

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA EXPERIMENTÁLNÍ FYZIKY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Divergentní úlohy



Vypracovala:	Bc. Anna Krčmářová
Studijní program:	N1701 Fyzika
Studijní obor:	7504T055 Učitelství fyziky pro střední školy 7504T000 Společný základ učitelských oborů 7504T029 Učitelství biologie pro střední školy
Forma studia:	prezenční
Vedoucí diplomové práce:	RNDr. Renata Holubová, CSc.
Termín odevzdání práce:	květen 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou diplomovou prací vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Renaty Holubové, CSc., a že jsem použila zdrojů, které cituji a uvádím v seznamu použitých pramenů.

V Olomouci dne

.....
Bc. Anna Krčmářová

Poděkování

Touto cestou bych velmi ráda poděkovala své vedoucí diplomové práce RNDr. Renatě Holubové, CSc. za její odborné vedení, trpělivost a cenné rady při tvorbě této práce. Též bych chtěla vyjádřit svůj dík všem učitelům fyziky, kteří mi ve svých třídách umožnili uskutečnit sběr dat pro zpracování práce.

Bibliografická identifikace

Jméno a příjmení autora	Bc. Anna Krčmářová
Název práce	Divergentní úlohy
Typ práce	Diplomová
Pracoviště	Katedra experimentální fyziky
Vedoucí práce	RNDr. Renata Holubová, CSc.
Rok obhajoby	2018
Abstrakt	<p>Práce se věnuje takzvaným divergentním úlohám. V těchto úlohách se uplatňuje rozbíhavé myšlení. Data byla na základních školách sesbírána pomocí pracovního listu obsahujícího pět úloh. Odpovědi žáků jsou v práci vyhodnoceny. Bylo zjištěno, že žáci mají problém takové otázky řešit. Při snaze o větší množství řešení se pak častěji dopouštěli chyb. Význam práce tkví v tom, že se rozšíří množství zdrojů informací, o které se může učitel začínající s divergentními úlohami opřít.</p>
Klíčová slova	Divergentní úlohy, konvergentní úlohy, školní hodnocení, didaktika
Počet stran	55
Počet příloh	2
Jazyk	český

Bibliographical identification

Autor's first name and surname	Bc. Anna Krčmářová
Title	Divergent tasks
Type of thesis	Master
Department	Department of Experimental Physics
Supervisor	RNDr. Renata Holubová, CSc.
The year of presentation	2018
Abstract	<p>The thesis is focused on so called divergent tasks. In this type of tasks a divergent thinking is used. The data were collected in elementary schools by using a worksheet containing five exercises. Pupil's answers are evaluated in the thesis. It has been found that pupils have got problems with solving this type of tasks. When they were trying to solve problem in more ways, they made mistakes more often. The importance of thesis is that it extends sources of information helpful to a teacher starting with divergent tasks.</p>
Keywords	Divergent tasks, convergent tasks, school assessment, didactics
Number of pages	55
Number of appendices	2
Language	czech

Obsah

Úvod.....	7
1. Vztah žáků k předmětu fyzika	9
2. Fyzikální úlohy.....	12
2.1 Konvergentní úlohy.....	13
2.2 Divergentní úlohy.....	14
2.2.1 Negativní stránka divergentního přístupu k výuce.....	16
2.3 Úlohy s experimentálním zadáním.....	17
2.4 Grafické úlohy.....	19
3. Školní hodnocení	20
3.1 Hodnocení v běžné výuce	20
3.2 Hodnocení divergentních úloh	21
4. Divergentní úlohy v praxi.....	24
4.1 Úloha č. 1 – Využití propisky a provázku.....	24
4.2 Úloha č. 2 – Svět bez gravitace	29
4.3 Úloha č. 3 – Jak změřit žirafu?.....	34
4.4 Úloha č. 4 – Rybičky v akváriu.....	38
4.5 Úloha č. 5 – Různé velikosti předmětů	42
Závěr	52
Literatura.....	55
Přílohy.....	56

Úvod

Hodiny fyziky na českých školách nepatří u žáků mezi oblíbené předměty. Vlastně se fyzika často umísťuje velmi hluboko na žebříčku oblíbenosti jednotlivých předmětů. Otázkou ovšem je, z jakého důvodu toto místo zaujímá. Možností se nabízí hned několik. V první řadě se většině populace vybaví jen spousta vztahů, rovnic a počítání, v těsném závěsu je pak neatraktivní přístup vyučujícího. Jako další na pořadí bychom hledali vysokou náročnost učiva pro některé žáky, především pro ty, kteří projevují nadání v humanitním směru, nebo také dohady o použitelnosti fyzikálních jevů v běžném či pracovním životě. Chybí doplňující pokusy a určitý způsob přiměřeně zábavné formy prezentace jednotlivých fyzikálních zákonitostí.

V první etapě přípravy mé diplomové práce se zaměřuji na definici problémů vztahujících se k fyzice jako takové a sleduji vztah žáků k samotnému vyučování. Cílem je zjistit, zda žáci a studenti vůbec negativní emoce pociťují a zaměřit se na jejich případné řešení.

Hlavním cílem mé práce je zjistit, do jaké míry jsou žáci základních a středních škol schopni oprostít se od naučených způsobů řešení fyzikálních úloh a zda je v jejich silách propojit různé pohledy na problém nejen z pohledu fyziky, ale dosadit do řešení i přirozené postupy z běžného života. V současném světě se bohužel často setkáváme se školáky, kteří zadání úloh najdou na internetu a nezapojují vlastní myšlení. Tím se opět dostáváme do začarovaného kruhu, kdy se fyzika jeví jako nudná věda plná přesných postupů, vzorců a zákonů.

Východiskem jsou divergentní úlohy, kdy se k řešení dostáváme více cestami a není nezbytně nutné znát přesné zákonitosti a vzorce. K výsledku se student dopracuje tzv. selským rozumem, a to mu umožní zároveň lépe vstřebat problematiku, týkající se dotazovaného problému. Součástí mé diplomové práce je i ukázka pěti divergentních úloh a způsoby jejich hodnocení, abych poukázala na to, že je dobré zamyslet se nad různým řešením fyzikálních úloh nejen z pozice pedagoga, ale hlavně z pohledu studenta.

Během standardního způsobu výuky si žáci osvojí pouze ověřené postupy řešení. V lepším případě pochopí význam jednotlivých dílčích kroků.

Při implementaci divergentních úloh do standardní výuky lze žáky učit propojit již získané znalosti ze všech oborů vzdělávání. Dalším bonusem je ztraktivnění obávaného předmětu již při prvním setkání žáků s fyzikou na druhém stupni základní školy, a tak i odbourání následných negativních emocí.

Další etapou mé práce je teoretická oblast, kdy budu definovat jednotlivé druhy fyzikálních úloh. Zároveň představím co možná nejadekvátnější hodnocení divergentních úloh. Při tomto druhu úloh je přítomno velké množství faktorů, kdy kantor musí zohlednit nejen výsledek, ale musí být schopen přisoudit správnou váhu dílčímu postupu žákovy práce.

Divergentní úlohy jsou jedním z možných způsobů, jak žákům prezentovat, že fyzika není tak děsivá ani náročná. Můžeme žákům ukázat, že ten, koho baví fyzika, není jen jednotlivec na okraji společnosti. Můžeme s žáky soutěžit o nejoriginálnější cestu řešení vedoucí ke správným řešením. A hlavně, můžeme tak pomoci budovat u žáků již od základní školy kladný vztah k fyzice.

Divergentní úlohy nejsou spásou pro všechny. Samozřejmostí je samotná postava vyučujícího již od základní školy, kdy se děti s pojmem fyzika setkávají poprvé. Proto jsem se rozhodla zpracovat tuto práci, která má za úkol motivovat učitele fyziky i k jinému způsobu přednesu vzorců, postupů a zákonitostí.

1. Vztah žáků k předmětu fyzika

Už při vyslovení pojmu fyzika většina populace cítí velmi negativní emoce a na ty, kteří se fyzikou zabývají, či je dokonce baví, se dívají jako na zvláštní, či naopak obdivuhodné jedince. Při přípravě mé diplomové práce jsem dělala průzkum vztahu žáků k fyzice a působení osobnosti učitele na žáky. Celý dotazník je v příloze 1 této práce.

Hodnotila jsem 112 vyplněných anonymních dotazníků od žáků základních a středních škol Zlínského kraje.

Z vyhodnocení je zřejmé, že žáci základních škol mají k fyzice veskrze kladný vztah. Jejich postoj se ale mění k horšímu při přechodu na střední školu či gymnázium. Stavba dotazníku ani dotazovaný vzorek bohužel neumožňuje zjistit příčinu tohoto jevu, nicméně bylo možné rozpoznat určitou paralelu s délkou studia fyziky a prohlubováním negativních emocí.

