

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra fyziky

Motivačně zadané fyzikální úlohy

Disertační práce

Autor: Mgr. Petr Špína
Studijní program: P7507 Specializace v pedagogice
Studijní obor: Teorie vzdělávání ve fyzice
Školitel: prof. Ing. Bohumil Vybíral, CSc.

Hradec Králové

2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval pod vedením školitele samostatně a že jsem v seznamu literatury uvedl všechny použité zdroje.

V Hradci Králové dne 17. 12. 2020

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'P' followed by a horizontal line and a small flourish.

Petr Špína

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl poděkovat svému školiteli prof. Ing. Bohumilu Vybíralovi, CSc. za jeho podporu, inspiraci k práci, vedení při studiu a cenné rady.

Rovněž chci poděkovat zesnulému prof. RNDr. Ivo Volfovi, CSc. za to, že mne inspiroval k napsání práce a formoval můj pohled na práci učitele. Za totéž děkuji Mgr. Miroslavu Ouhrabkovi, CSc. Děkuji i doc. PaedDr. Martině Maněnové, Ph.D. za rady ohledně vyhodnocení dat.

Petr Špína

Anotace

ŠPÍNA, P.: *Motivačně zadané fyzikální úlohy*. Hradec Králové, 2020. Disertační práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí disertační práce Bohumil Vybíral.

Disertační práce se zabývá vlivem formy zadání fyzikálních úloh na zvýšení motivace a výkonu žáka druhého stupně základní školy. Teoretická část práce podává přehled různých přístupů k teorii motivace z obecně psychologického hlediska a z hlediska didaktiky fyziky. Praktická část práce aplikuje psychologické a didaktické poznatky na tvorbu souboru motivačně zaměřených fyzikálních úloh. Cílem empirické části práce je zjištění, zda zvolený typ zadání fyzikálních úloh působí motivačně na žáka a zda zvýší jeho úspěšnost při řešení fyzikálních úloh. Jako diagnostický nástroj využívá vyhodnocení úspěšnosti řešení fyzikálních úloh a anketu mezi žáky.

Klíčová slova

didaktika, motivace, slovní úlohy, problémové úlohy

Annotation

ŠPÍNA, P.: *Motivationally focused physics tasks*. Hradec Králové, 2020. Dissertation Thesis at Faculty of Science of University of Hradec Králové. Thesis supervisor Bohumil Vybíral.

This dissertation is focused on the influence of assignment of physics tasks on an increasing of motivation and skills of a pupil of the second stage of primary school. The theoretical part contains an overview of different approaches to the theory of motivation from a general psychology point of view and from the point of view of didactics in school physics. The practical part applies both views to the construction of a set of motivationally focused physics tasks. The aim of the empirical part of the work is to find whether the specific type of assignment of physical tasks has a motivating effect on the pupil and whether it will increase his success and skill level reached during the solving of physical problems. As a diagnostic tool it uses the comparison of success of solving physical tasks and a survey among the pupils.

Keywords

didactic methods, motivation, physical tasks, problem tasks

Obsah

Úvod.....	7
Postoj žáků k fyzikálnímu vzdělávání	7
Vymezení cílů práce a cílové skupiny	9
Struktura práce.....	10
1. Fyzikální úlohy.....	11
1.1 Vymezení kategorií a pojmů.....	11
1.2 Fáze řešení fyzikální úlohy	12
1.3 Cílové kompetence	14
1. Motivace a vzdělávací cíle.....	17
2.1 Motivace a potřeby žáka ve vzdělávacím procesu	17
2.2 Taxonomie vzdělávacích cílů a řešení fyzikálních úloh.....	22
2. Motivačně zadávané slovní úlohy.....	26
3.1 Vnitřní a vnější motivace žáka k řešení fyzikálních úloh.....	26
3.2 Vymezení pojmů.....	28
3.3 Úlohy motivující obsahem.....	29
3.3.1 Zajímavostní úlohy	29
3.3.2 Dějové úlohy	32
3.3.3 Úlohy problémové	34
3.4 Úlohy motivující formou zadání.....	35
3.4.1 Scaffolding.....	35
3.4.2 Úlohy s prvky metodiky CLIL.....	38
3.4.3 Úlohy zadané obrázkem.....	39
3.5 Jiné formy motivačního zadání úloh	45
3.5.1 Úlohy typu „odhal chybu“	45
3.5.2 Komplexní úlohy	46
4. Analýza učebnic	51
4.1 Analyzované učebnice	52
4.2 Výsledky analýzy učebnic	53
5. Výzkum, jeho charakteristiky a prostředky.....	58
5.1 Výzkumný problém	58
5.2 Cíle výzkumu.....	59
5.3 Hypotézy.....	59
5.4 Výzkumný vzorek a nasazení testovacího nástroje	60

5.5 Vymezení cílové skupiny	61
5.6 Soubory testovacích úloh.....	62
5.7 Pretest a posttest. Vyhodnocení úspěšnosti	63
5.8 Sady úloh a testy.....	64
5.8.1. Pohyb	65
5.8.2 Tlak	71
5.8.3 Archimédův zákon	77
5.9 Žákovská anketa	81
5.10 Testování v době COVID-19.....	82
6. Průběh a výsledky testování.....	84
6.1 Pilotní testování	84
6.2 První testování	84
6.2.1 Téma „Pohyb a rychlost“	85
6.2.2 Téma „Tlak“	87
6.3 Druhé testování	89
6.4 První anketa	93
První anketa ve 2. E, téma „Pohyb a rychlost“	94
První anketa 3. E, téma „Archimédův zákon“	95
6.4 Druhá anketa.....	97
6.6 Porovnání chlapců a dívek.....	100
7. Diskuze výsledků	103
7.1 První testování	103
7.2 Druhé testování	104
7.3 Anketa.....	105
7.4 Učebnice	106
Závěr.....	107
Seznam použité literatury	109
Seznam obrázků	115
Seznam příloh.....	117
Přílohy	118
Příloha 1:.....	118
Příloha 2:.....	118
Příloha 3.....	125

Úvod

Motivace je alfa a omega školy.

RNDr. Josef Kubát [01]

Fyzikální úlohy jsou nedílnou součástí současného pojetí výuky fyziky, dokonce je jejich řešení jedním z hlavních výstupů výuky [02] Práce *Motivačně zadané fyzikální úlohy* svým tématem reaguje na průběžně se měnící situaci v českém školství, zejména na klesající motivaci žáků ke studiu přírodovědně-technických disciplín a na zhoršující se výkonnost žáků při studiu těchto předmětů a následném uchování poznatků, pocíťovanou jak vyučujícími, tak laickou veřejností a zaměstnavateli [03].

Úspěšnost řešení fyzikálních úloh závisí na více faktorech, ze strany žáka mj. na jeho vstupních znalostech, schopnosti porozumět zadání, představivosti, logických schopnostech a matematických dovednostech, schopnosti dohledat potřebné informace, schopnosti koncentrace na práci a s tím související vlastní motivaci k práci. Ze strany zadavatele jde kromě zajištění vhodných podmínek pro práci především o vhodnou volbu obtížnosti úlohy, o věcně správné zadání úlohy a o srozumitelnost zadání, opět nelze pominout vhodnou motivaci k řešení úlohy. Právě motivací žáka a její souvislosti s typem zadání úlohy na základní škole a v odpovídajících ročních víceletého gymnázia se zabývá tato práce. Motivace je klíčovým prvkem k vytváření postoje, ke školní práci obecně, k práci v daném předmětu i přímo k řešení fyzikálních úloh. Prof. PhDr. Rudolf Kohoutek, CSc., napsal: *Nejdůležitější složkou duševního vztahu vůbec, tedy i vztahu žáka k učení, ke školní práci, je postoj. Na postoji žáka k učení je závislá i míra motivace, úroveň aspirace a míra projevené volní aktivity, což ovlivňuje i úroveň výkonnosti v dané oblasti* [04]. Zvýšení motivace a výkonu při řešení úloh souvisí s vytvořením pozitivního postoje k problému, a ten zpětně ovlivňuje úspěšnost práce v celém předmětu.

Postoj žáků k fyzikálnímu vzdělávání

Postoj řady žáků ke studiu fyziky je více či méně negativní. Diskuze o příčinách je natolik široká, že překračuje rámec této práce a jsou uvedeny pouze některé z důvodů, naopak snaha o zvrácení popsaného nežádoucího stavu je jedním z východisek praktického výstupu této práce – tvorby motivačně zadaných úloh.

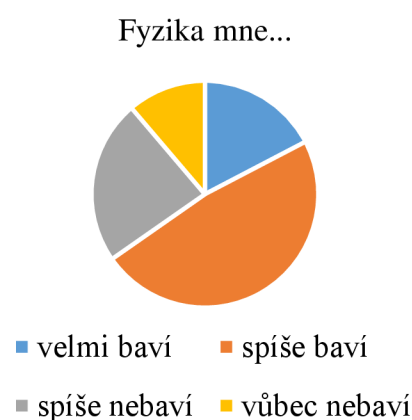
Motivace žáka ke školní práci obecně i k řešení fyzikálních úloh je velmi různorodá – může jít o osobní zaměření, situační motivaci, kdy žák vidí učivo jako užitečné v dané situaci, momentální zaujetí,[05] či vnější motivaci pomocí odměn a trestů. Hrabal a Pavelková [06] uvádějí Atkinsonovu dvojici motivů – potřebu dosáhnout úspěchu a potřebu vyhnout se neúspěchu. Spolu s nimi hrají roli strach a úzkost a demotivující faktor nudy, související mj. s monotónností školní práce. Následkem je pak jak frustrace žáka, tak frustrace učitele.

Ve výzkumu vedeném Leošem Dvořákem v čele kolektivu z Matematicko-fyzikální fakulty UK provedeném v letech 2006 – 2008 byly zjišťovány preference žáků ve výuce fyziky: proč se učí fyziku, co je na fyzice baví a co by při výuce chtěli dělat. Výzkumu se zúčastnilo 1886 žáků 84 tříd ze 42 základních škol (dále ZŠ) a víceletých gymnázií ze všech 14 krajů České republiky. Ze 14 nabízených činností se řešení slovních úloh umístilo na posledním místě a jako jediné mělo podprůměrné hodnocení. Žáci naopak preferovali manuální činnosti, práci s informační technikou a vlastní badatelskou činnost [07]. Žáky ZŠ a nižšího gymnázia (dále NG) přitom fyzika častěji baví, než nebaví:

Tabulka 1 – obliba fyziky u žáků ZŠ a NG

Fyzika mne...	počet žáků	podíl
hodně baví	313	17 %
spíše baví	894	47 %
spíše nebaví	437	23 %
vůbec nebaví	215	11 %

Obr. 0.1: Graf oblíbenosti fyziky u žáků ZŠ a NG. Podle [07] upravil autor.



Celkem 64 % žáků ZŠ a NG tedy uvádí pozitivní hodnocení. Výrazně negativní hodnocení uděluje předmětu jen desetina žáků.¹ Více než 60 % žáků se přitom domnívá, že fyziku bude v budoucím životě potřebovat, v případě chlapců více než u dívek [07]. Fyzika je však hodnocena o něco negativněji než biologie. Motivace k učení se fyzice je nejčastěji vnější (žák chce dobré hodnocení). Průzkum provedený v roce 2007 potvrzuje výsledky výzkumu provedeného v letech 2004–2005 [07].

Výsledky průzkumu MFF UK ukazují potřebu zlepšit motivaci žáků k řešení fyzikálních úloh. K dosažení tohoto cíle může být více cest, jednou z nich je změnit podobu slovních úloh a jejich aplikaci ve výuce. Alternativou by např. bylo řešení úloh výrazně zredukovat, resp. zcela opustit, což se jeví nežádoucí vzhledem k významu, který ve fyzice mají fyzikální veličiny, jejich měření a kvantifikovatelné vztahy, a bylo by i v rozporu s platným *Rámcovým vzdělávacím plánem pro základní vzdělávání*, vzdělávací obor *Fyzika*. Rámcový vzdělávací plán např. hned v prvním tematickém celku *Látky a tělesa* uvádí mezi očekávanými výstupy bod „využívá s porozuměním vztah mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických

¹ Žáci středních a vyšších odborných škol dle výzkumu vnímají fyziku výrazně méně pozitivně.

problémů“ [04]. Fyzikální úlohy jsou rovněž jednou z nejdůležitějších aplikací učiva matematiky na základních školách a nižších gymnáziích. Je tedy třeba učinit úlohy pro žáky srozumitelnější, resp. zajímavější, což může být realizováno různými prostředky, mezi které patří i zvýšení srozumitelnosti úloh a úspěšnosti žáků při jejich řešení, tak atraktivitou tematiky úloh a formou jejich zadávání, mj. vyšší pestrostí forem. Jsem přesvědčen, že vhodné zadání úlohy motivaci zvyšuje, a že tím roste i úspěšnost při řešení. Právě tento předpoklad byl východiskem při tvorbě úloh, které jsou praktickým vyústěním této práce a jejichž efektivita použití při výuce byla testována.

Experimentální výuka, není-li experiment nahodilý nebo krátkodobý, reflektuje změny ve školství i ve společnosti. Úlohy s motivačním zadáním, které byly vlastním podnětem k sepsání práce a provedení výzkumu, vznikaly řadu let a postupně se mírně měnily. V průběhu práce na zadání úloh jsem na základě sebraných zkušeností revidoval některé svoje postoje, mimo jiné i v souvislosti s mimořádnou situací spojenou s šířením viru COVID-19 v roce 2020. Základní myšlenka práce se však nezměnila, stejně jako se nezměnila stavba a rozvržení nově vytvářených úloh.

Motivačně zadané úlohy vznikaly v průběhu mé výuky na třech pracovištích: na základní škole s rozšířenou výukou jazyků v Hradci Králové na třídě SNP v letech 1996 – 2013, na Prvním soukromém jazykovém gymnáziu v Hradci Králové v letech 2001 – 2014 a na Gymnáziu Josefa Ressela v Chrudimi od roku 2015. Všechny školy měly vyšší podíl žáků s vysokou úrovní aspirací, byť na prvně uvedené základní škole se z různých příčin jejich podíl v pozdějších letech snížil. Prvotním důvodem k tvorbě motivačně pojatých úloh byla potřeba motivovat žáky zaměřené spíše na studium jazyků a humanitních oborů, s nimiž jsem se často setkával vzhledem k jazykovému zaměření prvních dvou pracovišť, a u nichž se projevovala zvýšená potřeba vyhnout se neúspěchu [06]. Gymnázium v Chrudimi je všeobecně zaměřeno, projevují se však změny v preferencích a životních zkušenostech dětí z cílové skupiny vlivem změn ve společnosti.

Vymezení cílů práce a cílové skupiny

Tato práce se zabývá výukou fyziky na základní škole a v odpovídajících ročních víceletého gymnázia, zejména v 7. a 8. ročníku základní školy nebo odpovídajících ročnících gymnázia. Vytvořené úlohy jsou určeny pro žáky základní školy a příslušných ročníků víceletých gymnázií. Na žácích této věkové kategorie byla také práce testována.

Cílová věková skupina byla zvolena proto, že jsem se touto skupinou během své kariéry nejvíce zabýval. Na základě zkušenosti i obecných zákonitostí vývoje duševního jedince a rozvoje jeho kognitivních schopností považuji tento věk za klíčový ohledně vytváření postoje k předmětu fyziky. Zároveň mám pozitivní zkušenost s motivací žáků dané věkové skupiny ke studiu nebo alespoň s odvrácením hrozby demotivace. V současné situaci, kdy zájem o studium přírodovědně-technických oborů nedosahuje potřebné úrovně, má i tento minimální cíl podle mého mínění význam.

Jak již bylo řečeno, práce je zaměřena prakticky, po celou dobu akademické kariéry jsem aktivním učitelem na cílovém stupni škol. Z toho vyplývá způsob provedení práce a výzkumu, který je reflexí aplikace motivačně zadaných úloh ve vyučování. Protože cílem při tvorbě úloh bylo zlepšit postoj žáka k výuce a v důsledku toho zlepšit i úroveň jeho dovedností, byla zvolena kombinovaná forma diagnostiky – porovnání úspěšnosti v pretestu a posttestu a poté anketa týkající se postojů žáka k fyzikálním úlohám.

V teoretické části práce čerpá z pramenů týkajících se cílové věkové skupiny, ale i obecněji zaměřených psychologických a didaktických publikací. V některých pasážích jsou použity i učebnice pro manažery, neboť vedení pracovního kolektivu je nedílnou složkou práce učitele a i když psychologie dítěte se od psychologie dospělého pracovníka v některých ohledech liší, řada zákonitostí je aplikovatelná bez ohledu na věk. Praktická část se v některých aspektech inspirovala metodikou výuky cizích jazyků (zejména angličtiny), která je značně propracovaná a rovněž přináší výukové metody použitelné mnohem obecněji.

Struktura práce

Cílem první části práce je vybudovat teoretickou základnu k pasáži o motivačně zadaných úlohách a pozdější praktické aplikaci. Zabývá se metodikou řešení fyzikálních úloh a motivací z obecně psychologického hlediska.

Druhá část práce aplikuje myšlenky z předchozí části na zadání fyzikálních úloh a vymezuje kategorie motivačně zadaných úloh.

Třetí část analyzuje a porovnává vybrané fyzikální učebnice z hlediska druhu zadání úloh.

Ve čtvrté části je popsána metodika a průběh výzkumu. Jsou uvedeny vytvořené sady úloh, sady kontrolní a testy sloužící pro diagnostiku před a po aplikování sad úloh.

V páté části je provedena analýza získaných dat pomocí statistických metod.

Šestá a poslední část obsahuje zobecnění zkušeností z experimentu včetně diskuze a jsou v ní vysloveny závěry s příslušnou diskuzí.

1. Fyzikální úlohy

Tato kapitola zahajuje teoretickou část práce, jejímž záměrem je podat stručný přehled základních poznatků a přístupů k motivaci, vymezit základní pojmy a analyzovat je.

1.1 Vymezení kategorií a pojmů

Definovat pojem „fyzikální úloha“ není snadné, byť učitelé i žáci zpravidla intuitivně chápou, co je tímto termínem míněno. Emanuel Svoboda definuje fyzikální úlohu jako *formulaci požadavku na činnost žáka, kterou plní (provádí) za daných předpokladů a podmínek, a to poměrně složitou a bohatě strukturovanou aktivitou, tvůrčí činností* [08].

Vaculová, Trna a Janík vyčleňují fyzikální úlohy jako specifickou podmnožinu úloh učebních, když učební úlohu definují velmi široce jako téměř jakýkoli podnět, který učitel předkládá žáků k dosažení určitého učebního cíle. Ztotožňují učební úlohu a úkol jako to, co *od žáka vyžaduje řešení* [09]. Fyzikální úloha je pak *slovně formulovaný podnět k činnosti žáků, vyjádřený textem úlohy* [10]. Pro účel této práce je třeba definici pojmut širěji a zahrnout i podněty formulované např. graficky. Mezi fyzikální úlohy opět pro účely práce zahrňme pouze kvantifikovatelné učební úlohy ve výuce fyziky.² Výsledkem řešení úlohy je pak číselně vyjádřená hodnota fyzikální veličiny [09] s příslušnou jednotkou, případně její uplatnění do specifické fyzikální situace, např. odpověď typu „*Jízda potrvá 1,5 hodiny, Věra představení nestihne.*“

Fyzikální úloha obsahuje dvě základní části:

- 1) **popis situace a údaje potřebné k řešení**, včetně číselných údajů
- 2) **otázka nebo pokyn dávající podnět k řešení a vymezující cíl** [08]

Ve školní praxi je popis situace zpravidla zjednodušen, aby bylo žákům usnadněno vytvoření fyzikálního modelu, aby jejich pozornost nebyla zahlcována a aby výrazové prostředky byly přizpůsobeny intelektovým možnostem žáků daného ročníku. Obvykle provádíme **redukci zanedbáním vedlejších vlivů** (soustředíme se na hlavní zkoumaný efekt, např. u pohybu zanedbáváme vliv odporu vzduchu) a **redukci nedostatečnou pojmovou diferenciací**, kdy se blížíme přirozenému jazyku (např. nerozlišujeme mezi gravitační a setrvačnou hmotností).[06] Často vytváříme model idealizovaný (např. když předpokládáme rovnoměrný pohyb dopravního prostředku na úseku v měřítku desítek metrů nebo dokonce kilometrů). Otázku nebo pokyn je třeba formulovat tak, aby byly žákům srozumitelné přímo ze zadání.

Úlohy mohou mít **úplné zadání**, které obsahuje všechny potřebné údaje, nebo **zadání neúplné**, které vyžaduje, aby byly některé údaje zjištěny v externích zdrojích (problémové úlohy) nebo řešeny odhadem.

² Dle mé zkušenosti právě kvantifikovatelné úlohy vyžadují zvýšení motivace k řešení.

Fyzikální úlohy můžeme dělit podle různých kritérií:

- podle složitosti (jednoduché, komplexní...)
- podle míry abstrakce (obecné, konkrétní...)
- podle účelu (výkladové, procvičovací, zjišťovací/badatelské ...)
- podle způsobu, formy zadání (zadané textem, graficky...)
- podle způsobu řešení (řešené heuristickým rozhovorem, numericky, algebraicky, geometricky, graficky...)
- podle fáze výuky (motivační, expoziční, fixační, diagnostické a aplikační) atd.

Mezi jednotlivými kategoriemi pochopitelně existují přechodné formy.

Pro účely této práce byly odlišeny „motivačně zadané fyzikální úlohy“. Svoboda [07] jako příklad motivační úlohy uvádí zadání:

Spěchám ráno do školy. Uvařil jsem si 2 dcl horkého čaje (90 °C). Kolik mléka právě vyndaného z chladničky (5 °C) musím přilít do čaje, abych mohl čaj s mlékem hned vypít?

Motivačními prvky jsou zde vazba na každodenní zkušenost žáka a praktická problémovost situace, případně možnost ověření experimentem. V dalším textu budou ukázány další možnosti zadání fyzikálních úloh tak, aby motivační stránka byla podpořena.

1.2 Fáze řešení fyzikální úlohy

Řešení fyzikálních úloh je neoddělitelnou součástí výuky fyziky, kdy je důležitý jak získaný výsledek, tak samotný proces řešení, při němž je rozvíjena řada kompetencí, jak bude uvedeno v příští kapitole. Konkrétní podoba procesu řešení je individuální, přičemž záleží na osobnostních vlastnostech žáka. Míra volnosti žáka při „individualizaci“ procesu řešení roste se složitostí úlohy, kdy se nabízí více cest k jednomu cíli, naopak jednoduché úloha typu „Kamenný kvádr o tíze 200 N má podstavu o ploše 0,04 m². Jakým tlakem působí kámen na podložku?“ nabízí jen velmi omezenou volnost při postupu řešení. Někdy je postup řešení přímo dán formou zadání úlohy (např. při jednoduchém čtení z grafu).

Při řešení fyzikální úlohy žák postupuje v několika krocích či fázích.

Fáze řešení fyzikální úlohy podle Volfa[11] (kráceno autorem pro účely této práce, nezkrácené znění obsahuje Příloha 1):

- 1) první čtení
- 2) rozbor situace a vytvoření modelu
- 3) návrh řešení
- 4) výpočet nebo jiný způsob řešení
- 5) vyhodnocení výsledku

Svoboda člení řešení na

- 1) *fázi orientační a analytickou*, při níž probíhá

- čtení textu a výběr opěrných bodů
 - zápis hodnot, faktů...
 - náčrt situace
 - fyzikální analýza situace, nejdůležitější a zároveň nejobtížnější krok při řešení
- 2) *fázi strategickou a operační*, kdy probíhá
- obecné řešení
 - určení jednotky výsledku
 - numerické řešení
 - konstrukce grafu apod.
- 3) *fáze verifikační*, kdy probíhá
- kontrola správnosti
 - konfrontace s praxí
 - vyhodnocení, „co nám úloha přinesla“
 - formulace odpovědi [08]

V *Pedagogickém slovníku* [09] je uveden postup

- 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*

Svoboda i Volf [08] [11] zdůrazňují potřebu maximální pozornosti při čtení úlohy a pochopení fyzikálního problému. Právě otázka čtení zadání je jedním ze zásadních úkolů, kterými se zabývá tato práce. Pro zápis úlohy oba autoři doporučují použití zavedených značek veličin, tj. přechod do metajazyka v přehledné a jasné formě. Při rozboru je třeba využít zkušenosti žáka, ať už s námětem, nebo způsobem řešení, zjednodušit úlohu, vytvořit fyzikální model a provést bilanci známých údajů, případně dohledat nové.

V podmínkách základní školy nebo nižšího gymnázia žáci někdy nepoužívají obecné řešení, případně obecné řešení splývá s numerickým. Jednotka výsledku je dle mých zkušeností žákem často stanovena až na samém konci výpočtu. Nepovažuji tento fakt za závažný problém, pokud žák správně určí jednotku výsledku a zapíše ji, stejně jako ji uvede v odpovědi. Doporučuji použít pragmatické hledisko, kdy zápis má být proveden tak, aby byl především věcně správný a použitelný k řešení i k následné domácí přípravě žáka s přihlédnutím k individuálním učebním strategiím jednotlivce. K obecnému řešení je třeba vést žáka tak, aby forma nepřevážila nad obsahem a nedošlo k demotivaci vlivem negativní zpětné vazby kvůli formálním nedostatkům v zápise fyzikálně správně řešené úlohy.

Tato práce se zabývá především prvním a druhým krokem Volfova řešení fyzikální úlohy – *prvním čtením a rozбором situace s vytvořením modelu*, resp. první fázi modelu Svobodova.

Třetí a čtvrtý bod dle Volfa, resp. druhá fáze dle Svobody jsou předmětem *scaffoldingu* v případě, kdy je žák veden při řešení úlohy po jednotlivých krocích, jak bude ukázáno ve čtvrté kapitole.

1.3 Cílové kompetence

V Rámcovém vzdělávacím plánu pro základní vzdělávání schváleném Ministerstvem školství ČR je kladen význam na získání klíčových kompetencí – učivo je chápáno jako prostředek k jejich osvojení ve smyslu *činnostně zaměřených očekávaných výstupů, které se postupně propojují a vytvářejí předpoklady k účinnému a komplexnímu využívání získaných schopností a dovedností.*[02] Jde o

- **kompetence k učení**
- **kompetence k řešení problémů**
- kompetence komunikativní
- kompetence sociální a personální
- kompetence občanské
- kompetence pracovní

Při řešení fyzikálních úloh jsou komplexně rozvíjeny především zvýrazněné kompetence k učení a k řešení problémů,[12] k nimž přistupují prvky z kompetencí komunikativních.

Osvojená **kompetence k učení** mj. znamená, že žák

- vybírá a využívá pro efektivní učení vhodné způsoby, metody a strategie, plánuje, organizuje a řídí vlastní učení, projevuje ochotu věnovat se dalšímu studiu
- vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení, propojení a systematizace je efektivně využívá
- operuje s obecně užívanými termíny, znaky a symboly, uvádí věci do souvislostí, propojuje do širších celků poznatky z různých vzdělávacích oblastí a na základě toho si vytváří komplexnější pohled na přírodní jevy
- získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry
- poznává smysl a cíl učení, má pozitivní vztah k učení, posoudí vlastní, kriticky zhodnotí výsledky svého učení

Z hlediska fází řešení úlohy podle Svobody [08] je fáze orientační a analytická vyjádřena např. ve druhém bodě, fáze strategická a operační v prvním bodě a fáze verifikační ve čtvrtém bodě výčtu, soubor dovedností potřebných k řešení fyzikální úlohy však pokrývá celou jeho šíři.

Osvojená **kompetence k řešení problémů** mj. znamená, že žák

- rozpozná a pochopí problém, promyslí a naplánuje způsob řešení problémů a využívá k tomu vlastního úsudku a zkušeností

- vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky, využívá získané vědomosti a dovednosti k objevování různých variant řešení, nenechá se odradit případným nezdarem a vytrvale hledá konečné řešení problému
- samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy
- ověřuje prakticky správnost řešení problémů a osvědčené postupy aplikuje při řešení obdobných nebo nových problémových situací, sleduje vlastní pokrok při zdolávání problémů

Již v prvním bodě se vyskytuje fáze orientační a analytická i fáze strategická a operační, fáze verifikační v bodě čtvrtém, jednotlivé fáze prolínají i do ostatních bodů.

Komunikativní kompetence popisují stav, kdy žák mj.

- formuluje a vyjadřuje své myšlenky a názory v logickém sledu
- rozumí různým typům textů a záznamů, obrazových materiálů

Zde je třeba zmínit důležitost správného zápisu zadání i řešení úlohy (druhý bod) a správného čtení zadání (první bod) včetně zadání obrazového (grafického). Celkově je řešení fyzikální úlohy neoddelitelnou součástí získávání kompetencí ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda.

Vzdělávací cíle a očekávané výstupy podle RVP

V oddílu „*Cilové zaměření vzdělávací oblasti*“ pro vzdělávací oblast „*Člověk a příroda*“ podle aktuálního *Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání* (2013) se uvádí:

Vzdělávání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka např. k:

- *zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím (...) různých metod racionálního uvažování*
- *způsobu myšlení, které vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech více nezávislými způsoby*
- *posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů [02]*

Mezi očekávané výstupy předmětu „*Fyzika*“ patří např.:

- *využívá s porozuměním vztah mezi hustotou, hmotností a objemem při řešení praktických problémů (Látky a tělesa)*
- *využívá s porozuměním při řešení problémů a úloh vztah mezi rychlostí, dráhou a časem u rovnoměrného pohybu těles (Pohyb těles)*
- *využívá s porozuměním vztah mezi výkonem, vykonanou prací a časem (Energie)*

- určí v jednoduchých případech teplo přijaté či odevzdané tělesem (Energie)*
- *využívá Ohmův zákon pro část obvodu při řešení praktických problémů*
(Elektromagnetické a světelné děje) [02]

Uvedené cíle a předpokládané výstupy byly vybrány jako ukázka problémů, jejichž řešení ve školské výuce fyziky bývá obvykle prováděno jako řešení fyzikálních úloh. Specifikované vzdělávací cíle předmětu „Fyzika“ jsou pak součástí obecných cílů vzdělávání, uvedených v *Rámcovém vzdělávacím programu*. [02]

1. Motivace a vzdělávací cíle

2.1 Motivace a potřeby žáka ve vzdělávacím procesu

Ve vzdělávacím systému v České republice na počátku 21. století roste role žáka jako organizátora vlastního vzdělávání. Zároveň je žák fakticky zbaven zodpovědnosti za sebe sama, a to nejen z pohledu právního (žák na druhém stupni základní školy je nezletilý), ale mnohdy také ve vlastních očích, kdy žák přisuzuje učiteli neúspěch při své práci i vlastní nedostatek motivace,[06] stejně jako v očích významné části veřejnosti. Přebytek míst na středních školách do značné odstraňuje konkurenci mezi žáky ve třídě a vnější motivace je tím rovněž oslabena. V tomto prostředí se zvyšuje vliv vnitřní motivace žáka.

Lašek charakterizuje **motivaci** jako *označení všech podmínek, které determinují lidskou aktivitu*. Motivace je pak *proces vyvolávání a udržování aktivity a současně regulování způsobu aktivity*. [13] Nakonečný [14] v teorii motivace zdůrazňuje zejména roli různých **motivů**, které *v užším smyslu vyjadřují motivy vědomé záměry a vědomé cílené jednání, v širším smyslu vyjadřují cílené chování vůbec, tj. i nevědomé účely chování*. Nuttin[15] vymezuje motiv jako *faktor aktivity a řízení způsobu chování*. Motivem je buď objekt ve vnějším světě, který u jedince způsobuje pohotovost k chování, nebo vyjadřuje pohotovost samu. Finálním efektem je dosažení stavu uspokojení. Skutečným cílem aktivity není dosažení objektu, ale dosažení vnitřního uspokojení. Chování vyplývá z interakce vnějších objektů a vnitřních stavů. **Motiv vyžaduje vždy stav vnitřní pohnutky, nikoli vnější objekt.**[14]

Podle aktivační teorie je organismus mobilizován k aktivitě emocemi. Emoce se mohou stát motivy, ne vždy je však člověk veden pocitem příjemnosti či nepříjemnosti: *ve většině lidského chování vystupuje do popředí cíl, jeho obsah, nikoli jeho citový doprovod*. [13] Při učení hraje značnou roli v motivaci jedince systém vnitřních odměn. [13] Čáp [16] uvádí tři základní znaky učení:

- 1) učení probíhá jako postupné přibližování k cíli
- 2) učení se uskutečňuje regulačními a autoregulačními mechanismy s využitím zpětných informací
- 3) efektivita učení závisí na vzájemné interakci vnitřních a vnějších podmínek

Mezi vnitřní podmínky patří právě motivace, zejména v situaci, kdy se žák postupně a s vynaložením úsilí přibližuje k pochopení problematiky.

Amotivace je nulovou úrovní motivace. Subjekt vidí úspěch jako nemožný, tudíž nenachází důvod se snažit.³

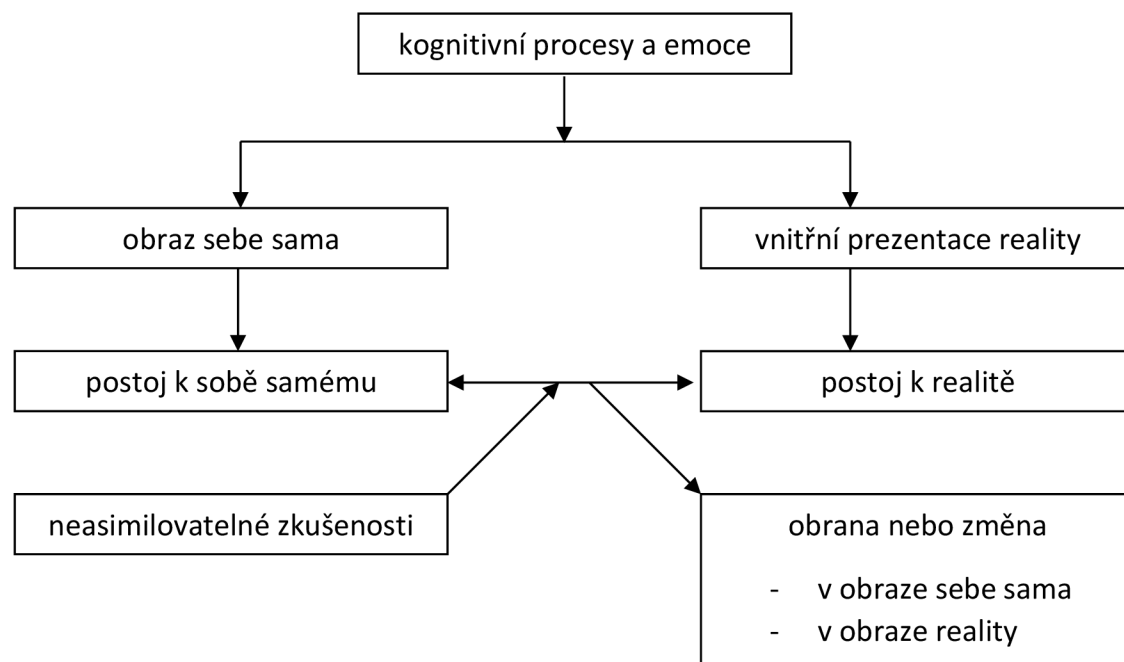
³ Odstraněním amotivace z důvodu „nemožnosti úspěchu“ při řešení fyzikálních úloh se zabývá např. soubor podpurných postupů, tzv. *scaffolding*.

Práh motivace je bodem, od něhož se subjekt může aktivizovat. Tato aktivizace může probíhat jako **externí regulace**: jedinec je donucen **příkazem**, donucením, slibem odměny nebo hrozbou trestu, případně podléhá potřebě nezklamat zvnitřněná očekávání významných druhých (introjekce) [13] a vyhnout se pocitu viny či hanby. **Významní druzí** jsou lidé, s nimiž má osobní zkušenost a od nichž dítě přejímá hodnoty a životní normy, s nimiž se ztotožňuje (rodiče, prarodiče apod.).[17] Pohled na sebe sama si dítě utváří z pohledu významných druhých. Formuje se **představa sebe** („*self-idea*“, představa, jak se jevíme druhým, a představa, jak jsme druhými hodnoceni) a **pocit k sobě** („*self-feeling*“, jako pocit hrdosti či zahanbení).[18]

Práh autonomie je překročen, jestliže subjekt **identifikuje regulaci** jako smysluplnou. Výsledky aktivity jsou pro něj cestou, jak dosáhnout **osobních cílů**. Po **integraci regulace** se stává aktivita důležitou pro **sebecítění** subjektu.

Práh vnitřních odměn je bodem, kdy je dosažena pravá vnitřní motivace. Lašek uvádí tři efekty: **požitek poznávat**, **požitek být stimulován** a **požitek zažít úspěch**.

Není-li dosaženo prahu vnitřních odměn, je činnost jedince motivována zvnějšku. Fakticky nejde o skutečnou motivaci, ale o tlak okolí. První dva typy (externí a introjektovaná regulace) jsou zcela závislé na druhých. Identifikovaná a integrovaná regulace jsou již autonomní, ale stále ve vazbě na významné druhé. V extrémním případě může zejména externí regulace vést k odporu vůči požadované činnosti.[13]

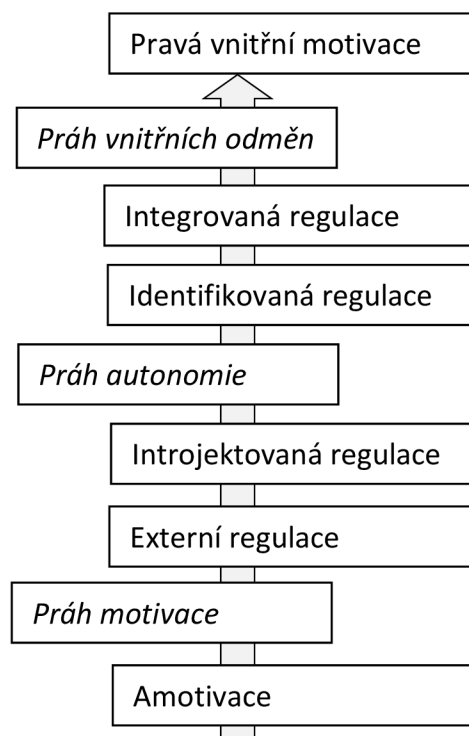


Obr. 2.1: Činitelé v procesu změn vnímání reality i sebe sama jako důsledku kognitivních procesů, upraveno podle Nakonečného.[14]

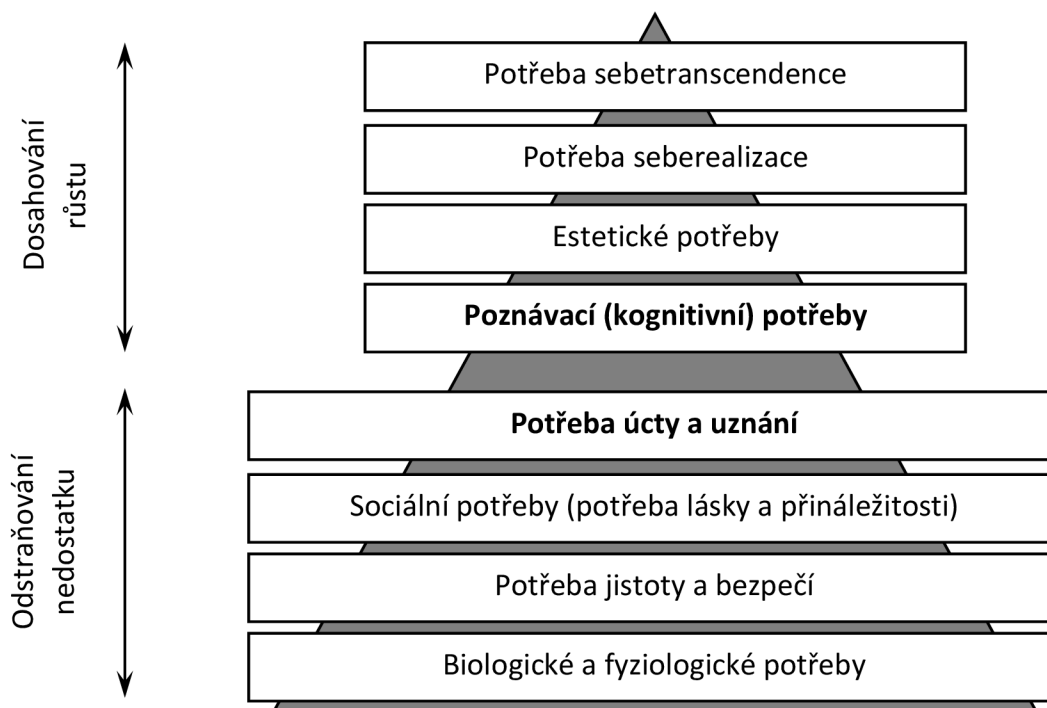
Jedním ze základních východisek pro popis motivace je dnes **Maslowova hierarchie potřeb**, která pracuje s předpokladem, že lidé jsou motivováni určitými potřebami, jejichž uspokojení se snaží dosáhnout. Tyto potřeby tvoří hierarchickou strukturu, která je tvořena dvěma hlavními skupinami: základními **nedostatkovými potřebami**, tj. potřebami **odstranění** nějakého nedostatku (*Deficiency Needs*) a **růstovými potřebami dosažení** něčeho (*Being Values*).[19] Realizace růstových potřeb je přímo podmíněna uspokojením potřeb nedostatkových, avšak všechny potřeby nemusí být zcela uspokojeny.

