování. Předem Vám děkujeme za spolupráci a za Vaše upřímné odpovědi.

Katedra fyziky, PdF MU Brno

Dotazník pro učitele fyziky na 2. stupni ZŠ

Pokyny pro vyplnění: Správnou odpověď zakroužkujte, případně postupujte podle níže předepsaného postupu. Pokud se spletete, škrtněte a zakroužkujte jinou odpověď.

-
- | | |
|--|--|
| 1. Jste
a) muž b) žena | b) fyziku + technickou výchovu
c) fyziku + chemii
d) fyziku + jiný předmět (doplňte):
e) jinou (prosím doplňte): |
| 2. Délka Vaší praxe (učitelské profese) je:
a) méně než 3 roky
b) od 3 do 10 let
c) 10 a více let | 5. Které předměty v současné době učíte?
a) fyziku + matematiku
b) fyziku + technickou výchovu
c) fyziku + chemii
d) jiné (prosím doplňte): |
| 3. Jaký obor jste vystudoval/a?
a) učitelství pro 1. stupeň ZŠ
b) učitelství pro 2. stupeň ZŠ
c) učitelství pro SŠ
d) jiný (prosím uveďte): | 6. Škola, na níž učíte, se nachází:
a) na vesnici
b) v malém městě (do 10 000 obyvatel)
c) ve větším městě (nad 10 000 obyvatel) |
| 4. Jakou aprobaci jste vystudoval/a?
a) fyziku + matematiku | |
-
- 7. Kdy jste naposled slyšel (a) nějakou přednášku o dovednostech a procesu jejich osvojování?**
a) nepamatuji si, že bych podobnou přednášku někdy absolvovala
b) během studia na VŠ. V případě, že jste zvolil/a tuto odpověď, zakroužkujte prosím další vhodnou upřesňující odpověď:
 b1) padla jen zmínka o dovednostech, případně jejich definice
 b2) obecná přednáška o dovednostech
 b3) přednáška i konkrétní praktické rady, jak u žáků utvářet dovednosti a jak správně regulovat proces jejich osvojování.
c) v posledních dvou letech učitelské praxe
d) jiná odpověď:
- 8. Myslíte si, že by škola měla pořádat školení, jejichž součástí bude i problematika osvojování dovedností žáků?**
a) ano, myslím, že takové školení by bylo užitečné
b) ne, myslím, že je to zbytečné
c) nevím
d) jiná odpověď:
- 9. Kdy jste naposled četl/a o tom, jak má probíhat správné utváření dovedností?**
a) nepamatuji si, že bych něco podobného někde viděla a četla
b) během studia na VŠ
c) v posledních dvou letech
d) jiná odpověď:
- 10. Sledujete pravidelně aktuálně vycházející pedagogickou literaturu?**

- a) neřešíme (upřesněte výběrem z následujících variant)
 - a1) protože takové úlohy považují za zbytečné
 - a2) protože žáci takové úlohy neovládají
 - a3) protože na ně ve výuce bohužel nezbývá čas
 - a4) neřešíme z jiného důvodu – uveďte důvod:
- b) řešíme výjimečně (uveďte přibližně jak často)
- c) řešíme občas (uveďte přibližně jak často)
- d) řešíme často (uveďte přibližně jak často)

17. Úlohy na prověřování vědomostí, případně vědomostí o dovednostech (např. znalost zásad, pravidel a postupů při měření, vážení apod., znalost pouček, principů a zákonů, znalost fyzikálních veličin a jejich základních jednotek aj.).

Odpověď:

18. Jednoduché reproduktivní úlohy na zapamatování, procvičení nebo opakování (např. úlohy na zjišťování faktů – měření, vážení; jednoduché výpočty fyzikálních veličin, převody jednotek apod.).

Odpověď:

19. Problémové úlohy, které vyžadují náročnější myšlenkové operace a tvořivý přístup (např. úlohy na dokazování, ověřování, zdůvodňování; řešení problémových situací apod.).

Odpověď:

20. Komplexní úlohy, které se týkají nejenom aktuálně osvojovaných vědomostí a dovedností, ale také dříve osvojených vědomostí a dovedností (tj. úlohy, při jejichž řešení musí žáci použít nejen aktuální učivo, ale také učivo předcházejících látek nebo tematických celků a pochopit vzájemné souvislosti; mohou mít například povahu projektových nebo mezipředmětových aplikačních úloh).

Odpověď:

21. Kterou řadu učebnic používáte při výuce (uvádíme autory učebnic):

- a) Kolářová, R., Bohuněk, J.
- b) Macháček, M.
- c) Jáchim, F., Tesař, J.
- d) Rauner, K. a kol.
- e) jinou:

22. Vyberte tvrzení, které nejlépe odpovídá zdroji úloh, jež s žáky řešíte při výuce:

- a) Řešíme pouze úlohy uvedené v učebnici nebo ve sbírce.
- b) Některé úlohy si vymýšlím, ale převládají úlohy z učebnic a ze sbírek.
- c) Prevládají úlohy, které si vymýšlím.
- d) Všechny úlohy si vymýšlím.

23. Pokud v hodinách řešíte i jiné úlohy, než jsou uvedeny v učebnicích a ve sbírkách, uveďte, o jaký typ úloh se jedná:

- a) úlohy na prověřování vědomostí
- b) jednoduché reproduktivní úlohy
- c) problémové úlohy
- d) komplexní úlohy.

Máte-li nějaké připomínky k tomuto dotazníku, budeme rádi, když nám je sdělíte:

.....

Děkujeme Vám za Vaši trpělivost.