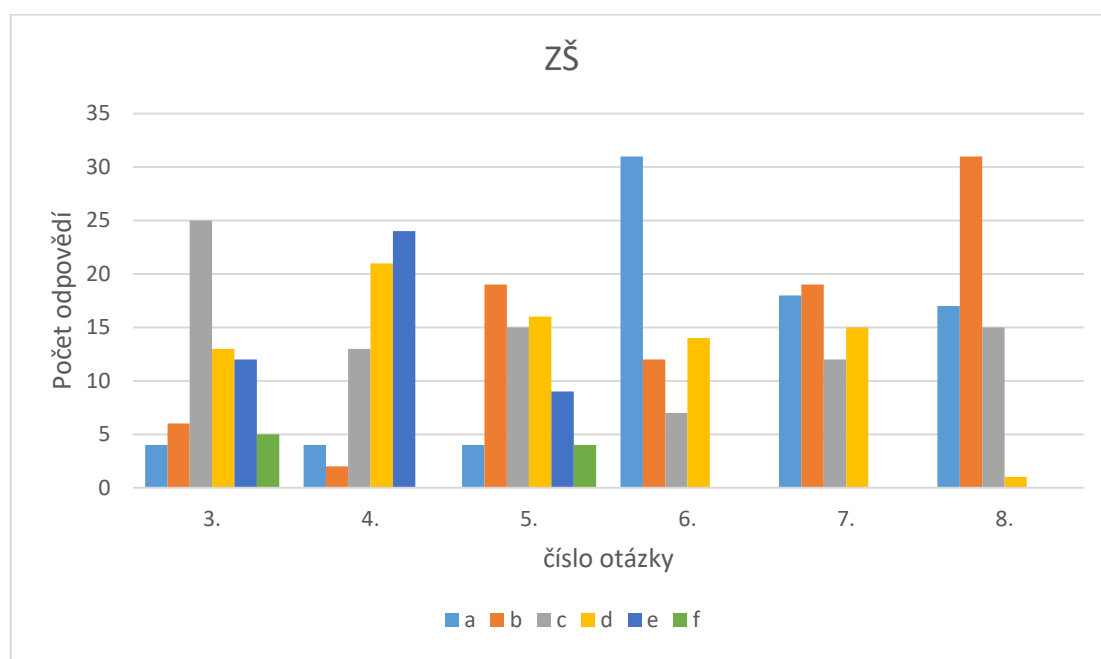
Tento jev je možné vysvětlit tak, že v počáteční fázi se žáci na fyziku těší. V úvodních hodinách pedagog častěji přistupuje k základním pokusům. Hlavně jde ale o látku jednodušší, lépe uchopitelnou. Čím déle se člověk s fyzikou setkává, tím častěji přichází do styku s různými zákonitostmi, které si bez invence a určité schopnosti abstrakce představit nedokáže.

Zajímavým úkazem bylo zjištění, že pokud pedagog působí na žáky kladně, většinou pak respondenti označují v otázce na způsob výuky odpovědi zahrnující experimenty či mírně odlišný směr výuky. Tito žáci projevili i mírný zájem o přidané hodiny či vědecké kroužky.

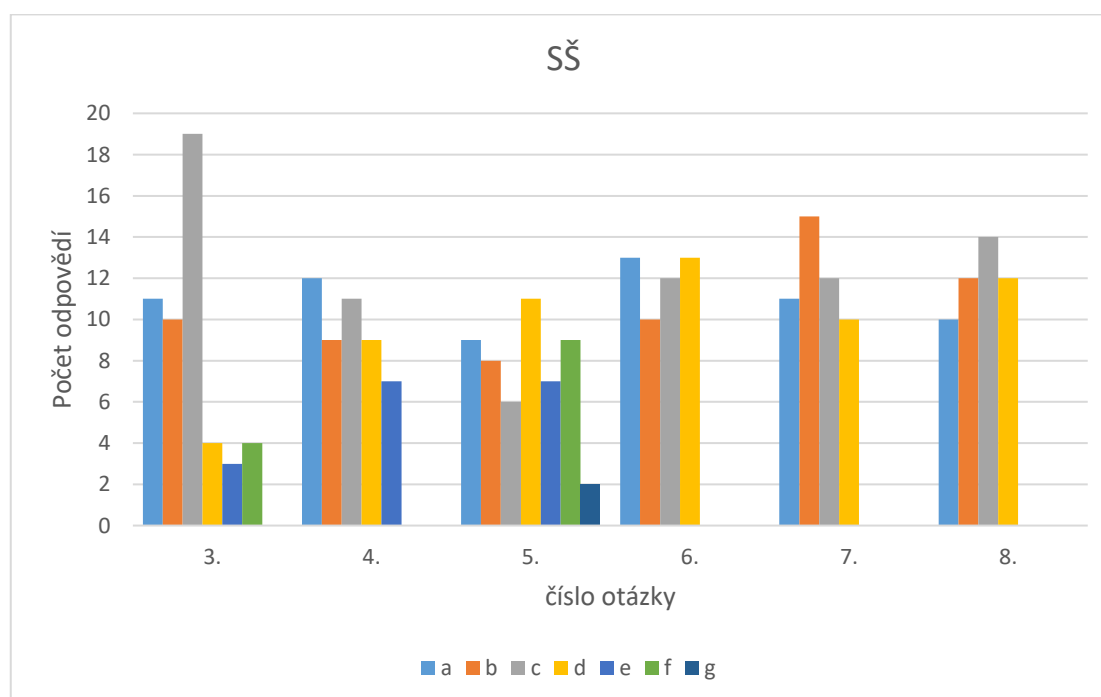
Středoškoláci jsou celkově více skeptičtí, mají také menší chuť se zapojovat do mimoškolních aktivit spojených s fyzikou. Často u nich byla negativně hodnocena i osobnost pedagoga. Jen část dotazovaných ale v závěrečné otevřené otázce uvedla, že by je fyzika více bavila s jiným pedagogem.

Z dotázaných navštěvovalo základní školu 64 dětí, 48 respondentů pak navštěvuje střední školu či gymnázium.

Otázky č. 1 a 2 slouží k rozřazení žáků a studentů do jednotlivých institucí. Následující grafy ukazují frekvenci zastoupení výběru jednotlivých možností odpovědí k otázkám 3 až 8 po rozdělení na žáky základní školy a studenty středních škol či gymnázií.



Graf 1: Výsledky průzkumu u žáků základních škol (64 respondentů)



Graf 2: Výsledky průzkumu u žáků středních škol a gymnázií (48 respondentů)

Otázka č. 9 byla ponechána jako otevřená, a žáci se zde mohli libovolně a anonymně vyjádřit k tomu, jak by se daly hodiny fyziky vylepšit. Vzhledem k výsledku otázky č. 6,

kdy většina respondentů odpověděla, že ve výuce provádí experimenty, se dalo očekávat, že slovo „experiment“ se v otevřené otázce již neobjeví. Nicméně opak byl pravdou a v otevřené otázce č. 9 se nejvíce objevovaly návrhy na zvýšení počtu experimentů v hodinách. Dalšími možnostmi, jak by žáci rádi zpestřili výuku fyziky, jsou návrhy na vycházky do přírody, tematické výlety či méně početních příkladů a kratší zápisy. U 13 respondentů byly i odpovědi typu „přiblížit fyziku běžnému životu“, či „ukázat jiný způsob řešení“. Tyto odpovědi se vyskytovaly pouze u studentů gymnázií, lze si to tedy vyložit tak, že se s daným přístupem už setkali například při studiu jiných přírodních věd a rádi by to aplikovali i na fyziku.

Tyto výsledky lze vysvětlit tak, že pokud učitel přejde na stranu mírně alternativního způsobu výuky, zahrne do osnov více experimentů a povede se mu žáky zaujmout např. úlohami týkající se všedního života, může se fyzika stát oblíbenějším předmětem u většiny žáků.

Z mého průzkumu tedy vyplývá, že žáci v tak neuchopitelném předmětu, jako je fyzika, potřebují a chtějí praktické ukázky, snaží se fyzice porozumět i v rámci každodenních činností a právě zařazení „hracích“ aktivit mimo klasické výpočty je pro ně jedna z přijatelných cest, jak fyziku pochopit a naučit se ji respektovat.

2. Fyzikální úlohy

V úvodu práce je zmíněn i problém nízké oblíbenosti fyziky nejen u žáků, ale u populace obecně. Tento negativní postoj lze změnit, i když ne obratem. Nejrychlejší a zároveň nejsprávnější cestou je motivovat ke studiu fyziky již žáky od základní školy. Pozitivní přístup ke studiu fyziky vzbudí vyučující několika způsoby. Souzněním všech pak probudí u žáků a studentů zájem o podstatu zákonitostí, dokáže prakticky ukázat jednotlivé dopady a propojí fyziku s běžným životem.

Prvním, a zároveň i neúčinnějším způsobem je právě přiřazení jednotlivých fyzikálních jevů k běžné praxi, tedy propojení standardních životních situací s neznámou fyzikou. Málokdo si uvědomuje, že fyzika nás ovlivňuje více, než si myslíme. Samozřejmě lze postupovat méně zajímavou formou a například na padajícím jablku ukazovat gravitaci.

Mnohem větší dopad na žáky ale bude mít hodina, kdy učitel zná oblíbenou činnost žáků a např. ve sportovní třídě vysvětlí vliv odporu vzduchu na rychlost pohybu.

Další možností je využití přirozené zvědavosti studentů, proto je nutné do výuky zařadit efektní experimenty a úlohy s neočekávaným výsledkem, fyzikální paradoxy. Velmi kladný dopad mají i pokusy, které si žáci mohou zkoušet samostatně. Získají tak empirickou zkušenost, budou cítit radost, že něco sami dokázali. Pedagog tak docílí dlouhodobého zájmu žáků o poznání. Toto všechno ale kantor musí zvážit už při svých přípravách na hodiny. [1]

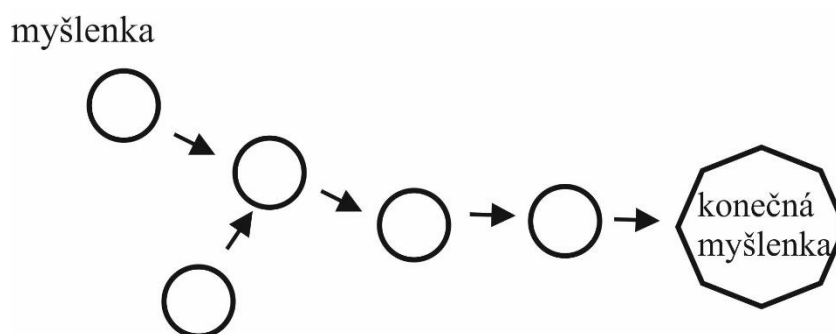
Fyzikální úlohy jako takové jsou nedílnou součástí fyzikální výuky. Často ovšem bývají tou nejméně oblíbenou částí vyučování. Snad pro jejich relativní náročnost, snad proto, že žáci musí projevit určitou invenci a činnost a nedokáží si představit výsledný dopad. Je zapotřebí aplikovat své dosavadní znalosti, které žáci získali jak v průběhu svého studia, tak z pozorování okolního světa. Pedagogové se ale často potýkají s problémem, že především žáci s nezájmem o tento předmět mají znalosti pouze mechanicky naučené a neumí je nijak přenést do praxe. Z toho logicky plyne jejich nelibost nejen k řešení fyzikálních úloh, ale k fyzice samotné.