Ve schématickém znázornění hierarchie potřeb známém jako *Maslowova pyramida* jsou vyznačeny *potřeba úcty a uznání* a *kognitivní potřeby (potřeba poznání)*. Ve školní praxi (starší školní věk) počátku 21. století v České republice jsou právě tyto dvě kategorie motivací dominantní. Rozhraní kategorií nedostatkových potřeb a růstových potřeb signalizuje, že potřebu úcty a uznání lze považovat za vnější motivaci, zatímco potřebu poznání za motivaci vnitřní.

Je nutno dodat, že Maslowova pyramida má více podob, některé zdroje v populárních pramenech [22] uvádějí pouze body *fyzilogické potřeby – potřeba bezpečí, jistoty – potřeba lásky, přijetí, sounáležitosti – potřeba uznání, úcty – potřeba seberealizace*. Maslow [20] ve svém pojetí vychází z pojmů potřeb a frustrace ve smyslu pojetí Freudova nebo Adlerova. Pro účely této práce je vhodné vydělit kognitivní potřeby jako specifickou kategorii, naopak zajištěním fyziologických potřeb nebo potřebou sebetranscendence se zabývat nebudeme.



Obr. 2.2: Úrovně motivace podle Laška, zjednodušenou.



Obr. 2.3: Maslowova hierarchie potřeb, upraveno podle Hájka.[19]

Na vytvoření Maslowovy hierarchie potřeb reagovala řada autorů.⁴ Z nich je na místě zmínit Fredericka Herzberga s jeho **dvoufaktorovou teorií motivace** (*Two-factor theory*) a Victora Vrooma a jeho **teorii očekávání** (*Expectancy theory*).[19] [21]

Tab. 2.1: Herzbergova dvoufaktorová teorie potřeb

faktory	splněno	nesplněno
hygienické	nezaručuje spokojenost	zaručuje nespokojenost
motivační	zaručuje spokojenost	nemusí způsobit nespokojenost

Herzberg [21] vytyčuje dva okruhy – *faktory hygienické* a *faktory motivační*. Ve školní praxi můžeme mezi hygienické faktory řadit např. pracovní podmínky, systém hodnocení, vztahy s učitelem a spolužáky, mezi motivační faktory pak např. úspěch, uspokojení z práce, uznání, odpovědnost, pokrok a osobní rozvoj. Herzbergovu teorii ilustruje připojené schéma.⁵

⁴ Viz Hájek, [19]. V práci uvádím ty přístupy, které mají podle mého názoru přímou souvislost s přístupem k práci žáka na hodinách fyziky.

⁵ Bylo by možno pokračovat diskuzí o otázce korespondence Herzbergovy teorie s nedostatkovými potřebami dle Maslowa, ale svým rozsahem by přesáhla rámeček této práce.

Aplikováno opět do školní praxe, učitel má udělat dvě věci: „*odstranit znechucení*“ (Hájek,[19]) a *zajistit motivaci*. Na příkladu pracovních podmínek ve třídě (hygienický faktor) je patrné, že ani vnitřně motivovaný žák se nedokáže zcela vyrovnat se zhoršeným pracovním prostředím nebo nevyhovujícím systémem hodnocení. Splnění samotných hygienických podmínek však nestačí k motivaci a spokojenosti žáka.

Podle Vrooma [23] je motivace přímo úměrná vnitřnímu přesvědčení o třech faktorech. Jedinec (žák) neustále provádí predikci – odhaduje úspěšnost a důsledky své potenciální aktivity, následně preferuje ty cíle, ke kterým je nejvíce motivován. Tyto faktory jsou:

Valence – přesvědčení o přitažlivosti cíle

Instrumentality – přesvědčení o dosažitelnosti cíle určitým způsobem

Expectancy – přesvědčení žáka, že právě on cíle umí tímto způsobem dosáhnout

Podle Hájka [19] je z praktického hlediska je zkrátka nutné pracovat s přesvědčeními, že:

- cíl existuje
- cíl je žádoucí
- je možné cíle dosáhnout
- právě daný člověk může cíle dosáhnout,
- daný způsob dosažení cíle je vhodný a etický
- daný člověk si cíle dosažení zaslouží

Tuto formulaci jsme modifikovali z hlediska tématu naší práce. Aplikováno do pedagogické praxe, motivace k výkonu nastává, jestliže:

- 1) žák je přesvědčen o tom, že úlohu stojí za to řešit (*valence*)
- 2) žák má představu, jakým způsobem úlohu vyřešit (*instrumentality*)
- 3) žák věří tomu, že pokud bude pracovat správně, úlohu vyřeší (*expectancy*)

Bod 1) souvisí s motivací žáka, bod 2) s jeho představivostí, logickými schopnostmi, znalostmi a vštípenými dovednostmi. Bod 3) je kombinací psychologického faktoru (sebevědomí žáka) a vedení učitelem – nácviku. Při nácviku řešení úloh je vhodné žáka „navyknout vítězit“ (pozitivní posilování podle Skinnera) zvolením vhodných výukových metod zvyšujících úspěšnost řešení, např. scaffoldingu.

Dílo behavioristy Burrhuse F. Skinnera [24] je v pracích o motivaci hojně citováno, zejména jeho **teorie pozitivního posilování**. Vychází z předpokladu, že učení probíhá na základě posilování, resp. oslabování daného modelu chování – operantu.

K **posilování chování** (tj. zvýšení pravděpodobnosti jeho opakování) dochází, jestliže

- vede k odměně – pozitivní posilování chování
- vede k odstranění nežádoucího vjemu nebo pocitu – negativní posilování chování

K oslabování chování (tj. snížení pravděpodobnosti jeho opakování) dochází, jestliže

- po chování nenásleduje posílení, odezva je neutrální – chování vyhasíná
- po chování následuje trest – člověk se chování aktivně vyhýbá [19]

Odměnou je míněn jakýkoli pozitivní vjem včetně např. pocitu uspokojení, pocitu hrdosti nebo pochvaly. Z hlediska této práce mají pro motivaci k řešení fyzikálních úloh význam všechny tři, jako vnitřní motivace slouží zejména uspokojení zvědavosti nebo uspokojení z vyřešení úlohy, je-li vnímáno jako nesamozřejmý úspěch, tj. úloha není z hlediska žáka triviální. Protože v praxi primární motivace (zájem o fyziku jako obor, případně o obsah konkrétní úlohy) z různých příčin lze jen obtížně dosáhnout u všech žáků, musí ji ve výuce aspoň částečně zastoupit motivace sekundární, např. pochvala. Sekundární motivací je i zaujetí formou úlohy, alespoň z hlediska hlavního vzdělávacího cíle – osvojení přírodovědného způsobu uvažování a patřičných dovedností. Primárním cílem žákovy práce z hlediska výuky je obsah a dovednosti k jeho řešení použité, resp. osvojené, nikoli forma zadání práce, která je jen prostředkem. Přitažlivou formou je žák „odměňován“ za duševní námahu při řešení úlohy, k němuž ve skutečnosti není vnitřně motivován. Podle Hájka [19] (primárně) *motivovaný je ten, kdo chce danou věc udělat bez ohledu na vnější stimul*, z našeho hlediska bez ohledu na formu zadání úlohy. Prostřednictvím této sekundární motivace může za příznivých okolností nastat motivace skutečně vnitřní, kdy se žákovi začne řešení úloh líbit nebo je odstraněn blok (např. strach z neúspěchu). Vytvoření pozitivního vztahu k práci na fyzikálních úlohách z libovolného důvodu je motivační ve smyslu pojetí Maslowova (např. odstranění strachu z neúspěchu – potřeba bezpečí, zaujetí formou – estetické potřeby) i Skinnerova, případně je účinnou prevencí skinnerovského vyhasínání, když odstraňuje pocit nudy – „smrtného hříchu učitele“.

2.2 Taxonomie vzdělávacích cílů a řešení fyzikálních úloh

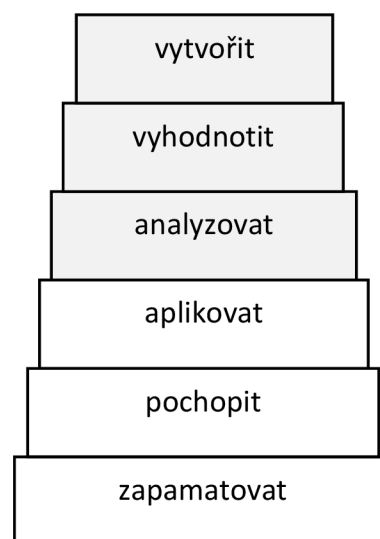
Při nejobecnějším pohledu na vzdělávací cíle nejen základního vzdělávání v ČR je v současnosti dominantním hlediskem Bloomova taxonomie vzdělávacích cílů.[26] [27] Benjamin Bloom vytyčil tyto základní kroky v učení, jejichž realizace je zároveň splněním postupných cílů vzdělávání.

Původní Bloomova taxonomie:

- 1) **znalost** (*knowledge*) – zapamatování představ, modelů či faktů a jejich následného rozpoznání nebo vybavení si
- 2) **pochopení** (*comprehension*) – porozumění doslovnému sdělení, nutná podmínka dalších kroků
- 3) **aplikace** (*application*) – použití informací, které následuje po pochopení

- 4) **analýza** (*analysis*) – rozbor předloženého problému na základní složky a odhalení vztahů mezi nimi
- 5) **syntéza** (*synthesis*) – skládání složek v uspořádaný celek (*pattern*)
- 6) **hodnocení** (*evaluation*) (upraveno dle Vávry,[26])

L. Anderson a D. Krathwohl na přelomu tisíciletí Bloomovu taxonomii modifikovali, viz Tab. 2.2, Vávra [28] resp. Obr. 2.4. Došlo k novému řazení *domény kognitivních procesů* „analyzovat – vyhodnotit – vytvořit“ (šedá pole), ale *doména znalostí* „porozumět – pochopit – aplikovat“ (bílá pole) se nezměnila. V základech konstrukce zůstává porozumění (*remember*).[28]



Obr. 2.4: Bloomova taxonomie vzdělávacích cílů

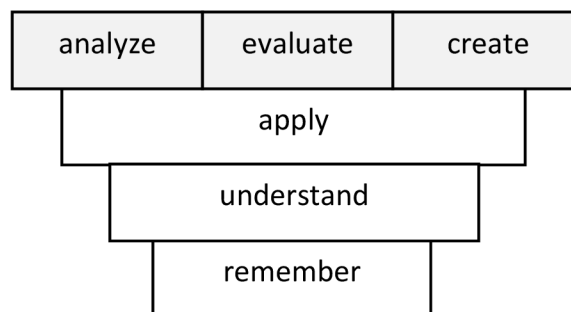
Aplikujme tyto obecné formulace na řešení fyzikálních úloh. Nutnou podmínkou řešení fyzikální úlohy je, aby její první čtení proběhlo s porozuměním. Podle Bloomovy taxonomie jde o druhou fázi, tj. o „porozumění“ (*understand*), resp. „pochopení“.

„Porozumění“ je chápáno ve významu „**Konstruovat význam z výukových sdělení včetně orálních, psaných a grafických komunikací**“.

„Pochopení“ se vysvětluje jako „**překlad z jednoho jazyka do druhého, převod z jedné formy komunikace do druhé, jednoduchá interpretace, extrapolace (vysvětlení)**“.

Ve svém textu „Bloomova taxonomie“ uvádí J. Vávra příklad neefektivní výuky ve fyzice: *První žák (...)čte v učebnici o elektrickém obvodu. V testu na zapamatování si nic nepamatuje, v testu na používání znalostí nedovede použít informace k řešení problému. To je příklad žáka, kterého se nedotkne výuka - "nepolíbený" výukou“ (no learning).*[28]

Příčiny popsání stavu mohou být různé, nepochybně jednou z nich může být i nedostatek vnitřní motivace. V textu se připomíná, že „**pamatovat si (nejnižší úroveň v dimenzi kognitivních procesů) znamená (...) vyvolávat/vybavovat si relevantní znalosti z dlouhodobé paměti, pamatovat si, co se učilo. Haskell (2001) zdůrazňuje, že ti, kdo si nepamatují, co bylo/se učilo, nejsou schopni transferu znalostí.**“.[28]



Obr. 2.5: Revidovaná Bloomova taxonomie podle Andersona a Krathwohla, upraveno podle Vávry.[28]

Bloomova taxonomie není jedinou hierarchií vzdělávacích cílů, jak demonstruje Tab. 2. Kromě původní a revidované hierarchie vzdělávacích cílů jsou uvedeny afektivní a psychomotorické cíle. Hierarchie je zachována, tj. nejnižší cíle jsou v dolní části tabulky. Z tabulky je zřejmé, že *zapamatování, vnímání* či *přijímání (vnímavost)* je jako základní úroveň nutnou podmínkou k budování vyšších cílů vzdělávacího procesu. Tím opět vyvstává nutnost pozorného čtení úlohy včetně myšlenkového, případně písemného záznamu poskytnutých informací.

Tab. 2.2: Taxonomie vzdělávacích cílů podle jednotlivých autorů. Tabulka Vávra.[28]

Kognitivní (1956)	Kognitivní (2001)	Afektivní	Psychomotorické
<i>(Bloom, 1956)</i>	<i>(Anderson & Krathwohl, 2001)</i>	<i>(Krathwohl, Bloom and Masia (1964)</i>	<i>(Simpson, 1972), In Fontana, 2003)</i>
Hodnotové posuzování	Tvořit	Integrace hodnot v charakteru	Vytváření nových dovedností
Syntéza	Hodnotit	Integrovaní hodnot (organizace)	Přizpůsobování
Analýza	Analyzovat	Oceňování hodnoty	Automatizace složité dovednosti
Aplikace	Aplikovat	Reagování	Automatizace jednoduché dovednosti
Porozumění	Porozumět/chápat	Přijímání (vnímavost)	Řízené odezvy
Zapamatování	Zapamatovat	-	Zaměřenost
-	-	-	Vnímání

Podle mých zkušeností je příčinou řady selhání při řešení fyzikálních (i matematických) úloh samotné první čtení, kdy žák nevěnuje úkolu dostatečnou pozornost. Vnímání je narušeno, základní stupeň taxonomií není dostatečně vybudován, práce je předem odsouzena k neúspěchu z hlediska posilování zaváděných či procvičovaných dovedností. Nastává případ „no learning“.

Odlišnou situací je další častý případ, když žák sice čte, chce pracovat, ale není schopen přečtené informace zpracovat, nevytvoří správný model. Fakticky nejde o čtení s porozuměním – žák textu rozumí jen formálně. Domnívám se, že vhodným způsobem zadání úloh lze snížit počet žáků, kteří jsou neúspěšní v řešení fyzikálních úloh z obou uvedených příčin.

2. Motivačně zadávané slovní úlohy

3.1 Vnitřní a vnější motivace žáka k řešení fyzikálních úloh

V minulosti jsem se zabýval mezi zejména laickou veřejností rozšířeným tvrzením, že pro žáky vytyčené věkové kategorie je při výuce přírodních věd (tedy i fyziky) dominantní motivací využitelnost poznatků v praxi.[29] Na základě nejen vlastních zkušeností a neformálních průzkumů jsem přesvědčen, že motivační kritéria žáků pro řešení úlohy či studium fyziky obecně jsou jiná, mnohem různorodější, a že motivaci žáka k řešení fyzikální úlohy lze výrazně ovlivnit vhodným zadáním této úlohy, ať už po formální, nebo obsahové stránce. Kakalios [30] v knize *Fyzika superhrdinů* uvádí: „Je zajímavé, že jakmile začnu během přednášky citovat komiksové časopisy, nikdy se žádný ze studentů nepozastaví nad tím, k čemu mu něco takového bude v ‚normálním životě‘. Očividně každý z nich po promoci plánuje ochraňovat Gotham před všemožným nebezpečím a nosit při tom hodně upnutý kostým“.⁶ Šumavská [32] naopak píše: „Žáci musí vidět sepětí učiva s praxí. (...) Má-li žák pocit, že školní učivo má svůj odraz v praxi, je ochoten se více věnovat i teorii.“ Zde je vhodné upozornit na možnou odlišnost v přístupu pragmaticky orientovaných učňů a žáků průmyslových škol na straně jedné a např. gymnazistů na straně druhé. Podle mých zkušeností je naopak žák ochoten věnovat se i tématu zcela nepraktickému, pokud jej zaujme svou atraktivitou, nebo pokud je zaujat formou úlohy. Další text vychází z pojetí Kakaliosova a z uvedené vlastní zkušenosti.

Základní motivací žáka k řešení fyzikální úlohy by měl být zájem o předložený problém nebo touha pochopit učivo (vnitřní motivace). V praxi to často neplatí, někteří se nezajímají o předloženou problematiku, případně o fyziku jako obor či vůbec o přírodní vědy. Tito žáci řeší úlohy, protože to dostali za úkol, doufají ve zvýšení školní úspěšnosti ve formě hodnocení známkou nebo v pochvalu ze strany učitele či rodičů (vnější motivace). Řešení je pak mnohdy formální. Žák v tom případě neuvažuje nad tím, zda výsledek získaný výpočtem je reálný a správný. Z hlediska zvnitřnění znalostí a dovedností se tato situace výrazně neliší od memorování bez vnitřního pochopení potřebnosti osvojení znalostí (*rote learning*),[26] získané dovednosti rychle vyhasínají. (Zde je třeba odlišit memorování typu *rote learning* od situace, kdy by se žák měl naučit např. jednotky nebo základní vztahy, potřebu osvojení chápe, ale neprojevuje dostatek vůle k učení.)

Jiní žáci zájem o téma školní práce původně vykazují, ale nevyhovuje jim forma nebo průběh vzdělávacího procesu. V případě fyzikálních úloh může jít o stereotypní zadávání úloh stále stejným způsobem. Rutinní práce v takovém případě vyžaduje více volného úsilí a také přináší riziko, že žáci budou vnímat práci pouze jako povinnost – motivace se z vnitřní mění na vnější. Následně klesá pozornost, žáci mají tendenci unikat k jiným myšlenkám.[33] To platí zejména pro procvičování úloh na téma už vyloženého učiva, které je sice nutné k upevnění fyzikálních dovedností, ale zároveň není pro významnou část žáků atraktivní, když nepřináší

⁶ Gotham City – fiktivní město z komiksu o Batmanovi [31]

samo o sobě nové informace. Fixace pozornosti je zejména v tomto případě časově omezená, proto je třeba volit různé formy a metody výuky.[33]

Zvýšení vnitřní motivace žáků k řešení fyzikálních úloh je podle mého názoru jednou z důležitých cest ke zlepšení fyzikálních dovedností. Formální přístup žáků k výuce fyziky je zapříčiněn řadou faktorů – mj. hodnotovou orientací rodiny, žáka a společnosti, specifickými rysy jeho psychiky, průběhem a náplní vzdělávacího procesu nebo způsobem zadání samotné úlohy. Je-li úloha zadána způsobem, který žáka motivuje zajímat se o její výsledek, potom žák pracuje pozorněji, zejména v okamžiku vytváření modelu a analýzy situace. Pozitivní emoce (aktivní, stenické) jako radost nebo zvědavost, zažívané žákem při řešení vhodně zadaných úloh, rovněž zvyšují jeho intelektový výkon. Naopak negativní emoce (pasivní, astenické) jako strach a nuda výkon snižují.[33] Aktivizace různých oblastí žákova myšlení (pravá a levá hemisféra) zvyšuje efektivnost výuky.[04]

Motivovaný žák je vhodně zadanou úlohou zaujat. Volf [34] v článku věnovaném problémovým úlohám se píše: *K tomu, aby řešitel přijal určitý problém za svůj, tedy aby ho řešení problému lákalo, musí se dostat do tzv. problémové situace. Podle psychologů se to může stát tak, že předložené problémy lákají řešitele svou novostí (řešitel se s danou situací ještě nesetkal a proto by chtěl problém vyřešit), nebo svou obtížností (řešitel chce zkusit své vědomosti a dovednosti, zda stačí na vyřešení problému), popř. v procesu řešení se dostává do uzlových bodů řešení, v nichž je třeba, aby se správně rozhodl a postupoval tak ke správnému výsledku svého snažení. Tak je před něho předložen problém jako neodbytná úloha, jejíž řešení nemůže přesunout na jinou osobu, ale musí mobilizovat své myšlení, přičemž je nucen použít určitou strategii, kterou si v procesu řešení modifikuje, a to podle zaměření či obtížnosti zadaného problému.* Volf zde míní především nezvyklou formulaci nebo námět úlohy, zaměřuje se na motivované žáky. My aplikujme tuto myšlenku nejen na problémové úlohy v užším slova smyslu, ale obecně na pestrost forem zadání, u níž předpokládáme motivační působení i na žáky méně talentované či méně vnitřně motivované, kteří jen zřídka vnímají obtížný fyzikální problém jako intelektuální výzvu.

Vztah žáka k předmětu těsně souvisí s jeho vztahem k osobě učitele. Snížení hladiny stresu a redukce nudy je prevencí zhoršení těchto vztahů, které se zpětně odráží na výkonu žáka.[04] Uvolnění v předstresové situaci (například na počátku testu) přináší rovněž prvek humoru, který žáci u učitele oceňují.[04] Domnívám se, že žáci většinou vnímají učitele zadávajícího úlohy v pestřejší škále a v motivační formě pozitivněji. Rovněž výkon žáka se zejména u úzkostných žáků zlepší, sníží či odstraní-li se strach.[05] Vnímání motivačních prvků v zadání jako redukce stresu ze strany žáka je předmětem výzkumu v této práci.

Jsou-li úlohy zadávány výhradně klasicky, hrozí přílišné soustředění žáků na formální proces řešení úlohy. Zautomatizování některých fází řešení úlohy (např. zápisu hodnot s jednotkou) je sice žádoucí, ale při překročení určité hranice hrozí, že se ztratí hlavní poznávací efekt učební úlohy a žáci se tak zaměřují především na výkonovou stránku úspěšného řešení úlohy bez hlubšího porozumění fyzikálním jevům, které jsou obsahovou i vzdělávací podstatou dané úlohy.[09] Motivačně zadané úlohy narušují stereotyp a nutí žáka k pozornému čtení včetně snahy porozumět úloze. Při některých způsobech zadání se jedná o „přepínání“ mezi

jednotlivými způsoby zápisu a vyjádření, tzv. *code switching*. *Encyclopaedia Britannica* charakterizuje *code switching* jako *process of shifting from one linguistic code (...) to another, depending on the social context or conversational setting*. [35] V úzce jazykovém významu (např. přechod mezi anglickým a českým jazykem) se *code-switchingem* při vyučování zabývá metoda CLIL, zde je míněno obecnější hledisko (např. přechod z vyjádření slovního na vyjádření grafické). Na jedné straně znamená *code-switching* pro žáka vyšší nároky na intelektové úsilí, na straně druhé zabraňuje upadnout do stereotypu, aktivizuje žáka.

3.2 Vymezení pojmů

Motivačně zadávanou úlohou se v této práci rozumí fyzikální úloha zadaná formálně nebo obsahově tak, aby žáka motivovala k řešení.

Abstraktně zadanou úlohou se rozumí úloha používající v textu zadání idealizované fyzikální pojmy jako „těleso“, „hmotný bod“.

Konkretizovanou úlohou se rozumí úloha, v jejímž zadání se mluví o konkrétních objektech (tedy ne „těleso“, ale „osobní automobil“ nebo přímo „automobil Škoda Fabia“).

Fyzikální učebnice pro druhý stupeň základních škol a nižší gymnázium používají konkretizovaná zadání úloh zcela běžně, abstraktní zadání je v současnosti v této věkové kategorii spíše výjimkou, jak uvidíme v analýze učebnic. Představa v případě abstraktní úlohy musí být vytvářena zpětně, z abstraktní formy na konkrétní, což je pro děti v cílové věkové kategorii (starší školní věk) poměrně obtížné, a především není využit pedagogicky cenný moment, kdy žák vytváří myšlenkový model konkrétní situace a tím si osvojuje jednu z klíčových fyzikálních dovedností. V další části práce porovnáme zadání téže fyzikální situace pomocí různých forem zadání – jak u klasicky zadaných fyzikálních úloh, a to ve formě abstraktní i konkretizované, tak u úloh zadaných motivačním způsobem.

V průběhu své pedagogické kariéry jsem se setkal se zdánlivě paradoxní skutečností, že část žáků by dala přednost abstrahovanému zadání úlohy – fakticky úloze zcela formální. Zpravidla však šlo o žáky upřednostňující formální učení (*rote learning*), jejichž motivace ke studiu fyziky byla převážně vnější – snaha splnit zadaný úkol s dobrým hodnocením.

Značení úloh v ukázkách a v příloze:

A – úlohy abstraktní

K – úlohy konkretizované

D – úlohy dějové

Z – úlohy zajímavostní

P – úlohy problémové

O – úlohy zadané obrázkem

S – úlohy se scaffoldingem

C – CLIL úlohy

J – jiné způsoby motivačního zadání

V práci je hlouběji rozebrána nejméně jedna úloha u každého typu motivačního zadání. Další ukázky úloh jsou připojeny v příloze. Jednotlivé úlohy jsou číslované. Označení „3A“ tedy znamená abstraktní verzi zadání úlohy číslo 3. Jednotlivé kategorie se mohou prolínat, např. konkretizovaná úloha může být zároveň úlohou motivačně zadanou; v tom případě ji počítáme mezi úlohy s motivačním zadáním.

Ukázka klasicky zadané konkretizované fyzikální úlohy:

Vysokozdvíhací vozík zdvihl paletu se zbožím o hmotnosti 400 kg vzhůru do výšky 2 m. Jakou práci vykonal přitom motor vozíku? Jak se zvětšila polohová energie palety se zbožím v gravitačním poli Země? [36]

3.3 Úlohy motivující obsahem

3.3.1 Zajímavostní úlohy

Jako **zajímavostní úlohu** definujeme fyzikální úlohu, jejíž výsledek přinese žákovi nějakou zajímavou informaci, zpravidla číselný údaj. V ideálním případě se tuto informaci žák dozví až na konci, tj. po úspěšném vyřešení úlohy (např. úloha 2K z ukázky v dalším oddíle není z tohoto pohledu ideální zajímavostní úlohou, protože informace o rychlosti letu útočícího sokola je už v zadání). Výsledek by měl být volen tak, aby byl netriviální (triviální fakt nevzbudí zájem), ale pro žáky dobře představitelný, aby odpovídal přirozené zvědavosti a zájmům žáků vybrané věkové kategorie. Vhodné jsou např. různé rekordy nebo technická data atraktivních strojů či staveb, případně údaje spojené s bezprostředním okolím žáků, nebo události, které jsou aktuálně zmiňovány v médiích, případně kdy jde o společensky diskutovaná témata. (Např. probíhá-li právě v médiích diskuze o jaderné energetice, lze zadat úlohu týkající se získávání energie z uhlí a z uranu, která žákům umožňuje zařadit poznatky do kontextu.) Pomocí zajímavostních úloh je možné i zavádět nové pojmy, jsou rovněž vhodné pro uplatnění mezipředmětových vztahů např. s učivem přírodopisu. Je vhodné zadání zasadit je do kontextu např. historického nebo místopisného. Tím se žákům provazuje učivo fyziky s jinými předměty. To samo o sobě působí motivačně, a zároveň, jde-li o vazbu se školní výukou v jiných předmětech, se rozšiřuje nenásilným způsobem celková suma poskytnutých informací (byť nepřímou) souvisejících s probíraným učivem. Osvědčilo se doplnit zajímavostní úlohy vhodnými ilustračními obrázky, jako je tomu v případě ukázkové úlohy 1Z, neboť námět úlohy nemusí být řadě žáků znám. Z hlediska postupu se zajímavostní úloha řeší běžným způsobem, je v podstatě klasickou konkretizovanou úlohou, která se vyznačuje tematickou atraktivitou.

To, zda je konkrétní úloha zajímavostní, zda je tematicky atraktivní, záleží i na preferencích žáka. Tématu se věnoval výše zmíněný výzkum provedeným kolektivem odborníků z Matematicko-fyzikální fakulty UK, vedeným Leošem Dvořákem.[07] U žáků základních škol a víceletých gymnázií nebyly zjištěny výrazné rozdíly v oblíbenosti jednotlivých fyzikálních oborů. Nejvyššího hodnocení atraktivity dosáhl obor „zvuk“, nejnižšího „atomy a molekuly“. Výzkumníci nabídli dále žákům 33 konkrétních témat. Uveďme některé závěry:

- jako nadprůměrně atraktivní vyšla témata *jak to, že se ocelová loď nepotopí; jestli a jak spolu souvisí elektrina a magnetismus; za jakých podmínek a jak vzniká duha; jak funguje mobilní telefon; k čemu se používá laser; jak funguje obrazovka televize a co je „padající hvězda“*
- dívky zaujaly mezipředmětové vztahy s přírodopisem a estetickými výchovami, např. *k čemu využívají ryby a medúzy „hlasu moře“; jak se využívá rentgen a ultrazvuk v medicíně; proč se obtížně svléká mokré oblečení; jak vzniká zvuk v hudebních nástrojích; za jakých podmínek vzniká duha*
- chlapce zaujaly teoretičtější a techničtější otázky, např. *co to je mechanický oscilátor; k čemu slouží elektrický kondenzátor; jak popsat šikmý vrh matematicky; co je podstatou kvantové fyziky; jak fungují spalovací motory; jak se vyrábí elektrická energie v elektrárnách; jak funguje laser; jak funguje kvantový generátor světla.*
- některá témata zaujala obě pohlaví, např. *jakým způsobem se pohybují planety; kdy vznikl a jak se vyvíjel vesmír; jak funguje digitální fotoaparát; jak zařídit, aby se voda vařila při 30 °C; jak se využívá radioaktivita v archeologii.*

Autoři Dvořákova výzkumu zdůrazňují, že lze nalézt témata **obecně atraktivní** a že tato **témata by měla být ve výuce preferována**.[07]

Výzkum rovněž položil otázku, na co by se žáci chtěli ve výuce fyziky zaměřit. Na základních školách a víceletých gymnáziích byly nadprůměrně hodnoceny tyto tematické okruhy:

- dovednosti užitečné pro život
- principy fungování věcí kolem nás
- témata potřebná k přijímačkám na VŠ
- **zásadní fyzikální objevy**
- **vazby s dalšími obory**
- **aplikace v technice**
- měřicí přístroje a jejich použití
- metody, kterými pracují vědci

Ne všechny okruhy jsou stejně vhodné pro tvorbu fyzikálních úloh, ale zvýrazněné body umožňují snadné vytváření zajímavostních úloh. Naopak historické souvislosti a životy fyziků vyšly v obou částech ankety jako relativně neatraktivní téma.[07]

Při tvorbě úloh jsem vycházel především z vlastních zkušeností, ze zkušeností vedoucího mé práce, případně z konzultací s kolegy. Při analýze učebnic v kapitole 5 bylo uplatněno stejné hledisko. Jako zajímavostní jsou zde zařazeny např. úlohy týkající se vesmíru. Vzhledem

k relativně malému počtu zajímavostních úloh, jak je zřejmé z kapitoly 5, nejví se otázka výběru jako zásadní problém.

Ukázka úlohy:

Téma: Pohyb tělesa, rychlost, dráha a čas

1A – úloha abstraktní

Těleso urazilo za 8 minut a 32 sekund vzdálenost 501 km. Jakou rychlostí se těleso pohybovalo? Převeď na kilometry za hodinu.

1Z – úloha zajímavostní

Rekord pro nejrychlejší pilotované letadlo na světě drží Lockheed SR-71 *Blackbird*. Letadlo tohoto typu urazilo při letu mezi městy St. Louis a Cincinnati v USA vzdálenost 501 km za 8 minut a 32 sekund. Jakou rychlostí se letadlo pohybovalo? Převeď na kilometry za hodinu. [37]



Obr. 3.1: Lockheed SR-71 Blackbird [38]

Řešení úlohy (shodné pro 1A a 1Z):

$$s = 501 \text{ km} = 501\,000 \text{ m}, t = 8 \text{ min } 32 \text{ s} = 512 \text{ s}, v = ?$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{501000}{512}$$

$$v \doteq 979 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3524 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Těleso se pohybovalo rychlostí $3524 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. / Letadlo se pohybovalo rychlostí $3524 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. (Pokud počítáme bez zaokrouhlení, vyjde po převodu hodnota $3522 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.)

Didaktické poznámky

Ve výsledku slovních úloh obvykle vedeme žáky k zaokrouhlení výsledku na dvě nebo tři platné číslice. V případě této úlohy je ale vhodnější použít přesnější výsledek, neboť mohlo jít o rekordní výkon, u něhož jsou důležité i malé rozdíly v dosažených rychlostech. Situaci lze následně využít k diskuzi o měření rekordů a o měřicích technikách obecně.

Let byl uskutečněn 6. 3. 1990. Absolutní rychlostní rekord $3529,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, dosažený na SR-71 dne 28. 7. 1976, není pro tvorbu úlohy tak vhodný, neboť při letu popsáném v úloze je zadána trasa letu mezi dvěma městy v USA, kterou lze vyhledat na mapě. Zjištění dalších údajů lze uložit žákům.

3.3.2 Dějové úlohy

Dějovou úlohou je pro účely této práce míněna úloha, která obsahuje příběh, jehož vyústění je výsledkem úlohy (zpravidla jako výsledek výpočtu, resp. rozboru jeho důsledků). Otázka je položena tak, aby byl žák k výpočtu motivován zájmem o konec příběhu, aby chtěl vědět, „jak to dopadne“. Je vhodné, když příběh obsahuje prvky dramatickosti nebo humoru.

V zadání úlohy můžeme volit reálná data (viz Ukázky úloh, úloha 2K). V řadě případů je ale realita komplikovaná, nehodí se k modelování, nebo jsou data špatně dostupná či neověřitelná. Pokud si nechceme data vymyslet nebo je neúměrně zjednodušit, což by v žácích mohlo vytvářet chybné představy, můžeme v takovém případě volit zadání imaginární situace, např. s formálně pohádkovými rysy. „Pohádkové reálie“ považujeme za obecný pojem, můžeme pracovat nejen s klasickými pohádkami a večerníčky, ale i s moderními příběhy. Kromě princezen a draků lze úlohy „zaldnit“ i postavami z popkultury (např. James Bond, Superman a podobné postavy podle věku dětí a jejich aktuálních zájmů, případně postavy parafrázující reálné lidi známé z médií), které nám dávají při volbě parametrů značnou volnost. Data by měla u zvířat, lidí či strojů zhruba odpovídat reálnému světu, aby nenarušila povědomí o skutečných hodnotách veličin a vytváření odhadu; u evidentně smyšlených objektů (drak z pohádky) je volba zcela na tvůrci úlohy. „Pohádkové reálie“ působí motivačně – děti žijí ve světě příběhů, zprostředkovaných mediálním působením, a tento svět na ně intenzivně emočně působí.[04] „Znamé“ postavy pomáhají zvnitřnit abstrahovaný svět fyzikálních vzorců a pouček, dětem s intenzivnějším emočním prožíváním pomáhají vytvořit spojení mezi racionální přírodovědnou disciplínou a fantazijním světem. Zároveň odstraňují žáky v některých případech pocíťovaný rozpor mezi realitou a zjednodušeným světem fyzikálních modelů, který se může zdát od reality odtržený, jak uvádí Kakalios v knize o fyzice superhrdinů.[30]

Žáci si podle mých zkušeností jsou i při běžné výuce v různé míře vědomi faktu, že reálná příroda či technika jsou odlišné od zjednodušených modelových situací. Přesto je vhodné tuto skutečnost občas připomenout.

Ukázka úlohy:

Téma: Pohyb tělesa, rychlost, dráha a čas

2A – úloha abstraktní

Těleso se pohybuje rychlostí $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Za jakou dobu urazí touto rychlostí vzdálenost 100 metrů?

Didaktická poznámka:

Lze namítnout, že by v zadání podobných úloh mělo být uvedeno „pohybuje se *stálou* rychlostí“. Pro účely výuky v 6. 7. ročníku ZŠ/primě VG je však dostačující tuto skutečnost vyjádřit ve formulaci „*touto* rychlostí“ nebo podmínku stálé rychlosti připomenout ústně. Vycházím zde ze zkušenosti, že není-li řečeno jinak, žáci v této etapě fyzikálního vzdělávání téměř vždy považují rychlost za stálou, mj. i proto, že dosazují jediný jim známý vzorec pro výpočet dráhy z rychlosti a času. Didakticky cenná je i diskuze, kterou buď podnítl učitel, nebo která vznikne spontánně na téma např. „Pohybuje se sokol stále stejnou rychlostí?“, viz úloha 4J.

2K – úloha konkretizovaná

Sokol se při útoku na kořist pohybuje rychlostí $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Za jakou dobu urazí touto rychlostí vzdálenost 100 metrů? [39]

Řešení úlohy (shodné pro 2A a 2K):

$$v = 200 \frac{\text{km}}{\text{h}} \doteq 56 \frac{\text{m}}{\text{s}}, s = 100 \text{ m}, t = ?$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{100}{56}$$

$$t \doteq 1,8 \text{ s}$$

Těleso urazí 100 metrů za 1,8 sekundy. / Sokol urazí 100 metrů za 1,8 sekundy.

Didaktické poznámky:

Úloha vytváří mezipředmětovou vazbu k učivu přírodopisu, resp. přírodovědy. Učitel může posílit mezipředmětový vztah a názornost pomocí promítnutí obrázku nebo videozáznamu útočícího sokola a tím zdůraznit vazbu školní úlohy s reálným světem.

U sokola stěhovavého se uvádí maximální rychlost více než $300 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

2D – úloha dějová

Sokol se při útoku na kořist pohybuje rychlostí $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Vrabec zpozoruje útočícího sokola v okamžiku, kdy je sokol 100 metrů nad ním. Vrabci trvá 1,5 sekundy, než dosáhne úkrytu v křoví. Dokáže vrabec uniknout dravci?

Při řešení úlohy musí žáky kromě postupu popsaného při řešení úlohy 2A ještě porovnat dobu na únik s dobou letu sokola k zemi, provádí tedy další myšlenkovou operaci zaměřenou

na aplikaci výsledku výpočtu do praxe ve smyslu Bloomova „vyhodnotit“. Odpověď je odlišná v důsledku odlišně položené otázky: „Vrabc soku unikne.“

Didaktické poznámky:

Je vhodné nastavit parametry tak, aby kořist s malou časovou rezervou unikla. V opačném případě by bylo nutno diskutovat otázku, zda sokol nemusí v poslední fázi útoku brzdit let, což by výsledek učinilo nejednoznačným nebo sporným, a způsobilo nežádoucí zdržení výuky.

Pro zvýšení emoční angažovanosti v příslušném věku (11 až 12 let) lze ještě dát zvířatům či ptákům jména. Děti pak silněji vnímají úlohu jako jeden z příběhů, na které jsou zvyklé z literatury a filmu. Opět se narušuje bariéra mezi „tím, co máme ve škole“ a ostatními podněty, která u některých dětí dle mých zkušeností vzniká.

Popsaná situace svou dramatickostí vtáhne žáky do děje, emočně je angažuje a vyvolává zájem zjistit, „jak to dopadne“ (Vroom: *valence*). Motivace k řešení úlohy je zvýšena.

3.3.3 Úlohy problémové

Problémovými úlohami se zabývali mj. Kašpar [40] a Volf. Podle Volfa [41] *některé úlohy vyžadují spojit vědomosti z několika částí fyziky, jiné je možné řešit jenom tehdy, když se uváží informace z techniky nebo z dalších přírodovědných disciplín. (...) nelze jen vybrat vhodný fyzikální vztah a "zbavit se" problému.* Tato práce se zabývá výukou fyziky na druhém stupni základní školy, proto je za problémovou úlohu považována taková, která vyžaduje spojování vědomostí z různých tematických celků učiva nebo dokonce z různých školních předmětů, případně zjišťování vzorců nebo údajů, k nimž není žák přímo naveden zadáním, z různých pramenů. V zásadě jde vždy o samostatné uchopení problému, ne o cestu předem danou vyučujícím. Práce může být individuální, párová nebo skupinová podle stavby dané hodiny. Obtížnost je třeba přizpůsobit úrovni dovedností žáků, aby nedošlo k demotivaci následkem opakovaných marných pokusů.

Jak už bylo řečeno výše, obvykle se problémovými úlohami míní téma či způsob zadání úlohy po stránce obsahové, chybějící údaje apod. Tyto úlohy se často vyskytují ve fyzikálních soutěžích.[42] Chybějící informace lze zjišťovat z různých informačních zdrojů, ať už klasických nebo elektronických. V širším slova smyslu lze za problémovou úlohu považovat i úlohu zadanou nezvyklou formou. Protože se naše práce zabývá netradičně zadanými úlohami jako hlavním předmětem zkoumání, považujeme úlohy za problémové podle prvního (obsahového) kritéria. Zahrnul jsem je především do analýzy učebnic, kde tvoří specifickou kategorii úloh mezi převažujícími konkretizovanými klasicky pojatými úlohami.

3.4. Úlohy motivující formou zadání

3.4.1 Scaffolding

Scaffolding (anglicky „*lešení*“) je proces, který zpočátku poskytuje pevné záchytné body, kterých se žák může držet, ukazuje efektivní strategie, které učení usnadní, a postupně nabízí čím dál větší volnost, až nakonec žák danou činnost zvládne zcela samostatně.[43]

Scaffolding v širším slova smyslu může znamenat téměř cokoli, co učitel použije k podpoře výuky. Tejkalová [43] uvádí možnosti:

- aktivace dřívějších znalostí, brainstorming, myšlenkové mapy
- vzbuzení zájmu žáků, mezipředmětové vazby a vazby s realitou, autentické materiály
- **rozložení komplexnější úlohy do dílčích kroků**
- ukázka vzorového řešení podobné úlohy
- nabídnout matici pro odpověď, kam žáci jen dosazují správné výrazy
- nabídnout nápovědu nebo částečné řešení (zejména pro slabší žáky)
- grafy a diagramy
- mnemotechnické pomůcky
- gesta a pantomima
- obrázky, modely, reálné objekty
- použití médií a internetu přímo v hodině

Pro účely této práce bude slovem „scaffolding“ míněno rozložení komplexnější úlohy do dílčích kroků, nápověda umístěná do textu úlohy, případně odkaz na nápovědu např. na internetu. Ukázková úloha je zaměřena na rozložení do dílčích kroků.

Žák může přistoupit k řešení fyzikální úlohy s pocitem „tohle přece nespočítám“, a neinvestuje tudíž do řešení úsilí, které pokládá za marné. To může být způsobeno jeho nechutí pracovat – žák je intelektuálně pasivní, má nízkou *aspirační úroveň*, [04] nebo obavou z neúspěchu, kdy se žák vyhýbá výkonovým situacím z obavy, aby nebyl vnitřně traumatizován neúspěchem. Po neúspěchu obvykle aspirační úroveň dále klesá. [04]

Správně použitý scaffolding, tj. úloha s vedením, koresponduje s Vroomovou teorií očekávání. Žák v textu úlohy fyzicky vidí pomoc ze strany učitele či autora úlohy, očekává (Vroom: *expectancy*) úspěšný výsledek práce, a v důsledku toho pracuje lépe. (Tímto efektem se zabývá výzkum.) Vybudujeme-li u žáka v první fázi výuky tématu pomocí scaffoldingu pocit, že látku dokáže zvládnout, a dovedeme-li jej k úspěchu v prvních úlohách, dosáhneme pozitivního posilování žádoucích postojů ve Skinnerově pojetí. Žák rovněž vidí, že existuje efektivní cesta, jak úspěchu dosáhnout (Vroom: *instrumentality*).

Scaffolding umožňuje řízeně zvyšovat samostatnost při řešení úloh podobného typu, když postupně snižujeme počet podpůrných prvků, a postupným zvyšováním nároků budovat jeho odolnost vůči stresu [04] při řešení úloh zejména u těch žáků, kteří mají sníženou sebedůvěru ohledně úspěšnosti řešení úlohy. Zároveň zefektivňuje vytváření pracovních návyků při řešení

fyzikálních úloh, jejichž určitá automatizace je žádoucí, aby žák mohl mentální kapacitu věnovat na řešení vlastního problému. Žák přirozeně postupuje po škále *anomie – heteronomie – autonomie*, kde podle Kohoutka [04] *anomie* je ve smyslu této práce nedostatek pohotovosti spojovat teorii s praxí, *heteronomie* znamená, že ten, kdo se učí, je způsobilý spojovat teorii s praxí jen za pomoci druhého, a *autonomie* označuje schopnost žáka samostatně teoreticko-prakticky jednat. Žák nemusí být přímo veden učitelem, což usnadňuje individualizaci zmíněného postupu. V neposlední řadě žáci dle mých zkušeností pocítují řešení úloh se scaffoldingem jako snadnější, což činí jejich vztah k vyučované problematice pozitivnějším. Bílek [44] zmiňuje „velmi těsný vztah oblíbenosti předmětu s jeho hodnocenou obtížností“, doslova „oblíbené je to, co není obtížné“.

Lze namítnout, že žáci, kterým je předložena úloha bez scaffoldingu (míněno pojetí scaffoldingu jako „nášlapných kamenů“ k řešení, použité v souboru úloh k této práci), jsou vedeni k vyšší samostatnosti, že jejich přístup je tvořivější, více badatelský, vede k hlubšímu vhledu do problematiky. Jsem přesvědčen, že scaffolding v tomto užším smyslu slova je především pomocí žákům, kteří jsou nejistí při řešení a kteří by úlohu bez scaffoldingu nemuseli vůbec vyřešit. I žákům jinak zdatným při řešení úloh může však scaffolding posloužit jako zpětná vazba nebo k redukci nejistoty, případně pomoci vyřešit úlohu, která je pro ně zcela nová. Vliv a důležitost scaffoldingu jsou zahrnuty v dotazníku pro žáky. Předpoklad, že žáci scaffolding vítají, je v rámci práce ověřován.

Ukázka úlohy:

Téma: Práce, výkon, energie

3A – úloha abstraktní

Těleso se pohybuje vodorovně vpřed s pohybovou energií 315 kJ. Na těleso začne působit brzdící síla o velikosti 5000 N. Jak dlouhou dráhu těleso urazí, než rychlost klesne na nulu?

3K – úloha konkretizovaná

Automobil jede po rovné silnici takovou rychlostí, že má pohybovou energii 315 kJ. Řidič začne brzdit, přitom působí stálá brzdící síla o velikosti 5000 N. Jak dlouhá bude brzdící dráha?

Řešení úlohy (shodné pro 1A a 1K):

$$E_k = 315 \text{ kJ} = 315\,000 \text{ J}, F = 5000 \text{ N}, s = ?$$

$$E_k = W_{\text{brzdící}} = W$$

$$s = \frac{W}{F}$$

$$s = \frac{315\,000}{5000}$$

$$s = 63 \text{ m}$$

Rychlost tělesa klesne na nulu na dráze 63 m. / Brzdná dráha automobilu bude 63 m.

3S – úloha se scaffoldingem

Automobil jede po rovné silnici takovou rychlostí, že má pohybovou energii 315 kJ. Řidič začne brzdít, přitom působí stálá brzdná síla o velikosti 5000 N. Jak dlouhá bude brzdná dráha?

Řešení úlohy:

Znamé veličiny, hledaná veličina:

$$E_k = 315 \text{ kJ} = 315\,000 \text{ J}, F = 5000 \text{ N}, s = ?$$

Vztah mezi pohybovou energií a prací vykonanou při úplném zabrzdění:

$$E_k = W_{\text{brzdná}} = W$$

Vzorec pro výpočet dráhy:

$$s = \frac{W}{F}$$

Výpočet a výsledek:

$$s = \frac{315\,000}{5000}$$

$$s = 63 \text{ m}$$

Odpověď:

Brzdná dráha automobilu bude 63 m.

Tučně vtištěné řádky v řešení jsou předtištěny na pracovním listě nebo je lze promítnout na projektoru, poskytnout žákům v zadání domácího úkolu apod. Netučně řádky jsou identické

s řešením úloh 3A a 3K. Scaffolding neposkytuje úplný návod k řešení, ale usnadňuje myšlenkové operace, trénuje systematickosti a poskytuje nejistému žákovi oporu.

Didaktická poznámka:

Úloha je vhodná k následnému rozboru a k diskusi, provazující učivo fyziky s tématem *Rámcového vzdělávacího plánu „Ochrana života a zdraví na silnicích“*. [02] Učitel může rozebrat vliv rychlosti a hmotnosti ve vzorci pro kinetickou energii, je-li vhodná pedagogická situace. (Parametry situace v úloze jsou nastaveny pro dodávku o hmotnosti 2800 kg jedoucí rychlostí 54 km·h⁻¹.)

3.4.2 Úlohy s prvky metodiky CLIL

Podle Šmidové a kol. [45] pojem *CLIL (Content and Language Integrated Learning)* označuje ve svém nejširším smyslu výuku nejazykového předmětu s využitím cizího jazyka jako prostředku komunikace a pro sdílení vzdělávacího obsahu. Obsah nejazykového předmětu je rozvíjen za pomoci cizího jazyka a zároveň cizí jazyk slouží při zprostředkování daného vzdělávacího obsahu. Vzdělávací cíl je jak jazykový, tak „předmětový“, případně přistupuje rozvíjení dalších kompetencí. Nejedná se tedy o výuku jazyka, ale propojení dvou vzdělávacích oblastí.

Ukázka úlohy:

Téma: Pohyb tělesa, rychlost, dráha a čas

4K – Úloha konkretizovaná

Sprinter proběhl trať 100 metrů za 10,44 sekundy. Jakou rychlostí běžel?

4C – Úloha podle metody CLIL

Usain Bolt's average speed during the 100 metres sprint on 16th August 2009 was 10.44 meters per second. Is this speed bigger than 38 kilometers per hour?

Vocabulary: *average* – průměrný; *during* – v průběhu

Řešení úlohy (shodné pro 4K a 4C):

$$s = 100 \text{ m}, t = 10,44 \text{ s}, v = ?$$

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{100}{10,44}$$

$$v = 37,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Sprinter běžel průměrnou rychlostí $37,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. / No, Bolt's speed was 37,58 kilometers per hour.

Didaktická poznámka:

Úloha je zároveň úlohou zajímavostní, protože jde o rekordní výkon. Velmi podobnou úlohu předkládá žákům server *Planet Science*. [46] Úlohy v kapitole *Human Body*, kategorie od 11 let (Over 11s), pracují se sportovními rekordy a zajímavostmi z přírody.

V cílové kategorii žáci automaticky aplikují jediný známý vzorec a počítají průměrnou rychlost. Nepovažují za vhodné zavádět slovo *average* a úlohu jim komplikovat.

3.4.3 Úlohy zadané obrázkem

Úlohy zadané obrázkem nebo úlohy v zadání obrázkem doplněné přirozeně působí motivačně – zvyšují názornost, usnadňují představit si danou situaci a prostorové vztahy, neverbálně objasňují pojmy, které žákovi nemusí být bezprostředně jasné. Tím žaka podporují v první fázi učení – při orientaci v problému. Vhodný obrázek rovněž žákovi usnadní vytvořit si fyzikální model situace. Vzhledem k tomu, že většina myšlení probíhá pomocí slov, [47] umožňuje obrázek aktivizovat různé oblasti myšlení a brání jednostrannému zatížení mentální kapacity žáka.

Správně použitý obrázek usnadňuje vytvoření správného fyzikálního modelu, které je nutnou podmínkou řešení úlohy z reality. Ta vyžaduje vždy jistou abstrakci a zjednodušení na základní (k řešení úlohy důležité) jevy a vztahy. Vytvoření modelu je pro mnoho žáků intelektově náročné, mj. i vzhledem k nutnosti přechodu z textu do modelu konkrétní situace a pak dalšího přechodu z konkrétní situace na abstrahovaný fyzikální model. [47] Obrázek vhodného typu a provedení jeden nebo oba přechody usnadňuje a tím napomáhá žákovi zejména při řešení úloh, které jsou pro něj nové, nebo které ještě nezvládl.

Mezi úlohy zadané graficky lze počítat různé typy zadání, v nichž je role grafického zobrazení a obrázku značně rozdílná. Problematikou se zabývali mj. Vachek a Lepil [47] a Reznikov [48] Za prvé se jedná o obrázky v užším smyslu slova, tj. o fotografie a ilustrace. Jejich role může být motivační, případně slouží k tomu, aby si žák snadněji spojil školní úlohu s reálným světem, např. je vhodné, když je fotografie nebo ilustrace doprovází zajímavostní úlohy. Úlohy, v nichž je role obrázku pouze motivační nebo ilustrační, nebudeme pro účely této práce považovat za graficky zadané. V kategorii „úlohy zadané graficky“ se však zaměříme se na úlohy, kde je obrázek přímo nositelem podstatných informací a nedílnou součástí zadání. Kromě reálných zobrazení (např. fotografie, kresby) se zde používají i grafy a schémata.

Za **úlohy zadané obrázkem** považujeme úlohy, v nichž obrázek hraje klíčovou informační roli. Jeho vypuštěním by se zadání stalo nesrozumitelným. Jde o specifický typ fyzikálních úloh.

Úlohy v zadání obrázkem doplněné by mohly být řešeny i bez obrázku, případně by obrázek mohl na základě vlastních představ a uvedených údajů vytvořit sám žák. Obrázek zde hraje roli motivační nebo usnadňuje porozumění situaci a vytvoření modelu. Specifičnost zadání je tedy výrazně menší. Příkladem úlohy doplněné obrázkem je v této práci úloha 1K.

Obrázek může být **realistický** (fotografie, perokresba...) nebo **stylizovaný**, resp. **idealizovaný** (schéma). Realistické obrázky jsou vhodným doprovodem např. u řady zajímavostních úloh, kdy se žáci seznamují např. s novým pojmem či historickým objektem. U stylizovaných obrázků komiksového typu je primární motivační složka (obr. 3.2), zatímco schémata mají za účel především předložit zjednodušený model situace, případně vyznačit vztahy mezi jejími prvky (obr. 3.3, obr. 3.4). Ve schématu se velmi často používá dohodnutých značek a symbolů.[47] Specifickými typy obrázku jsou **blokové schéma** (obr. 3.5) a **graf** (obr. 3.6). Blokové schéma znázorňuje části nebo funkční celky jako geometrické tvary (např. obdélníky) s vyznačením funkce. Spojení mezi těmito bloky vyjadřují vazbu, přenos energie, přenos signálu apod.[47] Graf je určitým typem matematického (znakového) modelu, který zobrazuje vztahy matematických veličin.[48] Od žáka vyžaduje vyšší míru abstrakce.

Zatímco blokové schéma a graf působí motivačně především na žáky s preferencí vizuálních modelů reality, motivační prvek u úlohy zadané schématem je širší – obrázek tohoto typu je také scaffoldingem.

Ukázky úloh

Téma: Síla, jednoduché stroje

5A – úloha abstraktní

Jednoramenná páka je zatížena hmotností 6 kg na rameni 160 cm dlouhém. Jak velkou silou je třeba působit na kratším rameni s délkou 1 m, aby byla páka v rovnováze?

5K – úloha konkretizovaná

Na lopatě o délce 160 cm je hlína o hmotnosti 6 kg. Pravou rukou držíme lopatu za konec, levou ve vzdálenosti 1 m od konce.

Jakou silou zvedneme lopatu levačkou?

Řešení úlohy (shodné pro 5K a 5G):

$$a_1 = 160 \text{ cm} = 1,6 \text{ m}, a_2 = 1,0 \text{ m}, m = 6,0 \text{ kg}, F_2 = ?$$

$$F_1 = mg$$

$$F_1 = 6,0 \cdot 10$$

$$F_1 = 60 \text{ N}$$

$$F_1 \cdot a_1 = F_2 \cdot a_2$$

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot a_1}{a_2}$$

$$F_2 = \frac{60 \cdot 1,6}{1,0}$$

$$F_2 = 96 \text{ N}$$

Levá ruka musí působit silou 96 N.

Didaktická poznámka:

Volíme $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$. Ve většině případů nebudou žáci 7. ročníku/sekundy vyjadřovat neznámou ze vzorce, ale nejprve spočítají tíhu břemene F_1 .

5G1 – úloha doplněná motivačním obrázkem

Na lopatě o délce 160 cm je hlína o hmotnosti 6 kg. Pravou rukou držíme lopatu za konec, levou ve vzdálenosti 1 m od konce. Jakou silou zvedneme lopatu levačkou? (Úlohu doplňuje Obr. 3.2)

Didaktická poznámka:

Obrázek zde má esteticko-motivační roli. Některým žákům může také posloužit k pochopení toho, jak jsou ruce umístěny na lopatě.

5G2 – úloha doplněná schématem

Na lopatě o délce 160 cm je hlína o hmotnosti 6 kg. Pravou rukou držíme lopatu za konec, levou ve vzdálenosti 1 m od konce. (Úlohu doplňuje Obr. 3.3)

Obrázek usnadňuje fyzikální analýzu situace a naznačuje působící síly. Na druhé straně si žák nevytváří vizuální model samostatně, což znamená, že odpadá, resp. je oslabena jedna z klíčových myšlenkových činností.

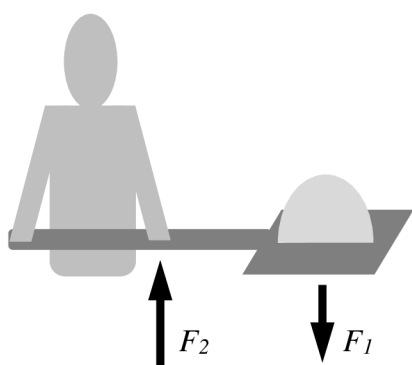
5G3 – úloha zadaná pouze schématem

Zadáním úlohy je obr. 3.4

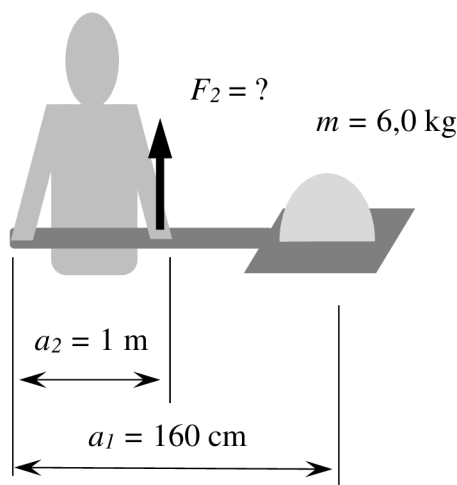


Obr. 3.2: Motivačně-ilustrační obrázek.

Úloha nemá slovní text, textové informace jsou redukovány na symbolický záznam veličin. Na schematickém obrázku je vyznačena hledaná veličina. Velikost síly F_1 lze ponechat k úvaze žákům, nebo žákům poskytnout její směr a působíště jako v úloze 5G2.



Obr. 3.3: Úloha doplněná schématem, obrázek k 5G2.



Obr. 3.4: Úloha 5G3 zadaná pouze schématem.

Jak bylo uvedeno výše, je řešení úlohy shodné s řešením úlohy 5K. Je pravděpodobné, že žák preferující grafické zadání bude více využívat grafické prvky při zápisu a řešení úlohy.

Téma: Elektrický proud, účinnost

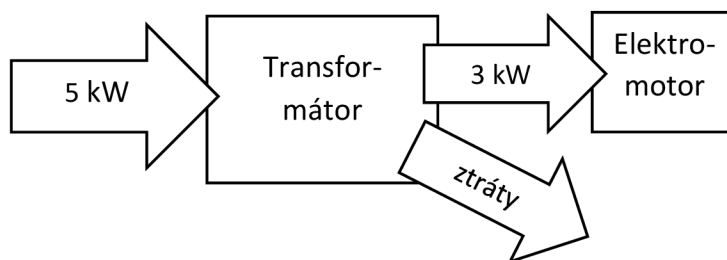
6K – úloha konkretizovaná

Transformátor má příkon 5 kW, připojenému elektromotoru dodává 3 kilowatty. Urči účinnost transformátoru a jeho ztrátový výkon.

6G – úloha zadaná pomocí blokového schématu

Ze schématu urči:

- účinnost transformátoru
- ztrátový výkon transformátoru



Obr. 3.5: Úloha zadaná pomocí blokového schématu.

Řešení úlohy (společné pro 6K a 6G):

$$P_1 = 5 \text{ kW} = 5000 \text{ W}, P_2 = 3 \text{ kW} = 3000 \text{ W}, \eta = ?, P_z = ?$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100 \%$$

$$\eta = \frac{3000}{5000} \cdot 100 \%$$

$$\eta = 60 \%$$

Transformátor pracuje s účinností 60 %.

$$P_z = P_1 - P_2$$

$$P_z = 5000 - 3000$$

$$P_z = 2000 \text{ W}$$

Ztrátový výkon transformátoru činí 2000 W.

Téma: Rychlost a pohyb

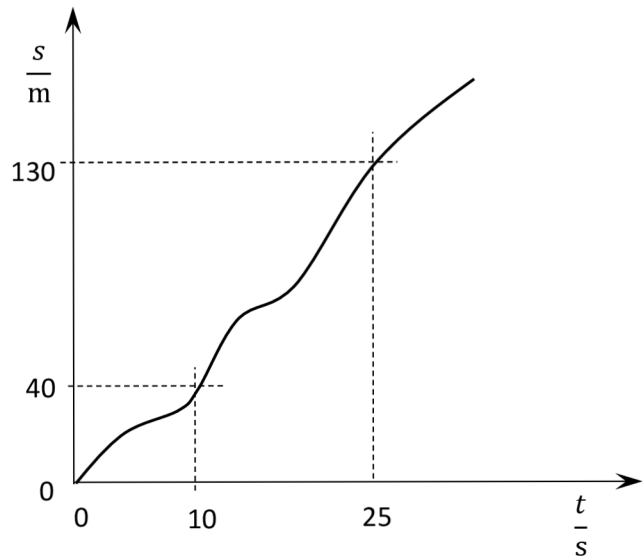
7K – úloha konkretizovaná

Ve škole se pořádají cyklistické závody. V čase 00:00:10 byl první závodník 40 m od startu, v čase 00:00:25 už 130 m od startu. Urči průměrnou rychlost závodníka mezi 10. a 25. sekundou závodu.

7G – úloha zadaná pomocí grafu

Ve škole se pořádají cyklistické závody. V grafu vidíš, jak se měnila vzdálenost prvního závodníka od startu v závislosti na čase. Urči průměrnou rychlost závodníka mezi 10. a 25. sekundou závodu.

(nedílnou součástí zadání je obr. 3.6)



Obr. 3.6: Úloha zadaná pomocí grafu.

Řešení úlohy (společné pro 7K a 7G):

$$s_1 = 40 \text{ m}, s_2 = 130 \text{ m}, t_1 = 10 \text{ s}, t_2 = 25 \text{ s}, v_p = ?$$

$$s = s_2 - s_1$$

$$s = 130 - 40$$

$$s = 90 \text{ m}$$

$$t = t_2 - t_1$$

$$t = 25 - 10$$

$$t = 15 \text{ s}$$

$$v_p = \frac{s}{t}$$

$$v_p = \frac{90}{15}$$

$$v_p = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Průměrná rychlost závodníka na daném úseku činí $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Řešení úlohy 7G vyžaduje jednu myšlenkovou operaci navíc – čtení grafu. Tím sice mírně narůstá obtížnost úlohy, ale zároveň se trénuje důležitá dovednost přechodu mezi grafickým a ikonickým („vzorečkovým“) modelem.

Dle mých učitelských zkušeností je úspěšnost žáků při náhlém zadání úlohy obrázkem bez slovního doprovodu výrazně snížena. Žáky je třeba na tento způsob zadání nejprve nechat důkladně adaptovat, při zadávání podle potřeby poskytnout oporu v podobě slovního komentáře učitele. Po adaptaci jsou žáci schopni řešit tento typ úloh se standardní úspěšností. Úspěšnost řešení úloh zadaných graficky nelze oddělit od osobních preferencí žáka, tj. od toho, zda žák preferuje úlohy v textové formě, nebo naopak se delšími texty vyhýbá. (Zde je nutno připomenout výzkum, v němž Jerje [49] zjistil neoblíbenost delších textů mezi žáky základních škol. Jerje doslova uvádí, že žáci netouží po informacích navíc a že úspěšnost při řešení úlohy nezávisí na tématu, je tedy otázkou, nakolik by stejnou skupinu žáků projevujících znaky nezájmu o problematiku bez ohledu na téma motivovaly úlohy zadané obrázkem.) Vzhledem k vizualizaci (někdy až „piktogramizaci“) informací, které žáci dostávají v prostředí internetové komunikace, lze očekávat zvyšování preference některých typů graficky zadaných úloh. Tím jsou míněna zejména schémata, naopak grafy (úloha 7G) souvisí spíše s gramotností matematickou a přírodovědnou. Jak se bude vyvíjet čtenářská a matematická gramotnost v České republice, která s otázkou souvisí, nelze kompetentně předvídat, mezi lety 2000 a 2009 však podle testování PISA vzrostl podíl žáků s nedostatečnou kompetencí k funkční gramotnosti z 17,5 % na 23,1 %. [50] Pokud se tento trend nepodaří zvrátit, potom potřeba alternativně (tj. i graficky) zadaných úloh poroste.

V úvodu práce jsem zmínil fakt, že v šetření PISA 2009 dosáhli čeští žáci nejnižší úspěšnosti v oboru „fyzika“ v úloze, která vychází z čtení grafu a následné interpretace získaných dat. To ukazuje na důležitost nácviku úloh zadaných graficky a na potřebu věnovat tomuto typu zadání vyšší pozornost než dosud.

3.5 Jiné formy motivačního zadání úloh

3.5.1 Úlohy typu „odhal chybu“

Ukázka úlohy

Na příkladu sokola a vrabce z úlohy 2 lze formulovat i úlohu pro výpočet dráhy:

2A - úloha abstraktní

Těleso se pohybuje rychlostí $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Jakou vzdálenost těleso urazí při pohybu touto rychlostí po dobu 1 minuty?

2J – úloha typu „odhal chybu“

Sokol se při útoku na vrabce pohybuje rychlostí $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Jakou vzdálenost sokol urazí, když se touto rychlostí pohybuje po dobu 1 minuty? (*Co je na úloze špatně? Zjistíš to po výpočtu.*)

Řešení úlohy (shodné pro 2A, 2J):

$$v = 200 \frac{\text{km}}{\text{h}} \doteq 56 \frac{\text{m}}{\text{s}}, t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}, s = ?$$

$$s = v \cdot t$$

$$s = 56 \cdot 60$$

$$s \doteq 3400 \text{ m (3300 m)}$$

Sokol urazí při útoku na vrabce vzdálenost 3400 m.

Výsledek „3300 m“ vyjde při výpočtu „ $(200 : 3,6) \cdot 60$ “, žáci 6. a 7. ročníku však pravděpodobně nejdříve převedou rychlost na metry za sekundu, hodnotu zaokrouhlí, a poté zaokrouhlenou hodnotu pak dosadí ve druhém kroku výpočtu.

Motivačním prvkem v úloze 2J je nabídka odhalit „*Co napsal učitel špatně?*“, tedy opravit autoritu. Žáky je možno dovést nejen k tomu, že výška více než 3 km nad terénem je nereálná, neboť ptáci sice dokáží létat ve výškách několik tisíc metrů, např. v době migrace, ale malí ptáci obvykle létají nízko nad zemí, z výšky 3400 m by navíc byl nízko letící malý vrabec vůči terénu nerozlišitelný.[51] [52] Diskuze také může vést k úvaze „původní výška musí být ještě větší, protože sokol musí nejprve získat rychlost“. Tím žáci nenásilně a neformálně přicházejí k pojmu zrychleného pohybu.

U podobné úlohy je možné buď zadat přímo otázku „*Co je na úloze špatně? Zjistíš to po výpočtu.*“, resp. úkol „*Vyřeš úlohu, odhal chyby a uprav pro reálnější data.*“ (pak jde o motivační zadání úlohy), nebo vyčkat, zda na vysokou hodnotu některý z žáků zareaguje spontánně. Teprve pokud žáci nereagují, podníti diskusi učitel. Druhý postup je však klasicky zadanou úlohou s následnou diskuzí a nespadá tedy do tématu této práce, byť diskuze nad výsledkem a jeho reálností je z pedagogického hlediska cenná. Při zadání úlohy typu „*Odhal chybu*“ může učitel motivovat žáky krátkým příběhem o tom, jak vymýšlel úlohu a pak si uvědomil, že ji zadal špatně, a následně žáky vyzvat k odhalení. Možnost opravit učitele je pro žáky dle mých zkušeností lákavá.

3.5.2 Komplexní úlohy

Specifickou formou zadání jsou **komplexní úlohy**, které spojují několik forem zadání a pod zastřešujícím hlavním tématem pokládají několik dílčích otázek. K vyřešení některých z nich lze dojít až po vyřešení jiné části komplexní úlohy. Řešení není předem zřejmé jak kvůli

rozsahu práce, tak pro nutnost činit při řešení více kroků – jde tedy o úlohu problémovou, ale v natolik specifické formě, že je zařazena jako samostatná kategorie. Úspěšné vyřešení vyžaduje různé pracovní kompetence – analýzu vstupních údajů a dostupných informačních zdrojů, plánování práce a volbu metody vedoucí k řešení, vyhodnocení reálnosti výsledků, v případě párové práce kooperaci. Může vyžadovat vyhledávání údajů a vzorců v literatuře nebo na internetu, kombinaci výpočetních a grafickým metod a další ve školské praxi ne zcela tradiční postupy. Dílčí otázky mohou při vhodném sestavení úkolů sloužit jako scaffolding. Časová dotace komplexní úlohy zahrnuje větší část vyučovací hodiny, případně hodinu celou. Práce může být individuální, párová nebo skupinová dle charakteru úlohy a potřeb výukového procesu. Je vhodné volit žákům z praxe dobře známé nebo atraktivní či aktuální téma, využít obrázky, schémata apod.

Dle mých zkušeností jsou komplexní úlohy nastavené na vhodnou úroveň obtížnosti vysoce motivační, zejména je-li zvolena párová forma a povoleno využití elektronických informačních zdrojů. Vyžadují však od učitele pečlivou přípravu a dobrou znalost úrovně dovedností a vědomostí napříč cílovou skupinou. Za ideální formu záznamu a výstupu autor považuje pracovní list, přičemž žáci konají pomocné výpočty a poznámky dle potřeby např. do sešitu. Žáci by měli pracovat bez vedení ze strany vyučujícího, resp. pomoc by měla být spíše psychologického rázu, např. někdy je třeba ze začátku čelit nedostatku sebedůvěry některých žáků drobnou nápovědou. Na druhé straně prožitky úspěchu v podobě vyřešení zdánlivě příliš obtížné úlohy je právě pro původně nejisté žáky vysoce motivační pro další práci v předmětu.

Rizikem využití komplexní úlohy je nesprávné stanovení obtížnosti, kdy část žáků nedokáže úlohu řešit a již na počátku na snahu rezignuje. Komplexní úlohu je tedy třeba nasazovat až při dobré znalosti výkonnosti třídy, případně, pokud ji chce učitel použít jako diagnostickou metodu pro zjištění úrovně fyzikálního myšlení žáků, úlohu nehodnotit známkou, resp. umožnit spolupráci napříč třídou, kdy úspěšní řešitelé dílčích úloh radí spolužákům a třída dochází k řešení společně. V tomto případě je však někdy třeba zabránit pasivitě většiny třídy např. pomocí komunikace s řešiteli, kdy je učitel ve vhodném okamžiku zastaví, aby ostatní žáci sami usilovali o dokončení naznačeného postupu.

Vzhledem k mezipředmětovým vazbám v řadě zadání komplexních úloh může problematika obsažená v úloze předbíhat zařazení tématu v příslušném předmětu.[53] Úlohu je tedy třeba formulovat tak, aby nevyžadovala speciální znalosti z jiných předmětů. Pokud je umožněno vyhledávání v literatuře nebo na internetu, stává se „odstranění neznalosti“ výhodou, nikoli komplikací – žák přirozeně zjišťuje potřebné údaje, aniž by si uvědomil, že se v hodině fyziky učí i jinému předmětu. Je však třeba nepřetížít úlohu novými pojmy, pokud možno nezavádět více než jeden nový pojem. Stejně obezřetně je třeba zacházet s vyhledáváním nových faktů, aby se hodina fyziky nestala hodinou vyhledávání. Prioritou musí zůstat řešení fyzikálního problému, ostatní operace jsou podpůrné.

Komplexní úlohy na základě zkušenosti považuji vzhledem k možnosti vyhledávání údajů a spolupráci ve třídě za motivační a použitelné jak na víceletých gymnáziích, tak na základních školách. Podle výzkumu Svobody a Höfera [54] je motivace potřebná na obou typech škol, je však třeba přizpůsobit tempo a diferencovat obtížnost úlohy podle dosažené úrovně znalostí,

aby nedošlo ke znechucení a následné amotivaci. Je rovněž vhodné navýkat žáky na komplexní úlohy postupně, nejprve ve stručnější formě a s dostatkem času. Osobnostní typy s nižším sebevědomím obecně nebo specificky v otázce řešení fyzikálních úloh potřebují zpočátku pomoci, aby se vybuodoval pocit „tohle dokážu“ a na základě toho žák přistupoval k úloze s pozitivním očekáváním (teorie balance).[55]

Zná-li učitel třídu dobře a jsou-li žáci na komplexní úlohy zvyklí, lze zadat komplexní úlohu jako hodnocenou práci. Stupnici hodnocení je vhodné stanovit tak, aby nejúspěšnější řešitelé obdrželi výborné hodnocení. Hodnocení žáků je někdy odlišné od klasických testů s úlohami, protože vyžaduje některé jiné dovednosti. Případně nečekaně dobré hodnocení u některých žáků, kteří sami sebe nehodnotí jako fyzikálně zdatné, rovněž působí jako pozitivní motivační faktor.

Faktor kombinování známých faktů (např. vzorce vyhledané v sešitě) s fakty neznámými (např. data vyhledaná na Internetu) umožňuje vyniknout osobám s fluidní inteligencí, charakterizovanou právě schopností řešit nové situace.[55] Volí-li učitel párovou formu práce (autor ji u komplexních úloh používá často) nebo formu skupinovou, probíhá v pracovních týmech intenzivní komunikace všech typů – verbální, neverbální, paralingvistická i komunikace činem.[56] Zda zvolí individuální, párovou nebo skupinovou formu práce je volbou učitele v konkrétní třídě. Vojtovičová [57] se přiklání ke kombinaci formy párové s formou individuální (na počátku práce), neboť v rámci početnější skupiny jsou někteří žáci pasivní. Podle mých zkušeností je vhodnější u komplexních úloh vzhledem k rozdílnému tempu práce formy nekombinovat.

Uvádím ukázkou pracovního listu komplexní úlohy, kterou jsem sestavil a odzkoušel na základní škole i na gymnáziu (naposled v roce 2019). Další ukázky jsou obsaženy v Přílohách. Ukázková úloha je určena pro 9. ročník ZŠ (pokud jsou již probrány goniometrické funkce) nebo kvartu víceletého gymnázia. Zadávám ji jako individuální nebo párovou práci podle vzdělávacích potřeb v konkrétní třídě s časovou dotací 20 – 30 minut. Pojem „zářivý tok“ předem nezavádím ani nijak nevysvětluji, přesto nebyly pozorovány závažné problémy s intuitivním pochopením či vyhledáním významu. Za úspěšný považuji stav, kdy většina třídy správně vyřeší první dva úkoly, postihne zhruba tvar křivky grafu a nejvýkonnější žáci vyřeší poslední problém. V následné diskusi dochází k propojení učiva matematiky (sinusoida, povrch koule), fyziky (výkon, příkon, záření) a biologie (denní cyklus v přírodě), nenásilně je zaveden význam efektivní plochy. Není-li ještě probrána funkce sinus, lze opět nenásilně tento pojem zmínit, případně před zadáním uložit žákům, aby vyhledali podobu funkce sinus např. na Internetu. Další možností je nechat na vhodném místě ve třídě (např. u žáků přístupných matematicko-fyzikálních tabulek) karty s jednoduchým vysvětlením funkce sinus, které žáci objeví a použijí.

Témata komplexních úloh je vhodné volit tak, aby zaujaly co největší počet žáků včetně přihlídnutí k možným odlišnostem zájmů chlapců a dívek – nevolit tedy téma příliš specializované. Podle výzkumu [50] byl v testování PISA v ČR výrazný rozdíl mezi chlapci a dívkami ve čtenářské gramotnosti a v matematické gramotnosti (zatímco v přírodovědné

gramotnosti byl rozdíl nevýznamný); talentová hlediska tedy nejsou překážkou v aplikaci komplexních úloh na obě genderové skupiny.

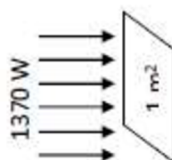
Komplexní úlohy jsou mimořádně vhodné jak pro mezipředmětové vztahy, tak pro popularizaci techniky a její přiblížení žákům. Vybíral [58] zdůrazňuje použití teoretických vztahů k řešení konkrétních problémů („příkladů o něčem“) jako preventivní metodu proti vnímání techniky jako něčeho, co je v principu nepochopitelné. Zároveň mezipředmětové podporují kritické myšlení, kooperativní kompetence (včetně kooperativního učení) a schopnost rozhodování [59] a snižují riziko útržkovitosti myšlení, souvisejícího s množstvím snadno dostupných, ale neprovázaných operací typických pro dobu charakterizovanou infromatickým boomem.[60]

Obr. 3.7: Pracovní list komplexní úlohy „Samostatná práce – sluneční záření“, 9. ročník/kvarta

Samostatná práce – sluneční záření

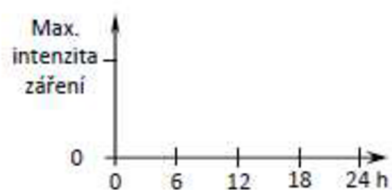
Zářivý tok ze Slunce na úrovni Země činí cca $1370 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (*solární konstanta*). Na povrch dopadá cca $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Kolik wattů dostává celá Země? (Slunce jí „vidí“ jako kotouč.)



Tento výkon se ve skutečnosti rozloží na celý zemský povrch. Kolik wattů dostává v průměru 1 m^2 zemského povrchu?

Náčrtněte graf množství slunečního záření dopadajícího na 1 m^2 zemského povrchu za 24 hodin (na zvoleném místě).



Záření nedopadá jen na Zemi, šíří se ze Slunce v kulových plochách. Vypočítejte zářivý výkon Slunce.

4. Analýza učebnic

K analýze učebnic jsem použil učebnice běžně používané na druhém stupni českých základních škol, zejména jsem se soustředil na nejpoužívanější sadu autorské dvojice R. Kolářová – J. Bohuněk nakladatelství Prometheus Praha. Pro porovnání jsem použil učebnice F. Jáchima a J. Tesaře z Pedagogického nakladatelství SPN v Praze. Učebnice jsem analyzoval je z hlediska zastoupení fyzikálních úloh specifických typů (zkratka je uvedena pro přehlednost a pro snadnější porovnání s daty v Příloze 2). Rozdělení typů úloh jsem vytvořil pro potřeby této práce:

A – úlohy abstraktní

K – úlohy konkretizované

Z – úlohy zajímavostní

P – úlohy problémové

O – úlohy zadané obrázkem

Úlohy dějové, se scaffoldingem, CLIL úlohy a jiným způsobem motivačně zadané úlohy jsem v analyzovaných učebnicích nenalezl. Proto nejsou v grafech ani v tabulkách uvedeny.

Za problémové úlohy jsem považoval takové, které vyžadovaly kombinaci poznatků z různých částí školské fyziky nebo hledání údajů v tabulkách, měly experimentální složku apod. Bylo-li v učebnicích rozlišeno mezi „otázkami“ a „úlohami“, analyzoval jsem pouze část „úlohy“. Za úlohy jsem v souladu s předchozím vymezením pojmu „fyzikální úloha“ nepovažoval otázky, v nichž byl úkol zadán operacionalizačními slovesy jako „vysvětlí“ nebo „předved“ , „vyhledej“, pokud otázka neměla kvantifikační část, kterou bylo třeba počítat či jiným způsobem řešit.

Pokud měla úloha více částí a tyto se nelišily formou zadání, považoval jsem ji za úlohu jedinou (např. výpočet velikosti proudu pro různé hodnoty odporu). Pokud se v jediné úloze vyskytovala např. část konkretizovaná a část zadaná obrázkem, počítal jsem každou část jako samostatnou úlohu, neboť od žáka vyžadovala dva specifické přístupy k řešení a v případě zahrnutí pod společnou položku by nebylo možné rozhodnout, do které kategorie úloha patří.

Některé kapitoly nebo dokonce oddíly učebnic pro základní školu obsahují minimum úloh nebo dokonce žádné úlohy ve smyslu, v němž jsou v této práci definovány. Důvodem je pravděpodobně především absence matematického aparátu potřebného pro řešení úloh, který žáci ještě nemají vytvořen, případně přílišná složitost matematických modelů, které by bylo nutno vytvořit. K takovým tématům patří např. základy atomistiky. I v dalších tématech (např. „bezpečnost při práci s elektřinou“ nebo „vlastnosti pevných látek“) má výuka zaměření převážně slovní či obrázkový charakter.

Řešené úlohy použité v učebnici jako vzorové jsem zahrnul do přehledu.

Jak již bylo řečeno, zvolil jsem klasifikaci typů úloh s ohledem na formu zadání, kdy v průběhu výzkumu byly testovány různé formy zadání motivačně pojatých úloh. Svoboda a Kolářová [61] dělí fyzikální úlohy především z hlediska účelu na

- úvodní (motivační)
- výkladové
- procvičovací
- opakovací
- kontrolní,

příčemž pojem „motivační úloha“ zde znamená „úlohu sloužící k motivaci“. Vzhledem k nasazení testování pomocí sad úloh šlo v našem případě především o úlohy procvičovací, resp. o úlohy určené pro domácí přípravu. Všechny zjištěné úlohy s výjimkou dvou problémových úloh, v nichž bylo dáno za úkol vyhledat potřebný údaj, byly *úlohy s úplným zadáním* (podle Svobody [08]).

4.1 Analyzované učebnice

Členění témat v obou analyzovaných řadách je odlišné, proto uvádím názvy oddílů pro případné porovnání.

[U1] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 6. ročník základní školy*. [62]

- Oddíl 1 – Vlastnosti látek a těles
- Oddíl 2 – Měření fyzikálních veličin
- Oddíl 3 – Elektrický obvod

[U2] [KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. [63]

- Oddíl 1 – Pohyb a síla
- Oddíl 2 – Mechanické vlastnosti kapalin a plynů
- Oddíl 3 – Světelné jevy

[U3] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. [36]

- Oddíl 1 – Práce. Energie. Teplo.
- Oddíl 2 – Elektrické jevy.
- Oddíl 3 – Zvukové jevy.
- Oddíl 4 – Počasí kolem nás.