Zde je největší prostor pro osobnost pedagoga, kdy musí správně zasáhnout a příhodně žáky motivovat. Klíčem je zejména volba vhodného typu úloh nejen vzhledem k věku žáků, ale např. i vzhledem k aktuálním událostem či povaze třídy.

Fyzikální úlohy dělíme mnoha způsoby. Dle způsobu zadání, podle způsobu zpracování, nebo dle myšlenkových pochodů potřebných k získání výsledku. Divergentní řešení úloh spadá právě do podmnožiny myšlenkového dělení.

2.1 Konvergentní úlohy

Konvergentní úlohy jsou nejběžnějším typem úloh, se kterými se můžeme setkat. Jsou to úlohy, u kterých se uplatňuje tzv. „sbíhavé myšlení“. Tím rozumějme to, že celá třída by měla dospět k výsledku obdobným způsobem řešení.



Obrázek 1: Grafické znázornění konvergentního myšlení

Do této skupiny se řadí především úlohy početní, kdy ze zadání známe číselné hodnoty jednotlivých veličin, z nichž máme následně vypočítat hodnoty jiných veličin. Během tohoto úkonu provádíme různé myšlenkové operace, které nemusí být pouze fyzikální povahy. Jde například o matematické operace, jako je výpočet obsahu koule apod. Prioritně ale využíváme fyzikální vztahy, do kterých číselné hodnoty dosazujeme. Ne vždy můžeme známé hodnoty dosazovat přímo do vzorce a najít tak jednoduše řešení. Při řešení úloh je často nutné vyjádřit si danou veličinu ze vzorce a až poté můžeme přejít k početním úkonům vedoucím k výsledku. [2]

Další podskupinou jsou početní úlohy, které jsou zadány pouze obecně. Jde o úlohy náročnějšího charakteru, protože se v zadání nesečkáme s žádnou číselnou hodnotou, ale pouze se značkou dané veličiny. Výsledkem je obecný fyzikální vztah, který jsme získali úpravou známých fyzikálních vztahů. Postup je jinak stejný jako u úloh zadaných číselně. [2]

Jakmile si žák přečte znění úlohy, musí si ihned uvědomit, zda zadání rozumí správně. Následně je nutné vypsát veličiny, které jsou známy, a jsou potřeba k výpočtu. Je-li některá z veličin zadána v jiných jednotkách, než jsou základní jednotky soustavy SI, je potřeba ji převést. Také pokud je v zadání více hodnot pro jednu veličinu (často na začátku a konci děje), označíme si je indexy. Používáme vždy dohodnuté symboly veličin, aby byl výpočet srozumitelný i pro jiného čtenáře. [3]

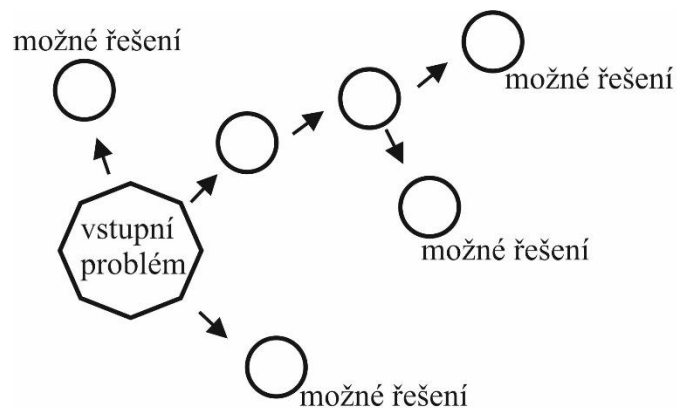
Tyto dovednosti si žák osvojí jen pravidelným opakováním. Získá tak přehled o určité strategii řešení a zautomatizuje si proces výpočtů.

Dalším krokem výpočtu může být schématický náčrt. Ten pomáhá ujasnit si zkoumanou situaci a pro mnohé dá abstraktnímu zadání přesnou podobu. Pokud je načrtnut správně, může v kombinaci s vypsáními veličinami sloužit jako obrázkové zadání úlohy, aniž bychom potřebovali slovní komentář. [2]

V následujícím stupni řešení úlohy se již projeví fyzikální znalosti. Nezřídka se stává, že jsou v zadání i jiné podstatné informace než jen pouhé číselné hodnoty, což umožní zjednodušit si postup řešení. Pedagog tedy musí na taková zákoutí v zadání žáky připravit a učit je při čtení úlohy bdělosti. Můžeme zjistit např. to, o jaký pohyb se jedná, jaký má dotazované těleso tvar, či o jakou jde látku. Tyto informace jsme pak schopni aplikovat do fyzikálních vztahů, které si vždy upravíme do obecného řešení, provedeme kontrolu jednotkou a až v posledním kroku dosazujeme číselné hodnoty. Kontrola jednotkou je velmi důležitá. V případě, že kontrola jednotkou vyjde nesprávně, je potřeba najít chybu ve vyjadřování rovnice. [3]

2.2 Divergentní úlohy

Divergentními úlohami rozumíme takové úlohy, u kterých je třeba užít tzv. „rozbíhavé myšlení“. Při tomto typu úloh neexistuje jediný správný postup řešení ani jediný možný závěr, můžeme u nich užít více úhlů pohledu na zadaný problém. Moderní doba to často označuje termínem „think outside the box“.



Obrázek 2: Grafické znázornění divergentního myšlení

Uplatní se zde myšlenkové operace, které se mohou vzájemně lišit postupem řešení problému, dojdou tedy často i k jinému konečnému výsledku. Lišit se může ale i celkový náhled na zkoumanou situaci. [4] Vzhledem k tomu, že z uvedených informací obsažených v zadání úlohy není zcela jasný konečný výsledek, nutí to žáky hledat, objevovat a tvořit nejrůznější alternativy řešení. V těchto úlohách je kladen velký důraz na rozmanitost, originalitu a množství řešení, která žák předloží. [5]

Ve školní praxi se s tímto typem úloh příliš nesetkáme. Především proto, že je velmi obtížné je hodnotit. Hodnocení divergentních úloh bude představeno v kapitole 3. I když nejde o běžně užívanou vyučovací metodu, jedná se o velmi efektivní nástroj, jak žákům pomoci rozvíjet srovnávací schopnosti, podpořit jejich tvořivé myšlení a povzbudit jejich nápaditost, stimulovat zájem pro fyziku. [4] Nechceme přeci, aby všichni přemýšleli jednostranně a užívali mechanicky naučené postupy. Chceme, aby každý žák byl individualita, která si umí osobitě poradit s předloženým problémem nejen ve školní oblasti, ale také v běžném životě. Vedeme je tak k bedlivému studiu přírodních jevů. [5] Proto je důležité, aby se především v předmětech s tradiční převahou teoretických poznatků rozvíjelo ono divergentní myšlení.

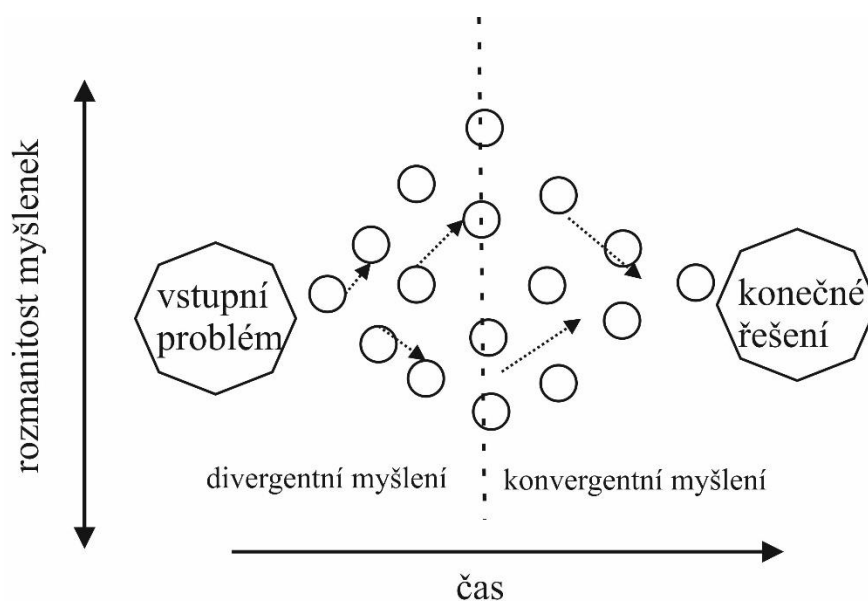
Divergentní myšlení obsahuje několik složek, které je potřeba procvičovat. Jednotlivé složky divergentního myšlení jsou fluence, flexibilita, originalita, senzitivita, elaborace a redefinice. [6, 7]

- Fluence: Uved' vše, co se ti vybaví, když se řekne páka, síla, zákon, jablko.
- Flexibilita: S jakým využitím páky ses již setkal/a? Uved' co nejvíce řešení.
- Originalita: Najdi nový způsob, jak využít páku.

- **Senzitivita:** Uved', jaké fyzikální jevy můžeme pozorovat v tělocvičně.
- **Elaborace:** Navrhni návod, jak vyrobit funkční kukátko za roh.
- **Redefinice:** Vymysli, jak pomocí polévkové lžice měřit délku.

Tyto rychlé otázky můžeme použít na začátku hodiny, aby se žákům zaktivovalo myšlení. Připodobnit to můžeme brainstormingu managerů při vytváření nové prodejní strategie. Je ukázán problém a členové skupiny uvádějí své myšlenky, které se mohou v první fázi jevit jako scestné, ale dalšího člena týmu tato myšlenka posune dál a přiblíží se potřebnému výsledku. Je to též dobrá příprava, pokud chceme s žáky řešit rozsáhlejší divergentní úlohy. Zjistí tak pravidla, jak divergentní úlohy fungují.