[U4] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. [64]

- Oddíl 2 – Střídavý proud
- Oddíl 3 – Vedení střídavého proudu v kapalinách a plynech
- Oddíl 4 – Vedení elektrického proudu v polovodičích
- Oddíl 6 – Elektromagnetické záření
- Oddíl 7 – Světelné jevy a jejich využití
- Oddíl 8 – Jaderná energie
- Oddíl 10 – Čemu jste se ve fyzice naučili

[U5] JÁCHIM, F., TESAŘ, J.: *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. [65]

Oddíl I. – Opakování

Oddíl II. – Energie

Oddíl III. – Elektřina a magnetismus

Oddíl IV. – Jaderná energie

[U6] JÁCHIM, F., TESAŘ, J.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. [66]

Oddíl I. – Opakování

Oddíl II. – Akustika

Oddíl III. – Elektřina a magnetismus

Oddíl IV. – Vesmír

4.2 Výsledky analýzy učebnic

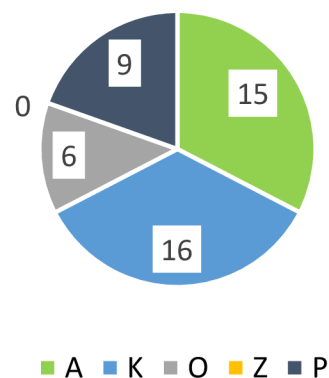
Jak je zřejmé z uvedených tabulek a grafů, v celkovém měřítku v učebnicích převažují konkretizované úlohy. Podíl abstraktních úloh je kromě převodů jednotek (např. v [U1], oddíl 2) nízký, i když jsem za abstraktní považoval např. úlohy z tématu „Elektrický proud“, je-li zadán např. výpočet rezistoru, aniž by bylo toto označení nějak konkretizováno slovně nebo obrazem. Úlohy zadané obrázkem se vyskytují ve specifických tématech, např. jde o schémata elektrických obvodů nebo vyobrazení kladek, případně jsou ve formě grafů, z nichž žáci čtou zobrazené hodnoty. Podíl problémových úloh je nízký, v některých kapitolách se nevyskytují vůbec. Zajímavostních úloh je v učebnicích poměrně malý počet, v některých nejsou žádné.

Celkové výsledky analýzy učebnice KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 6. ročník základní školy*.

Tab.: 4.1 – počty úloh v učebnici [U1]

úlohy	počet
abstraktní	15
konkretizované	16
zadané obrázkem	6
zajímavostní	0
problémové	9
celkem	46

Obr. 4.1: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U1]



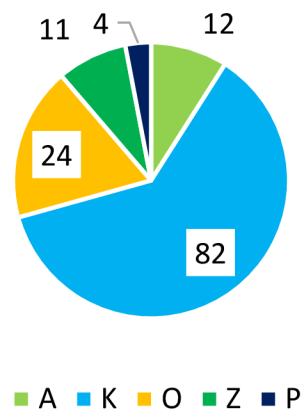
V této učebnici byl zjištěn relativně vyšší podíl abstraktních úloh. Vyskytuje se zejména ve fázi, kdy je žák seznamován s fyzikálními veličinami a kdy žák ještě neřeší fyzikální úlohy v praktickém smyslu, ale osvojuje si nutný fyzikální a matematický aparát.

Celkové výsledky analýzy učebnice KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*.

Tab.: 4.2 – počty úloh v učebnici [U2]

úlohy	počet
abstraktní	12
konkretizované	82
zadané obrázkem	24
zajímavostní	11
problémové	4
celkem	133

Obr. 4.2: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U2]



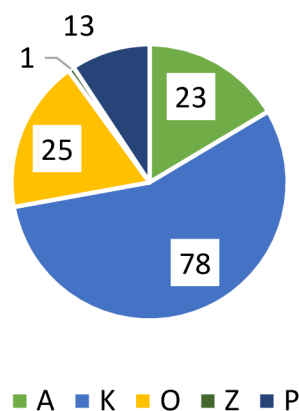
Nárůst počtu úloh zadaných obrázkem (na 18 % všech úloh) je spojen s tématem „Pohyb a síla“ a s úlohami zaměřenými na čtení hodnot z grafu. Abstraktními úlohami jsou převážně převody jednotek. Vzhledem k aparátu vybudovaném v minulém ročníku lze již řešit úlohy se vztahem k praxi, proto roste počet konkretizovaných úloh. Abstraktními úlohami jsou převážně převody jednotek.

Celkové výsledky analýzy učebnice KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 8. ročník základní školy*.

Tab.: 4.3 – počty úloh v učebnici [U3]:

úlohy	počet
abstraktní	23
konkretizované	78
zadané obrázkem	25
zajímavostní	1
problémové	13
celkem	140

Obr. 4.3: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U3]

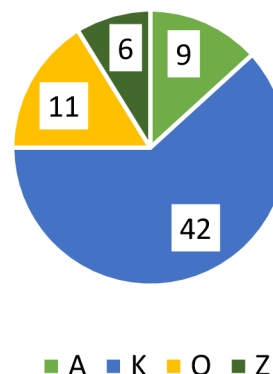


Převažují konkretizované úlohy, jejichž dominance je nejsilnější v oddíle 1 („Práce. Energie. Teplo.“), kde představují 73 % všech úloh v daném oddílu. Viz obr. 4.4.

Tab.: 4.4 – počty úloh v učebnici [U3], Oddíl 1

úlohy	počet
abstraktní	5
konkretizované	56
zadané obrázkem	9
zajímavostní	1
problémové	6

Obr. 4.4: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U3], Oddíl 1



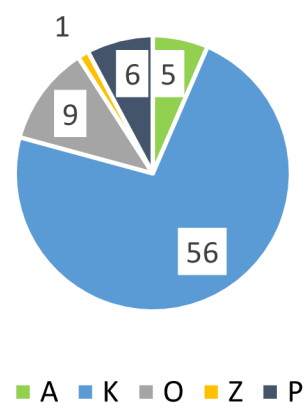
V dalších oddílech učebnice pro 8. ročník není podíl konkretizovaných úloh tak výrazný, celkově ale představují 56 % všech úloh v učebnici. Konkretizované úlohy v jedné kapitole jsou zpravidla podobné, určené k procvičení modelových výpočetních úloh.

Celkové výsledky analýzy učebnice KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*

Tab. 4.5 – počty úloh v učebnici [U4]:

úlohy	počet
abstraktní	9
konkretizované	42
zadané obrázkem	11
zajímavostní	6
problémové	0
celkem	68

Obr. 4.5: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U4]



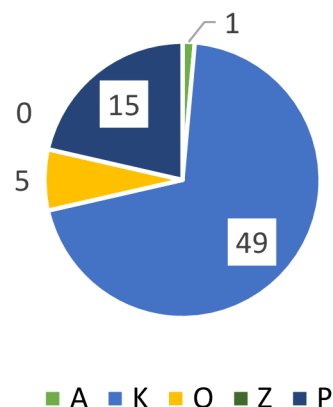
Počet fyzikálních úloh v této učebnici je relativně nízký vzhledem k tématům spojených s moderní fyzikou, pro jejichž kvantitativní zpracování nemají žáci zatím vybudován matematický aparát. Dominantní konkretizované úlohy představují 62 % všech úloh. Vzrostl podíl abstraktních úloh.

Celkové výsledky analýzy učebnice JÁCHIM, F., TESAŘ, J.: *Fyzika pro 8. ročník základní školy*

Tab. 4.6 – celkové výsledky učebnice [U5]:

úlohy	počet
abstraktní	1
konkretizované	49
zadané obrázkem	5
zajímavostní	0
problémové	15
celkem	70

Obr. 4.6: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U5]

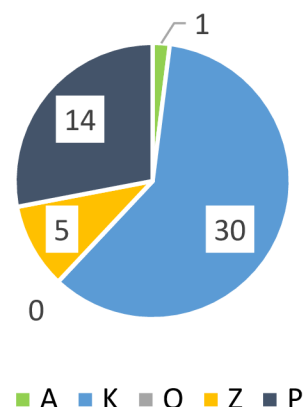


Opět dominují úlohy konkretizované – 49 úloh představuje 70 % ze všech 70 úloh. Problémová výuka je akcentována více než u předchozí řady učebnic. Autoři předkládají žákům řadu problémových otázek, které však nesplňují znaky, vybrané jako rozhodující pro zařazení mezi fyzikální úlohy, především kvantifikovatelnost. Zajímavostní úlohy zcela absentují, učebnice vychází hlavně z každodenní zkušenosti žáků s běžnými objekty. Pokud se vyskytnou úkoly ke zjištění pro žáky zajímavých skutečností, jedná se opět o otázky, tj. mimo rámec vymezení fyzikálních úloh. Autoři používají pojem „úloha“ pro všechny úkoly, dané na závěr kapitoly žákům. Dělí tyto úlohy na kategorie „úloha vyžadující vaše vědomosti“, „početní úloha“, „úloha na procvičení dovednosti a odhadu“ a „úlohy, které vás budou učit vyhledávat údaje nebo poznatky mimo učebnici“. Jako konkretizované jsem zařadil prakticky všechny početní úlohy, jako problémové některé úlohy na procvičení dovednosti a odhadu, resp. některé úlohy, které vás budou učit vyhledávat údaje nebo poznatky mimo učebnici. Dále jsou mezi úkoly v učebnici „domácí pokusy“. Některé z početních úloh jsou zadané grafem, byly tedy zařazeny do kategorie „O“. Převody jednotek se jako samostatné úlohy v učebnici nevyskytují vůbec, byť v některých úlohách je nutno převádět. Jediná abstraktní úloha se týká elektrického zapojení, které je popsáno obecně. Důraz je kladen na procvičení základních dovedností, např. kapitoly II.1.1 a II.1.2 obsahují řadu (až 10) navzájem podobných úloh na téma mechanické práce a výkonu – více, než v případě předchozí řady. Ve většině kapitol učebnice je výpočetních úloh naopak méně, jsou omezeny ve prospěch „nepočtených“ otázek.

Graf 4.7: Zastoupení úloh v učebnici [U6]

Tabulka – Celkové výsledky:

úlohy	počet
abstraktní	1
konkretizované	30
zadané obrázkem	0
zajímavostní	5
problémové	14
celkem	50



Učebnice je uspořádána obdobně jako učebnice pro 8. ročník [U5]. I zde je převaha konkretizovaných úloh, větší počet podobných úloh se objevuje pouze v kapitole II.1.4 („Výpočet tepla a zákon zachování energie“), kde je upevňován vzorec pro předané teplo. Úlohy zadané obrázkem se nevyskytují vůbec, přestože je v knize obrázků dostatek – více než 100 fotografií, dále diagramy a motivační obrázky kreslíře Karla Benetky. Autoři zadávají úlohy slovně, vyhýbají se i ilustračním obrázkům k úlohám. Naopak je zde několik zajímavostních úloh (10 % z celkového počtu) ve IV. oddíle (Vesmír). Stejně jako v učebnici pro 8. ročník autoři akcentují více otázky než slovní úlohy, případně mají žáci porovnávat hodnoty kvalitativně. Převody jednotek jako samostatná úloha v učebnici nejsou. Jediná abstraktní úloha se týká vlnění. Úloh je celkově méně, zřejmě proto, že žáci nemají v příslušných tématech vybudován matematický aparát, objevují se však i úlohy, které využívají goniometrických funkcí. Významnou část (28 %) tvoří problémové úlohy, zejména v poslední V. oddíle (Závěrečné opakování), v nichž žáci např. musí vyhledat v předchozích kapitolách hodnoty a vztahy.

Celkově v obou řadách učebnic jednoznačně dominují konkretizované úlohy. Tato dominance slábne, jestliže v některých tématech vzhledem k chybějícím znalostem nebo matematickému aparátu nelze vřazovat výpočetní úlohy, např. v učebnici pro 6. ročník. Přesto je podíl konkretizovaných úloh i zde výrazný.

5. Výzkum, jeho charakteristiky a prostředky

V této kapitole bude popsán předmět výzkumu, budou formulovány výzkumné otázky a cíle výzkumu.[67] Budou vyjádřeny vyplývající hypotézy. Bude popsán výběr výzkumného souboru a metody, jimiž byl výzkum proveden. Tím bude zahájena empirická část práce.

5.1 Výzkumný problém

Předpokládejme, že je-li žák motivován vhodným zadáním fyzikálních problémů (zde fyzikálních úloh), pracuje ochotněji a s větší pozorností a výsledky vzdělávání jsou v důsledku toho lepší. Za rozhodující pro motivační efekt zadání považujeme pestrost v typech úloh, tematiku obsahující zajímavé problémy nebo humor a podporu žáka při řešení. Naopak stereotypní soubor klasicky zadaných fyzikálních úloh považujeme za méně motivující. Jako předmět zkoumání pak zvolme žákovu úspěšnost při řešení úloh a jeho postoj k práci, je-li zadán určitý typ úloh.

Definujme tři výzkumné problémy:

1. **Zlepší se výkon žáka při řešení fyzikálních úloh v daném tématu více při použití motivačně zadaných úloh než při procvičení pomocí klasicky zadaných úloh?**
2. **Preferuje žák motivačně zadané úlohy před úlohami klasicky při procvičování a při ověřování výsledků vzdělávání?**
3. **Vnímá žák rozdíl ve vlastní motivaci, řeší-li motivačně zadané úlohy?**

Inspirací k výzkumu byla především má dlouholetá činnost na tvorbě motivačně zadaných úloh a jejich využití ve výuce, dále všeobecné diskuze s jinými učiteli, s rodiči, s žáky a s laickou veřejností.

První problém je **kauzální**, porovnává úspěšnost žáků po zpracování dvou odlišných typů úloh a zkoumá, zda lze považovat zadání specifických typů úloh za příčinu vyšší úspěšnosti žáků. Druhý problém je **deskriptivní**, porovnává postoj žáků k jednotlivým druhům zadání. Třetí problém je rovněž **deskriptivní**.

Jako **nezávislá proměnná** byla u prvního problému stanovena **forma zadání** fyzikálních úloh. Podle nastavení výzkumu jak testovací, tak kontrolní skupinu učí stejný učitel ve stejném ročníku. Skupiny jsou vyrovnané, aby se vyloučil vliv dalších proměnných. Získaná dovednost v řešení úloh je operacionalizována jako **úspěšnost a procentuální nárůst úspěšnosti – závislé proměnné**, které jsou měřeny.

U druhého a třetího problému byla stanovena **nezávislá proměnná** stejně jako u prvního – **forma zadání**. Měřenými proměnnými jsou **preference zadání v klasické nebo v motivační formě – závislé proměnné**.

Z výzkumných problémů vplynuly výzkumné otázky:

1. Jak se změní úspěšnost žáka při řešení fyzikálních úloh, zpracuje-li úlohy zadané jinou (motivační) formou?
2. Změní se úspěšnost žáka, zpracuje-li fyzikální úlohy zadané klasicky stejně, jako když zpracuje motivačně zadané úlohy?

3. Jakou formu zadání žák preferuje pro svoji práci při procvičování a ověřování?
4. Jak hodnotí žák obtížnost jednotlivých forem motivačního zadání?
5. Jak hodnotí žák atraktivitu jednotlivých forem motivačního zadání?

Jsem si plně vědom problematičnosti pojmu „školní výkon“, který je v literatuře běžně používán, ale jehož definice je nejistá. Výzkum proto zužuje pojem školního výkonu na procentuální úspěšnost při řešení zadaných fyzikálních úloh. Tato veličina je dobře měřitelná a umožňuje realizovat experiment, zároveň umožňuje vyhnout se příliš obecnému stanovení problému.[68] Předpokládám, že získané či rozvíjené dovednosti (čtení s porozuměním, čtení grafu, aplikace vzorců atd.) žák využije i v dalších činnostech ve škole i mimo ni. Při posuzování souvislosti motivace a školního výkonu jsem vycházel především z pojetí Hrabalova.[69] [70]

5.2 Cíle výzkumu

Cíle práce vycházejí z definovaných výzkumných problémů a výzkumných otázek.

1. Vytvořit sady motivačně zadaných fyzikálních úloh.
2. Podrobit sady úloh pilotní aplikaci.
3. Aplikovat výuku pomocí sad motivačně zadaných úloh a klasicky zadaných úloh.
4. Provést pedagogický experiment – diagnostiku výkonnosti žáků před a po zpracování zadaných úloh pomocí vytvořených pretestů a posttestů.
5. Provést komparaci vstupních a výstupních dat.
6. Interpretovat data a vyslovit závěry.

Práce je orientována prakticky. Jako produkt využitelný při výuce jsou zamýšleny sady úloh se zpracovanou metodikou použití, které budou k dispozici vyučujícím fyziky ke zvýšení motivace žáků a zlepšení úrovně jejich dovedností.

5.3 Hypotézy

Po stanovení výzkumných otázek byly formulovány hypotézy. Výchozí myšlenka práce, která vedla k vytvoření sad úloh a následně k naplánování výzkumu, zněla:

Motivačně zadávané slovní úlohy zvyšují úspěšnost žáků při řešení fyzikálních úloh, při procvičování zvyšují pozornost žáků a redukuje stres.

Pro účely provedení výzkumu a zpracování v testech získaných údajů byly vytyčeny dvě dílčí hypotézy, které vycházejí ze základní teze a pro které byl výzkum naplánován. Byly formulovány nulové a alternativní hypotézy:

Hypotéza 1 – nulová:

H_{10} – Úspěšnost žáků při řešení fyzikálních úloh se neliší, jsou-li jim zadávány úlohy v klasické nebo motivační formě.

Hypotéza 1 – alternativní:

H_{1A} – Úspěšnost žáků při řešení fyzikálních úloh je vyšší, jsou-li jim zadávány úlohy v motivační formě.

Hypotéza 2 – nulová:

H₂₀ – Žáci neprojevují preference pro řešení jednoho z typů zadání fyzikálních úloh k procvičování, jsou-li jim zadávány úlohy v klasické a motivační formě.

Hypotéza 2 – alternativní:

H_{2A} – Žáci projevují preference pro řešení motivačně zadaných fyzikálních úloh oproti klasicky zadaným úlohám při zadání úloh k procvičování.

Hypotéza 3 – nulová:

H₃₀ – Žáci neprojevují preference pro řešení jednoho z typů zadání fyzikálních úloh při zadání úloh k ověřování výsledků vzdělávání, jsou-li jim zadávány úlohy v klasické a motivační formě.

Hypotéza 3 – alternativní:

H_{3A} – Žáci projevují preference pro řešení motivačně zadaných fyzikálních úloh oproti klasicky zadaným úlohám při zadání úloh k ověřování výsledků vzdělávání.

5.4 Výzkumný vzorek a nasazení testovacího nástroje

Pro ověření hypotéz byl použit pedagogický experiment. Vytvořil jsem tři sady fyzikálních úloh, vždy dvakrát 10 úloh na stejné téma. Bylo naplánováno tyto sady zadat dvěma skupinám žáků odpovídající úrovně, konkrétně dvěma třídám v ročníku vedeným stejným učitelem. Toto kritérium považuji za důležité vzhledem k rozdílům ve výkonnosti mezi žáky různých škol, který je v ČR nadprůměrný v rámci OECD.[49] V první sadě (sada A) byly obsaženy motivační úlohy, které jsou uvedeny v textu práce. Kontrolní skupině (sada B) byly zadány úlohy formulované klasickým způsobem (konkretizované zadání, výjimečně abstraktní zadání). Bylo naplánováno zkoumání procentuální úspěšnosti žáků při řešení úloh v daném tematickém celku ve fázi následné kontroly úrovně dosažených dovedností. Data byla vyhodnocena pomocí statistických metod – standardního T-testu a analýzy histogramů. Po ukončení tematického celku byly skupinám zaměněny sady, tj. v novém tematickém celku byla skupina původně vybavená sadou A kontrolní, skupina původně vybavená sadou B obdržela sadu motivačně zadaných úloh. Účelem vzájemné výměny skupin bylo omezení výběrové chyby – účast nestejně motivovaných nebo nestejně talentovaných žáků ve skupinách, tj. třídách. Tento rozdíl v mentální úrovni nebo v pracovním klimatu třídy nelze vyloučit ani v případě tříd vedených stejným způsobem, neboť v málo početném kolektivu třídy (typicky 20 – 30 žáků) náhodná změna vzniká snadno, z hlediska pracovního klimatu neexistují dvě zcela stejné třídy.[70]

K zjištění preferencí žáků byla naplánována anketa jako přímá reflexe žáků po odevzdání posttestu.

5.5 Vymezení cílové skupiny

Práce obsahuje ukázky úloh, motivujících žáky k řešení pomocí obsahu (dějovosti, zjištění zajímavých údajů nebo humorných prvků) či formy (CLIL, scaffolding, využití obrázků) a navrhuje způsob ověření jejich úspěšnosti. Úlohy byly vytvořeny pro žáky 6. až 8. ročníku, zpravidla však 7. základní školy, případně pro odpovídající ročníky víceletých gymnázií v závislosti na školních vzdělávacích plánech jednotlivých škol. Zvolená témata testovacích sad jsou:

1. Pohyb a rychlost
2. Tlak
3. Archimédův zákon

Názvy testovacích sad vytvořené pro účely této práce nemusí odpovídat označení tematických celků ve školním vzdělávacím plánu příslušné školy.

V *Rámcovém vzdělávacím plánu pro základní vzdělávání* [02] platném od 1. 9. 2013 začíná vzdělávací obor Fyzika tematickými okruhem „*Látky a tělesa*“. Tento celek, typicky vyučovaný v 6. nebo 7. ročníku základní školy, případně v primě osmiletého gymnázia, zpravidla neobsahuje výpočetní úlohy, je tedy pro účely naší práce nevhodný a nebyl použit k vytvoření testovací, resp. kontrolní sady úloh. Následující tematický okruh „*Pohyb těles*“ se zabývá jak kinematikou, tak dynamikou, a byl proto zvolen pro vytvoření sad *Pohyb a rychlost* a *Tlak*. Úlohy pro tematický celek „*Mechanické vlastnosti tekutin*“ jsou obsaženy v sadách *Tlak* a *Archimédův zákon*. Sady byly sestaveny z hlediska výukových potřeb učitele a se záměrem usnadnit žákům pochopení specifického druhu úloh, které spolu souvisí z hlediska použitých fyzikálních pojmů a vzorců. Nekryjí se tedy s tematickými celky v *Rámcovém vzdělávacím plánu*.

Pro testování hypotézy bylo naplánováno postupné aplikování dvou tematických sad úloh ve dvou třídách. Byly však vytvořeny sady tři, aby bylo usnadněno zařazení do vzdělávacího plánu konkrétní školy. Vzhledem k návaznosti témat je jistotou, že aspoň dvě z vytvořených sad spadají do jednoho školního roku, což je podstatné pro provedení experimentu.

Zvolené období (převážně 6. a 7. ročník základní školy nebo prima a sekunda víceletého gymnázia) považuji na základě zkušenosti za klíčové pro utvoření vztahu k fyzice jako vyučovacímú předmětu ve škole.

Standardy základního vzdělávání, které jsou od roku 2012 součástí *Rámcového vzdělávacího plánu pro základní školy*, [71] upravují minimální úroveň vzdělání po dosažení 5. a 9. ročníku, proto z nich stanovení cílové skupiny mé práce nevycházelo.

Komparace dat proběhla porovnáním procentuální úspěšnosti v pretestu a posttestu pro všechny žáky jednotlivých tříd. Pro detailnější rozbor situace byla porovnána i úspěšnost

chlapců a dívek. Pracovní předpoklad byl, že výkon chlapců a dívek se nebude výrazně lišit, stejně jako jejich motivace k práci.

5.6 Soubory testovacích úloh

Jako testovací nástroj byly použity mnou vytvořené sady úloh z jednotlivých okruhů, vždy paralelně pro testovanou skupinu a kontrolní skupinu. Skupiny mají rozsah jedné školní třídy, počet žáků v konkrétní skupině je ovlivněn aktuální situací v daném ročníku, resp. třídě konkrétní školy. Obě skupiny mají stejného vyučujícího, aby se omezily subjektivně dané vlivy při testování. Názvy souboru úloh nemusí přesně kopírovat název tematického celku na konkrétní škole vzhledem k různosti školních vzdělávacích plánů na jednotlivých školách.

Kontrolní i testovací sada mají po deseti úlohách. Úlohy jsou na stejné téma a se stejnými hodnotami, liší se pouze způsobem zadání. Testovaná skupina obdrží úlohy motivačně zadané, kontrolní skupina obdrží úlohy zadané klasicky. Sady jsou určeny k procvičování, v optimálním případě samostatnému. Výklad učitele by měl být pro testovanou i kontrolní skupinu stejný. Proces procvičování by měl probíhat po dobu několika (i více) dnů podle potřeby výuky v dané třídě.

V dalším zadaném tématu dostává původně testovací skupina kontrolní zadání z nového okruhu, naopak kontrolní skupina se stává skupinou testovací. Účelem tohoto postupu je omezit případný vliv rozdílné úrovně jednotlivých tříd na porovnání jejich výsledků.

Soubory úloh jsou koncipovány jako metodický materiál pro učitele fyziky a opatřeny poznámkami, resp. komentáři. Použití v původně plánovaném ročníku není závazné vzhledem k různosti školních vzdělávacích plánů a termínové volnosti *Rámcového vzdělávacího plánu* pro příslušnou věkovou skupinu.[02]

Názvy souborů úloh

- Pohyb a rychlost
- Tlak
- Archimédův zákon

Jako metodická pomůcka byly dále zpracovávány soubory pro 8., resp. 9. ročník základní školy a odpovídající ročníky víceletých gymnázií. Tyto soubory však nebyly z důvodu zaměření testovány v rámci této práce.

- Práce, výkon, energie
- Elektrický proud

5.7 Pretest a posttest. Vyhodnocení úspěšnosti.

Před zadáním úloh byla vstupní úroveň dovedností žáků ověřena pretestem, po procvičení následoval posttest. Vyhodnocení úspěšnosti pretestu a porovnání s posttestem bylo základním kritériem pro ověření hypotézy H_{10}/H_{1A} . Pro testování hypotéz H_{20}/H_{2A} a H_{30}/H_{3A} byla provedena žakovská anketa.

Pretest příslušný k danému tématu z didaktických důvodů obsahuje tři úlohy, posttest čtyři úlohy. Obtížnost úloh posttestu je nastavena o něco výše, s ohledem na skutečnost, že při řešení sad žáci dané téma procvičovali. Protože jako výstupní veličina je volena procentuální úspěšnost, nemá odlišný počet úloh vliv na její hodnotu.

Vyučujícím bylo doporučeno pretest nehodnotit známkou, hodnocení posttestu bylo ponecháno na vyučujících. Z hlediska výzkumu je kritériem úspěšnost žáků při řešení jednotlivých úloh, na případné známky není brán zřetel.

Úlohy byly hodnoceny na čtyřbodové škále. Jednotlivé kroky řešení byly hodnoceny vždy jedním bodem. Těmito kroky byly:

- 1) dekodování úlohy (typicky zápis fyzikálních veličin s hodnotami)
- 2) vytvoření fyzikálního modelu (např. použití vhodného vzorce)
- 3) výpočet a číselný výsledek
- 4) jednotka, rozměr výsledku, rozhodnutí

Vzhledem k odlišné praxi na různých školách nebylo hodnoceno, zda žák zapsal či nezapsal slovní odpověď. Pojem „rozhodnutí“ obsahuje případnou odpověď na otázku, kterou nelze vyjádřit pouze číselným údajem, např. v úloze A7 s otázkou „Dokáže vrabec uniknout dravci?“ je třeba rozhodnout mezi možnostmi „Ano“ nebo „Ne“, resp. ekvivalentními formulacemi. Řešil-li žák úlohu úvahou, tj. bez standardního postupu *zápis-vzorec-dosazení-výsledek-odpověď*, bylo nutno posoudit úlohu individuálně. Šlo však o výjimečné případy, naprostá většina žáků řešila úlohy klasicky.

Pretest i posttest byly vypracovány ve dvou skupinách (A, B) vzhledem k běžné školní praxi, kdy vedle sebe v lavici sedící žáci obdrží odlišná zadání stejné obtížnosti. Označení „A“ a „B“ se vztahuje k tradičnímu označení pozice žáka v lavici a nesouvisí s označením testovací a kontrolní sady procvičovacích úloh.

Materiály byly kopírovány a rozdány žákům. Byly formátovány tak, aby kopírování bylo ekonomické pro školy. V úlohách rozdaných žákům byl využit zápis jednotek používaný na základních školách, tj. např. „m/s“ pro metry za sekundu. Tato forma byla upřednostněna před z fyzikálního hlediska správnější formou „m·s⁻¹“ na základě vyjádření pedagogů ze základních škol, podle nichž je forma „m·s⁻¹“ řadě žáků nepřístupná a není v běžné praxi na řadě základních škol používána. Tato korekce proběhla na počátku testování a neovlivnila jeho průběh.

Na základě pilotního testování byla ze sady „Archimédův zákon“ vypuštěna úloha v anglickém jazyce, protože dle vyjádření vyučujících žákům zejména na základních školách

chybí k pochopení úlohy potřebná slovní zásoba. Úlohu by bylo nutno přeložit, čímž by její zařazení z hlediska této práce ztratilo smysl, stala by se konvenční úlohou.

Při testování hypotéz touto formou pedagogického experimentu se jeví velmi obtížným experiment zaslepit. Při zaslepeném experimentu se pracuje s rozsáhlým, statisticky hodnotitelným souborem homogenních případů, které se náhodně rozdělí (randomizují) do dvou stejně velkých souborů.[72] Randomizace znamená náhodné rozdělení jednotlivců kontrolní a experimentální skupiny. V případě randomizace by každá skupina měla mít vyvážené zastoupení pohlaví, věku, školní úspěšnosti a dalších i nesledovaných rušivých faktorů.[73] Splnění těchto požadavků je, jak již bylo řečeno, v případě pedagogického experimentu v malém měřítku obtížné. Soubory v této práci především nejsou dostatečně početné. Školní třída sice může být původně náhodným souborem jedinců vybraných např. podle abecedy a bydliště, ale dlouholetou interakcí relativně malého počtu žáků se jednotlivci ve třídě vzájemně ovlivňují – vzniká klima třídy, které zahrnuje např. soutěživost ve třídě nebo nepsané normy chování respektované samotnými žáky.[74] Jednotlivé třídy, i když jde o paralelní třídy ve stejném ročníku jedné školy učené stejným učitelem, se mohou klimatem lišit. Negativní důsledky této skutečnosti má za cíl minimalizovat překřížení skupin (*cross-over*) v průběhu experimentu, kdy se testovací skupina stává skupinou kontrolní a kontrolní skupina skupinou testovací.

V situaci, kdy třída dostane k vypracování sadu úloh, které se způsobem zadání či jinak liší od do té doby běžného pracovního materiálu, nelze vyloučit, že žák si uvědomí, že je předmětem experimentu. Zadávající učitel ví, komu zadává testovací soubor, což může ovlivnit jeho přístup. Rovněž vyhodnocující ví, zda vyhodnocuje testovací nebo kontrolní skupinu. Experiment tedy představuje otevřenou studii, při níž examinátor i testovaný vědí, do které skupiny patří.

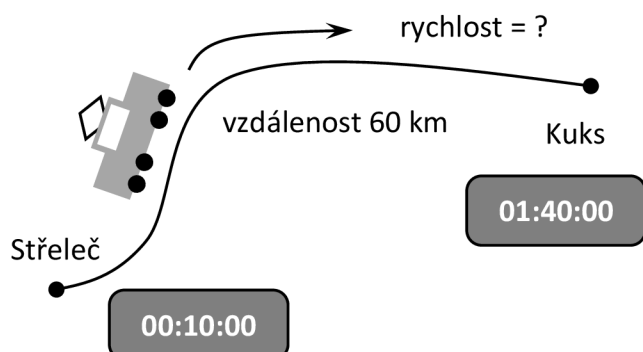
5.8 Sady úloh a testy

Materiály jsou uvedeny v podobě, v níž byly v průběhu pedagogického experimentu zadány žákům. Zdroje jsou uvedeny vždy v poznámce za materiálem.

5.8.1. Pohyb

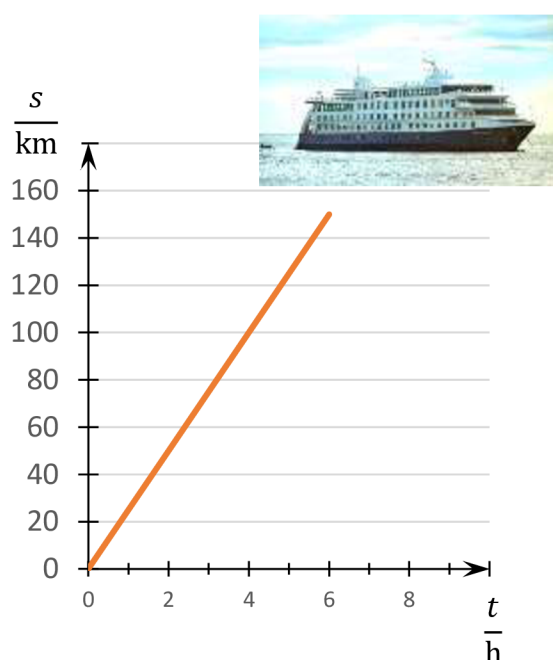
Sada A – testovaná skupina

A1)



A2) Na grafu je znázorněn pohyb výletní lodi *Stella Australis* na klidném moři (viz obrázek). Urči rychlost její plavby.[09]

A3) Rekord pro nejrychlejší pilotované letadlo na světě drží Lockheed SR-71 *Blackbird*. Letadlo tohoto typu urazilo při letu mezi městy St. Louis a Cincinnati v USA vzdálenost 501 km za 8 minut a 32 sekund. Jak velkou průměrnou rychlostí se letadlo pohybovalo? Výsledek napiš v kilometrech za hodinu.[10]



Obr. 1: Lockheed SR-71 *Blackbird*

A4) V městečku *Newtonovice* bydlí samí fyzikové, takže jsou tam nápisy psány v základních jednotkách. Matýskova babička jede na svém harleyi rychlostí 48 km/h kolem značky s vyznačenou maximální povolenou rychlostí 12 m/s a policejního vozu. Dostane pokutu?

A5) Usain Bolt's average speed during the 100 metres sprint on 16th August 2009 was 10.44 meters per second. Is this speed bigger than 38 kilometers per hour? [11]

Vocabulary: *average* – průměrný; *during* – v průběhu

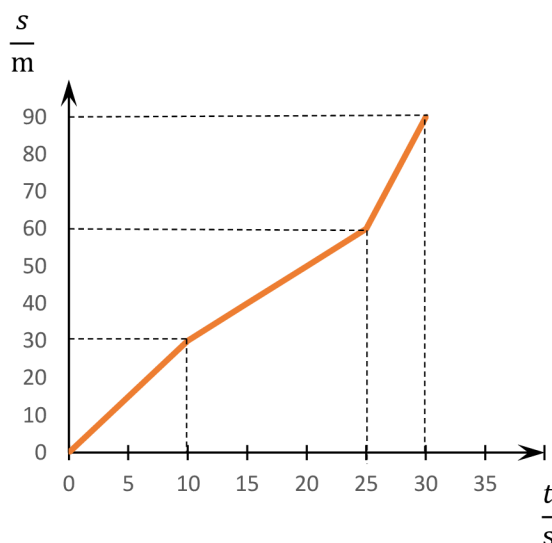
A6) Matýsek se v 16:50 vydal na kole do obchodu v sousední vsi vzdálené 3,5 km pro toaletní papír. Na kole jede stálou rychlostí 18 km/h, hnán naléhavou potřebou. Obchod zavírá v 17:00 hodin. Stihne Matýsek přijet včas?

A7) Sokol se při útoku na kořist pohybuje rychlostí 200 km/h. Vrabec zpozoruje útočícího sokola v okamžiku, kdy je sokol 100 metrů nad ním. Vrabci trvá 1,5 sekundy, než dosáhne úkrytu v křoví. Dokáže vrabec uniknout dravci?

A8) Matýsek přechází silnici po přechodu, k němuž se blíží bílá dodávka rychlostí 50 km/h. Matýsek uprostřed jízdního pruhu klopýtne a upadne, když je dodávka vzdálena 45 metrů. Matýsek vstane a uteče za 2,5 sekundy. Přežije?

Poznámka: Bílé dodávky nikdy nebrzdí.

A9) Z grafu urči průměrnou rychlost tělesa.



Obr. 2: Graf k úloze A9

A10) Pes Azor běžel nejprve 30 sekund rychlostí 2 m/s. Pak Azor uviděl kočku Lízu a zrychlil na 4 m/s. Touto rychlostí uběhl 40 metrů, dokud Líza nevylezla na strom. Jaká byla Azorova průměrná rychlost?

$v_1 =$ _____ m/s

$t_1 =$ _____ s

$s_1 =$ _____ m

$v_2 =$ _____ m/s

$s_2 =$ _____ m

$t_2 =$ _____ s

$s =$ _____ m

$t =$ _____ s

$v =$ _____ m/s

Sada B – kontrolní skupina

- B1) Nákladní vlak vyjel v 00:10 hodin a zastavil v 01:40 hodin, za tu dobu urazil vzdálenost 60 km. Jakou rychlostí se pohyboval?
- B2) Výletní loď urazila na klidném moři za 6 hodin vzdálenost 150 km. Vypočítej rychlost lodi.
- B3) Letadlo urazilo za 8 minut a 32 sekund vzdálenost 501 km. Jak velkou průměrnou rychlostí se těleso pohybovalo? Převed' na kilometry za hodinu.
- B4) Převed' rychlost 48 km/h na metry za sekundu.
- B5) Usain Bolt běžel 16. srpna 2009 při rekordním běhu na 100 metrů průměrnou rychlostí $10,44 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Dosáhl tím rychlosti 38 km/h?
- B6) Cyklista se má dostat z jedné vesnice do druhé, vzdálené 3,5 km. Jede rychlostí 18 km/h. Stihne to za 10 minut nebo dříve?
- B7) Sokol se při útoku na kořist pohybuje rychlostí 200 km/h. Za jakou dobu urazí touto rychlostí vzdálenost 100 metrů?
- B8) Automobil se pohybuje rychlostí 50 km/h. Dorazí k přechodu pro chodce vzdálenému 45 m dříve, než za 2,5 sekundy?
- B9) Vypočítej průměrnou rychlost tělesa, které se pohybuje nejprve 10 sekund rychlostí 3 m/s, poté 15 sekund rychlostí 2 m/s, a nakonec 5 sekund rychlostí 6 m/s.

B10) Pes Azor běžel nejprve 30 sekund rychlostí $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Pak Azor uviděl kočku Lízu a zrychlil na 4 m/s . Touto rychlostí uběhl 40 metrů, dokud Líza nevylezla na strom. Jaká byla Azorova průměrná rychlost?

Didaktické poznámky (sděleny zadávajícím učitelům):

Úloha A1 by ideálně neměla vyžadovat komentář vyučujícího, avšak to, zda skutečně učitel předloží úlohu nekomentovanou nebo žákům připomene „spočítejte rychlost“, autor ponechává na rozhodnutí zadávajícího, který má přehled o schopnostech dané třídy.

V úloze A2 by správněji mělo být „průměrnou rychlostí“, ale praxe ukazuje, že není-li řečeno jinak, žáci považují rychlost tělesa za stálou. V počáteční fázi výuky doporučuji úlohu nekomplikovat zaváděním dalšího pojmu.

Poznámka k obrázkům:

Obrázky jsou číslovány tak, jak byly zadány žákům, tj. čísla 1 a 2 z důvodu zachování autentičnosti. Ze stejného důvodu je až na malé výjimky zachováno rozložení textu.

Poznámka ke zdrojům: úloha A2 viz [75], A3 [37] [38], A5 [76]

Pretest – skupina A

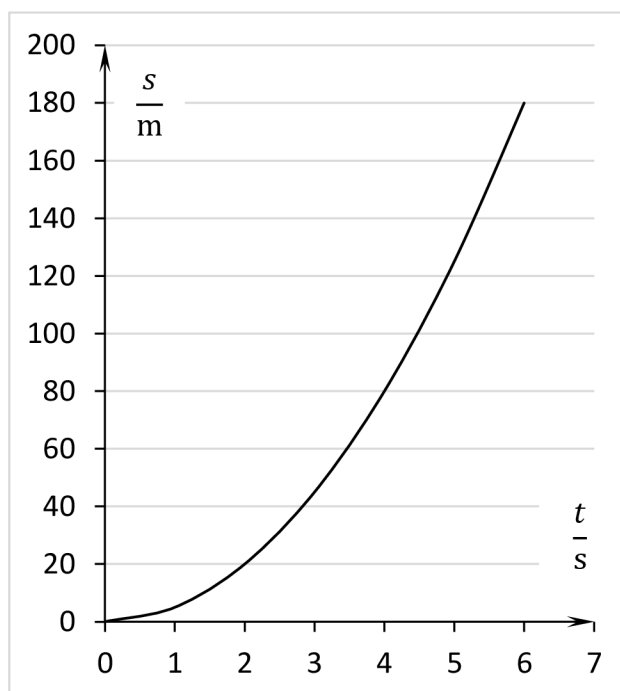
- 1) Janin tachometr na bicyklu ukázal, že za 50 sekund jízdy ujela 350 metrů. Kolik kilometrů za hodinu činila její rychlost?
- 2) Dan potřebuje uběhnout 80 metrů za 11 sekund. Stačí, když poběží rychlostí 25 km/h ?
- 3) Klára jela 3 minuty z kopce na běžkách rychlostí 30 km/h , pak běžela $7,5 \text{ km}$ rychlostí 10 km/h . Jak velká byla její průměrná rychlost?