Divergentní a konvergentní myšlení nelze od sebe zcela odloučit. V praxi se nejdříve uplatní divergentní myšlení, kdy získáme několik možných řešení problému a následně je potřeba přejít ke konvergentnímu myšlení a vybrat co nejvhodnější navržený způsob. [6, 7] Tato myšlenka je znázorněna na obrázku č. 3.



Obrázek 3: Propojení konvergentního a divergentního myšlení

2.2.1 Negativní stránka divergentního přístupu k výuce

Časová dotace hodin fyziky je velmi slabá na to, aby se divergentním úlohám pedagog mohl věnovat pravidelně a ve velké míře, byť jsou pro výuku přínosem. [6] Navíc jsou časově velmi náročné na správné vyhodnocení. Zároveň nejde jen o to si touto formou s žáky hrát, ale je nutno uplatnit fyzikální znalosti.

Neméně důležité je i zajištění vhodných podmínek pro tvůrčí činnost a motivaci žáků. Každý jedinec může kreativně pracovat jen tehdy, má-li zajištěn dostatek času a prostoru pro práci, u studentů navíc závisí výsledek i na duševní pohodě a důvěře ve vyučujícího. Není nic horšího než požadavek kreativity, která pak bude ohodnocena sníženou známkou jen proto, že žákův výsledek je dle pedagoga mínějí hloupost.

Kromě strachu ze špatného hodnocení existují i další bariéry, které brzdí kreativní činnost. Ve školní praxi se nejčastěji setkáváme s těmito typy bariér:

- orientace na úspěch
- práce pod tlakem
- zanedbání motivace
- zákaz doplňujících otázek
- strach žáků z alternativního hodnocení
- strach ze selhání
- upřednostnění jednoduché formy výuky
- preferování výuky s pomocí klasických výpočtů a zápisů
- aj. [8]

Pro nastolení správného klimatu ve třídě je zapotřebí tyto bariéry minimalizovat, nejlépe kompletně odstranit. Zároveň je nutné, aby vnější motivace jako je cílení na úspěch, dobré známky či přehnaná soutěživost byla ve skupině studentů co nejvíce snížena. Je nutné žáky motivovat ke kladení dotazů k tématu, umožnit jim bádát. Tlak na žáky musí být necitelný, ať už z pohledu omezeného času na práci, nebo z pozice přímého nadřízeného. Učitel má být v tuto chvíli žákům poradcem a průvodcem, tzv. facilitátorem. [8]

Toto svobodné klima musí být součástí pouze té části hodiny, kdy od studentů požadujeme kreativitu, kdy chceme, aby opravdu mysleli „outside the box“. Při klasické frontální výuce je uvolněná atmosféra na škodu.

2.3 Úlohy s experimentálním zadáním

Úlohy s experimentálním zadáním je lepší provádět v laboratorním cvičení, kde je standardně nižší počet žáků než v klasické frontální výuce. Učitel je tak schopen lepší koordinace výuky a zajistit tak co možná největší úspěšnost v procesu učení.

Úlohu lze zadat několika způsoby. V zájmu zachování divergentního způsobu řešení je nevhodnější připravit pro žáky několik pomůcek a nechat je volně experimentovat a zjistit, k čemu ve výsledku dojdou. Jednodušší a pro upevnění vědomostí o jednotlivých

fyzikálních případech je ale způsob, kdy žákům nachystáme pomůcky a naznačíme, k čemu mají pomocí experimentu dospět.

Příkladem může být úloha, kdy chceme, aby žáci změřili rychlost lyžaře. Žákům dáme k dispozici kuličku a stopky, a necháme je vyřešit úkol experimentem.

Pokud již byli žáci seznámeni s pojmem tření, můžeme tuto úlohu zadat pro výpočet smykového tření různých materiálů. Pro experiment tedy budou žáci střídat nakloněné roviny z různých materiálů a místo kuličky použijí například dřevěný kvádr.

Principem je, aby žáci sami přišli na to, jak použít kuličku v zástupu za lyžaře, že mohou použít učebnice či jiné školní pomůcky k simulaci svahu jako nakloněné roviny a následně zjištěné skutečnosti správně zadat do vzorců a dojít tak k výsledku. Žáci si musí sami určit, které veličiny potřebují pro svůj výpočet rychlosti lyžaře změřit.

Experiment provádí buď vyučující před třídou, kdy žáci sami zadávají, co a jak má pedagog provádět, v lepším případě pak žáci sami. Takto provedený výpočet úlohy disponuje nepřehledným množstvím dovedností, které si jednotlivci osvojí. Naučí se pochopit zadání úlohy a materiální práci. Žáci jsou nuceni také komunikovat s okolím, rozmlouvají nad problémem a nevědomky si rozšiřují intelektuální poznání při sestavování či sdělování závěrů pokusu.

Experimentální činnost tvoří nedílnou součást výuky veškerých přírodních věd. Hlavním úkolem je vzbudit v žácích zájem o daný předmět, ale můžeme ji chápat i jako velmi účinný nástroj k hlubšímu poznání a zapamatování si určité situace. Zároveň díky propojení všech lidských smyslů umožňuje všem žákům snadnější vybavení si získaných poznatků.

Zápornou stránkou takto zadaných úloh je bohužel nejen nemožnost provádět frontální experimenty na školách (materiální, časová, finanční či jiná omezení), ale zejména časově náročná příprava experimentálních hodin pro učitele. Pedagog musí přesně a správně promyslet dílčí kroky experimentu a připravit se na neočekávané události. Musí zároveň obstarat veškeré materiální prostředky a vhodně zorganizovat vyučovací hodinu. Velké množství energie vyžaduje i samotná kontrola práce žáků včetně směřování studentů k důkladnému úklidu po provedení experimentu.

2.4 Grafické úlohy

Rozlišujeme dva druhy grafických úloh. První množinu grafických úloh tvoří takové úlohy, jejichž zadání tvoří graf, schéma či diagram. Hodnoty jednotlivých veličin tedy nevyčteme ze slovního zadání, ale jsou znázorněny v grafickém prostředí. U takového zobrazení lze navíc z tvaru křivky určit, o jaký fyzikální děj se jedná a jaká je jeho základní charakteristika. Záleží samozřejmě i na závislosti jednotlivých veličin. Závislost je označena na pravoúhlých osách řádně označených značkou a jednotkou veličiny. Je rozdíl, zda je na čase závislá například rychlost automobilu či jeho zrychlení. [2]

Druhou množinou jsou naopak úlohy, jejichž cílem je grafické řešení vytvořit. Zde pracujeme s informacemi obsaženými v textu. Z nich následně tvoříme určitou grafickou konstrukci. Například konstrukcí grafu závislosti dráhy dvou aut na čase lze vyčíst z průsečíku přímek vzdálenost a čas, kdy se auta potkala. [2]

3. Školní hodnocení

Ve školství bychom se bez určitého systému hodnocení jen těžko obešli. Žákovy výkony a vědomosti je potřeba adekvátně ohodnotit. Pro žáka je hodnocení velice důležitou zpětnou vazbou. Může tak zjistit, ve kterých oblastech má nedostatky a musí se na daná témata více soustředit, a kde jsou naopak jeho vědomosti dostačující, či přímo na vysoké úrovni. Hodnocení má pro žáka regulační a kontrolní funkci. Systém hodnocení, ať už jde o slovní vyjádření, klasické známky či jiný způsob zpětné vazby, ovlivňuje žáka hned v několika oblastech. Ovlivňuje žákův následný učící proces a má i výchovný charakter. Žák si tak částečně utváří i povahové vlastnosti. Celkově jde však o komplikovaný úkol. [9] Hodnocení, které neodpovídá představám žáka, jej může demotivovat. Naopak příliš benevolentní hodnocení nedá žákovi kvalitní zpětnou vazbu a naruší to tak proces učení.

3.1 Hodnocení v běžné výuce

V klasických hodinách se setkáváme s několika možnostmi, na základě kterých pak pedagog zakládá svá hodnocení. Běžnou formou je ústní zkoušení, různé formy písemných prací, kam řadíme i didaktické testy či referáty, nebo experimentální činnost. Každá cesta má své výhody a nevýhody, se kterými musí pedagog počítat, aby dokázal zvolit vhodný způsob ověřování znalostí a dovedností žáků.

V současnosti stále převažuje klasické hodnocení známkou. Jde o velmi rychlý způsob, díky kterému lze porovnávat žáky nejen v rámci třídy či školy, ale také napříč školami. Musíme ale počítat s faktem, že jde stále o subjektivní hodnocení a každý pedagog má na žáky a studenty jiné nároky. I když Rámcový vzdělávací program je přesně daný, nelze porovnávat tzv. „dvojkaře“ z jedné školy, s „dvojkaři“ ze školy druhé. Jejich znalosti a dovednosti mohou být na různých úrovních, i když v porovnání lze jejich vzdělanost a vzdělavatelnost hodnotit shodně.

Při hodnocení známkou pouze sumarizujeme a určitým způsobem škatulkujeme žáky podle klasifikační stupnice. Není zde prostor pro individuality a pro učitele je snadné v případě nerozhodného výsledku do známky začlenit osobní sympatie či nesympatie k žáku. [9]

V dnešní době hodně opomíjený způsob hodnocení je hodnocení slovní. I když se do popředí dostává stále více, je doménou škol, které se staví svým způsobem mezi elitářské

školy či školy s alternativním způsobem výuky. Pro učitele je slovní hodnocení velmi náročné na čas. Pedagog musí žáky detailně pozorovat a sestavovat škálu slovního hodnocení tak, aby pokryl nejen úroveň znalostí žáka, ale i jeho vztah ke vzdělávání. Navíc se u jednotlivých žáků nesmí opakovat. Jednoznačně je ale slovní hodnocení výhodné pro konkrétní studenty. Jednoduše se tak dozví, ve které dané části učiva má nedostatky, a naopak které jeho silné stránky jsou kladně hodnoceny.