Pretest – skupina B

- 1) Marek na tréninku běžel trať 1380 m . Dosáhl času rovných 230 sekund. Kolik kilometrů za hodinu činila Markova rychlost?
- 2) Veronika nesmí ve městě jet rychleji, než 50 km/h . Dokáže ujet úsek dlouhý 200 metrů za dobu kratší než 13 sekund?
- 3) Pavel běžel 3 km rychlostí 12 km/h , potom šel 10 minut rychlostí 6 km/h . Jak velká byla Pavlova průměrná rychlost?

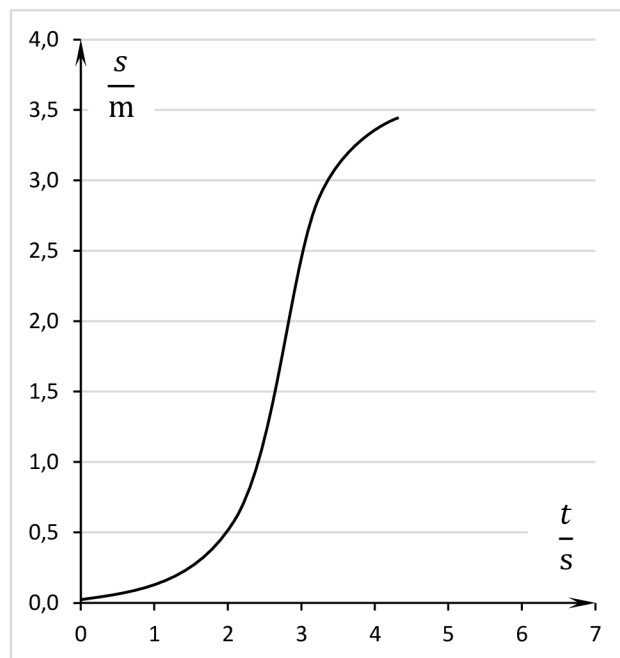
Posttest - skupina A

- 1) Jirka dobíhá autobus. Vzdálenost 90 m uběhl za 15 sekund. Kolik kilometrů za hodinu činila jeho rychlost?
- 2) Paní Eva jede stálou rychlostí 40 km/h, jak jí nařizuje dopravní značka. Na 150 metrů vzdáleném semaforu jí právě naskočila zelená. Eva ví, že zelená vydrží 12 sekund. Stihne Eva projet křižovatkou?
- 3) Princ Martin jede za princeznu. Nejprve se Martinův kůň 12 km loudá rychlostí 8 km/h, pak ale Martin pobídne koně, aby to nevypadalo, že se bojí. 6 minut cválá rychlostí 40 km/h. Jaká byla princova průměrná rychlost?
- 4) Graf zaznamenává, jak závisí dráha na čase u volně padajícího kamene. Z grafu urči průměrnou rychlost pohybu v čase od počátku do 6 sekund.



Posttest - skupina B

- 1) Martina na kolečkových bruslích projela vzdálenost 144 metrů za 24 sekund. Kolik kilometrů za hodinu činila její rychlost?
- 2) Balon vzduchoplavce Miloše byl vypuštěn u Sezemic nedaleko Pardubic. Miloš tvrdí, že stačí uletět 8 km k Heřmanovu Městci za méně než hodinu. Stačí k tomu, aby balón unášel mírný vítr rychlostí 2,5 m/s?
- 3) Slečna Markéta se vdává. Protože ji zapomněli doma, jede na svatbu na kole. 6 km přes město Markéta prosviští rychlostí 18 km/h, zbylých 10 minut dojde důstojně pěšky rychlostí 3 km/h. Jaká byla nevěstina průměrná rychlost?
- 4) Graf zaznamenává, jak závisí dráha na čase u rozjíždějícího se cyklisty. Z grafu urči průměrnou rychlost pohybu v čase od počátku do 4 sekund.



Po provedení posttestu byla žákům jedné ze tříd Gymnázia Josefa Ressela z didaktických důvodů poskytnuta sada C, v níž byly úlohy už převedeny do veličinového modelu. Protože tyto úlohy z důvodu časové posloupnosti neovlivnily výsledky posttestu, nejsou zahrnuty do vyhodnocení úspěšnosti. Ve vyhodnocení postojového dotazníku sloužícího k ověření 2. a 3. hypotézy ji rovněž neuvádím

Sada C

C1) Těleso urazí dráhu 60 km za dobu 3 h 40 min. Vypočítej průměrnou rychlost.

C2) Urči z grafu rychlost tělesa.

C3) Těleso urazilo za 8 minut a 32 sekund vzdálenost 501 km. Vypočítej průměrnou rychlost tělesa, převed' na kilometry za hodinu.

C4) Je rychlost 48 km/h vyšší než 12 m/s? Převed'.

C5) Běžec překonal dráhu 100 m rychlostí 10,44 metru za sekundu. Jaký čas tomu odpovídá?

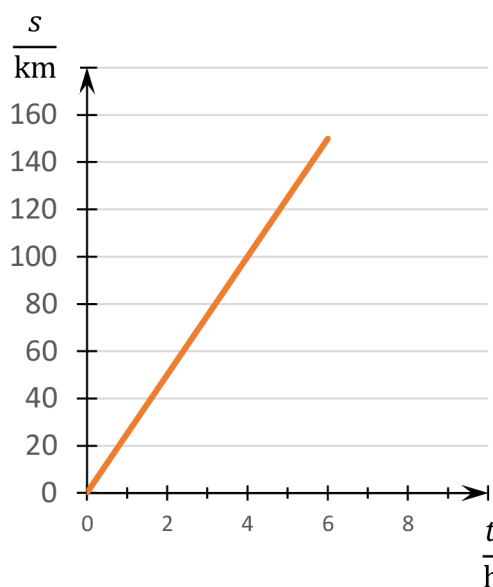
C6) Cyklista se pohybuje rychlostí 18 km/h po dobu 10 minut. Bude uražená dráha menší než 3,5 km?

C7) Pták se pohybuje rychlostí 200 km/h po dobu 1,5 sekundy. Urazí za tuto dobu dráhu 100 m nebo větší?

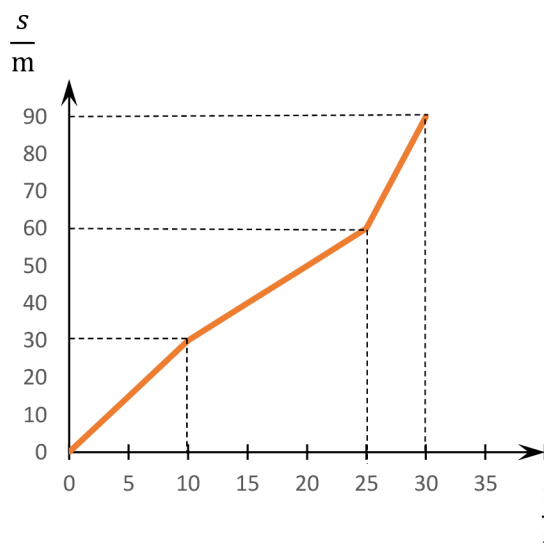
C8) Auto se pohybuje rychlostí 50 km/h po dobu 2,5 sekundy. Urazí za tuto dobu dráhu 45 m nebo větší?

C9) Z grafu urči průměrnou rychlost tělesa.

C10) Těleso se pohybuje 30 sekund rychlostí $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Urči uraženou dráhu. Pak se těleso pohybuje na dráze 40 m rychlostí 4 m/s. Vypočítej čas pohybu. Urči průměrnou rychlost tělesa.



Obr. 1: Graf k úloze C2

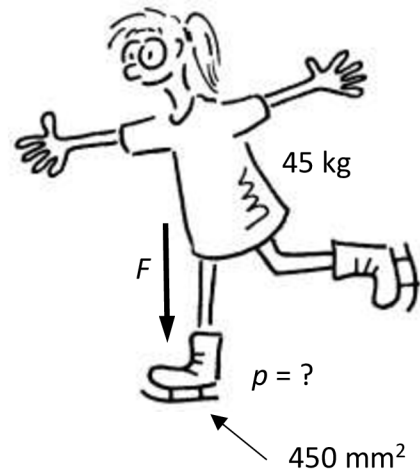


Obr. 2: Graf k úloze C9

5.8.2 Tlak

Sada A – testovaná skupina

A1) Viz obrázek vpravo.

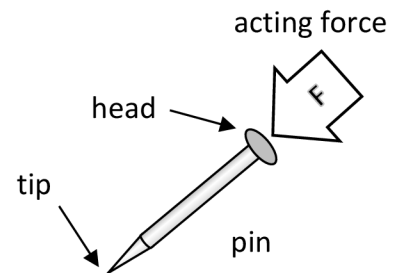


A2) Chufuova (Cheopsova) pyramida u Gízy má tvar pravidelného jehlanu s čtvercovou podstavou o straně 230 m a hmotností odhadnutou na 6 milionů tun (zaokrouhleno).

- Vypočítej tlak, kterým působí pyramida na skalní podklad.
- Porovnej výsledek s tlakem, který vyvíjí na zem běžící kůň při došlápnutí na jednu nohu (celková hmotnost 300 kg, styčná plocha kopyta se zemí 20 cm²).

A3) Fenka Kora kouše kost. Její zuby jsou v kontaktu s kostí na ploše 8 mm², kost vydrží tlak 120 MPa. Jak velkou sílu musí Kora vyvinout, aby rozdrtila kost?

A4) The finger acts on the pin head with the force of 2 N. The pressure under the pin tip is 20 MPa. What is the area of the tip? Use the units of mm².



A5) Brůs Vyliš při kosmickém letu prorazil hřebíkem stěnu své lodi, když se na ni snažil připevnit fotku vnoučat. Začal unikat vzduch. Vyliš chce ucpat otvor žvýkačkou s účinnou plochou 1,5 cm². Žvýkačka musí být ke stěně přitlačena silou aspoň 4 N, aby dobře těsnila. Stačí k tomu tlak vzduchu 30 kPa v kosmické lodi? (Venku je prakticky vakuum.)

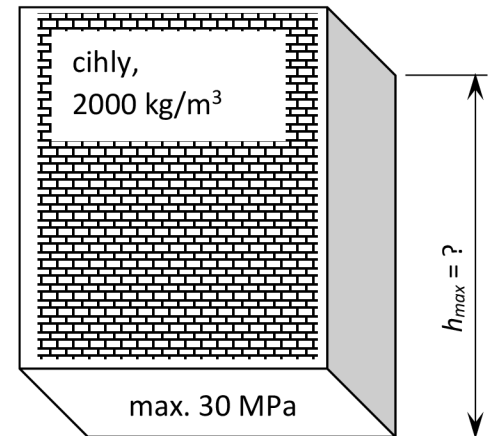
A6) Rekordní ponor v moři uskutečnili v roce 1960 Jacques Piccard a Don Walsh, když se v batyskafu *Trieste* potopili do hloubky cca 10 900 m v Mariánském příkopu v Tichém oceánu. Vypočítej:

- hydrostatický tlak působící v této hloubce
- tlakovou sílu, působící v této hloubce na okénko batyskafu o ploše 4 dm².



Batyskaf Trieste

A7) V dobrodružných filmech či knihách se hrdina či padouch někdy zachrání tak, že ponoření pod vodní hladinou dýchají rákosem nebo trubičkou. Jak velká síla by v hloubce 0,5 m pod vodou tlačila na hrudník člověka o účinné ploše 0,12 m² (obdélník s rozměry 30 cm na 40 cm)? Jaké tíze to odpovídá? Bylo by možno dýchat?

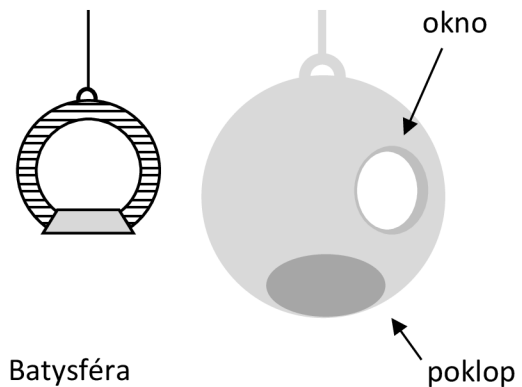


A8) Viz obrázek vpravo.

A9) James Bond hledá únikovou cestu z ponorky potopené 4 m pod hladinou. Vzduch uvnitř dochází. Bond našel poklop o ploše 0,5 m², který se otevírá ven. Bond dokáže tlačit silou 2000 N. Dokáže poklop nadzvednout, nebo bude muset hledat jinou cestu?

A10) Batysféra (komora pro výzkum mořských hlubin) je na laně ponořena do hloubky 1200 m. Průzkumník uvnitř omylem uvolní zajištění poklopu. Postačí hydrostatický tlak k tomu, aby poklop vlastní tíhou neodpadl? Poklop má plochu 0,5 m² a hmotnost 200 kg.

- $m =$ _____ kg
 $g =$ _____ N/kg
 $F_{dolů} =$ _____ N
 $h =$ _____ m
 $\rho =$ _____ kg/m
 $p =$ _____ Pa
 $S =$ _____ m³
 $F_{nahoru} =$ _____ N

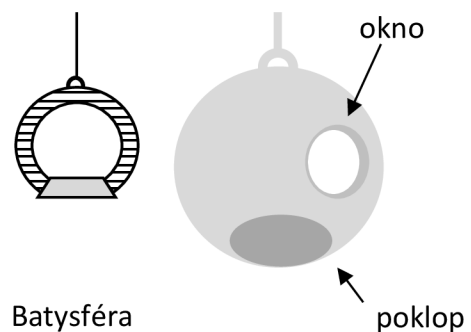


Odpověď:

Sada B – kontrolní skupina

B1) Zuzka jede na jedné noze na brusli. Její hmotnost je 45 kg, styčná plocha brusle s ledem je 450 mm². Jak velký tlak na led vytváří Zuzka?

- B2) Vypočítej tlak, kterým na poklad působí
- těleso o hmotnosti 300 kg, styčná plocha se zemí je 20 cm²
 - těleso o hmotnosti 6 tun s čtvercovou podstavou o straně 0,23 m.
- B3) Vypočítej sílu, kterou je třeba působit na plochu 8 mm², aby vznikl tlak 120 MPa.
- B4) Prst působí na hlavičku špendlíku silou 2 N. Na špičce špendlíku tím vzniká tlak 20 MPa. Jak velkou plochu má špička špendlíku? Zapiš v milimetrech čtverečních.
- B5) V tlakové nádobě s plynem je přetlak oproti vnějšku 30 kN. Dá se utěsnit malý otvor ve stěně pomocí vnitřní záplaty s účinnou plochou 1,5 cm², jestliže k dobrému utěsnění musí být záplata přitlačena tlakem plynu ke stěně silou aspoň 4 N?
- B6) Výzkumná ponorka se pohybuje 300 metrů pod hladinou moře. Vypočítej
- hydrostatický tlak působící v této hloubce
 - tlakovou sílu, působící v této hloubce na okénko ponorky o ploše 4 dm².
- B7) Vypočítej sílu vyvolanou hydrostatickým tlakem vody v hloubce 0,5 metru na plochu 0,12 m². Jaké tíže to odpovídá?
- B8) Jak vysokou zeď lze (teoreticky) postavit z cihel o hustotě 2000 kg/m³ s pevností v tlaku 30 MPa, aby se nezhroutila vlastní tíhou? [81]
- B9) Vypočítej hydrostatický tlak v hloubce 4 m pod vodní hladinou. Urči tlakovou sílu, která v této hloubce působí na plochu 0,5 dm².
- B10) Batysféra (komora pro výzkum mořských hlubin) je ponořena na laně do hloubky 1200 m. Průzkumník uvnitř omylem uvolní zajištění poklopu. Postačí hydrostatický tlak k tomu, aby poklop (viz obr.) vlastní tíhou neodpadl? Poklop má plochu 0,5 m² a hmotnost 200 kg.



Didaktické poznámky (sděleny zadávajícím učitelům):

Ideálně by úloha A1 neměla vyžadovat komentář vyučujícího, avšak to, zda skutečně učitel předloží úlohu nekomentovanou nebo žákům připomene „spočítejte tlak“, autor ponechává na rozhodnutí zadávajícího, který má přehled o schopnostech dané třídy.

K úloze A3 doporučuji, aby učitel po vyřešení uvedl další zajímavé hodnoty síly stisku čelistí: velký pes 1300 N, lev 3000 N, hyena 5000 N, krokodýl 16 000 N, tyranosaurus 60 000 N.[82] Zjištěné hodnoty meze pevnosti v tlaku kortikální kosti značně kolísají, stránky Fakulty sportovních studií MU uvádějí hodnoty od 126 MPa (ulna) po 209 MPa (femur), (Karas, Otáhal, 1972 in Janura, 2003). Hodnota 120 MPa byla zvolena ke spodní hranici intervalu i proto, že psům se obvykle nepředkládají nejtvrďší kosti. Podobnou úlohu má na stránkách V. Vašćák.

Učitel může žákům objasnit pojem „pevnost v tlaku“, podle mých zkušeností však většina žáků tuto veličinu intuitivně chápe (i díky jednotce MPa) jako maximální možný tlak, který materiál vydrží.[83] [84] Stejně jako v úloze 1 záleží na vyučujícím, zda žákům ústně sdělí, co mají počítat, případně zopakuje zadané hodnoty. Dle mého názoru je obrázek natolik návodný, že to není třeba, je však vhodná následná diskuze.

Považuji za pozoruhodné, že mnozí žáci intuitivně správně použijí vzorec pro hydrostatický tlak, ač ten je odvozen a do té doby i užíván výhradně pro kapaliny. V následné diskuzi k úloze A8/B8 je vhodné žákům vysvětlit, že v praxi se zeď staví výrazně nižší, a objasnit význam koeficientu bezpečnosti. Mez pevnosti cihel v tlaku kolísá v rozmezí 15 – 80 MPa, u pórovitých cihel je nízká, např. u tvárnic Porotherm 30 má hodnotu cca 17 MPa.[84]

Úloha A10/B10 může být považována i za úlohu zajímavostní. Scaffolding však představuje výraznější změnu proti klasicky zadaným úlohám, proto je nasazena i do sady pro kontrolní skupinu. Ve skutečnosti bývá poklop umístěn na boku koule, poklop dole je pouze modelový příklad pro potřeby úlohy. Učitel může tuto skutečnost žákům objasnit, považuje-li to za potřebné.

Úloha A5/B5 nabízí různé možnosti řešení. Považuji za optimální výpočet potřebné síly z tlaku a plochy a poté porovnání s potřebnou silou. Dle mé zkušenosti žáci volí i jiné varianty, zejména výpočet potřebného tlaku. Obdobně platí pro úlohy A9/B9.

V úloze B2 není použití velkých čísel odpovídajících Cheopsově pyramidě didakticky potřebné.

Poznámka ke zdrojům: Úloha A2 viz [77], A3 [78], A6 [79] [80]

Pretest – skupina A

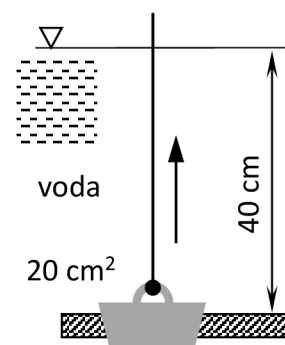
- 1) Jak velkým tlakem působí na zem nákladní automobil o hmotnosti 8 tun, jestliže se dotýká vozovky na ploše 20 dm^2 ?
- 2) Jak hluboko pod hladinou moře dosahuje hydrostatický tlak hodnoty $4,6 \text{ MPa}$?
- 3) K proražení plechu je potřeba tlak 400 MPa . Stačí k tomu síla 900 N působící na hrot o účinné ploše 3 mm^2 ?

Pretest – skupina B

- 1) Jak velkou celkovou plochu mají nohy stolu o hmotnosti 12 kg , jestliže působí na podlahu tlakem 24 kPa ?
- 2) Jak velký hydrostatický tlak je 350 m pod hladinou vody?
- 3) Tlak na podloží pod domovními sloupy nesmí přesáhnout hodnotu 50 MPa . Stačí plocha $1,2 \text{ dm}^2$ k tomu, aby se rozložila síla $80\,000 \text{ N}$?

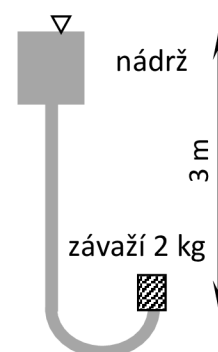
Posttest – skupina A

- 1) Okno dopravního letadla s plochou $0,8 \text{ m}^2$ vzdoruje přetlaku 80 kPa . Jak velkou sílu musí okno vydržet?
- 2) Jakou hustotu má kapalina v sudu, jestliže $0,6 \text{ m}$ pod její hladinou naměříme hydrostatický tlak $4,8 \text{ kilopascalu}$?
- 3) Nikola (60 kg) se houpe na hrazdě. Nevšimla si, že ji drží pouze jeden šroub o průřezu 20 mm^2 . Materiál šroubu vydrží zatížení 120 MPa , Nikola váží 60 kg . Unese ji šroub?
- 4) Stačí k vytažení zátky z vany síla o velikosti 10 N ?



Posttest – skupina B

- 1) Podvozek terénního vozu rozkládá tíhu $20\,000 \text{ N}$ tak, aby tlak na podklad nepřevýšil hodnotu 250 kPa . Jak velkou styčnou plochu se zemí má?
- 2) Jak hluboko pod hladinou kapaliny s hustotou $13\,600 \text{ kg/m}^3$ naměříme hydrostatický tlak 100 kilopascalů ?
- 3) Tyranosaurus byl díky síle čelistí až 30 kN schopen vyvinout na hrotech zubů ($0,1 \text{ cm}^2$) obrovský tlak. Dokázal by překousnout betonovou dlaždici, která vydrží tlak 20 MPa ?
- 4) Dokáže hydrostatický tlak vody nadzvednout závaží? Průřez potrubí je 10 cm^2 .



Stejně jako v předchozím případě byla žákům poskytnuta dodatečně sada C s abstraktně zadanými úlohami, která však neovlivnila testování ani závěrečnou anketu a je uvedena pouze pro úplnost.

Sada C

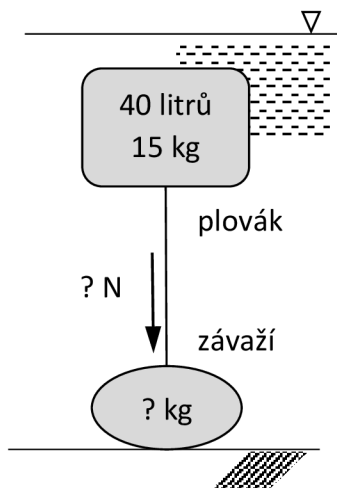
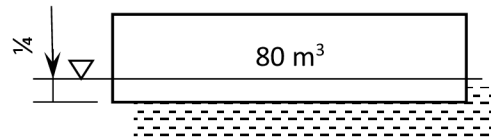
- C1) Hmotnost tělesa je 45 kg, styčná plocha tělesa s podložkou je 450 mm^2 . Jak velký tlak těleso vytváří?
- C2) Vypočítej tlak, kterým na poklad působí
- c) těleso o hmotnosti 300 kg, styčná plocha se zemí je 20 cm^2
 - d) těleso o hmotnosti 6 tun s čtvercovou podstavou o straně 0,23 m.
- C3) Vypočítej sílu, kterou je třeba působit na plochu 8 mm^2 , aby vznikl tlak 120 MPa.
- C4) Síla 2 N vyvolá tlak 20 MPa. Jak velká je příslušná plocha? Zapiš v milimetrech čtverečních.
- C5) Přetlak má hodnotu 30 kN, působí na plochu $1,5 \text{ cm}^2$. Má síla vyvolaná tlakem velikost aspoň 4 N?
- C6) Vypočítej
- c) hydrostatický tlak v hloubce 300 m pod vodou
 - d) tlakovou sílu, působící v této hloubce na plochu 4 dm^2 .
- C7) Vypočítej sílu vyvolanou hydrostatickým tlakem vody v hloubce 0,5 metru na plochu $0,12 \text{ m}^2$. Jaké tíže to odpovídá?
- C8) Jak vysoký může být sloupec materiálu o hustotě $2000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, aby tlak nebyl větší než 30 MPa?
- C9) Vypočítej hydrostatický tlak v hloubce 4 m pod vodní hladinou. Urči tlakovou sílu, která v této hloubce působí na plochu $0,5 \text{ dm}^2$.
- C10) Deska o ploše $0,5 \text{ m}^2$ a hmotnosti 200 kg se nachází v hloubce 1200 m pod vodou. Je hydrostatický tlak větší, stejný, nebo menší, než tíha desky?

5.8.3 Archimédův zákon

Sada A – testovaná skupina

A1) Největší osobní loď světa se v roce 2009 stala *Oasis Of The Seas*, jejíž do vody ponořená část vytlačí při plném nákladu 243 000 tun vody. Jaká je hmotnost naložené lodi *Oasis Of The Seas*?

A2) Vlečná lodice na přepravu písku má přibližně tvar kvádrů o objemu 80 m^3 . Prázdná pluje ponořena do jedné čtvrtiny výšky postranice. Vypočítej, kolik písku se musí do lodi naložit, aby se potopila do tří čtvrtin výšky postranice.



A3) Jak velkou silou musí působit lano na plovák, aby se udržel celý pod hladinou?

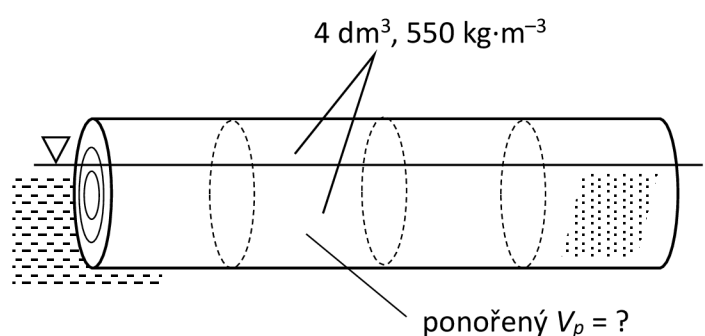
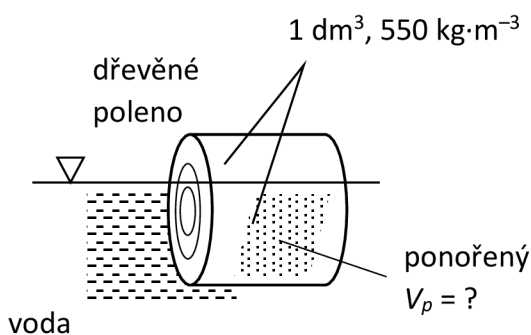
A4) Bobr Justýn má hmotnost 20 kg. Při stavbě hráze potřebuje stlačit pod vodu kmen stromu o objemu 50 litrů a hustotě $700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ tak, aby se celý ponořil pod vodu. Dokáže to tím, že na něj vyleze?



A5) Mafiáni zajali Matýska (má 50 kg) a zavřeli jej do 200-litrového plechového sudu o hmotnosti 30 kg. Přidali stokilogramovou traverzu a sud svrhli do Opatovického rybníka. Zločince zahnal Matýskova sestřička Julinka. Spatří Julinka sud s Matýskem ještě na hladině, aby jej mohla zachránit?

A6) Jak velká část polena (v %) je ponořena pod hladinu vody? Objem polena je

a) 1 dm^3 , b) 4 dm^3 a c) $5,7 \text{ dm}^3$.



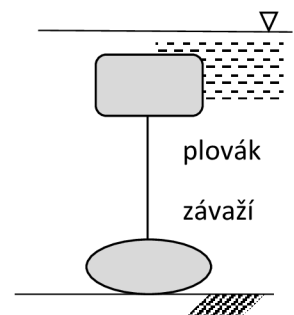
- A7) Strašlivý pirát Jakub Vrabec je pánem Lhotského rybníka. Plaví se v dubových neckách o objemu 150 litrů a hmotnosti 40 kg. Jakub má hmotnost 65 kg. Může do neck přibrat ještě krásnou Bětušku, kterou tajně miluje, aniž by se potopili? Bětuška má hmotnost 60 kg.
- A8) Formanu Šejtročkovi se splašil kůň, takže srazil sochu vodníka Česílka v životní velikosti do rybníka. Loupežník Rumcajs se pro sochu potopil a uvázal na ni lano. Dokáže Rumcajs vytáhnout sochu z pískovce o hustotě $2,2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ s objemem 50 dm^3 k hladině? Rumcajs uzvedne 70 kg.
- A9) James Bond potřeboval rychle ukrýt proslulé diamanty. Vložil je tedy do jedenapůllitrové PET láhve, přidal 1200 gramů písku jako zátěž, uzavřel a hodil do zahradního jezírka. Hmotnost diamantů i s PET lahví činí 250 gramů. Podařilo se Bondovi ukrýt diamanty?
- A10) Norský badatel Thor Heyerdahl přeplul v roce 1947 Pacifik na balzovém voru Kon-Tiki. Vor byl sestaven z devíti kmenů o průměrném objemu 3 m^3 každého z nich. Na kmenech byla položena bambusová paluba a na ní stožár s plachtou a přístřešek. Hustota suchého balzového dřeva je $150 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Vypočítej, kolik nákladu (včetně osob, paluby, přístřešku, stožáru atd.) by unesly balzové kmeny v případě ponoření až po palubu.



Obr. 2: Balzový vor *Kon-Tiki*. Foto NASA via Creative Commons.

Sada B – kontrolní skupina

- B1) Vypočítej hmotnost trajektu o výtlaku 10 000 tun (to znamená, že ponořená část lodi vytlačí 10 000 t vody).
- B2) Vlečná lodice na přepravu písku má přibližně tvar kvádrů o objemu 80 m^3 . Prázdná pluje ponořena do jedné čtvrtiny výšky postranice. Vypočítej, kolik písku se musí do lodi naložit, aby se potopila do tří čtvrtin výšky postranice.
- B3) Korkový plovák má hmotnost 15 kg a objem 40 litrů. Ocelové lano jej drží pod hladinou jezera tak, že je zcela potopen. Vypočítej, jakou hmotnost musí mít závaží, které udrží plovák pod hladinou a jak velkou sílu přemáhá lano.
- B4) Jakou silou je třeba působit na kmen stromu o objemu 50 litrů a hustotě $700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, aby se celý ponořil pod vodu?
- B4) Jak velkou zátěž je třeba zavěsit na kmen stromu o objemu 50 litrů a hustotě $700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, aby se celý ponořil pod vodu?



- B5) Do ocelového sudu o hmotnosti 30 kg a objemu 200 litrů byla vložena dvě závaží, stokilogramové a padesátakilogramové. Bude sud plovat na hladině vody, nebo se potopí?
- B6) Dřevěné poleno plovoucí ve vodě má hustotu $550 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Urči, jak kolik procent objemu polena je ponořeno pod hladinu vody, činí-li objem polena
a) $1,0 \text{ dm}^3$, b) $4,0 \text{ dm}^3$, c) $5,7 \text{ dm}^3$
- B7) V loďce o efektivním vnějším objemu 150 litrů a hmotnosti 40 kg je člověk o hmotnosti 65 kg. Může se do loďky přidat ještě dalších 60 kg, aniž by se potopila?
- B8) Jak velkou silou je třeba působit na lano, máme-li vytáhnout kámen o hustotě $2,2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a objemu 50 dm^3 ode dna rybníku k hladině? Jak velké zátěži „na suchu“ to odpovídá?
- B9) O kolik je třeba zatížit nádobu o hmotnosti 250 gramů s objemem 1,5 litru, má-li se potopit celá pod vodu?
- B10) Vor je vyroben z devíti kmenů z balzového dřeva o hustotě $150 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Každý kmen má objem 3 m^3 . Vypočítej, kolik nákladu by unesly balzové kmeny v případě plného ponoření.

Poznámka ke zdrojům: Úloha A1 viz [85], A10 [86] [87], hustoty materiálů [84] [88] [89]

Pretest – Skupina A

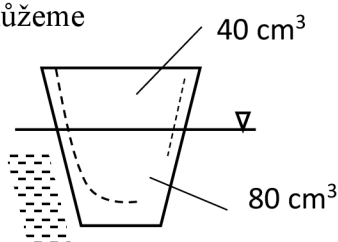
- 1) Kolumbova vlajková loď *Santa Maria* měla výtlak (objem ponořené části) cca 150 m^3 . Urči hmotnost lodi.
- 2) Jak velkou silou je třeba vytahovat k hladině pneumatiku k traktoru o hmotnosti 36 kg a objemu 24 litrů, kterou jakési čuně hodilo do rybníka?
- 3) Na vodě plove parafínová svíčka o hustotě $960 \text{ kg}/\text{m}^3$ a s hmotností 48 g. Jak velká část svíčky vyčnívá nad hladinu?

Pretest – Skupina B

- 1) Labská restaurační a výletní loď *Arnošt z Pardubic* má hmotnost 75 tun (včetně nákladu). Urči objem ponořené části lodi.
- 2) Jak velkou silou je třeba tláčit na zahradní stůl z plastu o hmotnosti 4,5 kg a objemu 5 litrů, aby se celý ponořil do bazénu s vodou?
- 3) Po nadechnutí vyčnívá nad hladinu vody přibližně 5 % lidského těla. Jak velká je průměrná hustota nadechnutého člověka?

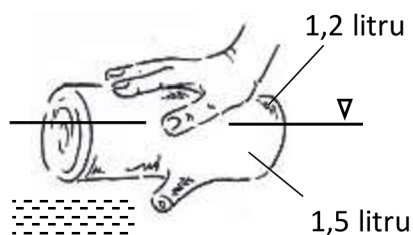
Posttest – Skupina A

- 4) Povodeň zaplavila pokoj, v němž plove stůl z ořechového dřeva (12 kg, 750 kg/m^3). Jaká část stolu je ponořena pod hladinu vody?
- 5) Znamý parník *Titanic* vážil cca 50 000 tun. Kolik m^3 vody tato 270 m dlouhá a 28 m široká loď vytlačila, aby se udržela na hladině?
- 6) Indiana Jones má vytáhnout z vody kamenný sloup o objemu 2 m^3 a s hmotností 5000 kg. Jak velkou sílu bude muset vyvinout Jonesův jeřáb, aby sochu dostal k hladině?
- 7) Kolik gramů soli můžeme dát do skleničky, než voda dosáhne k hornímu okraji?



Posttest – Skupina B

- 1) Prasklé potrubí zaplavilo sklep. Na hladině vody plove regál z borového dřeva (20 kg, 600 kg/m^3). Jaká část regálu je ponořena?
- 2) Loď korzára Francise Drakea *Golden Hind* vážila cca 300 tun. Kolik m^3 vody tato 30 m dlouhá a 6 m široká loď vytlačila, aby se udržela na hladině?
- 3) Rákosníček vidí, že pramen na dně rybníčku zavalil kámen objemu $0,8 \text{ dm}^3$ a s hmotností 2 kg. Jak velkou silou bude muset skřítek zvedat, aby přítok vody zase uvolnil?
- 4) Kolika newtony je nutné zatlačit na poleno, aby se celé potopilo do vody?



Stejně jako v předchozím případě byla po provedení posttestu žákům jedné ze tříd Gymnázia Josefa Ressela poskytnuta sada C s abstraktně zadanými úlohami. Neovlivnila výsledky posttestu, proto není zahrnuta do vyhodnocení úspěšnosti, uvádím ji jen pro úplnost.

Sada C

- C1) Vypočítej hmotnost tělesa, které plove na hladině a přitom vytlačí 10 000 tun vody.

C2) Kvádr má objem 80 m^3 a pluje na vodě ponořen do jedné čtvrtiny výšky. Vypočítej, jakou zátěž je třeba přidat, aby se potopil do tří čtvrtin výšky.

C3) Těleso má hmotnost 15 kg a objem 40 litrů . Je zcela potopeno pod hladinou vody. Jak velkou silou je třeba držet těleso pod vodou? Vypočítej, jakou hmotnost musí mít závaží, které udrží těleso pod hladinou.

C4) Těleso má objem 50 litrů a hustotu $700 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Jakou hmotnost je třeba na něj zavěsit, aby se celé ponořilo pod vodu?

C5) Do dutého válce o hmotnosti 30 kg a objemu 200 litrů byla vložena dvě závaží, stokilogramové a padesátikilogramové. Bude válec plovat na hladině vody, nebo se potopí?

C6) Dřevěné poleno plovoucí ve vodě má hustotu $550 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Urči, jak kolik procent objemu polena je ponořeno pod hladinu vody, činí-li objem polena

a) $1,0 \text{ dm}^3$, b) $4,0 \text{ dm}^3$, c) $5,7 \text{ dm}^3$

C7) V loďce o efektivním vnějším objemu 150 litrů a hmotnosti 40 kg je člověk o hmotnosti 65 kg . Může se do loďky přidat ještě dalších 60 kg , aniž by se potopila?

C8) Jak velkou silou je třeba působit na lano, máme-li vytáhnout kámen o hustotě $2,2 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a objemu 50 dm^3 ode dna rybníku k hladině? Jak velké zátěži „na suchu“ to odpovídá?

C9) O kolik je třeba zatížit nádobu o hmotnosti 250 gramů s objemem $1,5 \text{ litru}$, má-li se potopit celá pod vodu?

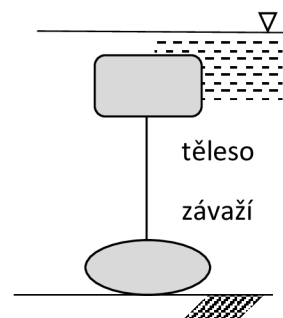
C10) Vor je vyroben z devíti kmenů ze dřeva o hustotě $150 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Každý kmen má objem 3 m^3 . Vypočítej, kolik nákladu by unesl vor v případě plného ponoření.

Tato sada není zahrnuta do porovnání pretestu a posttestu, protože byla zadána dodatečně.

V průběhu tvorby úloh jsem se mimo standardních učebnic a sbírek úloh, Kašparovy [40], Lepilovy a Vachkovy [46], Svobodovy a Kolářové [61] a Janásovy [90] práce řídil publikacemi fyzikálními, nejčastěji byly používány práce Horáka a Krupky [91], Javorského a Selezněva [92] a Hallidaye a kol. [93]. Motivační pojetí zadávaných úloh a využití grafů k řešení úloh obsahuje řada prací Volfa, mimo uvedených např. [94] a (se Šedivým) [95]. V metodě CLIL jsem kromě výše uvedených vycházel z práce Šmídové.[45]

5.9 Žákovská anketa

Ke zjištění postojů byla využita žákovská anketa. Výzkum pomocí dotazníku proběhl ve dvou fázích v elektronické formě s využitím programu Microsoft Forms. První fáze byla plánována tak, aby mapovala postoje žáka krátce po odevzdání posttestu, druhá s větším odstupem cca po měsíci. První fáze byla původně zamýšlena jako výstup rozhodující pro určení postojů žáků. Po provedení prvního testování se aplikovaná podoba ankety ukázala jako



nevyhovující z hlediska ověření hypotéz a z hlediska žáků, kteří vyjádřili nepochopení otázkám zejména v případě hodnocení s odstupem. Ukázala se cennou jako bezprostřední zpětná vazba, potvrdila však nutnost precizování formulací a redukci počtu otázek. Byla zvážena možnost konstrukce postojového dotazníku. Od škálovaného postojového dotazníku bylo upuštěno vzhledem k problematické pilotáži v době epidemie COVID-19, viz kapitola 6.4. Následně byla vytvořena alternativní anketa, která podle mého mínění přesněji, byť jednodušeji mapuje postoj žáků k problematice, a následně pilotována. Pilotáž ukázala lepší srozumitelnost upravené ankety pro žáky. Otázky v obou anketách byly zvoleny jako uzavřené, možnost se na závěr vyjádřit volnou formou byla nabídnuta v případě ankety první. Ve druhé anketě se žáci volně vyjadřovali neformálně (mimo anketu) Vždy byla dána možnost „nevím“ nebo ekvivalentní.

Odpovědi z první fáze uvádím ve výsledcích, ale pro ověření hypotézy považuji za podstatná data z přepracované ankety, tj. z druhé fáze. Pro přehlednost uvádím znění otázek v kapitole 6.4 u výsledků ankety.

5.10 Testování v době COVID-19

Finální testování bylo plánováno na 2. pololetí školního roku 2019/2020. Vzhledem k rozšíření pandemie virové choroby COVID-19 a následnému přechodu na distanční výuku [96] [97] [98] bylo nutno průběh testování upravit. Po pokusném zadání úloh témat „*Tlak*“, resp. „*Archimédův zákon*“ ve 2. E a 3. E v květnu, resp. červnu 2020 (podrobněji v kapitole 6.4) byly pro aktuální potřeby adaptovány sady „*Pohyb a rychlost*“ a „*Archimédův zákon*“. Specifikum distanční výuky a nemožnost překřížení skupin (viz 6.4) si vyžádaly úpravu časování při zadávání úloh – nejprve byly po splnění pretestu zadány úlohy sady A, poté se sedmidenním odstupem sada B pro ty žáky, kteří by řešení úloh ze sady A shledali příliš obtížným. Po realizaci posttestu (ale před psaním známkového testu) byla zadána sada C, obsahující velmi jednoduše zadané úlohy, vytvořené speciálně pro tento účel. Úlohy sady C byly v podstatě fyzikalizací úloh ze sad A a B, v některých případech byly totožné s úlohami sady B. Příkladem je 1. a 9. úloha:

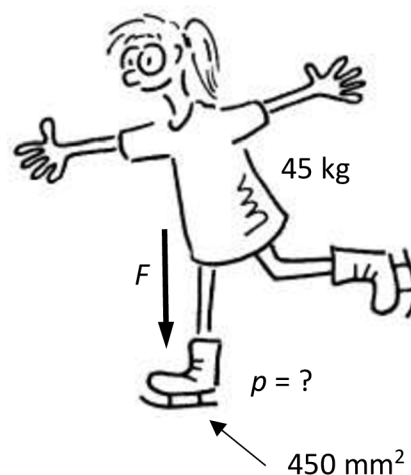
A1) Viz obrázek vpravo.

B1) Zuzka jede na jedné noze na brusli. Její hmotnost je 45 kg, styčná plocha brusle s ledem je 450 mm^2 . Jak velký tlak na led vytváří Zuzka?

C1) Hmotnost tělesa je 45 kg, styčná plocha tělesa s podložkou je 450 mm^2 . Jak velký tlak těleso vytváří?

Úloha C1 je formulována co nejjednodušeji, je už fyzikálním modelem situace.

A9) James Bond hledá únikovou cestu z ponorky potopené 4 m pod hladinou. Vzduch uvnitř dochází. Bond našel poklop o ploše $0,5 \text{ m}^2$, který se otevírá



ven. Bond dokáže tlačit silou 2000 N. Dokáže poklop nadzvednout, nebo bude muset hledat jinou cestu?

B9) Vypočítej hydrostatický tlak v hloubce 4 m pod vodní hladinou. Urči tlakovou sílu, která v této hloubce působí na plochu $0,5 \text{ dm}^2$.

C9) Úloha je totožná jako B9.

Cílem vytvoření úloh sady C bylo poskytnutí zpětné vazby žákům, zda správně četli úlohy, tj. zda správně identifikovali veličiny apod. Tato zpětná vazba by v normální výuce byla realizována vyučujícím. Po zadání posttestu byla zadána anketa, kde měli žáci vyjádřit své zkušenosti a preference.

Jak bylo popsáno výše, vývoj epidemiologické situace spolu s analýzou zkušeností po aplikaci ankety mne vedl k rozhodnutí přeformulovat anketní otázky a upustit od zvažovaného škálovaného postojového dotazníku. Aplikace přeformulovaných otázek vedla k vyšší angažovanosti žáků v anketě a dle mého mínění se ukázala opodstatněnou.

6. Průběh a výsledky testování

Data z testů byla anonymizována použitím kódů, které nahradily jména žáků a jsou k dispozici. Protože jména žáků jsou zde irelevantní, jsou uvedeny pouze číselné výsledky.

Vzhledem k malému počtu vzorků ve zkoumaných skupinách bylo zvoleno porovnání pomocí rozložení výsledků v histogramech četností. Z téhož důvodu byly statistické soubory rozděleny do 4 skupin podle pásem úspěšnosti řešení x . Pásma byla volena s ohledem na fakt, že minimální úspěšnost je 0, proto jsou intervaly zleva uzavřené a zprava otevřené. Maximální úspěšnost je 1, proto je čtvrtý interval uzavřen i zprava. Použitý program Microsoft Excel pracuje s nezaokrouhlenými hodnotami, v tabulkách jsou data prezentována na dvě desetinná místa. Jednotlivé statistické kohorty jsou reprezentovány vlastními sloupcovými diagramy.

U úspěšnosti v testech jsou pásma vytyčena takto:

Pásma 1 $0,00 \leq x < 0,25$

Pásma 2 $0,25 \leq x < 0,50$

Pásma 3 $0,50 \leq x < 0,75$

Pásma 4 $0,75 \leq x \leq 1,00$

Tabulky a grafy jsou zobrazeny pro chlapce, dívky a celé třídy. Hodnota „rozdíl“ znamená rozdíl mezi hodnotou pretestu a posttestu (úspěšnost posttestu mínus úspěšnost pretestu).

6.1 Pilotní testování

Pilotní testování jsem provedl v primě, sekundě, tercii a kvartě Gymnázia Josefa Ressela, Olbrachtova 291, 537 01 Chrudim kde vyučuje fyzice. Část materiálů byla do výuky nasazována již dříve, ucelené pilotní testování sad, pretestů a posttestů proběhlo ve školním roce 2016/2017, resp. 2017/2018. Některé materiály byly testovány na fyzikální části volitelného předmětu Fyzikálně-chemický seminář se skupinou žáků se zájmem o fyziku. Účelem pilotního testování bylo odstranění chyb v zadání a zpětná vazba ze strany žáků, jejichž vzdělávací potenciál autor zná, a ze strany jejich rodičů. Při vyhodnocování bylo přihlédnuto k specifikům školy a k rozdílům mezi základní školou a gymnáziem a ke způsobu výuky (prezenční, distanční). Cílem bylo postihnout trend ve výsledcích žáků. Výsledky pilotního testování neuvádím, protože se v jeho průběhu podoba sad úloh, pretestu i posttestu měnila.

6.2 První testování

První testování provedl Mgr. Jiří Mach v sedmém ročníku Základní školy Heřmanův Městec (Základní škola Heřmanův Městec, náměstí Míru 1, 538 03 Heřmanův Městec). K testování byly využity třídy 7. A a 7. C, vedené paralelně stejným učitelem podle stejného vzdělávacího plánu. Žáci ve třídách, pokud je mi známo, nebyli vybíráni podle žádného výkonnostního rozlišení. Jedna ze tříd používala motivačně zadané úlohy, druhá ze tříd byla

kontrolní skupinou s klasicky zadanými úlohami. V další fázi bylo použito překřížení testovací a kontrolní skupiny.

6.2.1 Téma „Pohyb a rychlost“

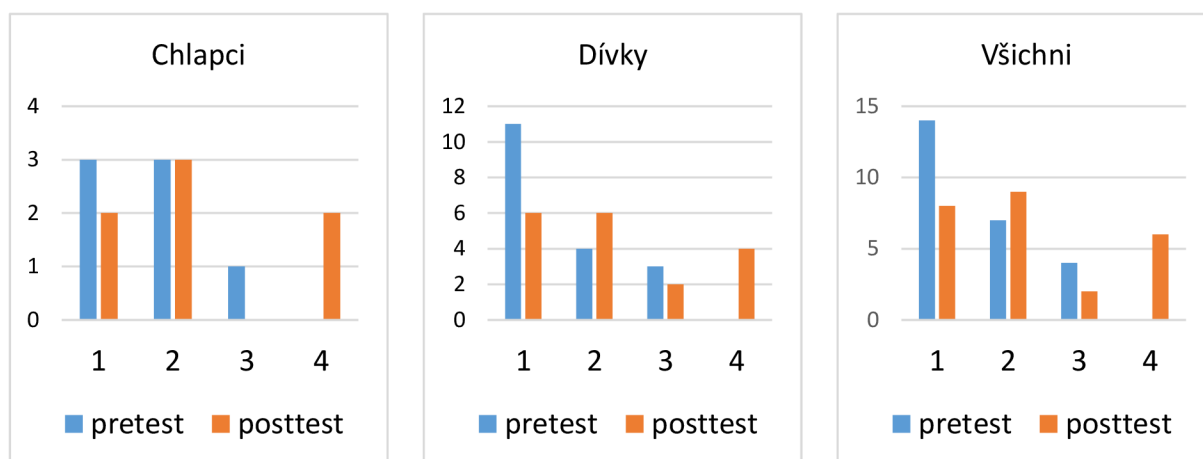
Pretest byl proveden 7. 10. 2017 dle zadání uvedeného v kapitole 5 ve dvou skupinách A a B v každé třídě. Všechny úlohy byly hodnoceny 0 až 4 body, jak je popsáno v kapitole 5.

Třída 7. A obdržela sadu úloh A (testovací sada), třída 7. C obdržela sadu úloh B (kontrolní sada).

Tab. 6.1: Výsledky 7. A – téma „Pohyb a rychlost“.

pretest chlapci	pretest dívký	pretest všichni	posttest chlapci	posttest dívký	posttest všichni	rozdíl chlapci	rozdíl dívký	rozdíl všichni
0,17	0,33	0,17	0,44	0,81	0,44	0,27	0,48	0,27
0,33	0,00	0,33	0,75	0,06	0,75	0,42	0,06	0,42
0,50	0,17	0,50	0,13	0,44	0,13	-0,38	0,27	-0,38
0,17	0,00	0,17	0,13	0,25	0,13	-0,04	0,25	-0,04
0,33	0,33	0,33	0,31	0,94	0,31	-0,02	0,60	-0,02
0,17	0,00	0,17	0,75	0,44	0,75	0,58	0,44	0,58
0,33	0,00	0,33	0,31	0,31	0,31	-0,02	0,31	-0,02
	0,17	0,33		0,63	0,81		0,46	0,48
	0,50	0,00		0,69	0,06		0,19	0,06
	0,33	0,17		0,19	0,44		-0,15	0,27
	0,33	0,00		0,44	0,25		0,10	0,25
	0,00	0,33		0,19	0,94		0,19	0,60
	0,17	0,00		0,31	0,44		0,15	0,44
	0,00	0,00		0,13	0,31		0,13	0,31
	0,50	0,17		0,06	0,63		-0,44	0,46
	0,17	0,50		0,81	0,69		0,65	0,19
	0,00	0,33		0,06	0,19		0,06	-0,15
	0,67	0,33		0,81	0,44		0,15	0,10
		0,00			0,19			0,19
		0,17			0,31			0,15
		0,00			0,13			0,13
		0,50			0,06			-0,44
		0,17			0,81			0,65
		0,00			0,06			0,06
		0,67			0,81			0,15

Obr. 6.1: Grafická prezentace výsledků 7. A, *Pohyb a rychlost*, histogramy četností – pásma.



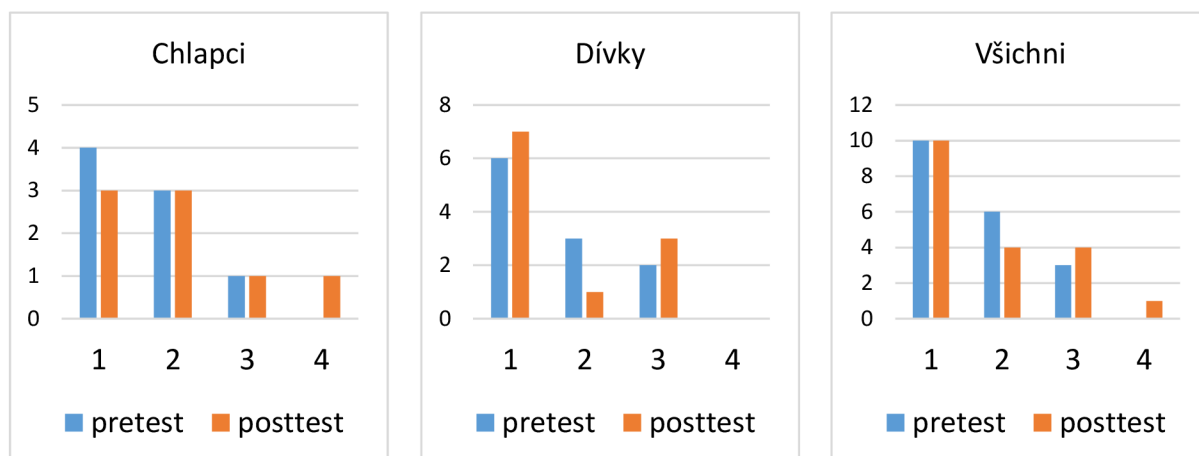
Tab. 6.2: Četnosti výskytů žáků 7. A v pásmech – téma „*Pohyb a rychlost*“.

pásmo	pretest chlapci	posttest chlapci	rozdíl chlapci	pretest dívky	posttest dívky	rozdíl dívky	pretest všichni	posttest všichni	rozdíl všichni
1	3	2	-1	11	6	-5	14	8	-6
2	3	3	0	4	6	2	7	9	2
3	1	0	-1	3	2	-1	4	2	-2
4	0	2	2	0	4	4	0	6	6

Tab. 6.3: Výsledky 7. C – téma „*Pohyb a rychlost*“.

pretest chlapci	pretest dívky	pretest všichni	posttest chlapci	posttest dívky	posttest všichni	rozdíl chlapci	rozdíl dívky	rozdíl všichni
0,00	0,17	0,00	0,75	0,00	0,75	0,75	-0,17	0,75
0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,17	0,00
0,33	0,33	0,33	0,44	0,50	0,44	0,10	0,17	0,10
0,00	0,17	0,00	0,38	0,13	0,38	0,38	-0,04	0,38
0,00	0,50	0,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	0,50
0,33	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	-0,33	-0,33	-0,33
0,67	0,00	0,67	0,13	0,00	0,13	-0,54	0,00	-0,54
0,33	0,33	0,33	0,44	0,00	0,44	0,10	-0,33	0,10
	0,17	0,17		0,13	0,00		-0,04	-0,17
	0,17	0,17		0,50	0,00		0,33	-0,17
	0,67	0,33		0,25	0,50		-0,42	0,17
		0,17			0,13			-0,04
		0,50			0,50			0,00
		0,33			0,00			-0,33
		0,00			0,00			0,00
		0,33			0,00			-0,33
		0,17			0,13			-0,04
		0,17			0,50			0,33
		0,67			0,25			-0,42

Obr. 6.2: Grafická prezentace výsledků 7. C, *Pohyb a rychlost*, histogramy četností – pásma.



Tab. 6.4: Četnosti výskytů žáků 7. C v pásmech – téma „*Pohyb a rychlost*“.

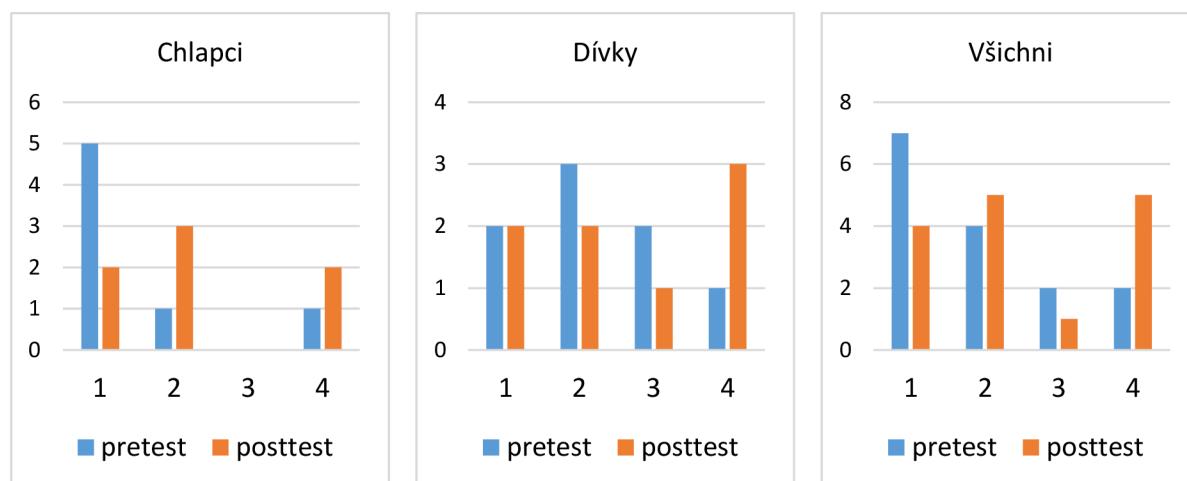
pásma	pretest chlapci	posttest chlapci	rozdíl chlapci	pretest dívky	posttest dívky	rozdíl dívky	pretest všichni	posttest všichni	rozdíl všichni
1	4	3	-1	6	7	1	10	10	0
2	3	3	0	3	1	-2	6	4	-2
3	1	1	0	2	3	1	3	4	1
4	0	1	1	0	0	0	0	1	1

6.2.2 Téma „*Tlak*“

Tab. 6.5: Výsledky 7. A – téma *Tlak*.

pretest chlapci	pretest dívky	pretest všichni	posttest chlapci	posttest dívky	posttest všichni	rozdíl chlapci	rozdíl dívky	rozdíl všichni
0,00	0,25	0,00	0,44	0,81	0,44	0,44	0,56	0,44
0,00	0,00	0,00	0,75	0,06	0,75	0,75	0,06	0,75
0,83	1,00	0,83	0,13	0,94	0,13	-0,71	-0,06	-0,71
0,08	0,33	0,08	0,31	0,44	0,31	0,23	0,10	0,23
0,00	0,00	0,00	0,75	0,63	0,75	0,75	0,63	0,75
0,08	0,58	0,08	0,00	0,31	0,00	-0,08	-0,27	-0,08
0,25	0,33	0,25	0,31	0,13	0,31	0,06	-0,21	0,06
	0,67	0,25		0,81	0,81		0,15	0,56
		0,00			0,06			0,06
		1,00			0,94			-0,06
		0,33			0,44			0,10
		0,00			0,63			0,63
		0,58			0,31			-0,27
		0,33			0,13			-0,21
		0,67			0,81			0,15

Obr. 6.3: Grafická prezentace výsledků 7. A, *Tlak*, histogramy četností – pásma.



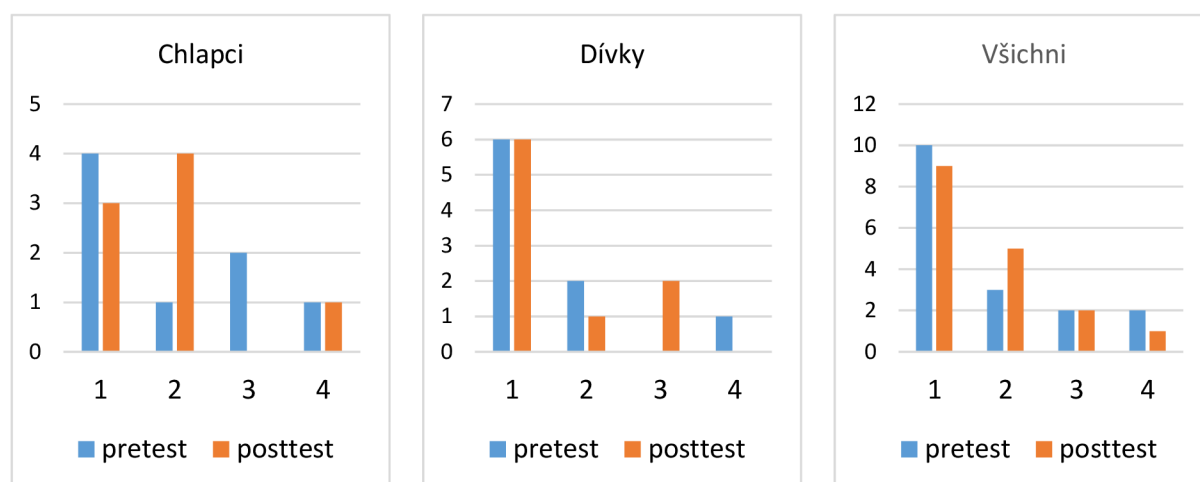
Tab. 6.6: Četnosti výskytů žáků 7. A v pásmech – téma *Tlak*.

pásma	pretest chlapci	posttest chlapci	rozdíl chlapci	pretest dívky	posttest dívky	rozdíl dívky	pretest všichni	posttest všichni	rozdíl všichni
1	5	2	-3	2	2	0	7	4	-3
2	1	3	2	3	2	-1	4	5	1
3	0	0	0	2	1	-1	2	1	-1
4	1	2	1	1	3	2	2	5	3

Tab. 6.7: Výsledky 7. C – téma „*Tlak*“.

pretest chlapci	pretest dívky	pretest všichni	posttest chlapci	posttest dívky	posttest všichni	rozdíl chlapci	rozdíl dívky	rozdíl všichni
0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,17	0,00
0,00	0,83	0,00	0,44	0,54	0,44	0,44	-0,29	0,44
0,00	0,00	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,54	0,00
0,33	0,08	0,33	0,25	0,00	0,25	-0,08	-0,08	-0,08
0,67	0,17	0,67	0,44	0,08	0,44	-0,23	-0,09	-0,23
0,17	0,42	0,17	0,00	0,23	0,00	-0,17	-0,19	-0,17
0,92	0,00	0,92	0,94	0,23	0,94	0,02	0,23	0,02
0,58	0,08	0,58	0,38	0,23	0,38	-0,21	0,15	-0,21
	0,25	0,17		0,38	0,00		0,13	-0,17
		0,83			0,54			-0,29
		0,00			0,54			0,54
		0,08			0,00			-0,08
		0,17			0,08			-0,09
		0,42			0,23			-0,19
		0,00			0,23			0,23
		0,08			0,23			0,15
		0,25			0,38			0,13

Obr. 6.4: Grafická prezentace výsledků 7. C, *Tlak*, histogramy četností – pásma.



Tab. 6.8: Četnosti výskytů žáků 7. C v pásmech – téma *Tlak*.

pásma	pretest chlapci	posttest chlapci	rozdíl chlapci	pretest dívky	posttest dívky	rozdíl dívky	pretest všichni	posttest všichni	rozdíl všichni
1	4	3	-1	6	6	0	10	9	-1
2	1	4	3	2	1	-1	3	5	2
3	2	0	-2	0	2	2	2	2	0
4	1	1	0	1	0	-1	2	1	-1

6.3 Druhé testování

Jak bylo uvedeno v kapitole 5, plánované finální testování na jaře roku 2020 bylo znemožněno mimořádným stavem po rozšíření pandemie COVID-19.[96] Nejprve proběhlo pokusné zadání souboru úloh tématu „*Tlak*“ žákům třídy 2. E na Gymnáziu Josefa Ressela a následnou anketu. Úlohy byly zadány v době distanční výuky jako dokumenty ve formátu PDF, zpětná vazba byla realizována jako pretest a posttest zadaný přes nástroj Microsoft Forms. Pretest byl zadán 6. 5. 2020, posttest 1. 6. 2020. Pretest ani posttest nebyly známkovány, u posttestu bylo nastaveno náhodné pořadí úloh a žáci byli požádáni, aby nekonzultovali navzájem výsledky. Splnění toho požadavku nebylo možno nijak ověřit.

Zájem žáků o testování byl relativně malý, z 30 žáků třídy 2. E pretest vypracovalo 17 žáků, posttest 13 žáků. 7 žáků, kteří psali pretest, se neúčastnilo posttestu, naopak tři žáci, kteří pretest nepsali, se posttestu zúčastnili. Tuto skutečnost přičítám specifikům distanční výuky, např. tomu, že někteří žáci, dávali při přípravě na testy přednost známkováným aktivitám v jiných předmětech. Dále se domnívám, že testování ve větší míře postoupili žáci se zvýšeným zájmem o fyziku, čímž byl ovlivněn výsledek. Z tohoto důvodu jsem aplikaci úloh na jaře roku 2020 do vyhodnocení nezařadil.

Gymnázium Josefa Ressela, Chrudim, 2. E 2020

Po nástupu žáků do školy ve školním roce 2020/2021 probíhalo ve většině škol opakování a dokončování témat určených pro předcházející ročník, který byl pandemií COVID-19

a následným uzavřením škol výrazně narušen jak po stránce didaktické, tak po stránce časové. Testování sad bylo tedy odsunuto na říjen a listopad 2020. Plán bylo nemožné v původní podobě realizovat vzhledem k nástupu druhé vlny pandemie COVID-19 následované přechodem na distanční výuku od 14. října 2020.[98] Organizace výuky 2. stupně základních škol byla narušena natolik, že se testování nepodařilo realizovat, přestože byla připravena varianta pro elektronické testování. Z tohoto důvodu byl klasickým způsobem (tj. na papíře) uskutečněn pouze pretest ve třídě 2. E Gymnázia Josefa Ressela. Žáci byli informováni, že pretest není hodnocen známkami, aby byla eliminována tendence k opisování. Testování provedl Mgr. František Runštuk, žáky informoval autor. Pretest byl zadán v rámci dokončení tématu „*Pohyb tělesa*“, určeného školním vzdělávacím plánem pro předchozí ročník.[99] Vzhledem k narušení výuky přechodem na distanční vzdělávání bylo téma dokončeno v září a říjnu 2020. Pretest byl proveden 10. října 2020. Po odevzdání pretestu byly žákům zaslány úlohy ze sad k tématu „*Pohyb a rychlost*“. Posttest byl z organizačních důvodů (distanční výuka, volno udělené ministrem školství) zadán F. Runštukem až 13. 11. 2020 distanční formou. Z organizačních důvodů (především kvůli problémům s pomalým načítáním obrázků na komunikační zařízení některých žáků) nebyla do pretestu zahrnuta úloha s čtením grafu. Z didaktických a organizačních důvodů nebyla žákům předána sada C (mj. proto, že podle byla téměř totožná se sadou B). Komunikace probíhala pomocí prostředí Microsoft Teams.

Gymnázium Josefa Ressela, Chrudim, 3. E 2020

Vyučujícím 3. E na GJR, která na jaře roku 2019 jako třída 2. E absolvovala testování v podobě testu v programu Forms, jsem byl nadále já. V září 2020 bylo dokončeno téma „*Mechanické vlastnosti kapalin*“, které školní vzdělávací plán určoval pro minulý ročník a které bylo vzhledem k distanční výuce zpožděno.[99] Pretest jsem zadal klasickou prezenční formou, následně byly žákům zaslány úlohy ze sad k tématu „*Archimédův zákon*“. Žáci byli informováni, že pretest není hodnocen známkami, aby byla eliminována tendence k opisování. Posttest jsem provedl 9. 11. 2020 distanční formou synchronně vzhledem k epidemiologickým opatřením. Zadání bylo zasláno elektronicky, řešení žáci vyfotografovali a zaslali k vyhodnocení. Ani posttest nebyl hodnocen známkou kvůli eliminaci tendence k opisování. Následně proběhla anketa. Hodnocení úloh bylo totožné s hodnocením v prezenčních testech, protože žáci zaslali plnou podobu svých řešení. I v tomto testu bylo použito zadání, které neobsahuje obrázky, protože zařízení některých žáků nebyla zcela spolehlivá při jejich zobrazování. Komunikace probíhala pomocí prostředí Microsoft Teams.

Vzhledem ke skutečnosti, že Gymnázium Josefa Ressela má pouze jednu třídu v ročníku nižšího gymnázia, nebylo možno provést rozdělení na testovací a kontrolní skupinu. Vzhledem k intenzivní komunikaci přes sociální sítě a tendenci žáků spolupracovat při řešení úloh by bylo nerealistické pokoušet se zabránit žákům v rámci jedné třídy, aby si navzájem předali studijní materiály. Spolupráce s učiteli základních škol nebyla v odpovídajícím rozsahu možná pro narušení studijních plánů a problémy s komunikací se žáky, které by podle vyjádření oslovených učitelů učinily testování úloh neefektivním. Spolupráce s jiným gymnáziem by byla komplikována ze stejných důvodů. Rozhodl jsem se tedy zadat žákům jedné třídy vždy obě sady (A i B) a sledovat jejich postoj k použití úloh z jednotlivých sad. Testování posttestem a

pretestem bylo provedeno v rámci sledování rozvoje žákovských dovedností. Účast žáků gymnázia na testování online na podzim byla vysoká.

Metodika vyhodnocení se až na absenci srovnání skupin nelišila od metodiky použité v prvním testování. Všechny ankety byly provedeny online distanční formou. Zadání proběhlo v prostředí Microsoft Office365 pomocí nástroje Forms, vyhodnocení pomocí programu Microsoft Excel.

Data z druhého testování zobrazují následující tabulky.

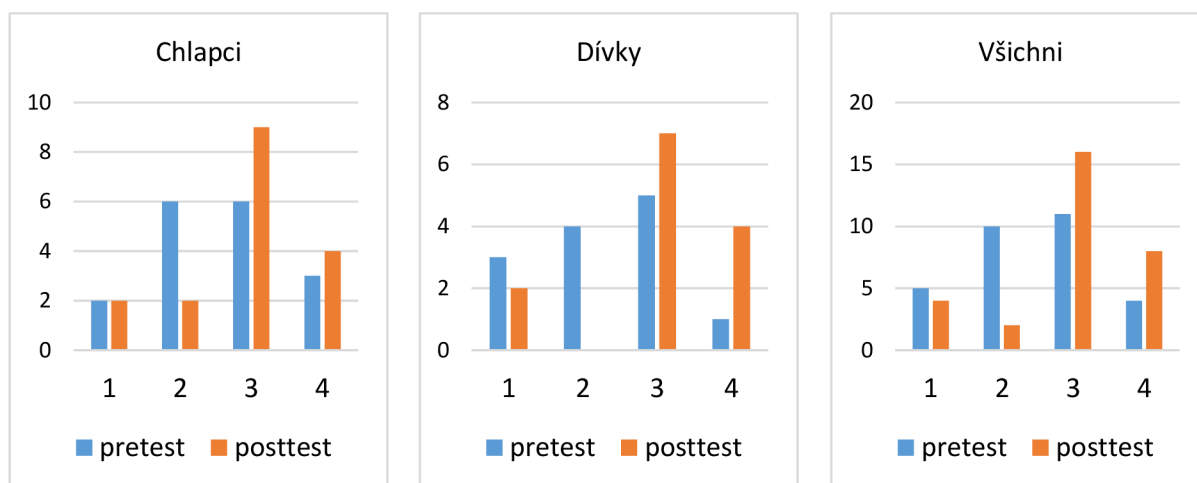
Tab. 6.9: Výsledky 2. E – téma *Pohyb a rychlost*.

pretest chlapci	pretest dívký	pretest všichni	posttest chlapci	posttest dívký	posttest všichni	rozdíl chlapci	rozdíl dívký	rozdíl všichni
0,75	0,08	0,75	1,00	0,50	1,00	0,25	0,42	0,25
0,67	0,33	0,67	0,56	1,00	0,56	-0,10	0,67	-0,10
0,58	0,67	0,58	0,75	1,00	0,75	0,17	0,33	0,17
0,67	0,50	0,67	0,75	0,56	0,75	0,08	0,06	0,08
0,58	0,58	0,58	0,56	0,56	0,56	-0,02	-0,02	-0,02
0,33	0,00	0,33	0,69	0,75	0,69	0,35	0,75	0,35
0,17	0,00	0,17	0,50	0,63	0,50	0,33	0,63	0,33
0,83	0,75	0,83	0,88	0,94	0,88	0,04	0,19	0,04
0,33	0,33	0,33	0,06	0,19	0,06	-0,27	-0,15	-0,27
0,25	0,58	0,25	0,69	0,50	0,69	0,44	-0,08	0,44
0,25	0,58	0,25	0,50	0,63	0,50	0,25	0,04	0,25
0,25	0,42	0,25	0,50	0,56	0,50	0,25	0,15	0,25
0,92	0,42	0,92	0,25	0,06	0,25	-0,67	-0,35	-0,67
0,50		0,50	0,50		0,50	0,00		0,00
0,17		0,17	0,44		0,44	0,27		0,27
0,67		0,67	0,50		0,50	-0,17		-0,17
0,42		0,42	0,06		0,06	-0,35		-0,35
		0,08			0,50			0,42
		0,33			1,00			0,67
		0,67			1,00			0,33
		0,50			0,56			0,06
		0,58			0,56			-0,02
		0,00			0,75			0,75
		0,00			0,63			0,63
		0,75			0,94			0,19
		0,33			0,19			-0,15
		0,58			0,50			-0,08
		0,58			0,63			0,04
		0,42			0,56			0,15
		0,42			0,06			-0,35

Tab. 6.10: Četnosti výskytů žáků 2. E v pásmech – téma *Pohyb a rychlost*.

pásmo	pretest chlapci	posttest chlapci	rozdíl chlapci	pretest dívky	posttest dívky	rozdíl dívky	pretest všichni	posttest všichni	rozdíl všichni
1	4	3	-1	6	6	0	10	9	-1
2	1	4	3	2	1	-1	3	5	2
3	2	0	-2	0	2	2	2	2	0
4	1	1	0	1	0	-1	2	1	-1

Obr. 6.5: Grafická prezentace výsledků 2. E, histogramy četností.

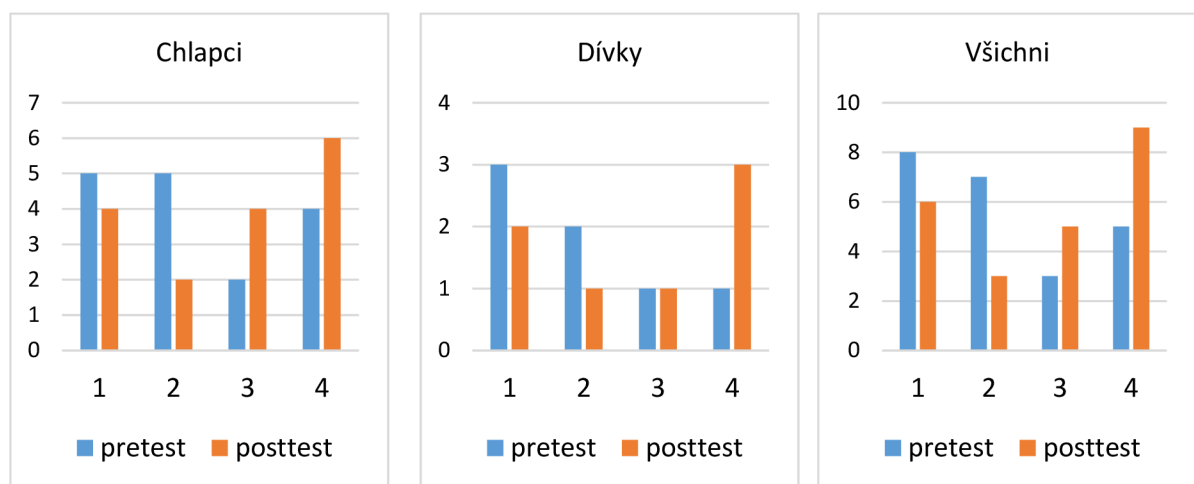


Tab. 6.11: Výsledky 3. E – téma *Archimédův zákon*.

pretest chlapci	pretest dívky	pretest všichni	posttest chlapci	posttest dívky	posttest všichni	rozdíl chlapci	rozdíl dívky	rozdíl všichni
0,75	0,00	0,75	0,38	0,19	0,38	-0,38	0,19	-0,38
0,33	0,17	0,33	0,56	0,06	0,56	0,23	-0,10	0,23
0,17	0,50	0,17	0,00	0,38	0,00	-0,17	-0,13	-0,17
0,00	0,75	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	-0,13	0,00
0,75	0,42	0,75	0,75	0,88	0,75	0,00	0,46	0,00
0,17	0,17	0,17	0,19	0,81	0,19	0,02	0,65	0,02
0,33	0,33	0,33	0,50	1,00	0,50	0,17	0,67	0,17
0,42		0,42	0,75	0,00	0,75	0,33		0,33
0,67		0,67	0,19	0,17	0,19	-0,48		-0,48
0,08		0,08	0,50	0,50	0,50	0,42		0,42
0,33		0,33	0,94	0,75	0,94	0,60		0,60
0,42		0,42	0,94	0,42	0,94	0,52		0,52
0,08		0,08	0,50	0,17	0,50	0,42		0,42
1,00		1,00	1,00	0,33	1,00	0,00		0,00
0,92		0,92	0,75		0,75	-0,17		-0,17
0,58		0,58	0,38		0,38	-0,21		-0,21
		0,00			0,19			0,19
		0,17			0,06			-0,10

		0,50			0,38			-0,13
		0,75			0,63			-0,13
		0,42			0,88			0,46
		0,17			0,81			0,65
		0,33			1,00			0,67

Obr. 6.6: Grafická prezentace výsledků 3. E, histogramy četností.



Tab. 6.12: Četnosti výskytů žáků 3. E v pásmech – téma *Archimédův zákon*.

pásmo	pretest chlapci	posttest chlapci	rozdíl chlapci	pretest dívky	posttest dívky	rozdíl dívky	pretest všichni	posttest všichni	rozdíl všichni
1	5	4	-1	3	2	-1	8	6	-2
2	5	2	-3	2	1	-1	7	3	-4
3	2	4	2	1	1	0	3	5	2
4	4	6	2	1	3	2	5	9	4

6.4 První anketa

Anketu 2. E na podzim roku vyplnilo 25 žáků, anketu 3. E vyplnilo 21 žáků. Pro ovlivnění výsledků nízkou účastí v testování a celkovou situací v době nástupu epidemie viru COVID-19 považují výsledky za irelevantní pro ověření hypotéz, mj. i pro relativně vysoký podíl odpovědí „Nevím, nemohu se rozhodnout“. Proto je uvádím pouze jako informativní.

Otázky v první anketě:

- 1) Nejsnadnější na řešení mi přišla sada ...
- 2) Nejvíce mne bavila sada ...
- 3) Nejobtížnější mi přišla sada ...
- 4) Chtěl(a) bych řešit podobné úlohy jako v sadě ...
- 5) Kdybych psal(a) písemku, chtěl(a) bych zadání v podobě sady ...

Možné odpovědi na otázky: A, B, Nevím / nedokážu se rozhodnout

6) Úlohy sady A mi pomohly v pochopení učiva.

Možné odpovědi na otázky: A, B, Nevím.

7) Týká se sady A, můžeš vyznačit více odpovědí. Vyhovují nebo mi přijdou zajímavé úlohy ...

Možné odpovědi na otázky: „obsahující nějakou zajímavou informaci“ (zajímavostní), „s příběhem nebo legrační“ (dějové), „zadané pomocí obrázku“ (zadané graficky), „s angličtinou“ (CLIL) „s naznačenými kroky“ (scaffolding).

8) Chceš mi k úlohám něco napsat? Tak do toho :-)

(otevřená otázka)

Odpovědi „Nevím, je mi to jedno“, „Nevím“, „Nedokážu se rozhodnout“ jsou v diagramech označeny zkratkou „N“.

První anketa ve 2. E, téma „Pohyb a rychlost“

Tab. 6.13: Četnosti odpovědí žáků na první anketu.

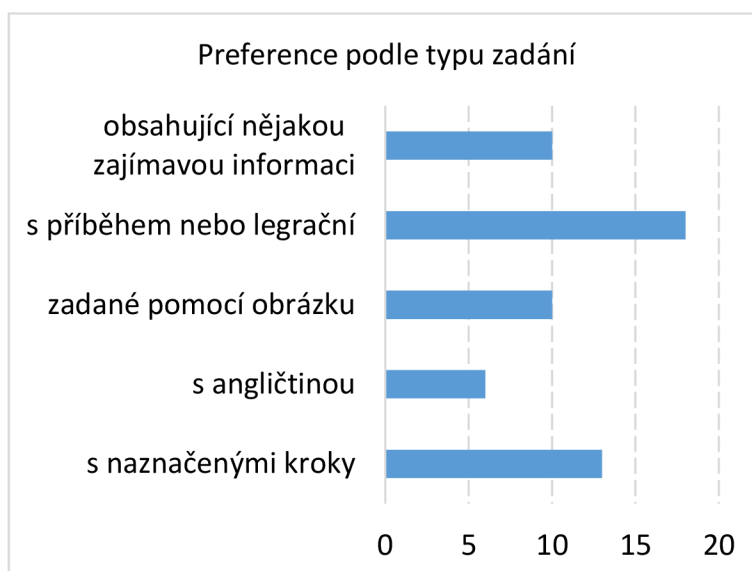
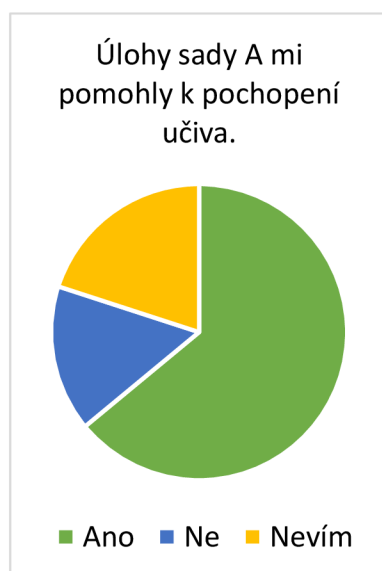
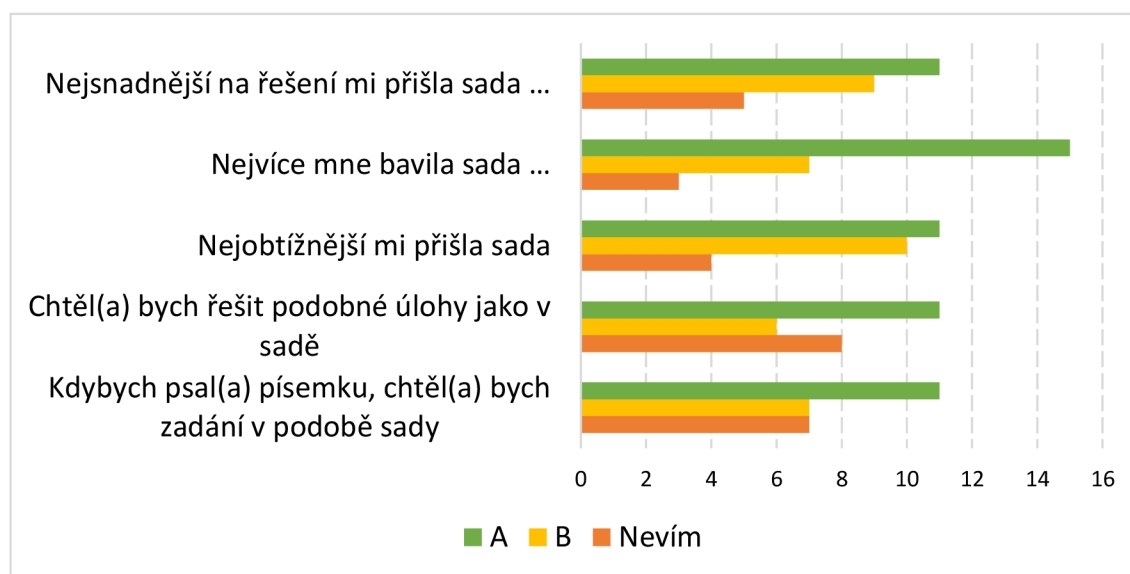
	A	B	Nevím
Nejsnadnější na řešení mi přišla sada	11	9	5
Nejvíce mne bavila sada	15	7	3
Nejobtížnější mi přišla sada	11	10	4
Chtěl(a) bych řešit podobné úlohy jako v sadě	11	6	8
Kdybych psal(a) písemku, chtěl(a) bych zadání v podobě sady	11	7	7

	Ano	Ne	Nevím
Úlohy sady A mi pomohly v pochopení učiva	16	4	5

Tab. 6.14: Preference úloh podle typu zadání, četnosti ve 2. E.