Nezapomínejme také na neformální hodnocení pochvalou, pokynutím hlavy, upozorněním nebo také zvednutým prstem. I tato gesta jsou pro žáky hodnocením, mnohdy i účinnějším než hodnocení klasické. Nejčastěji je používáno v průběhu hodiny.

3.2 Hodnocení divergentních úloh

Pro divergentní typy úloh není až tak těžké sestavit strukturu kritérií, kterých je potřeba se při kontrole žákovy práce držet. Mnohem obtížnější je adekvátně posuzovat jednotlivé případy, které žáci ve své práci uvedou. V této kapitole jsou uvedena hlavní kritéria hodnocení podle Václava Meškana [10], která pomohou učiteli při zavádění divergentních úloh do výuky.

Fyzikální správnost

Fyzikální správnost je hlavním kritériem hodnocení divergentních úloh. Je nutné stále myslet na to, že i když žák vymyslel geniální řešení, ale nevezal v úvahu veškerá kritéria, nelze tuto úlohu hodnotit zcela kladně. Žákovi musí být podána i zpětná vazba, aby si uvědomil, jaké chyby se dopustil. Jde například o případ, kdy v rámci řešení úlohy „rybičky v akváriu“ je nejčastější odpovědí žáků (63,2 %) ta, kde jako důvod rozdílné hladiny vody v akváriích uvádí rozdílnou velikost ryb v jednotlivých akváriích, tedy že větší ryba vytlačí více vody. Už však neuvedou, že aby toto jejich tvrzení platilo, je zapotřebí, aby akvária nebyla propojena.

Originalita

Dalším důležitým kritériem je originalita navrhnutého řešení. Originální řešení od běžného řešení lze jednoduše rozpoznat dle četnosti jeho zastoupení v konkrétní skupině. Čím častěji se tedy jedno dané řešení ve třídě objeví, tím méně originální je, a to se přirozeně odrazí i v konečném hodnocení. Musíme rozlišovat fyzikálně proveditelnou originalitu a tu, která je fyzikální správnosti vzdálena. V našem příkladu s „propiskou

a provázek“ lze za nejoriginálnější řešení považovat to, ve kterém chtěl žák zkoumat vodivost těchto předmětů. Nejoriginálnější proto, že danou odpověď uvedl jediný žák ze 152 dotázaných a zároveň se jako téměř jediné netýkalo tematického celku mechaniky.

Propracovanost

U vícečetných odpovědí je nutné porovnat i propracovanost dané odpovědi. Lepší hodnocení tak dostane například vysvětlení podané v souvětí než jednoslovná odpověď, i když ukazují na stejný fakt. Řadíme sem i grafickou propracovanost řešení, zejména pokud jej zadání nevyžaduje. Opět je ale důležité vzít v potaz i různou úroveň grafické úpravy u žáků a studentů. V našem příkladu „měření žirafy“ je správným řešením využití Pythagorovy věty, ovšem pokud žák uvádí i jaké hodnoty by přibližně mohl naměřit včetně nákresu, jde o propracovanější úlohu a tím bude mít tato varianta odpovědi i větší bodové ohodnocení.

Množství různých použitých kategorií

Na každý případ se lze dívat z různých úhlů pohledu. Lépe tak bude ohodnocen žák, který nalezne správná řešení ve více oblastech než žák, který použije pouze obměnu jediné kategorie. [10] Např. v našem případě „propiska a provázek“ se nejvíce žáků omezilo pouze na oblast mechaniky. Našli se i žáci s bujnější fantazií, a kromě řešení z mechaniky uváděli i příklady z elektřiny a magnetismu.

Záleží samozřejmě na učiteli, jak velké oblasti zkoumání úloh si zvolí. V tomto konkrétním případě je tedy praktičtější zvolit dílčí obory mechaniky.

Uvedená kritéria musí být známa jak pedagogům, tak žákům. Pomůže jim to tak pochopit podstatu tvořivého myšlení a lépe zaměří i svou snahu při práci. [10]

Podstatou školní práce je její kvalitní zhodnocení. Každý kantor se musí při hodnocení rozhodnout, jakým způsobem bude zadané práce hodnotit.

Běžná klasifikace vede k honbě za známkami a žák tak ze strachu z neúspěchu uvede co možná nejvíce řešení, která nebudou kvalitně zpracovaná. Žák se více soustředí na splnění zadání než na zpracování řešení, proto tento způsob hodnocení není zcela ideální. [10]

Jako vhodnější se nabízí bodové či slovní hodnocení. Podstatou bodového hodnocení je přiřadit si ke každé výše zmíněné podmnožině hodnocení bodovou škálu. Výsledkem je pak součet daných bodů. Tomuto součtu může být přiřazena i odpovídající známka, která bude porovnatelná i s ostatními známkami nasbíranými během školního roku na klasických slovních úlohách, ústním zkoušení apod.

Slovní hodnocení je též vhodné, obsahuje totiž přesný komentář ke každému kritériu. Bohužel pro žáky a studenty toto hodnocení nemá velkou vypovídající hodnotu. Můžou pochopit podstatu a uvědomit si své chyby, nicméně nedokáží porovnat míru úspěchu v porovnání se spolužáky ani v porovnání s ohodnocením standardní náplně výuky. [10]

4. Divergentní úlohy v praxi

V této kapitole budu analyzovat soubor odpovědí žáků na divergentní úlohy. Pracovní list, který žáci obdrželi, sestává z pěti jednotlivých zadání a je k této práci přiložen jako příloha 2. Dohromady je sesbíráno 152 pracovních listů od žáků základní školy.

Pracovní list je sestaven tak, aby jej mohli vyplnit i žáci 6. ročníku, kteří mají zatím jen základní znalosti fyziky.

Jednotlivé tabulky ukazují souhrn nečastějších a nejzajímavějších odpovědí ze všech ročníků základní školy. Je v nich také uvedeno, zda má které konkrétní řešení odbornou správnost, obecnou správnost (zda odpovídá zadání) a také procentuální zastoupení řešení mezi všemi respondenty.

4.1 Úloha č. 1 – Využití propisky a provázku

V úloze jsou žáci tázáni, jak by ve výuce fyziky využili propisku a provázek. Schválně nebylo specifikováno, zda mají žáci řešit problém samostatně pro dané předměty, či pro jejich kombinaci.

Mezi odpověďmi dominovala odpověď týkající se nalezení těžiště propisky nebo jiného předmětu. Při hodnocení převažovala řešení, kdy žáci hledali odpovědi pouze pro kombinaci obou předmětů.

Následující tabulka shrnuje nejčastěji zastoupené a jinak zajímavé odpovědi uváděné v pracovních listech.

Tabulka 1: Četnost a správnost odpovědí v Úloze č. 1

	odborná správnost	obecná správnost	procentuální zastoupení odpovědi
Ukázka rovnováhy/těžiště propisky	✓		17,8 %
Gravitační síla/působení gravitace	✓		16,4 %
Provázek na měření rozměrů těles	✓		13,8 %
Rýsování kružnice	✓		10,5 %
Olovnice	✓		9,9 %
Kyvadlo	✓		9,9 %
Odstředivá síla	✓		9,9 %
Propiska na psaní		✓	8,6 %
Kladka	✓		4,6 %
Magnetem zkusit magnetické vlastnosti propisky.	✓		2,0 %

Při hodnocení této úlohy musíme klást největší důraz na čtvrté hodnotící kritérium, tedy na množství použitých kategorií. Nabízí se celá škála možností, jak propisku s provázkem využít. Oba předměty lze použít samostatně či v kombinaci, můžeme využít další pomůcky. Hned druhým hlavním kritériem je samozřejmě fyzikální správnost řešení. Když žáci uváděli, že propiska se dá využít na psaní (zápisů, výsledků pokusu), měli sice pravdu, ale skutečnou fyzikální výpovědní hodnotu toto jejich tvrzení postrádalo.

Množství použitých kritérií a fyzikální správnost zde stojí jasně v hlavním poli hodnocení. Originalita a propracovanost řešení jsou tedy na pomyslném druhém stupni důležitosti při hodnocení takového typu úlohy. Jak velký důraz vyučující přidělí jednotlivým kategoriím závisí striktně na jeho uvážení dle úrovně předpokládaných znalostí žáků. Nemůžeme očekávat originalitu nebo velký počet zastoupených kategorií u žáka 6. ročníku, který s fyzikou teprve přichází do kontaktu.

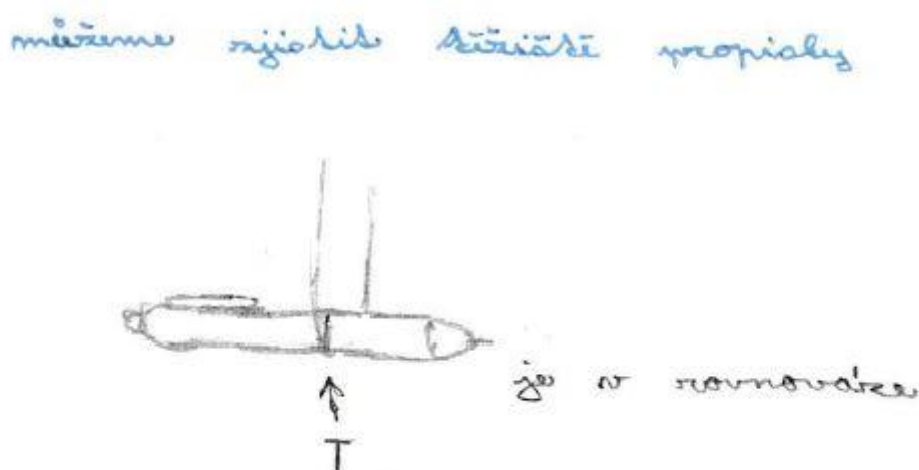
Mezi odpověďmi se nacházela spousta více či méně kreativních nápadů s různým stupněm propracovanosti řešení. Za velmi nápadité považuji myšlenky na tvorbu malého jeřábu, kdy na propisku navážeme provázek s háčkem a ten namotáváme, ukázku zákona akce a reakce pomocí pružiny z propisky, či navázání provázku s propiskou jako houpačku pro papouška.