Typ úlohy	Četnost preferencí
„obsahující nějakou zajímavou informaci“ (zajímavostní)	10
„s příběhem nebo legrační“ (dějové)	18
„zadané pomocí obrázku“ (graficky zadané)	10
„s angličtinou“ (CLIL)	6
„s naznačenými kroky“ (scaffolding)	13

Obr. 6.7: Grafická prezentace první ankety 2. E. Četnosti odpovědí.



První anketa 3. E, téma „Archimédův zákon“

Tab. 6.15: Četnosti odpovědí žáků na první anketu.

	A	B	C	Nevím
Nejsnadnější na řešení mi přišla sada	6	7	4	4
Nejvíce mne bavila sada	14	3	0	4
Nejobtížnější mi přišla sada	6	4	8	6
Chtěl(a) bych řešit podobné úlohy jako v sadě	10	5	0	6
Kdybych psal(a) písemku, chtěl(a) bych zadání v podobě sady	10	10	1	0

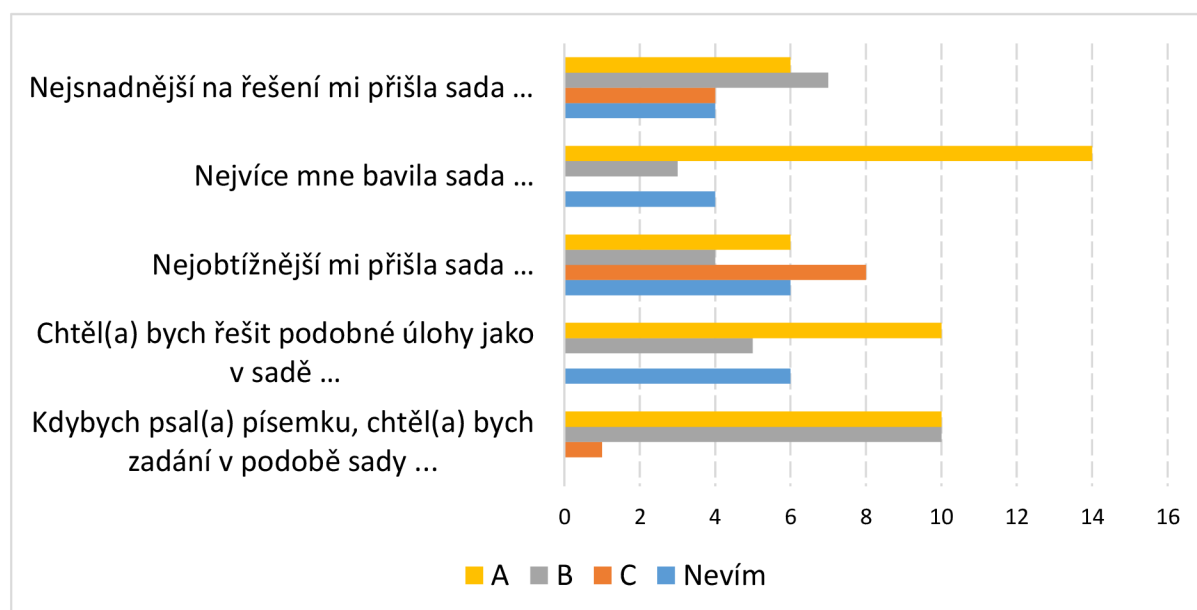
U otázek 1 – 5 možné odpovědi: A, B, C, Nevím / nedokážu se rozhodnout.

	Ano	Ne	Nevím
Úlohy sady A mi pomohly v pochopení učiva.	16	2	3

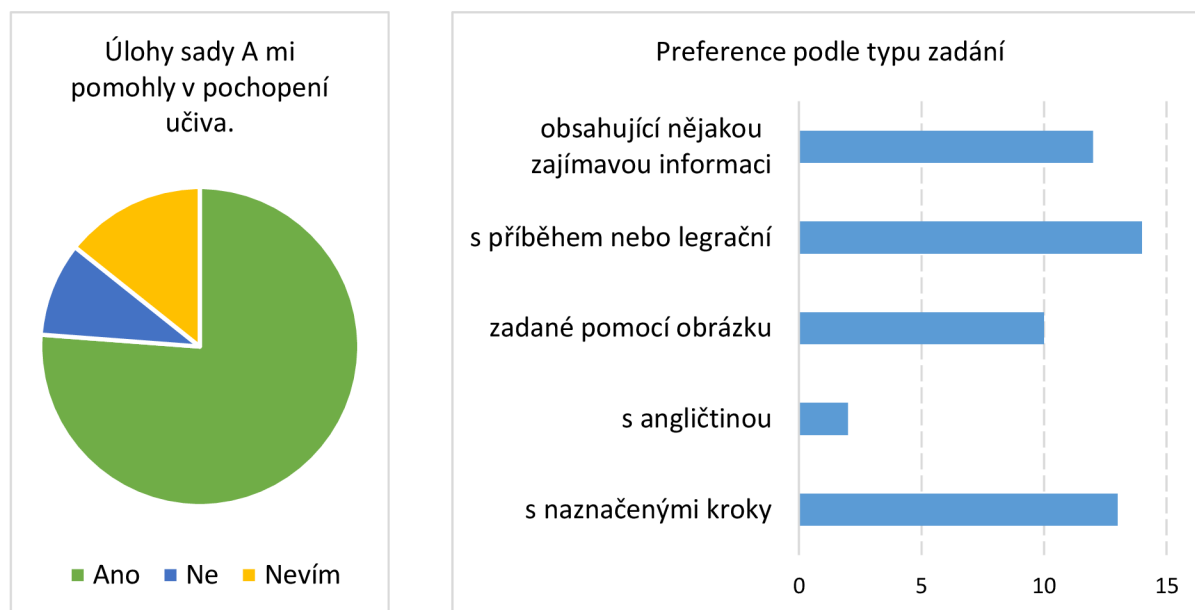
Tab. 6.16: Preference úloh podle typu zadání, četnosti ve 3. E.

Typ úlohy	Četnost preferencí
„obsahující nějakou zajímavou informaci“ (zajímavostní)	12
„s příběhem nebo legrační“ (dějové)	14
„zadané pomocí obrázku“ (graficky zadané)	10
„s angličtinou“ (CLIL)	2
„s naznačenými kroky“ (scaffolding)	13

Obr. 6.8: Grafická prezentace výsledků ankety 3. E, histogramy četností.



Obr. 6.9: Grafická prezentace výsledků ankety 3. E, histogramy četností.



6.4 Druhá anketa

Revidovaná podoba otázek zadaná třídám gymnázia Josefa Ressela na podzim roku 2020. U tříd 2. E, 3. E a 4. E se anketní otázky týkaly učiva probíraného v aktuálním školním roce, u třídy 5. E závěrečného opakování z minulého školního roku. U této třídy byla provedena reminiscence předáním obou sad úloh vzhledem k učebnímu plánu, kdy se v kvintě pracuje na otázkách mechaniky.[100] Pokud třída znala více sad (týká se všech kromě 2. E), nebyly dotazy pokládány ke specifické sadě, ale k rozlišení sad A a B celkově.

Na zadání ankety reflektovalo v 2. E 23 žáků, ve 3. E 25 žáků, ve 4. E 22 žáků a v 5. E 21 žáků, celkem tedy 91 žáků.

Anketu ve 2. E zadal Mgr. František Runštuk, v ostatních třídách jsem zadával osobně.

Otázky ve druhé anketě:

- 1) K procvičování bych raději dostával(a) úlohy podobné úlohám ze sady (možnosti „A“, „B“, „Nevím“) – Otázka 1
- 2) Při testu bych raději dostával(a) úlohy podobné úlohám ze sady (možnosti „A“, „B“, „Nevím“) – Otázka 2
- 3) V budoucnu bych chtěl(a) dostávat úlohy podobné úlohám ze sady A (možnosti „Ano“, „Ne“, „Nevím, je mi to jedno“) – Otázka 3
- 4) Při řešení úloh podobných úlohám ze sady A (můžeš zatrhnout více odpovědí) – Otázka 4 (Možnosti „pracuji s větším zaujetím“, „pracuji pozorněji“, „nejsem tak nervózní“, „jsem zmaten(a), nerozumím zadání“, „nudím se“, „nedokážu se soustředit“)

K porovnání byl opět zvolen sloupcový diagram. Četnosti odpovědí jsou zobrazeny v tabulkách.

Tab. 6.17: Preference sad úloh u žáků Gymnázia Josefa Ressela. Četnosti odpovědí.

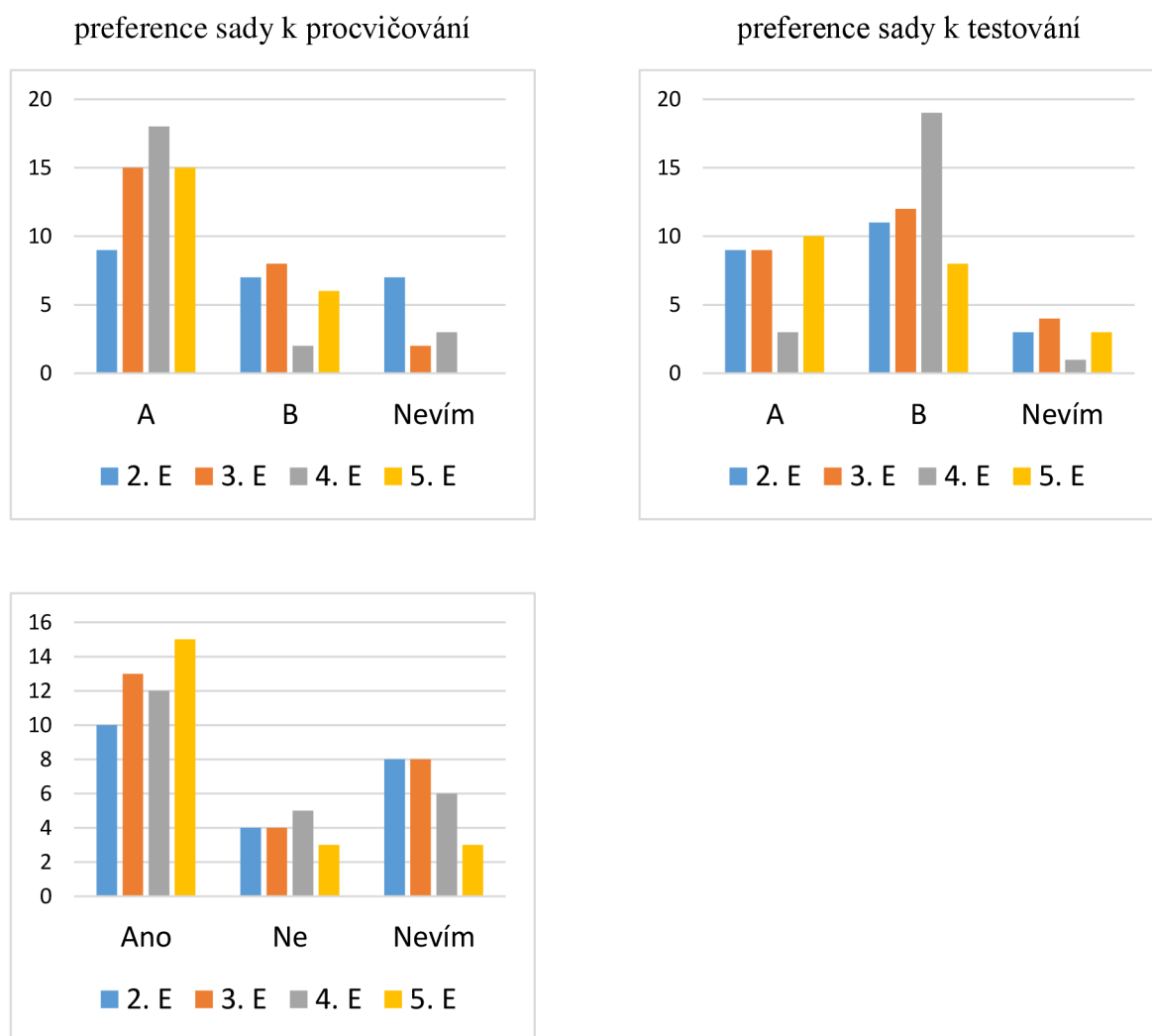
K procvičování bych raději dostával(a) úlohy podobné úlohám ze sady ...				Při testu bych raději dostával(a) úlohy podobné úlohám ze sady ...			
	A	B	Nevím		A	B	Nevím
2. E	9	7	7	2.E	9	11	3
3.E	15	8	2	3.E	9	12	4
4.E	18	2	3	4.E	3	19	1
5.E	15	6	0	5.E	10	8	3

V budoucnu bych chtěl(a) dostávat úlohy podobné úlohám ze sady A			
	A	B	Nevím
2. E	10	4	8
3.E	13	4	8
4.E	12	5	6
5.E	15	3	3

Tab. 6.18: Postoj žáků k úlohám sad A, četnosti odpovědí.

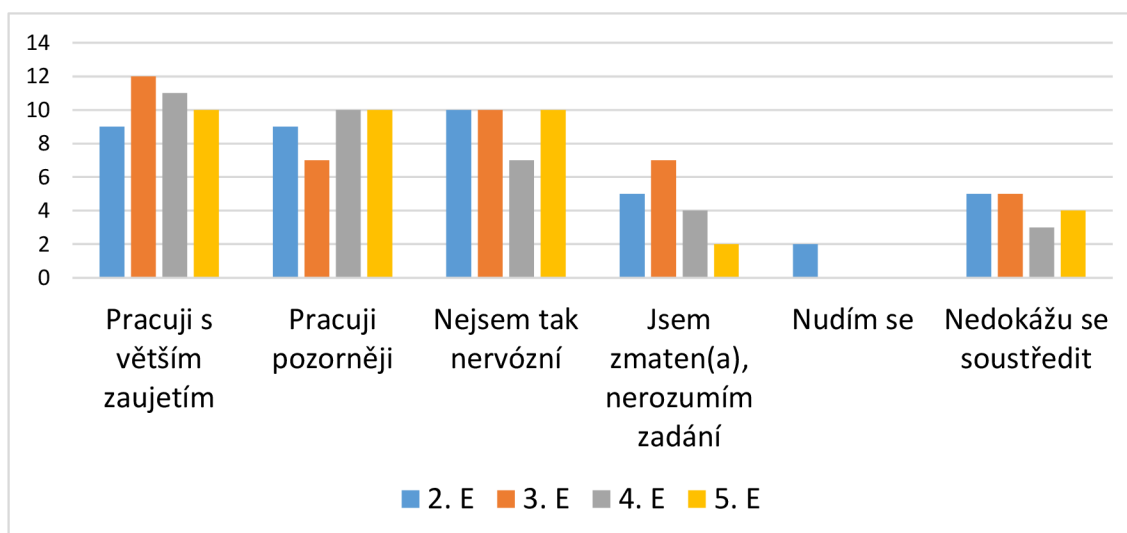
Při řešení úloh ze sady A	2. E	3. E	4. E	5. E
pracuji s větším zaujetím	9	12	11	10
pracuji pozorněji	9	7	10	10
nejsem tak nervózní	10	10	7	10
jsem zmaten(a), nerozumím zadání	5	7	4	2
nudím se	2	0	0	0
nedokážu se soustředit	5	5	3	4

Obr. 6.10: Grafická prezentace druhé ankety. Četnosti odpovědí.



preference sady A do budoucna

Obr. 6.11: Grafická prezentace druhé ankety – reflexe vlastní práce při zadání sady A. Četnosti odpovědí.



6.6 Porovnání chlapců a dívek

Při vyhodnocování dat bylo jako další způsob získávání poznatků provedeno porovnání výsledků chlapců a dívek v návaznosti na zjištění Dvořáka a jeho spolupracovníků.[07] Jako kritérium bylo použito komparace rozdílů v procentuálních úspěšnostech mezi pretestem a posttestem v průběhu prvního testování. Tento parametr vypovídá o zlepšení výkonnosti mezi pretestem a posttestem.

V případě rozdílu jsou pásma pro histogramy vytyčena jinak než při znázornění úspěšnosti, protože možné výsledky jsou i v záporných hodnotách (zhoršení ze stoprocentního výsledku na nulu by znamenalo posun -1). Protože hodnota -1 se nevyskytuje, bylo zvoleno ohraničení intervalů zprava:

Pásma 1 $-1,00 < x \leq -0,50$

Pásma 2 $-0,50 < x \leq 0,00$

Pásma 3 $0,00 < x \leq 0,50$

Pásma 4 $0,50 < x \leq 1,00$

První porovnání popisuje situaci, kdy třída 7. A základní školy v Heřmanově Městci obdržela k procvičování motivačně zadané úlohy, třída 7. C klasicky zadané úlohy. Druhé porovnání popisuje situaci, kdy třída 7. A obdržela k procvičování klasicky zadané úlohy, třída 7. C motivačně zadané úlohy. Třetí porovnání se týká testu třídy 2. E Gymnázia Josefa Ressela a čtvrté porovnání třídy 3. E na téže škole.

Tab. 6.19: Porovnání rozdílů mezi posttestem a pretestem u chlapců a dívek ZŠ v Heřmanově Městci, téma „*Pohyb a rychlost*“. Četnosti odpovědí.

pásma	chlapci 7. A	dívky 7. A	chlapci 7. C	dívky 7. C
1	0	0	0	0
2	4	2	2	9
3	2	14	4	2
4	1	2	1	0

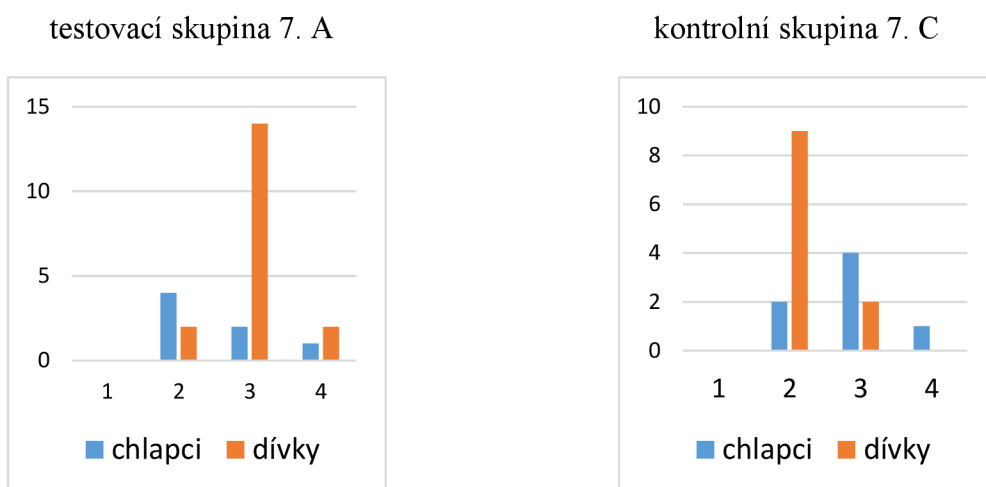
Tab. 6.20: Porovnání rozdílů mezi posttestem a pretestem u chlapců a dívek ZŠ v Heřmanově Městci, téma „*Tlak*“. Četnosti odpovědí.

pásma	chlapci 7. A	dívky 7. A	chlapci 7. C	dívky 7. C
1	0	0	0	0
2	1	3	6	5
3	7	3	2	3
4	6	2	0	1

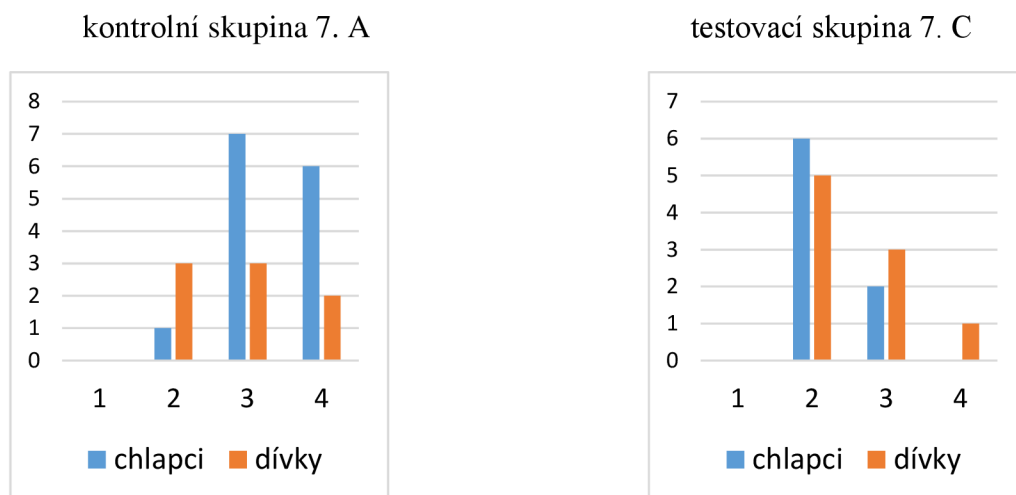
Tab. 6.21: Porovnání rozdílů mezi posttestem a pretestem u chlapců a dívek gymnázia v Chrudimi, téma „*Pohyb a rychlost*“, resp. „*Archimédův zákon*“. Četnosti odpovědí.

pásma	chlapci 2. E	dívky 2. E	pásma	chlapci 3. E	dívky 3. E
1	1	0	1	0	0
2	6	4	2	8	3
3	10	6	3	6	2
4	0	3	4	2	2

Obr. 6.12: Porovnání rozdílů mezi posttestem a pretestem u chlapců a dívek, téma „*Pohyb a rychlost*“. Histogramy četností.

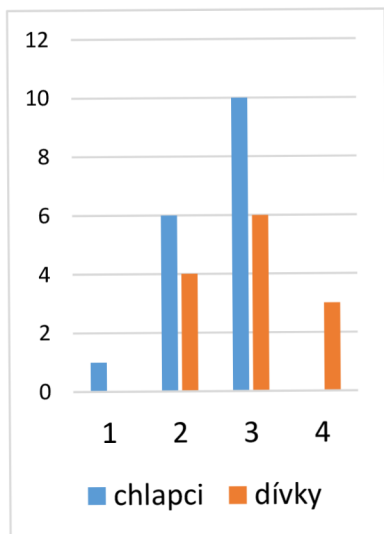


Obr. 6.13 Porovnání rozdílů mezi posttestem a pretestem u chlapců a dívek, téma „*Tlak*“. Histogramy četností.

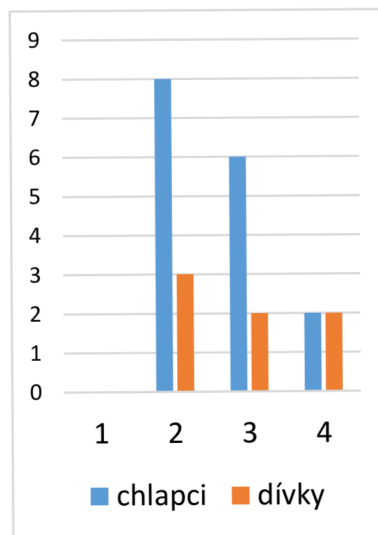


Obr. 6.14: Porovnání rozdílů mezi posttestem a pretestem u chlapců a dívek, téma „*Pohyb a rychlost*“, resp. „*Archimédův zákon*“. Histogramy četností.

třída 2. E



třída 3. E



7. Diskuze výsledků

7.1 První testování

Testovací fáze byla narušena vývojem souvisejícím s pandemií viru COVID-19, což přineslo omezení velikosti statistického souboru. V prvním testování bylo nutno porovnat jednotlivé kohorty, přičemž situaci komplikoval malý počet vzorků. Sebraná data byla za použití statistického softwaru NCSS podrobena analýze těmito testy, aby byl proveden pokus o rozlišení testovacích souborů: Aspinův-Welchův T-test, Mannův-Whitneyův test a Kolmogorovův-Smirnovův T-test. Vzhledem k tomu, že na hladině významnosti $\alpha = 0,050$ testy nevyloučily normální rozdělení, bylo možno spojit skupiny a toto spojení použít k vyhodnocení experimentu. Tím byl splněn základní předpoklad analýzy.

V případě prvního testování ovlivnily výběr absence žáků. Nelze říci, zda by absentující žáci v testech dopadli dobře či špatně, lze však pracovat s třídou s redukováným počtem žáků jako s náhodným souborem (viz výše).

Vzhledem k malému počtu vzorků bylo upuštěno od čistě statistické analýzy s výjimkou výše zmíněných testů. Proto bylo zvoleno vyhodnocení pomocí histogramů. Byla porovnána procentuální úspěšnost v pretestu a posttestu. Opět z důvodu malého počtu vzorků byly soubory rozděleny na 4 pásma, v nichž byla zjištěna četnost výskytu. I u takto malých vzorků lze identifikovat přelítí určitého počtu řešitelů např. ze skupiny s úspěšností nižší do skupiny s úspěšností vyšší.

Třída 7. A

U tématu „*Pohyb a rychlost*“ (motivačně zadané úlohy sady A) došlo k přesunu čtyř řešitelů z poloviny s nižší úspěšností do poloviny s vyšší úspěšností. Těžiště obou kohort (chlapci a dívky) se posunulo doprava, došlo ke změně rozložení. Zatímco rozložení u chlapců bylo nezřetelné, původně ostře klesající průběh se u dívek zploštil. Je třeba dodat, že číselné vyjádření poklesu je vzhledem k malému počtu vzorků opět problematické. Rozdíl není statisticky průkazný, ale zdá se být vizuálně patrný. Výrazně klesl počet silně neúspěšných dívek, objevily se výrazně úspěšné dívky. Při aplikaci tématu „*Tlak*“ (klasicky zadané úlohy kontrolní sady B) došlo k přesunu pouze dvou žáků ze spodní do horní poloviny úspěšnosti, vzrostl však (stejně jako v případě předešlém) počet výrazně úspěšných dívek. Rozložení se změnilo, z klesajícího se vyrovnalo, a mírně se opticky posunulo doprava, na čemž měly výraznější podíl výsledky chlapců, u nichž klesl počet silně neúspěšných ve prospěch průměrně úspěšných.

Třída 7. C

U tématu „*Pohyb a rychlost*“ (klasicky zadané úlohy kontrolní sady B) nedošlo k významnějšímu posunu ani u jedné genderové kohorty, i tvar rozložení zůstal v zásadě zachován. Při aplikaci tématu „*Tlak*“ (motivačně zadané úlohy testovací sady A) se rozložení v zásadě opět nezměnilo.

Shrneme-li výsledky, došlo v případě aplikace motivačně zadaných úloh u třídy 7. A k vizuálně patrnému zlepšení v případě aplikace obou sad zejména u dívek. Vzhledem k malému počtu vzorků toto nelze považovat za statisticky průkazné. Je možné, že dívky se cítily více motivovány zadáním, ale je též možné, že se projevíly morálně-volní vlastnosti

konkrétních jedinců. U 7. C se motivace použitím motivačně zadaných úloh neprojevila, rozložení výsledků má stejný tvar u pretestu i posttestu, ať byly zadány motivační nebo klasicky formulované sady úloh. Výsledek interpretuji tak, že

vzhledem k malému počtu vzorků je výsledek neprůkazný, ale zdá se pravděpodobnějším, že motivace zadáním souboru motivačně zadaných úloh neměla vliv na úspěšnost žáků.

Hypotéza H_{1A} se nepotvrdila.

Výsledky nasvědčují tomu, že pravděpodobnější je hypotéza H_{10} .

V porovnání vzestupu výkonnosti chlapců a dívek se neprojevil znatelný trend. Zatímco při aplikaci testovací sady se u 7. A objevil výrazný peak ve 3. pásmu (zvýšení úspěšnosti o 0 až 50 %) u dívek, ve třídě 7. C byl u dívek naopak pozorován při aplikaci motivační sady spíše mírný pokles. U chlapců se projevuje nárůst úspěšnosti u kontrolní sady zadané třídě 7. A, v ostatních případech jsou výsledky nezřetelné. Na vzorku ze základní školy nebyl prokázán žádný rozdíl mezi chlapci a dívkami ohledně vlivu motivačně zadaných úloh.

7.2 Druhé testování

Podoba druhého testování byla vynucena nástupem druhé vlny epidemie COVID-19. Vzhledem k podmínkám nebylo provedeno překřížení souborů a byl hodnocen pouze posun výkonnosti a porovnány genderové kohorty. Pro neexistenci kontrolní skupiny nejsou výsledky průkazné, testování však posloužilo i jako výchozí zkušenost pro odpovědi žáků v anketě.

Třída 2. E

Těžiště obou kohort se po provedení posttestu posunulo doprava, přičemž tvar rozložení podobného normálnímu zůstal v zásadě zachován, ale s výraznějším podílem úspěšnějších řešitelů.

Třída 3. E

Rozložení neměla tvar připomínající normální rozložení, střední skupiny byly zastoupené slabě. Tuto skutečnost přisuzuji personálnímu složení třídy, kde se oddělily skupiny talentovaných žáků se zájmem o fyziku a žáků s nižší hladinou fyzikálních dovedností. Zatímco u chlapců nastal mírný pokles, výkonnost dívek se zvýšila, což přineslo i zvýšení celkové úspěšnosti.

Vzhledem k neexistenci kontrolní skupiny nelze rozlišit, zda zlepšení výkonnosti lze přisoudit motivaci nebo prostému efektu procvičení. Celkově opět nelze považovat vliv motivačně zadaných fyzikálních úloh na zvýšení výkonnosti za prokázaný, a to ani celkově, ani v případě porovnání chlapců s dívkami.

7.3 Anketa

První anketa

V první anketě odpovídalo celkem 46 respondentů. Tuto anketu z důvodů popsaných v předcházejících kapitolách nepovažuji za rozhodující pro ověření hypotéz, její výsledky však považuji za vhodné zaznamenat.

První otázka mapující subjektivní snadnost úloh jednotlivých sad pro žáky nemá jednoznačný výsledek. Preference se neprojevila.

Druhá otázka se zabývala atraktivitou – zábavností sad. Podle předpokladů zde dominuje sada A, která je pojata jinak než klasické úlohy.

Třetí otázka mapující subjektivní obtížnost úloh opět nevykazuje jednoznačné výsledky, preference se neprojevila. Vzhledem k možnosti odpovědi „nevím“ a k zařazení sady C v 3. E nejde o doplňkovou množinu k množině z otázky první. Autor ji zařadil jako zpětnou vazbu z výukově-diagnostických důvodů.

V rámci omezeného statistického souboru je nejednoznačný i výsledek čtvrté otázky (přání v budoucnu řešit podobné úlohy). Z mírné převahy preference sady A lze soudit, že aspoň část žáků sadu přijímá jako preferovanou.

Podle páté otázky úlohy sady A žákům pomohly v pochopení učiva, domnívá se to téměř 70 % respondentů. Protože žáci zpracovávali sady úloh samostatně v době distanční výuky a nekonzultovali řešení s učitelem, lze usoudit buď na to, že pestrost zadání umožňuje uchopit úlohy z více pohledů, nebo že motivační charakter úloh zvýšil ochotu žáků procvičovat.

Podle šesté otázky žákům nejvíce vyhovovaly úlohy dějové a se scaffoldingem (32, resp. 26 respondentů). První lze přisoudit emoční angažovanosti na výsledku (dějové úlohy nebyly snadnější než jiné), druhé emocionální a kognitivní podpoře žáka v procesu řešení.

V sedmé otázce se opět neprojevila preference jednoho z typů úloh v případě ověřování výsledků vzdělávání formou písemné práce.

Druhá anketa

Ve druhé anketě odpovídalo celkem 91 respondentů. Tato anketa byla posuzována jako rozhodující pro ověření hypotéz H_2 a H_3 .

První otázka zněla „*K procvičování bych raději dostával(a) úlohy podobné úlohám ze sad A/B*“. Ve 2. E byly výsledky nejednoznačné, počet odpovědí „nevím“ přesáhl rozdíl mezi preferencemi skupin, preference se neprokázala. Ve 3. E, 4. E a 5. E žáci jednoznačně vyjádřili preferenci sady A, 48 respondentů z 68 představuje cca 70 % vzorku oproti 16 preferencím sady B. Je možné, že žáci nižšího ročníku měli problém s uchopením rozdílných zadání úloh, i se započtením třídy 2. E je preference sady A na úrovni 63 % oproti 25 % preferencí sady B. Rozdíl je v rámci statistického vzorku tedy výrazný. Výsledek interpretuji tak, že

žáci zkoumaného vzorku při volbě úloh k procvičování pocitově projevují preferenci motivačně zadaným úlohám před úlohami zadanými klasicky.

Výsledek potvrzuje alternativní hypotézu H_{2A} .

Druhá otázka zněla „*Při testu bych raději dostával(a) úlohy podobné úlohám ze sad A/B*“. Ve 2. E, 3. E a 5. E byly výsledky nejednoznačné, počet odpovědí „nevím“ přesáhl rozdíl mezi preferencemi skupin, preference se neprokázala. Ve 4. E žáci jednoznačně dávali najevo preferenci sady B. V celkovém součtu všech dotazovaných tříd je projevená preference sady B na úrovni 55 % oproti 34 % preferencí sady A. Rozdíl je v rámci statistického vzorku méně výrazný než v případě první otázky, přesto je poměr mezi projevenými preferencemi sad B a A cca 1,6:1. Výsledek interpretuji tak, že

data spíše nasvědčují tomu, že žáci zkoumaného vzorku při volbě úloh k ověření výsledků vzdělávání pocitově projevují preferenci klasicky zadaných úloh před úlohami zadanými motivačně.

Nulová hypotéza H_{30} se nepotvrdila.

Alternativní hypotéza H_{3A} se nepotvrdila.

Fakt, že více žáků ze zkoumaného vzorku dalo při ověřování výsledků formou známkování přednost klasicky zadaným úlohám, může mít příčinu v nejistotě žáka v případě hodnocení testu, kdy se žák vyhýbá neznámému a dává přednost řešení dobře známých typů úloh, které pocituje jako snadnější. Zkoumání této otázky však nebylo předmětem výzkumu.

7.4 Učebnice

Z výše uvedených zjištění vyplývá, že na dotazovanou skupinu žáků působí úlohy vytvořené jako motivační skutečně pozitivním, motivačním způsobem, zejména úlohy dějové a zajímavostní. Zároveň je z analýzy běžně používané sady učebnic patrný nízký výskyt fyzikálních úloh zadaných jinak než klasickým způsobem. Z toho vyvozují závěr, že je třeba v učebnicích fyziky pro cílovou věkovou skupinu zvýšit zastoupení motivačně zadaných úloh, a to zejména úloh motivujících žáka zájmem o vyústění úlohy a úloh zadaných graficky.

Závěr

V této disertační práci jsem zkoumal vliv motivačně zadaných úloh na zvýšení úspěšnosti žáků při řešení fyzikálních úloh a dále jejich postoje k různým typům zadání úloh. Práce vycházela z mého dlouhodobého zájmu o problematiku motivace při vyučování fyzice na základní škole a na víceletém gymnáziu. Byla orientována prakticky a její důležitou součástí bylo vytvoření tří sad motivačně orientovaných fyzikálních úloh spolu s testy ověřujícími vstupní a výstupní úroveň dovedností žáků. Postojová stránka problematiky byla zkoumána pomocí žákovské ankety.

Vytvoření sad úloh a testů probíhalo po dobu několika let, kdy byly testy i úlohy zadávány žákům na školách, kde jsem učil, a během této doby byly precizovány formulace, odstraňovány chyby a materiály byly přizpůsobovány k budoucímu zkoumání. Přitom jsem využíval zkušeností jak vlastních, tak kolegů. Úlohy byly vytvořeny v řadě tematických celků, pro účely disertační práce byla vybrána témata na pomezí 7. a 8. třídy základní školy, případně odpovídajících ročníků víceletého gymnázia.

Právě období, na které jsem se zaměřil, považuji za klíčové pro ustavení vztahu žáka k fyzice a k přírodním vědám i ke vzdělání obecně. Příčin je více, mezi nimi důležitou roli hraje rychlý rozvoj mentálních dispozic v období puberty včetně nástupu schopnosti abstraktního myšlení, vyhraňování osobních zájmů žáka, ale na druhé straně i tendence k odmítání autorit daná právě duševními změnami v období druhého vzdoru, tendence odmítat práci, kterou teenager považuje za neuspokojující nebo jen za obtížnou, když jeho zájem upoutá něco jiného. Školní děti obecně bývají zaujaty vším novým, právě v přelomovém věku cílové skupiny je tento efekt zvýrazněn faktem, že přestává být snadné žáka zaujmout. Proto je podle mého soudu motivaci věnovat mimořádnou pozornost.

Druhým důvodem, proč je motivace v cílové věkové skupině důležitá, je fakt, že se de facto s fyzikou začíná. Je-li fyzika vyučována už od 6. třídy, probírají se jen naprosté základy, v plánech řady škol je pak předmět zařazen až od třídy sedmé. V každém případě řešení fyzikálních úloh (s výjimkou úloh s tematikou hustoty) zpravidla začíná až s tématem „Pohyb a rychlost“, který je obsahem první sady mých úloh. Důležitost formování vztahu k fyzice právě na počátku její výuky považuji za nepochybnou.

Provedení práce zahrnovalo kromě vytvoření sad úloh výzkum, jehož cílem bylo ověření, zda vhodně zadané úlohy zlepší úspěšnost žáků při řešení a upoutají jejich zájem. K nalezení odpovědi na tyto otázky byla naplánována série testů spolu s postojovou anketou. Do realizace testování významně zasáhla epidemie viru COVID-19, která prakticky na celý rok 2020 ovlivnila život ve všech sférách společnosti. Ve školství to znamenalo především přechod na distanční výuku, která prakticky znemožnila původně plánovaný průběh ověřování hypotéz, takže bylo nutno na situaci reagovat a provést ověřování jiným způsobem. Jsem si vědom faktu, že žáci víceletého gymnázia jsou vybranou skupinou žáků, ale psychologické zákonitosti platí i v tomto specifickém vzdělávacím prostředí, rovněž je nutno dodat, že zdaleka ne všichni žáci gymnázia se o fyziku sami od sebe zajímají.

V průběhu výzkumu byla (byť v omezeném statistickém vzorku) potvrzena hypotéza o vhodnosti zadávání motivačně koncipovaných úloh v pestré škále forem zadání, kdy žáci jednoznačně projevili preferenci k jejich použití při procvičování dovedností. V tom vidím vedle vytvoření sad „k žákovi přátelských“ úloh největší přínos práce.

Dále byla zkoumána otázka preferencí netradičně zadaných úloh jako prostředku ověřování dovedností. Tato myšlenka se nepotvrdila; žáci v případě hodnoceného testu patrně dávají přednost úlohám, s nimiž se už setkali a které mohou nacvičit, neboť motivace získáním dobrého hodnocení je silná. Tato skutečnost potvrdila mou zkušenost a považuji ji rovněž za cennou pro tvorbu testů takovým způsobem, aby žák v průběhu práce nebyl podrobován stresu nad míru bezprostředně nutnou.

Hypotéza, že úlohy zadané způsobem, který se žákovi líbí, zvýší jeho úspěšnost při řešení, rovněž nebyla potvrzena. Toto zjištění je příspěvkem do všeobecně vedené diskuze o způsobu, jak zlepšit či udržet úroveň vzdělanosti, ale může být i příspěvkem pro diskusi odbornou.

V neposlední řadě aspoň z mého subjektivního pohledu práce velmi přispěla mé orientaci v problematice motivace, tvorby fyzikálních úloh a vyučování obecně.

Jsem přesvědčen, že motivace ke školní práci je, jak bylo řečeno v samotném úvodu, jedním z nejvýznamnějších témat, které lze v didaktice fyziky řešit. Svým malým dílem jsem se snažil posunout poznání v této oblasti o malý kousek dále. Ve své snaze budu v budoucnu pokračovat, protože každá práce spolu se zjištěními otvírá nové otázky.

Seznam použité literatury

Prameny jsou uvedeny v pořadí, v němž se objevují v textu.