Dalším chvalitebným nápadem je využít tyto předměty jako zdroj zvuku. Danou odpověď uvedli pouze dva studenti za všech 152 dotázaných. Vzhledem k tomu, že naprostá většina žáků uvedla alespoň jedno řešení týkající se oblasti mechaniky, tato odpověď

dopomůže žákům k vyššímu bodového zisku, protože se týká tématu akustiky. Tato odpověď se vyskytla u žáků 9. ročníku.

Mezi 152 vyhodnocenými úlohami se našel pouze jeden žák, který smysluplně uvedl využití předmětů jak samostatně, tak v kombinaci. Všichni ostatní žáci hodnotili úlohu výlučně pro kombinaci nebo pro samostatné předměty.

17,8 % žáků uvedlo, že by dané předměty využili pro zjištění těžiště. Toto řešení bylo popsáno jednoslovně, souvětím či obrázkem (obrázek č. 4). V závislosti na tomto bude řešení zároveň hodnoceno. Jednoslovná odpověď bude mít nižší hodnocení než vysvětlení hledání těžiště souvětím. Toto bude ale zároveň hodnoceno nepatrně hůř než vysvětlení nákresem. V daném počtu žáků se ale našlo i jedno velmi originální řešení, a to napnout provázek a pokládat na něj propisku, a tak hledat těžiště. Toto řešení je obtížněji proveditelné, nicméně splňuje podmínku fyzikální správnosti i originality, a proto mu bude přiřazeno vyšší bodové hodnocení.



Obrázek 4: Ukázka grafického řešení - znázornění zjišťování těžiště (7. ročník)

Využití předmětů k ukázce gravitace uvedlo 16,4 % dotázaných. Vždy se ale jednalo o použití propisky, když byl předmět uveden. Ukázku gravitace s provázkem nevedl žádný žák. Jediný žák popsal řešení více slovy a popsal i možnost, že lze vytvořit model ukazující účinnost gravitace (žák 9. třídy). Tento samozřejmě dostane vyšší hodnocení než ostatní.

13,8 % žáků jako jedno z možných využití uvedlo použít buď provázek nebo propisku k měření vzdálenosti a porovnání rozměrů. Jeden žák 6. třídy uvedl, že by změřil velikost

třídy provázkem a až by provázek došel, doměřil by to propiskou. Jde opět o jediného žáka, který by použil kombinaci obou předmětů a bude tak hodnocen lépe.

Využití propisky a provázku k narýsování kružnice se vyskytla u žáků 6. a 7. třídy, u žáků 8. a 9. třídy pak bylo uvedeno, že si vytvoří kružítka. Celkově byla odpověď na rýsování kružnice nebo vytvoření kružítka uvedena u 10,5 % dotázaných. Jen velmi malá část ale použila víceslovné vyjádření a přesný popis postupu. Protože jde o správnou odpověď, získají žáci plný počet bodů za odbornou správnost, body za originalitu a propracovanost budou uděleny nižší.

9,9 % žáků zmínilo využití provázku a propisky jako olovnice, kyvadla nebo pro ukázkou odstředivé síly. I když se tato řešení vyskytují v odlišných okruzích mechaniky, konstrukčně jsou podobná. Žáci uvedené řešení popsali jednoslovně, jeden žák 9. ročníku si nevybavil název „olovnice“, ale přesně popsal podobu i chování, z čehož jasně vyplynulo, že jde o olovnici. Protože tento žák přesně popsal podstatu olovnice a bylo zřejmé, že rozumí danému problému, bude hodnocen lépe než spolužáci, kteří uvedli pouze jednoslovné vyjádření. Nejzajímavější odpověď je ale popis studenta 9. třídy, že by u kyvadla zkoumal závislost rychlosti kmitání kyvadla na délce provázku. Tato odpověď bude hodnocena nejvyšší možnou hodnotou, protože splňuje tři ze čtyř kritérií hodnocení divergentních úloh.



Obrázek 5: Grafické znázornění použití provázku a propisky jako olovnice a závaží (8. ročník)

Velký podíl odpovědí tvořila i možnost využít propisku na psaní (8,6 %) ať už na tvorbu taháků, zápisů výsledků pokusu, zápisů obecně nebo čmárání po spolužákovi. Všechny tyto odpovědi jsou správné, nicméně nesplňují základní pravidlo odborné správnosti, proto budou hodnoceny nižším bodovým ziskem, v případě slovního hodnocení je pak

nutné vysvětlit, že jde o správné používání propisky, nicméně chybí podstata fyzikálního využití.

Velice zajímavé byly popisy principu kladky. 4,6 % žáků uvedlo, že propisku s provázkem lze použít jako kladku, na rozdíl od jiných odpovědí ale tuto většina žáků rozvedla. U jednoho z žáků nastala situace, kdy z popisu bylo zřejmé, co žák myslí, ale popis tomu neodpovídal z gramatického hlediska. V tomto případě musí pedagog podle znalosti žáka a jeho dalšího písemného projevu vyhodnotit, zda problému opravdu rozumí, pouze ho nedokáže správně písemně popsat, nebo jen pochytil slovo „kladka“ a snaží se vymyslet něco, o čem nic neví.

Tři žáci by použili magnet a vyzkoušeli magnetické vlastnosti propisky. Tato odpověď je velmi zajímavá z toho pohledu, že by žáci vzali jiný nejmenovaný předmět a využili ho k provedení fyzikálního pokusu. Nicméně protože se jednalo o žáky ze stejného ročníku, dá se předpokládat, že tento nápad měl pouze jeden z nich a ostatní ho opsali. Napovídá tomu i skutečnost, že k popisu byla u dvou žáků použita stejná slova, třetí žák k těmto slovům přidal kromě gramatické chyby i předložku. U hodnocení tedy musíme vzít v úvahu, že jde opravdu o fyzikálně správný postup, je to originální, z jiného oboru než mechanika, ale zcela nepropracované. I když jde tedy zřejmě o opisování spolužáků, všichni tři dostanou vyšší bodové hodnocení za fyzikální správnost, originalitu a propojení oborů, nedostanou ale žádné body za propracovanost řešení.

Našli se i tací, kteří by provázek použili jako záložku do knížky, svázali si s ním vlasy na provádění pokusu nebo by za pomoci propisky bez vnitřních částí nasávali kapalinu. Myšlenky jsou to správné, opravdu tak lze tyto předměty použít. Protože jde ale o úlohu, ve které je hlavním úkolem zamyslet se nad fyzikálním využitím předmětů, nelze těmto odpovědím udělit žádný bodový zisk.

Některé odpovědi se naneštěstí bez následné debaty s žákem nedaly hodnotit. Jednalo se především o jednoslovné odpovědi. V případě, že by danou úlohu řešil s žáky jejich stálý pedagog, musí jednoslovné odpovědi s žáky následně probrat, aby pochopili podstatu divergentních úloh a při příštím cvičení se už jednoslovným úlohám vyhnuli.

Některé odpovědi odkazovaly na pokusy prováděné s jiným vyučujícím, proto nemohly být součástí tohoto hodnocení.

4.2 Úloha č. 2 – Svět bez gravitace

V další úloze byla žákům položena otázka, jak by vypadal svět bez gravitace. Samozřejmě byla nejčastější odpovědí variace na téma „všechno by létalo“, ale našly se i velmi zajímavé odpovědi, které ukazují, že se žáci nad daným problémem opravdu zamysleli. Tato otázka vede k velkému rozptylu odpovědí, kdy se pedagog musí zaměřit i na to, jestli žák svůj závěr myslí abstraktně (nikdy by neexistovala gravitace), nebo se zamýšlí nad důsledky okamžitého vymizení gravitace.

Zda jsou některé odpovědi fyzikálně či jinak odborně správné nebo ne nelze jednoznačně rozhodnout, proto je tato otázka obtížně hodnotitelná. Neexistuje totiž jen gravitační síla, která přitahuje objekty navzájem k sobě. Je proto možné, že ostatní síly mohou mít obdobný efekt jako síla gravitační, a že by se i přes její absenci vesmír zformoval, i když by to nejspíš trvalo delší dobu. Pedagog tedy musí hodnotit originalitu, větší počet možných následků chybějící gravitace a doprovodné nákresy, vysvětlivky apod. Musí brát zřetel ne na fyzikální či odbornou správnost, ale spíše na to, zda taková situace teoreticky může nastat. Též by měl uvedenému tématu věnovat nějaký čas a s žáky všechny jejich návrhy na řešení prodiskutovat. Důležité při následné diskuzi je, aby žákům ukázal, že obzvláště u takových abstraktních úloh vyžaduje velkou fantazii, ale v případě, že jde o zcela nemožný fakt, nemůže být ani sebeoriginálnější odpověď hodnocena.

Tabulka 2: Souhrn četnosti odpovědí v Úloze č. 2

	jistý důsledek	možný důsledek	procentuální zastoupení odpovědi
Všechno by se vznášelo/létalo by.	✓		57,9 %
Lidé by létali.	✓		13,8 %
Země by byla bez života.		✓	6,6 %
Svět by nefungoval jako teď.	✓		4,6 %
Neexistoval by svět.		✓	4,6 %
Nic by nemělo svůj řád, byl by zmatek.		✓	3,9 %
Lidé by nemohli chodit.	✓		3,3 %
Budovy bez dobrých základů by létaly.		✓	3,3 %
Vzduch by se rozplynul do galaxie a my bychom nedýchali (nedržela by ho gravitační síla).	✓		2,6 %
Špatně by se nám jedlo/pilo/chodilo na záchod.	✗		2,6 %
Život na planetě by byl těžší.		✓	2,6 %

Více než polovina žáků (57,9 %) odpověděla, že v případě, že by neexistovala gravitace, by se na naší planetě vše vznášelo, poletovalo či létalo. Kromě běžných předmětů jako auta či kameny se několikrát vyskytla i vznášející se voda, díky čemuž by Země byla dle slov žáků hnědá planeta. Podobná odpověď se nacházela i u dalších 21 žáků, kteří uvedli, že by létali lidé. Část těchto odpovědí byla doprovázena i grafickým zpracováním, ze kterých bylo zřejmé, že žáci mají různý pohled na to, co je to svět, zda je to jen naše planeta nebo celý vesmír. Zpracování poletujících předmětů a lidí tak mělo dvě podoby. První z nich byly typy obrázků, ve kterých byli znázorněni lidé, domy, auta vznášející se nad zemí nebo silnicí. Druhým typem pak byly obrázky zeměkoule a nad nimi se vznášející lidé a jiné předměty. Pokud však žák nakreslí předměty vznášející se kolem zeměkoule přibližně ve stejné výšce, evokuje to jejich oběh na oběžné dráze Země, a tedy i působení gravitace. Proto bude toto konkrétní grafické zpracování hodnoceno nižším bodovým ziskem.



Obrázek 6: Grafické znázornění odpovědi „vše na Zemi by létalo“, svět chápán jen jako planeta Země (7. ročník)



Obrázek 7: Grafické znázornění odpovědi "vše na Zemi by létalo", svět chápán jako celý vesmír (9. ročník)

Samozřejmě existuje nekonečně mnoho proměnných, kdy by mohly existovat obě znázorněné varianty. Žáci ale nevedli žádnou z proměnných. Na následných vysvětlujících hodinách ale pedagog musí s žáky probrat, za jakých podmínek by která situace nastala.

6,6 % dotazovaných odpovědělo, že by Země byla bez života. Tato situace je dost dobře možná, je ale dobré také uvažovat nad tím, že by se mohla vyvinout forma života, která by byla adaptována na podmínky dané absencí gravitace. Opět tedy pedagog musí zohlednit originalitu dané odpovědi a způsob jejího vyjádření a případného grafického znázornění a při hodnocení s žáky probrat, jakými způsoby by mohlo dojít k vývoji jiné formy života, jak by mohla vypadat apod.

Že by svět vůbec neexistoval uvedlo 4,6 % žáků. Tuto skutečnost nelze s určitostí říct, s velkou pravděpodobností by spíše existoval ve formě odlišné od aktuální stavu. Někteří žáci byli konkrétní a uvedli, že by nevznikly galaxie nebo třeba sluneční soustava. Tito žáci budou hodnoceni lépe než ti, pro které by svět neexistoval.

Odpovědi typu „byl by zmatek“ a „svět by nefungoval jako teď“ lze chápat jako úzce propojené. S určitostí lze říct, že by opravdu nic nefungovalo tak, jak je v daném stavu běžné. Zda by u toho však nastal zmatek už tak jednoznačné není. To, že v každém systému fungování musí být zaveden určitý řád, ať už jde o abstraktní společenství nebo armádu, není otázka do hodin fyziky, nicméně i toto téma je nutné zmínit při hodnocení

prací žáků. Jen tak získají zpětnou vazbu a v budoucnu budou schopni lépe reagovat a spojovat zdánlivě nesouvisející problémy.

Odpověď typu „budovy bez dobrých základů by létaly“ je klasickou variantou, kdy žák přemýšlí nad situací, že by gravitace z ničeho nic vymizela. Toto tvrzení uvedlo 5 žáků ze všech dotázaných. Těžko říct, zda je toto tvrzení úplně správné, ale určitě je pravděpodobné, pokud by se nám takto postavené budovy podařilo odpoutat od země. Občas se našly i myšlenky, že by budovy a jiné předměty vůbec nedržely u sebe. Tato představa důsledků vymizení gravitace není úplně správná, jelikož předměty drží při sobě jinými mechanismy. Z makroskopického hlediska jde o lepidla, maltu a další, z pohledu mikrosvěta jde o vzájemné působení mezi částicemi. Tyto odpovědi budou bez jakéhokoli bodového zisku, protože jde o fyzikálně špatnou úvahu. Žádný z žáků, kteří takto odpověděli, totiž nevedl, že aby budovy létaly, museli bychom jim dát prvotní impulz.

2,6 %, tedy 4 žáci, uvedli, že bez gravitační síly by si Země neudržela atmosféru, takže by se rozplynul vzduch. Jeden z žáků to upřesnil a dodal, že by kolem planety vzniklo vakuum. V takovém případě bychom nemohli dýchat, což ve svých odpovědích zmínili dva žáci 6. ročníku. Tito žáci popsali důsledek, ale nedokázali správně popsat příčinu. To lze samozřejmě přičíst tomu, že se s fyzikou a samostatným pojmem atmosféra či vakuum ještě nesešli, nicméně v 6. ročníku se v biologii či přírodopisu žáci setkávají s tématem „Podmínky života“. Pedagog tedy může názorně ukázat tzv. integrovanou výuku, kdy danou situaci popíše z různých pohledů přírodovědných předmětů. Student tak získá povědomí o tom, že na problém musí nahlížet komplexně, protože ho lze řešit z více stran.

Odpovědi týkající se chybějící atmosféry budou hodnoceny vysokým ziskem, protože jsou fyzikálně správné a uvedlo je nízké procento dotázaných. Žák, který navíc odpověď doplnil vznikem vakua kolem planety, bude hodnocen nejvýše.

Stejný počet žáků se vyjádřil o stavu, kdy by došlo k horším příjmu potravy. V tomto případě záleží na úhlu pohledu. Pokud se na danou situaci podíváme z pohledu klasického stravování, pro běžného člověka by to jistě obtížnější bylo, ovšem astronauti na Mezinárodní vesmírné stanici se s touto situací setkávají denně, takže je předpoklad, že by stravování bylo bezproblémové i pro běžného člověka. Druhý úhel pohledu je založen na samotné fyziologii přijímání potravy. Žákyně 9. ročníku uvedla, že by nám voda netekla do krku. Tohle tvrzení bohužel není správné, jelikož pohyb stravy trávící

soustavou zajišťuje peristaltika, tedy postupné stahování hladké svaloviny jícnu a střev. Žádný z dotázaných ale neuvedl upřesňující indicie, proto jednoduchá odpověď „hůře by se nám jedlo“ nemůže jí být přidělen bodový zisk, protože není upřesněna. Odpověď zmíněné žákyně ale bude bez jakéhokoli kladného hodnocení, protože je chybná.

Dva žáci mysleli i na bezpečnost a uvedli, že by se vyskytovalo méně úrazů, především těch způsobených pádem z výšky. Zde je potřeba kladně ohodnotit to, že žáci neviděli jen jedním směrem, kde by všechno létalo, ale podívali se i opačným směrem a správně popsali důsledek. Další skvělou předpověď uvedli dva žáci 6. ročníku. Podle nich by na Zemi byla velká zima, jelikož by planety nebyly přitahovány Sluncem. Toto je opět správná i originální odpověď a bude hodnocena velmi vysoko.

Dalšími zajímavými myšlenkami, se kterými jsem se při zpracovávání pracovních listů setkala, jsou například ty, kde tři žáci popisují ztrátu fyzicky nebo schopnost zvedat těžší věci. Tyto odpovědi budou velice dobře hodnoceny, protože jsou odborně správně, a navíc jsou velmi originální. Pozor však na odpovědi, ve kterých žáci tvrdí, že bychom přestali používat svaly. Tato možnost bohužel není správná, stejně tak není správně, že by přšlo směrem vzhůru. Tyto odpovědi zůstanou bez bodového hodnocení. Při hodnocení žáků navíc pedagog musí vysvětlit rozdíl v tom, že lidstvo bez gravitační síly ztratí určité procento fyzické síly, nicméně nepřestane používat svaly. Stejně tak musí vysvětlit, že pokud bude pršet, zřejmě to nebude jen nahoru, ale všemi směry.

Další originální odpovědi byly např. ty, kde žák 8. ročníku říká, že by nefungovaly fyzikální zákony založené na gravitaci, nebo ta, kde žák 9. ročníku navrhuje vymyslet přístroj k tvorbě umělé gravitace. Zároveň upozorňuje na problém, že by přístroj kromě nás přitahoval i planety. Tato odpověď by tak získala body za originalitu i propracovanost řešení.

V tomto typu úlohy tedy bude hrát největší roli propracovanost jednotlivých řešení spolu s jejich originalitou. I přesto nesmíme zapomínat na odbornou správnost jednotlivých odpovědí, jelikož jsou odpovědi svým nápadem originální, ovšem zcela mylné. Například domněnka žáka, který uvedl, že by svět vypadal úplně stejně, jak tomu bylo předtím, než Newton objevil gravitaci, je nesmyslná. Svět bez gravitace by nevypadal stejně jak s ní, i když se o ní dříve nehovořilo.

4.3 Úloha č. 3 – Jak změřit žirafu?

V této úloze se žáci zamýšleli nad tím, jakými způsoby by se jim podařilo změřit výšku žirafy, aniž by ji vyplašili.

Co se týká mechanismu měření, žáci byli velmi konzervativní. Myšlenky na to, jak žirafu na jednoduché měření připravit, už ale byly mnohem zajímavější. Výsledky se dají rozdělit do dvou hlavních kategorií. První z nich zahrnuje přirovnávací metody k různým předmětům, druhá kategorie využívá přímého měření, když bude žirafa něčím zaměstnána, případně spát.

V této úloze se pedagog při hodnocení musí zaměřit v první řadě na odbornou správnost. Výpovědní hodnotu má i to, do jaké míry žák bere v potaz zmíněnou plachost žirafy. Zároveň se předpokládá, že student propojí znalosti z více oborů a najde správné řešení. Navíc dává možnost najít řešení v různých oblastech fyziky. Při řešení podobného typu úloh se dá předpokládat, že studenti budou hledat výsledek bez použití fyzikálních nebo matematických postupů. Pedagog si tedy předem musí stanovit hodnotící škálu, která zohlední i to, že nabízené řešení je obecně správné, ale nevyužívá žádnou odbornou zákonitost.