- [01] KUBÁT, J.: *Vystoupení předsedy JČMF RNDr. Josefa Kubáta na veřejném slyšení v Senátu Parlamentu ČR*, [online] [cit. 2015-10-28] na <http://www.jcmf.cz/?q=en/node/540>
- [02] *Upravený Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*, web MŠMT, 2013, s. 35, 54 [online] [cit. 2015-07-20] na <https://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/upraveny-ramcovy-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani>
- [03] *Manažeri ke vzdělávání*. Anketa. [online] [cit. 2015-10-28] na <http://www.rokprumyslu.eu/o-projektu/manazeri-ke-vzdelavani/>
- [04] KOHOUTEK, R.: *Vzdělávací potíže a jejich příčiny*, 2010. [online] [cit. 2015-07-20] na [www: http://rudolfkohoutek.blog.cz/1003/vzdelavaci-potize-zavady-a-poruchy](http://rudolfkohoutek.blog.cz/1003/vzdelavaci-potize-zavady-a-poruchy)
- [05] HRABAL, V., PAVELKOVÁ, I.: *Školní výkonová motivace žáků*. NUOV Praha, 2011 [online] [cit. 20-07-2015] na [www: http://www.nuov.cz/uploads/AE/evaluacni_nastroje/24_Skolni_vykonova_motivace_zaku.pdf](http://www.nuov.cz/uploads/AE/evaluacni_nastroje/24_Skolni_vykonova_motivace_zaku.pdf)
- [06] HRABAL, V., PAVELKOVÁ, I.: *Problémy s žákovskou motivací*. RVP Praha, 2011 [online] [cit. 20-07-2015] na [www: http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/13211/problemy-s-zakovskou-motivaci.html/](http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/13211/problemy-s-zakovskou-motivaci.html/)
- [07] DVOŘÁK, L. a kol. *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe? Příručka pro učitele*. MATFYZPRESS, Praha, 2008.
- [08] SVOBODA, E.: *Metodika řešení fyzikálních úloh*. Výukový materiál MFF, bez datace, [online] [cit. 18-07-2018] na [www: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUh8iE8L7jAhXKVsAKHUnFAvMQFjABegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fkdf.mff.cuni.cz%2Fvyuka%2Fdidaktika%2FDF_RES_ULOH.pdf&usq=AOvVaw3r6B10QbrIxaLgYlucjVgL](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjUh8iE8L7jAhXKVsAKHUnFAvMQFjABegQIABAC&url=http%3A%2F%2Fkdf.mff.cuni.cz%2Fvyuka%2Fdidaktika%2FDF_RES_ULOH.pdf&usq=AOvVaw3r6B10QbrIxaLgYlucjVgL)
- [09] VACULOVÁ, I., TRNA, J., JANÍK, T.: *Učební úlohy ve výuce fyziky na 2. stupni základní školy: vybrané výsledky CPV videostudie fyziky*. Pedagogická orientace 4, 2008
- [10] JANÁS, J.: *Kapitoly z didaktiky fyziky*. MU, Brno, 1996. ISBN 80-210-1334-6.
- [11] VOLF, I.: *Několik rad, jak řešit fyzikální úlohy*. Text pro řešitele fyzikální olympiády. [online] [cit. 13-07-2015] na [www: http://fyzikalniolympiada.cz/kategorie-e-f?who=ucitel&page=2](http://fyzikalniolympiada.cz/kategorie-e-f?who=ucitel&page=2)
- [12] LARKIN, J. H., McDERMOTT, J., SIMON, D. P., HERBERT A. S.: *Models of Competence in Solving Physics Problems*, Cognitive Science 4, Carnegie-Melon University, 1980, [online] [cit. 2018-12-01] na [www: http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/1980v04/i04/p0317p0345/main.pdf](http://csjarchive.cogsci.rpi.edu/1980v04/i04/p0317p0345/main.pdf)
- [13] LAŠEK, J., VONDROUŠOVÁ, J.: *Psychologie sociální a osobnosti*. Skripta UHK, Hradec Králové 2014.
- [14] NAKONEČNÝ, M. *Psychologie osobnosti*. Academia Praha 1998, ISBN 80-200-0628-1
- [15] NUTTIN, J.: *Cognition in human motivation and learning*, Psychology Press, 2013.

- [16] ČÁP, Jan. *Psychologie pro učitele*. Vyd. 1. Praha: Portál, 2001, 655 s. ISBN 80-717-8463-X.
- [17] KUBÁTOVÁ, H.: *Sociologie životního způsobu*. Grada Publishing, Praha, 2010. 978-80-247-2456-0.
- [18] BLATNÝ, M. a kol.: *Psychologie osobnosti*. Grada Publishing, Praha 2010, ISBN 978-80-247-3434-7.
- [19] HÁJEK, M., *Teorie motivace*. Studijní materiál, Praha, 2007 – 2008. [online] [2020-11-13] na <http://www.vedeme.cz/pro-vedeni/kapitoly-vedeni/65-teorie-motivace.html>
- [20] MASLOW, A. H.: *A theory of human motivation*, orig. Psychological Review, 1943. [online] [2018-11-13] na <http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>
- [21] HERZBERG, F., MAUSNER, B., SNYDERMAN B. B.: *Motivation to work*. Transaction Publishers, 2011.
- [22] *Maslowova pyramida*, Wikipedie, [online] [cit. 2015-0828] http://cs.wikipedia.org/wiki/Maslowova_pyramida
- [23] VROOM, V.: *Work and Motivation*, Wiley 1994.
- [24] SHRESTHA, P.: *Skinner's theory on Operant Conditioning*, [online] [2020-12-12] <https://www.psychestudy.com/behavioral/learning-memory/operant-conditioning/skinner>
- [25] MIŇHOVÁ, J., LOVASOVÁ, V.: *Psychologické aspekty motivace ke studiu přírodních věd na pozadí Rámcových vzdělávacích programů*, nedatováno, [online] [2015-07-13] na http://artemis.osu.cz:8080/artemis/uploaded/162_Psychologie%20RVP.pdf
- [26] VÁVRA, J.: *Proč a k čemu taxonomie vzdělávacích cílů*. Metodický portál RVP, Praha, 2011. [online] [cit. 13-07-2015] na [www: http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/11113/proc-a-k-cemu-taxonomie-vzdelavacich-cilu.html/](http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/11113/proc-a-k-cemu-taxonomie-vzdelavacich-cilu.html)
- [27] BRDIČKA, B.: *Bloomova taxonomie pro kreativní prostředí*. Metodický portál RVP, Praha, 2011. [online] [cit. 2015-13-07] na [www: http://spomocnik.rvp.cz/clanek/12573/](http://spomocnik.rvp.cz/clanek/12573/)
- [28] VÁVRA, J.: *Bloomova taxonomie*. Metodický portál RVP, Praha 2011. [online] [cit. 13-07-2015] na [www: http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogick%c3%bd_lexikon/B/Bloomova_taxonomie](http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogick%c3%bd_lexikon/B/Bloomova_taxonomie)
- [29] ŠPÍNA, P.: *Mýtus praktičnosti*. Sborník setkání doktorandů UHK, Hradec Králové, 7. – 8. 6. 2012. Gaudeamus, Hradec Králové, 2012.
- [30] KAKALIOS, J.: *Fyzika superhrdinů*, Argo, Praha 2009, ISBN 978-80-257-2515-3
- [31] *Gotham City*, Wikipedie [online] [2019-05-18] na https://en.wikipedia.org/wiki/Gotham_City
- [32] ŠUMAVSKÁ, G.: *Jak a čím motivovat žáky ke studiu a vést je k odpovědnosti*, NUOV Praha 2008 [online] [2015-10-29] na [www: http://www.nuov.cz/kurikulum/jak-a-cim-motivovat-zaky-ke-studiu-a-vest-je-k-odpovednosti](http://www.nuov.cz/kurikulum/jak-a-cim-motivovat-zaky-ke-studiu-a-vest-je-k-odpovednosti)
- [33] VACÍNOVÁ, M., LANGOVÁ, M.: *Vybrané kapitoly z psychologie*. Československý spisovatel, Praha 2011.
- [34] VOLF, I.: *Několik rad, jak řešit fyzikální úlohy*. Text pro řešitele fyzikální olympiády. [online] [cit. 2015-07-13] na [www: http://fyzikalniolympiada.cz/kategorie-e-f?who=ucitel&page=2](http://fyzikalniolympiada.cz/kategorie-e-f?who=ucitel&page=2)

- [35] *Code switching*, Encyclopedia Britannica, [online] [2018-07-18] na www: <https://www.britannica.com/topic/code-switching>
- [36] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. Prometheus, Praha 1999, ISBN 80-7196-149-3
- [37] *NASA Armstrong fact sheet: SR-71 Blackbird*, [online] [2020-12-12] na www: <https://www.nasa.gov/centers/armstrong/news/FactSheets/FS-030-DFRC.html>
- [38] *Lockheed SR-71 Blackbird.jpg*, USAF/Creative Commons [online] [cit. 2015-30-10] na www: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SR-71A_in_flight_near_Beale_AFB_1988.JPG
- [39] HAYWARD, I.: *How fast can he peregrine falcon fly?* RSPB, 2008 [online] [2020-12-12] na www: <https://ww2.rspb.org.uk/birds-and-wildlife/bird-and-wildlife-guides/ask-an-expert/previous/peregrine.aspx>
- [40] KAŠPAR, E., BŘEZINA, F., JANKOVIČ, J.: *Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice*, SPN, Praha 1982, ISBN 14-572-82
- [41] VOLF, I.: *46. ročník fyzikální olympiády v kategorii E a F, Rozhledy matematicko-fyzikální, Vol. 80 (2005), No. 1, 41–47*
- [42] VOLF, I.: *Fyzikální úlohy (řešené kvalifikovaným odhadem 1). Metodický materiál pro učitele fyziky k práci se žáky základních a středních škol, talentovanými pro fyziku*. Gaudeamus, Hradec Králové, 2010.
- [43] TEJKALOVÁ, L.: *Postavte žákům lešení! aneb jak na scaffolding v hodinách CLIL a nejen tam*. RVP 2010 [online] [cit. 20-07-2015] na www: <http://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/9797/POSTAVTE-ZAKUM-LESENI-ANEB-JAK-NA-SCAFFOLDING-V-HODINACH-CLIL-A-NEJEN-TAM.html/>
- [44] BÍLEK, M.: *Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi*. Acta Didactica 2/2008, FPV UKF Nitra. ISSN 1337-0073 [online] [cit. 27-07-2017] na www: http://chemistrynetwork.pixel-online.org/data/SMO_db/doc/31_7_B%C3%ADlek_Acta.PDF
- [45] ŠMÍDOVÁ, T., TEJKALOVÁ, L., VOJTKOVÁ, N.: *CLIL ve výuce. Jak zapojit cizí jazyky do vyučování*. NÚV, Praha 2012, ISBN 978-80-87652-57-2 [online] [2015-07-20] na www: <http://clil.nuv.cz/metodologie-clil/11-planovani-a-struktura-clil-hodin/12-6-strategie-zvana-scaffolding.html>
- [46] *Planet Science. Human body*. Webová stránky. [online] [2017-07-17] na www: <http://www.planet-science.com/categories/over-11s/human-body/2012/06/how-fast-is-usain-bolt.aspx>
- [47] LEPIL, O., VACHEK, J.: *Modelování a modely ve vyučování fyzice*. SPN, Praha, 1986. ISBN 80-04-25032-7
- [48] REZNIKOV, L. I.: *Grafičeskij metod v prepodavanii fiziki*, Gosudarsvennoe učebno-pedagogičeskoe izdatelstvo, Moskva 1960
- [49] JERJE, T.: *Čtenářská gramotnost při řešení slovních úloh ve fyzice*. Přednáška Praha, 2016 [online] [2020-12-12] na <https://slideplayer.cz/slide/11561034/>
- [50] PALEČKOVÁ, J., TOMÁŠEK, V., BASL, J.: *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2009*, zpráva České školní inspekce, Ústav pro informace ve vzdělávání, Praha, 2010

- [51] JAMES, R.: *How high can buzzard fly?* Web RSPB, 2007. [online] [2015-07-18] na www: <https://ww2.rspb.org.uk/birds-and-wildlife/bird-and-wildlife-guides/ask-an-expert/previous/buzzard.aspx>
- [52] EHRLICH, P. R.: *How fast and high do birds fly?* Web Stanford University, 1988. [online] [2020-12-12] na www: https://web.stanford.edu/group/stanfordbirds/text/essays/How_Fast.html
- [53] Kol.: *Mezipředmětové vazby fyziky s ostatními přírodovědnými předměty, matematikou a předmětem praktické činnosti*. Sborník ze semináře, MAFY Hradec Králové 2001
- [54] HÖFER, G., SVOBODA, E.: *Některé výsledky celostátního výzkumu "Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky*. In: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2, Rámcové vzdělávací programy: sborník z konference: Srní 2005*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005, s. 52-70. [online] [cit. 20-07-2015] na www: https://kof.zcu.cz/ak/trendy/2/sbornik/svoboda_e/srni.doc+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz
- [55] LAŠEK, J.: *Psychologie osobnosti*. Cyklus přednášek, Univerzita Hradec Králové, nedatováno. [online] [2018-07-13] na <https://www.scribd.com/document/421497038/Jan-La%C5%A1ek-Psychologie-Osobnosti>
- [56] LOKŠA, J.: *Základy sociálnej psychológie*. Skripta PedF KU, Ružomberok 2007
- [57] VOJTOVIČOVÁ, D.: *Mezipředmětové vztahy v matematice*. Matematika-fyzika-informatika, č. 28, 2019.
- [58] VYBÍRAL, B.: *Technické aplikace fyziky*. Gaudeamus, Hradec Králové, 2019. ISBN 978-80-7435-753-4
- [59] KAITTANI, D., DERRI, V., KIOUMOURTZOGLU, E.: *Interdisciplinary learning in education: a focus on physics and physical*. University of Nicosia, 2016. [online] [2019-10-5] na https://www.researchgate.net/publication/305358464_Interdisciplinary_learning_in_education_A_focus_on_physics_and_physical_education
- [60] JEROFEEVA, G. B., PESKOVA, E. S., MALJUTIN, V. M.: *Vlianie učeta međdisciplinarnych svjazej disciplin na proffesionalnuju podgotovku vypuschnikov VUZov, Sovremennye problemy nauki i obrazovania*, 2016, [online] [2019-10-5] na <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=25260>
- [61] SVOBODA, E., KOLÁŘOVÁ, R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy (vybrané kapitoly)*. Karolinum, Praha, 2006. ISBN 8024611813
- [62] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 6. ročník základní školy*. Prometheus, Praha 2002, ISBN 978-80-7196-246-5
- [63] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. Prometheus, Praha 2003, ISBN 978-80-7196-265-65
- [64] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. Prometheus, Praha 2008, ISBN 978-80-7196-193-2
- [65] JÁCHIM, F., TESAŘ, J.: *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. SNP – pedagogické nakladatelství, a. s., Praha 2004, ISBN 80-7235-125-7
- [66] JÁCHIM, F., TESAŘ, J.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. SNP – pedagogické nakladatelství, a. s., Praha 2004, ISBN 80-7235-130-3

- [67] SEBERA, M.: *Vybrané kapitoly z metodologie*, MU – metodický materiál online, Brno, 2012, ISBN 978-80-210-5964-1, [2020-12-08], dostupné online na [www: https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-8/08.html](http://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-8/08.html)
- [68] VLČKOVÁ, K.: *Výzkumný problém a nejčastější nedostatky při jeho formulaci*. Metodická materiál MUNI, Brno, bez datace. [online] [2020-12-10] na [https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-8/08.html](http://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-8/08.html)
- [69] HRABAL, V., KRYKORKOVÁ, H., PAVELKOVÁ, I.: *Školní výkon žáka z hlediska motivačního a kognitivního*. *Pedagogika* 31, 1981
- [70] HRABAL, V.: *Příspěvek k rozboru motivace školního výkonu žáka z hlediska pedagogické psychologie*. *Pedagogika*, 28 (2), 1978. s. 195 –208
- [71] *Opatření ministra školství, mládeže a tělovýchovy, kterým se mění Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Metodický materiál na webu MŠMT, 2013, [online] [2017-07-25] na [www: http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/opatreni-ministra-skolstvi-mladeze-a-telovychovy-kterym-se-2](http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/opatreni-ministra-skolstvi-mladeze-a-telovychovy-kterym-se-2)
- [72] HEŘT, J.: *Experiment jako důkaz? In: Věda kontra iracionalita 3*. Sborník. Nakl. V. Nosková, Praha 2005, s. 48-60
- [73] Upraveno z (autoři neuvedeni): *Typy studií*. Učební materiál Univerzity Palackého v Olomouci, nedatováno, [online] [2020-07-29] na www: file:///C:/Users/admin/AppData/Local/Temp/typy-studii-1.pdf
- [74] Kol. NUV (autoři neuvedeni): *Klima školní třídy. Tematická metodická zpráva š. 6*. Bez datace. [online] [2020-07-29] na [www: http://www.nuv.cz/uploads/6.TMZ_SPP_Klima_skolni_tridy.pdf](http://www.nuv.cz/uploads/6.TMZ_SPP_Klima_skolni_tridy.pdf)
- [75] GONZÁLES, J. S. via Flickr [online] [2017-04-17] na [www: https://www.flickr.com/photos/r36ariadne/32292883343/](https://www.flickr.com/photos/r36ariadne/32292883343/)
- [76] ROGERS, K.: *How fast is the world's fastest man?* Britannica, bez datace, [online] [2017-07-17] na <https://www.britannica.com/story/how-fast-is-the-worlds-fastest-human>
- [77] Kol.: *Pyramids of Giza*, Britannica, bez datace, [online] [2017-07-17] na <https://www.britannica.com/topic/Pyramids-of-Giza>
- [78] (Autoři neuvedeni): *Extrémní mechanické zatěžování organismu*. Studijní materiál MUNI, Brno, bez datace. [inline] [2020-01-07] na <https://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/biomechanika/extremni-mechanicke-zatezovani-organismu>
- [79] Foto U.S. Naval History Centre (public domain) via [online] [2018-01-08] na https://cs.wikipedia.org/wiki/Batyskaf_Trieste
- [80] PICCARD, J.: *1960 dive*. National Geographic, bez datace, [online] [2020-12-10] na <http://www.deepseachallenge.com/the-expedition/1960-dive/> (zaokrouhleno pro snadnější výpočet)
- [81] (Autor neuveden): *Nejsilnější čelisti v říši zvířat má krokodýl. Překonal i tyranosaura*. National Geographic, 2012. [online] [2017-01-07] na <https://www.national-geographic.cz/dinosauri/nejsilnejsi-celisti-v-risi-zvirat-ma-krokodyl-prekonal-i-tyranosaura.html>
- [82] Web V. Vaščáka, [online] [2017-01-07] na http://www.vascak.cz/data/prikklady/news_priklad.php?p=1335&kapitola=212&cislo=8&poradi=8&ukazat=1

- [83] (Autor neuveden): firemní stránky [online] [2018-01-08] na [www:](http://www.navrhovani-porotherm.cz/aplikace/statika-zdiva-porotherm/)
<http://www.navrhovani-porotherm.cz/aplikace/statika-zdiva-porotherm/>
- [84] BĚLOUN, F., KLIMEŠ, B., SCHWARZ, J., ŠKRAMOVSKÝ, S.: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro 7. až 9. ročník*. SPN, Praha, 1975, ISBN 14-222-75
- [85] Foto EREINE, Creative Commons, [online] [2020-11-1] na https://cs.wikipedia.org/wiki/Oasis_of_the_Seas#/media/Soubor:Oasis_of_the_Seas,_October_30_2009.jpg
- [86] Foto Creative Commons [online] [2020-11-1] na [https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:Expedition_Kon-Tiki_1947._Across_the_Pacific._\(8765728430\).jpg](https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Soubor:Expedition_Kon-Tiki_1947._Across_the_Pacific._(8765728430).jpg)
- [87] HEYERDAHL, T.: *Ve znamení Kon-Tiki*. Mladá fronta, Praha, 1957
- [88] MIKULČÁK, L., KRKAVEC, L., KLIMEŠ, B., BARTŮNĚK, J., ŠIROKÝ, J., PAUKOVÁ, M.: *Matematické, fyzikální a chemické tabulky*. SPN Praha, 1982, ISBN 14-233-82
- [89] (Autoři neuvedeni) *Fyzikální tabulky*, web Converter, bez datace, [online] [2020-11-01] na <http://www.converter.cz/tabulky/index.htm>
- [90] JANÁS, J.: *Kapitoly z didaktiky fyziky*. MU, Brno, 1996, ISBN 80-210-1334-6
- [91] HORÁK, Z., KRUPKA, F.: *Fyzika*. SNTL Praha, 1981, ISBN 04-017-81
- [92] JAVORSKIJ, B. M., SELEZNĚV, JU. A.: *Přehled elementární fyziky*. SNTL, Praha, 1989. ISBN 80-0300184-6
- [93] HALLIDAY, D., RESNICK, R, WALKER, J.: *Fyzika*. VUTUM, Brno, 2000. ISBN 80-214-1868-0
- [94] VOLF, I.: *Fyzika je všude kolem nás*. MAFY, Hradec Králové, 2001. ISBN 80-86148-48-3
- [95] ŠEDIVÝ, P., VOLF, I.: *Dopravní kinematika a grafy: studijní text pro řešitele FO a ostatní zájemce o fyziku*, MAFY, Hradec Králové, 1998. ISBN 80-86148-19-X
- [96] *Webové stránky Gymnázia Josefa Ressela*. [online] [2020-10-27] na [www:](http://www.gjr.cz/aktivity/uzavrene-skoly)
<https://www.gjr.cz/aktivity/uzavrene-skoly>
- [97] *Webové stránky Gymnázia Josefa Ressela*. [online] [2020-10-27] na [www:](http://www.gjr.cz/aktivity/vyuka-v-patek-2592020)
<https://www.gjr.cz/aktivity/vyuka-v-patek-2592020>
- [98] *ZŠ, SŠ a konzervatoře budou mít 26. a 27. 10. volno*. Webové stránky MŠMT, [online] [2020-10-27] na [www:](http://www.msmt.cz/skoly-budou-mit-26-a-27-10-volno) <https://www.msmt.cz/skoly-budou-mit-26-a-27-10-volno>
- [99] *Školní vzdělávací program Gymnázia Josefa Ressela v Chrudimi pro primu až kvartu*. [online] [2020-10-27] na [www:](http://www.gjr.cz/dokumenty?id=11&action=detail) <https://www.gjr.cz/dokumenty?id=11&action=detail>
- [100] *Školní vzdělávací program Gymnázia Josefa Ressela v Chrudimi pro kvintu až oktávu*. [online] [2020-10-27] na [www:](http://www.gjr.cz/dokumenty?id=35&action=detail) <https://www.gjr.cz/dokumenty?id=35&action=detail>

Seznam obrázků

Všechny obrázky, schémata a grafy, které nejsou uvedeny ve zdrojích, jsou dílem autorovým.

Obrázky, které jsou nedílnou součástí sad úloh, pretestů a posttestů neuvádím jako samostatné obrázky. Jejich číslování vychází z potřeb uplatnění pokusných materiálů.

- Obr. 0.1: Graf oblíbenosti fyziky u žáků ZŠ a NG. Podle [07] upravil autor.
- Obr. 2.1: Činitele v procesu změn vnímání reality i sebe sama jako důsledku kognitivních procesů, upraveno podle Nakonečného [14]
- Obr. 2.2: Úrovně motivace podle Laška, zjednodušeno.
- Obr. 2.3: Maslowova hierarchie potřeb, upraveno podle Hájka [19].
- Obr. 2.4: Bloomova taxonomie vzdělávacích cílů
- Obr. 2.5: Revidovaná Bloomova taxonomie podle Andersona a Krathwohla, upraveno podle Vávry. [28]
- Obr. 3.1: Lockheed SR-71 Blackbird [38]
- Obr. 3.2: Motivačně – ilustrační obrázek.
- Obr. 3.3: Úloha doplněná schématem, obrázek k 5G2.
- Obr. 3.4: Úloha 5G3 zadaná pouze schématem.
- Obr. 3.5: Úloha zadaná pomocí blokového schématu.
- Obr. 3.6: Úloha zadaná pomocí grafu.
- Obr. 3.7: Pracovní list komplexní úlohy „Samostatná práce – sluneční záření“, 9. ročník/kvarta
- Obr. 4.1: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U1]
- Obr. 4.2: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U2]
- Obr. 4.3: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U3]
- Obr. 4.4: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U3], Oddíl 1
- Obr. 4.5: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U4]
- Obr. 4.6: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U5]
- Obr. 4.7: Diagram zastoupení úloh v učebnici [U6]

- Obr. 6.1: Grafická prezentace výsledků 7. A, *Pohyb a rychlost*, histogramy četností – pásma.
- Obr. 6.2: Grafická prezentace výsledků 7. C, *Pohyb a rychlost*, histogramy četností – pásma.
- Obr. 6.3: Grafická prezentace výsledků 7. C, *Pohyb a rychlost*, histogramy četností – pásma.
- Obr. 6.4: Grafická prezentace výsledků 7. C, *Tlak*, histogramy četností – pásma.
- Obr. 6.5: Grafická prezentace výsledků 2. E, histogramy četností.
- Obr. 6.6: Grafická prezentace výsledků 3. E, histogramy četností.
- Obr. 6.7: Grafická prezentace první ankety 2. E. Četnosti odpovědí.
- Obr. 6.8: Grafická prezentace výsledků ankety 3. E, histogramy četností.
- Obr. 6.9: Grafická prezentace výsledků ankety 3. E, histogramy četností.
- Obr. 6.10: Grafická prezentace druhé ankety. Četnosti odpovědí.
- Obr. 6.11: Grafická prezentace druhé ankety – reflexe vlastní práce při zadání sady A. Četnosti odpovědí.
- Obr. 6.12: Porovnání rozdílů mezi posttestem a pretestem u chlapců a dívek, téma „*Pohyb a rychlost*“. Histogramy četností.
- Obr. 6.13: Porovnání rozdílů mezi posttestem a pretestem u chlapců a dívek, téma „*Tlak*“. Histogramy četností.
- Obr. 6.14: Porovnání rozdílů mezi posttestem a pretestem u chlapců a dívek, téma „*Pohyb a rychlost*“, resp. „*Archimédův zákon*“. Histogramy četností.

Seznam příloh

Příloha 1 – Volfova metodika řešení fyzikálních úloh

Příloha 2 – Ukázky komplexních úloh

Příloha 3 – Ukázky řešení úloh

Přílohy

Příloha 1:

Volfova metodika řešení fyzikálních úloh

- 1) Pečlivě si prostuduj text úlohy a snaž se pochopit všechny jeho části. Velmi důležité je pochopit, o jakém problému se v úloze jedná.
- 2) Označ fyzikální veličiny tak, jak jsi zvyklá(ý) z výuky fyziky, hodnoty si převed' do mezinárodní soustavy jednotek.
- 3) Nezapomeň si nakreslit situační náčrtek, pomůže ti orientovat se v problému.
- 4) Proved' fyzikální analýzu situace – vytvoř si zjednodušující modely a vyberte vztahy, o nichž předpokládáš, že je použiješ při řešení. Vytvořte si plán řešení.
- 5) Úlohu řeš nejprve obecně, tj. nedosazuj za písmena dané hodnoty – pomůže ti to často dostat se rychleji k cíli a řešíš současně všechny podobné úlohy. Tak dostaneš závěrečný vztah, kde na levé straně máš hledanou veličinu a napravo máš veličiny, jejichž hodnoty znáš z textu úlohy nebo je umíš zjistit.
- 6) Dosad' do vztahu místo hodnot veličin pouze jejich jednotky a proved' tak tzv. jednotkovou kontrolu. Vyjde-li ti správná jednotka výsledku, máš velkou naději, že daný vztah je správný.
- 7) Dosad' hodnoty veličin a známé konstanty, použij kalkulátor a snaž se pokud možno ekonomicky dostat k hodnotě výsledku. Nezapomeň na stanovení hledaného výsledku s přijatelným počtem platných číslic – neopisuj tedy výsledek z kalkulátoru.
- 8) Pro kontrolu použij některé z grafických metod (někdy to bude jediný způsob, jak se dostat k výsledku, zvláště, není-li tvoje matematická příprava dostatečná). Někdy musíš vykonat kontrolní experiment.
- 9) Nezapomeň provést diskusi řešení s ohledem na dané hodnoty veličin a vybraný model k řešení problému.
- 10) Stanov odpověď na otázku danou textem problému. Nezapomeň, že někdy jde jen o číselnou hodnotu hledané veličiny, jindy získaný výsledek je předpokladem pro vyslovení slovní odpovědi.

Příloha 2:

Ukázky komplexních úloh. Z technických důvodů jsou pracovní listy zobrazeny jako mírně zmenšené ve formě snímku souboru ve formátu PDF. Typickým rozložením originálu pracovního listu vyhotoveného v programu Microsoft Word je orientace na šířku ve dvou sloupcích, písmo Calibri velikosti 12. Dle zkušeností autora je toto uspořádání optimální z hlediska organizace práce žáků v lavicích.

Časové dotace jsou pouze doporučené.

- 1) Pyramid of Menkaure
 Cílová skupina: 7. ročník/sekunda nebo starší⁷
 Časová dotace: 1 vyučovací hodina
 Motivační forma zadání: CLIL, zajímavostní
 Další motivační prvky: párová práce, využití informačních zdrojů, problémovost
 Mezipředmětové vztahy: dějepis, matematika, anglický jazyk
 Žáci si vyhledají neznámý vzorec pro objem a povrch jehlanu. Stěnovou výšku mohou zjistit konstrukčně.
- 2) Vedení tepla
 Cílová skupina: 8. ročník/tercie
 Časová dotace: 30 minut
 Motivační forma zadání: zajímavostní, scaffolding
 Další motivační prvky: využití informačních zdrojů, problémovost
 Mezipředmětové vztahy: ekologie
- 3) Gulf Stream
 Cílová skupina: 8. ročník/tercie
 Časová dotace: 45 minut
 Motivační forma zadání: zajímavostní, CLIL
 Další motivační prvky: využití informačních zdrojů, problémovost
 Mezipředmětové vztahy: anglický jazyk, zeměpis, dějepis
- 4) Sluneční záření
 Cílová skupina: 9. ročník/kvarta
 Časová dotace: 30 minut
 Motivační forma zadání: zajímavostní, scaffolding
 Další motivační prvky: využití informačních zdrojů, problémovost
 Mezipředmětové vztahy: matematika, zeměpis
 Lze zvolit párovou nebo individuální práci. Při párové formě doporučujeme snížit časovou dotaci.

⁷ Nutné pochopení pojmu „hustota“. Pro 6. ročník/primu je podle zkušeností autora úloha příliš obtížná zejména ve druhé části (zjištění tělesové výšky).

Pyramid of Menkaure

The pyramid of Pharaoh Menkaure, located at the necropolis on the Giza Plateau in the southwest outskirts of Cairo, Egypt, is the smallest of three

Pyramids of Giza. Menkaure's Pyramid had an original height of 215 feet with a base of 360 feet. It was constructed of limestone and granite probably in the 26th century BC. (Based on Wikipedia article.)

Nakreslete pravidelný čtyřboký jehlan ve volném rovnoběžném promítání. Zapište rozměry pyramidy v metrech. Vypočítejte objem pyramidy (vnitřní prostory jsou vůči pyramidě zanedbatelné).



Odhadněte průměrnou hustotu materiálu, z něhož je pyramida postavena. Vypočítejte hmotnost pyramidy.

Určete sklon stěn Menkaureovy pyramidy ve stupních. Nakreslete vysvětlující obrázek.

Nakreslete, jak vypadá pyramida v půdoryse (přímo shora).

Určete, jak dlouhou cestu urazí zvědavý turista od úpatí pyramidy na její vrcholek (nejkratší cestou).

Pyramida byla na povrchu obložena červenou žulou a bílým vápencem (ukradeno v 16. století). Jak velkou plochu museli egyptští kameníci otesat dohládka?

Gulf Stream

The Gulf Stream, together with its northern extension towards Europe, the North Atlantic Drift, is a powerful and warm Atlantic Ocean Current that originates at the tip of Florida, and follows the eastern coastlines of the United States and Newfoundland before crossing the Atlantic Ocean.

European discovery of the Gulf Stream dates to the 1512 expedition of Juan Ponce de León, after which it became widely used by Spanish ships sailing from the Caribbean to Spain.

At about 40°0'N 30°0'W, it is divided in two branches, with the northern stream crossing to Northern Europe and the southern stream moving to West Africa. The Gulf Stream influences the climate of the east coast of North America from Florida to Newfoundland, and the west coast of Europe. There is consensus that the climate of Western Europe and Northern Europe is warmer than it would be due to the North Atlantic drift, one of the branches from the tail of the Gulf Stream.

Gulf Stream is a strong ocean current. When it passes the south Florida coast through the Florida Straits, it transports water at a rate of 30 million cubic meters per second (30 sverdrups) with the velocity of 8 km per hour. Its depth is 1,500 feet (1 feet = 30 cm). As it passes south of Newfoundland, this rate increases to 150 million cubic metres per second with the speed of 1.2 meter per second. All the rivers that empty into the Atlantic have barely total 0.6 million cubic metres per second at all. (The global input of water from rivers to the ocean is equal to about 1 sverdrup.) The Gulf Stream delivers about 1.4 petawatts (1 petawatt = 10^{15} W) of heat, equivalent to 100 times more than the world power demand.

http://en.wikipedia.org/wiki/Gulf_Stream,
<http://dtmag.com/Stories/Ocean%20Science/08-06-feature.htm>

Pracovní text ke komplexní úloze Gulf Stream. Žáci dostávají dva listy – tento formátu A5 a níže uvedený pracovní list.

Samostatná práce – Golfský proud

Do mapky schematicky zakreslete oceánské proudění v severním Atlantiku. V mapce vyznačte Golfský proud (GP) a Severoatlantický proud (SAP).

Golfský proud se dělí na dvě větve. Vyznačte je v mapce jako „A“ a „B“.



Kdo a kdy objevil Golfský proud?

Co je to „sverdrup“?

Které části světa jsou klimaticky ovlivňovány Golfským proudem?

Jakou rychlosti teče GP u Floridy? Uveďte v $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Kolik vody v tomto místě proteče Golfským proudem za 1 sekundu?

Jak je Golfský proud hluboký?

Kolikrát je větší průtok Golfského proudu u Floridy než přítok do oceánů od všech řek dohromady?

Jak velký je tepelný výkon Golfského proudu?

Představte si proud s průtokem 50 milionů kubických metrů za sekundu, který dopravuje stejný výkon jako Golfský proud.

Jak velký výkon připadá na 1 m^3 vody?

Jak velký výkon připadá na 1 litr vody?

Jak velkou energii každou sekundu to představuje?

O kolik stupňů by se litr vody ochladil při vydání stejné energie?

Samostatná práce – vedení tepla

V zimě uniká z budov mnoho tepla okny.

V některých zemích (například ve Velké Británii) se používají okna, která mají jen jednu skleněnou vrstvu. Vypočítejte, kolik tepla unikne za hodinu takovým oknem, je-li teplota uvnitř domu 16 °C a venku 0 °C. Součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, plocha okna $S = 1,5 \text{ m}^2$, tloušťka okna $d = 6 \text{ mm}$, ΔT je rozdíl teplot a τ je čas.

Teplo přenesené vedením

$$Q = \lambda S \frac{\Delta T}{d} \tau$$

Kolik tepla uniká takovým oknem za 1 sekundu?

Jak velký výkon musí mít topné těleso, které takový únik nahradí?

V technické praxi se udává součinitel prostupu tepla celým oknem U_w . Moderní okna dosahují hodnoty $U_w = 0,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Jak by se snížil potřebný topný výkon pro okno o ploše 1,5 m² a teploty 0 °C / 16 °C?

(Ve všech úlohách uvažujte jen únik tepla vedením.)

Samostatná práce – vedení tepla

V zimě uniká z budov mnoho tepla okny.

V některých zemích (například ve Velké Británii) se používají okna, která mají jen jednu skleněnou vrstvu. Vypočítejte, kolik tepla unikne za hodinu takovým oknem, je-li teplota uvnitř domu 16 °C a venku 0 °C. Součinitel tepelné vodivosti $\lambda = 0,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, plocha okna $S = 1,5 \text{ m}^2$, tloušťka okna $d = 6 \text{ mm}$, ΔT je rozdíl teplot a τ je čas.

Teplo přenesené vedením

$$Q = \lambda S \frac{\Delta T}{d} \tau$$

Kolik tepla uniká takovým oknem za 1 sekundu?

Jak velký výkon musí mít topné těleso, které takový únik nahradí?

V technické praxi se udává součinitel prostupu tepla celým oknem U_w . Moderní okna dosahují hodnoty $U_w = 0,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$. Jak by se snížil potřebný topný výkon pro okno o ploše 1,5 m² a teploty 0 °C / 16 °C?

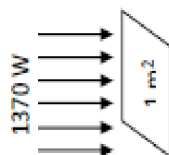
(Ve všech úlohách uvažujte jen únik tepla vedením.)

© Petr Špína 2018

Samostatná práce – Sluneční záření

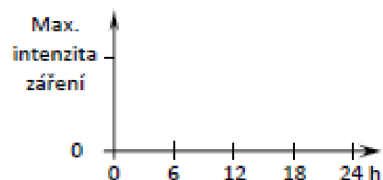
Zářivý tok ze Slunce na úrovni Země činí cca $1370 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (*solární konstanta*). Na povrch dopadá cca $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Kolik wattů dostává celá Země? (Slunce ji „vidí“ jako kotouč.)



Tento výkon se ve skutečnosti rozloží na celý zemský povrch. Kolik wattů dostává v průměru 1 m^2 zemského povrchu?

Načrtněte graf množství slunečního záření dopadajícího na 1 m^2 zemského povrchu za 24 hodin (na zvoleném místě).

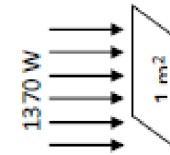


Záření nedopadá jen na Zemi, šíří se ze Slunce v kulových plochách. Vypočítejte zářivý výkon Slunce.

Samostatná práce – Sluneční záření

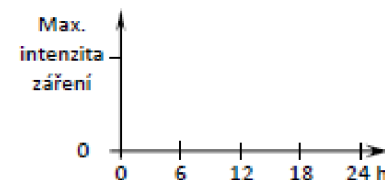
Zářivý tok ze Slunce na úrovni Země činí cca $1370 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (*solární konstanta*). Na povrch dopadá cca $1000 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

Kolik wattů dostává celá Země? (Slunce ji „vidí“ jako kotouč.)



Tento výkon se ve skutečnosti rozloží na celý zemský povrch. Kolik wattů dostává v průměru 1 m^2 zemského povrchu?

Načrtněte graf množství slunečního záření dopadajícího na 1 m^2 zemského povrchu za 24 hodin (na zvoleném místě).



Záření nedopadá jen na Zemi, šíří se ze Slunce v kulových plochách. Vypočítejte zářivý výkon Slunce.

Příloha 3

Ukázky řešení úloh

Stanišková

1) $S = 0,8 \text{ m}^2$
 $p = 80 \text{ kPa} = 80\,000 \text{ Pa}$
 $F = p \cdot S$
 $F = 80\,000 \cdot 0,8 = 64\,000 \text{ N}$

2) $h = 0,6 \text{ m}$
 $p = 4,8 \text{ kPa} = 4800 \text{ Pa}$
 $q = \frac{p}{z}$
 $S = \frac{p \cdot h}{\rho \cdot g} = \frac{4800}{0,8 \cdot 10} = 600 \text{ kg/m}^3$

3) $m = 60 \text{ kg}$
 $S = 20 \text{ mm}^2 = 0,0002 \text{ m}^2$
 $p = 120 \text{ MPa} = 120\,000\,000 \text{ Pa}$
 $F = m \cdot g = 60 \cdot 10 = 600 \text{ N}$
 $F = p \cdot S = 120\,000\,000 \cdot 0,0002 = 24\,000 \text{ N}$
 $600 \text{ N} < 24\,000 \text{ N}$
 \rightarrow ANO, VNEŠÍ

4) $S = 1800 \text{ kg/m}^3$ $S = 20 \text{ mm}^2 = 0,002 \text{ m}^2$
 $z = 10$
 $h = 40 \text{ cm} = 0,4$
 $q = \frac{p}{z} = 10$
 $p = q \cdot z = 10 \cdot 10 = 100 \text{ Pa}$
 $F = p \cdot S = 100 \cdot 0,002 = 0,2 \text{ N}$
 $100 \text{ Pa} > 10 \text{ Pa}$
 \rightarrow NE, VNITŘI

1) $S = 0,8 \text{ m}^2$
 $p = 80 \text{ kPa} = 80\,000 \text{ Pa}$
 $F = p \cdot S$
 $F = 80\,000 \cdot 0,8$
 $F = 64\,000 \text{ N} = 64 \text{ kN}$

2) $S = 2$
 $h = 0,6 \text{ m}$
 $p = 4,8 \text{ kPa} = 4800 \text{ Pa}$
 $q = \frac{p}{z}$
 $S = \frac{p \cdot h}{\rho \cdot g} = \frac{4800}{0,6 \cdot 10} = 800$

3) $m = 60 \text{ kg}$
 $S = 20 \text{ mm}^2 = 0,0002 \text{ m}^2$
 $p = 120 \text{ MPa} = 120\,000\,000 \text{ Pa}$
 $F = m \cdot g$
 $F = 60 \cdot 10$
 $F = 600 \text{ N}$

4) $p = 1800$
 $h = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$
 $z = 10 \text{ m}$
 $S = 20 \text{ cm}^2 = 0,002 \text{ m}^2$
 $p_h = h \cdot \rho \cdot g = 0,4 \cdot 1000 \cdot 10 = 4000 \text{ Pa}$
 $F = p \cdot S = 4000 \cdot 0,002 = 8 \text{ N}$

125