Tabulka 3: Četnost a správnost odpovědi v Úloze č. 3

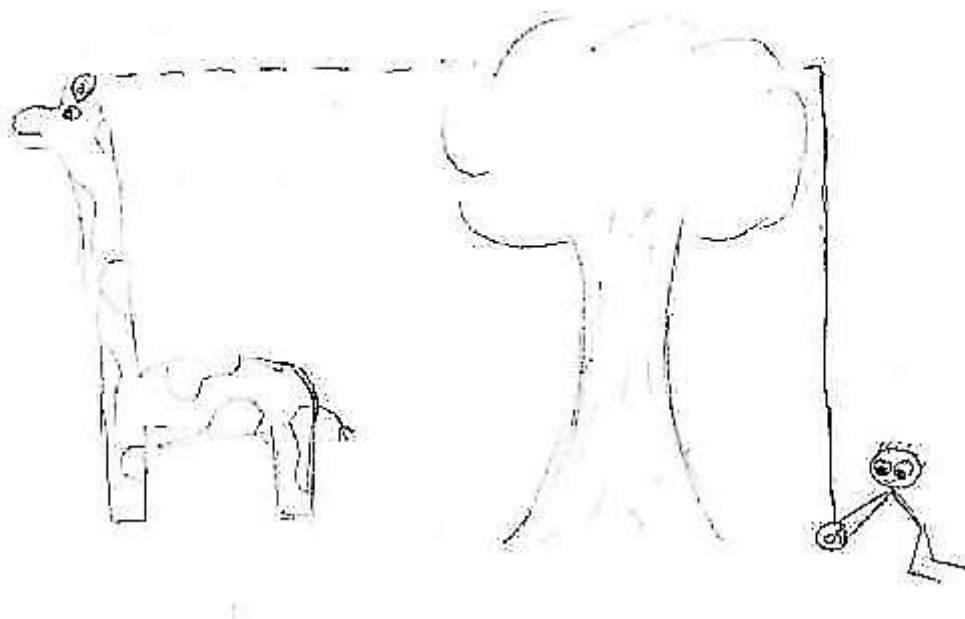
	odborná správnost	obecná správnost	procentuální zastoupení odpovědi
Uspat uspávací šipkou/narkóza.		✓	30,3 %
Na zeď namalovat metry a centimetry a počkat, až se ke zdi přiblíží.		✓	16,4 %
Na strom zavěsit metr a až se žirafa přijde najíst listů, podívat se, kam až sahá její hlava.		✓	13,2 %
Digitálním laserovým měřidlem	✓		8,6 %
Když bude spát.		✗	7,2 %
Podle toho, jaký stín vrhá žirafa a jaký my, pak dopočítat.	✓		3,3 %
Z dálky změřit pravítkem (klacíkem) a přepočítat díky znalosti vzdálenosti mezi mnou a žirafou	✓		3,3 %
Pomocí jídla na vyšším místě s metrem.		✓	2,0 %
Normálně, pokud bude ochočená (chovatelé).		✗	2,0 %
Vyfotit ji, určit měřítko fotky a nějak to dopočítat (podle zoomu).	✓		2,0 %
Nalákat ji na žrádlo a změřit. (soustředí se na jednu věc, ne na nás)		✗	2,0 %

Největší procento žáků (30,3 %) by shodně žirafu uspalo uspávací šipkou nebo jí dalo narkózu, aby ji mohli změřit přímo. Tuto odpověď lze chápat jako správnou, když dodržíme veškeré bezpečnostní podmínky. Vzhledem k možnému úmrtí žirafy během narkózy je tato možnost měření nevhodná a větší počet bodů získají ti žáci, kteří takové nebezpečí berou v úvahu a uvedou tuto podmínku v pracovním listě. Podobně jako žák 9. ročníku, který ke své odpovědi připsal, že při měření v divočině na ni musíme dohlédnout, aby na ni nezaútočil predátor. Starost měl i žák 6. ročníku. Hodnocení bude závislé na tom, jakou hodnoticí škálu si pedagog předem stanovil pro řešení obecně správné bez použití odborných znalostí.

16,4 % dotázaných žáků by si nejčastěji na zeď namalovali metr a počkali, až se ke zdi přiblíží. V alternativních odpovědích se místo zdi vyskytovala třeba tyč, za originalitu by pak dostala bonusové body žákyně, která by využila boxy, ve kterých jsou žirafy ustájeny. Body za propracovanost řešení jsou přiděleny žákům, kteří byli ve svých odpovědích přesnější a uvedli, že by na onu zeď namalovali kromě metrů i decimetry či centimetry.

Několik žáků se opíralo o své zkušenosti ze ZOO Zlín, kde ve vnitřním výběhu žiraf je stejný metr nakreslen u krmítka.

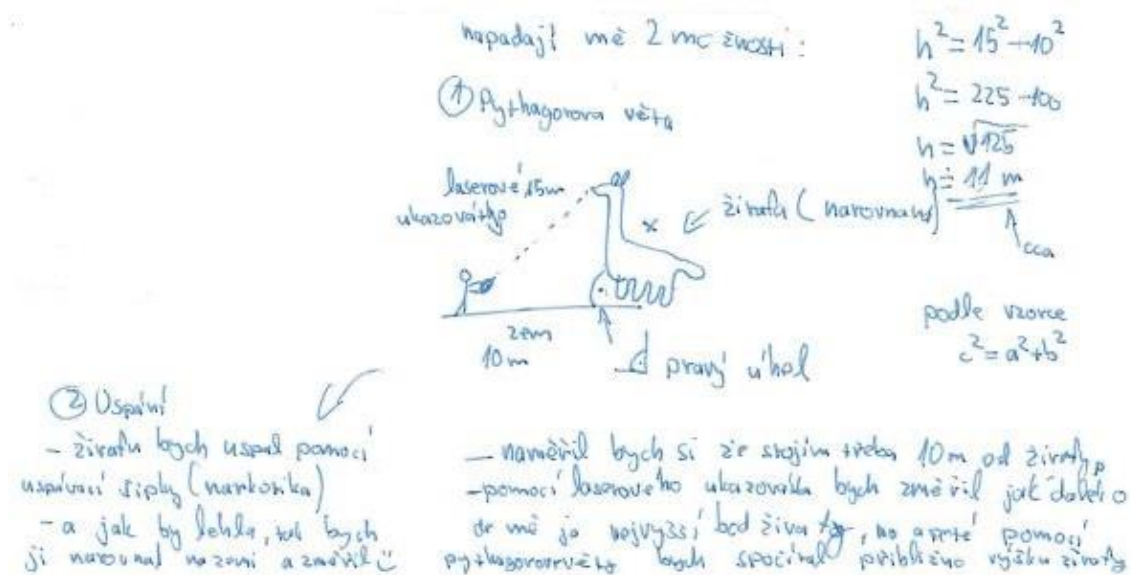
Obdobná varianta měření napadla 13,2 % dětí. Tato odpověď ale navíc pracuje s dalším údajem, a to požíváním listů ze stromu, proto by byl bodový zisk za propracovanost vyšší. Žáci ve většině těchto případů uvedli, že změří výšku místa na stromě, ze kterého žirafa okusovala listy. Pár z nich také uvedlo důvod – strom neuteče. Podobná odpověď, kdy žáci umístí jídlo na vyšší místo (2 % dotázaných), není rozvedená do detailů, proto bude hodnocena nižším množstvím bodů. Další tři žáci by žirafu nalákali na jídlo a změřili přímo, protože se v danou chvíli bude soustředit pouze na žrádlo, ne na nás. Tato varianta odpovědi bude zařazena do kategorie odpovědí, které vyžadují přímé měření žirafy, a to bohužel není vhodné řešení vzhledem k upozornění na plachost žiraf přímo v zadání.



Obrázek 8: Grafické znázornění, jak by žák změřil strom, u kterého se žirafa vyskytuje. (7. ročník)

Digitální laserová měřidla by ke svému měření využilo 8,6 % žáků. Jedná se o nejrychlejší, a hlavně nejpřesnější metodu, kterou můžeme využít. Kupodivu tuto možnost uvedli pouze žáci 6. a 7. třídy. Bohužel kromě jednoho žáka nikdo neuvedl přesnější postup. I když v současnosti jsou laserová měřidla již na takové úrovni, že je můžeme použít u atypických předmětů, nebo na nedostupných místech, kdy stačí mít aspoň přibližné přímkové spojení, zmíněný žák přesně popsal postup, na jakém principu

toto měření funguje. V jeho popisu nalezneme jak náčrt situace, tak výpočet provedený Pythagorovou větou včetně číselného dosazení. Vypočítaná výška žirafy je sice asi dvojnásobná oproti jejich reálným výškám, ale za celkové zpracování získá žák podstatné množství bodů díky fyzikální správnosti a propracovanosti. Ukázkou tohoto řešení ukazují obrázek č. 9.



Obrázek 9: Zpracování Úlohy č. 3 pomocí Pythagorovy věty s uvedenou druhou možností měření žirafy (9. ročník)

7,2 % žáků by čekalo poměrně dlouho, až žirafa usne. Žirafa spí jen několik málo hodin denně, spíše „klimbá“. Nejčastěji spí ve stoje, díky čemuž je přímé měření metrem problematické. Navíc ji i tak můžeme vzbudit a vyplašit. Když už spí na zemi, spí žirafa v jakémsi klubičku. Žádná z odpovědí žáků nebyla nijak rozvinutá, a tak nebude dané řešení hodnoceno žádnými body.

Z matematického hlediska je zajímavá možnost změřit žirafu podle toho, jaký stín vrhá ona a jaký vrháme my. Zjistit výšku žirafy pomocí podobnosti trojúhelníků v závislosti na délce stínů uvedlo 5 žáků, tedy 3,3 % dotázaných. Podobnou, matematicky velmi zajímavou možnost výpočtu výšky, kdy by místo znalosti délky stínu využili klacík, uvedlo dalších 5 žáků. Žáci nepopsali, že jde o princip shodnosti trojúhelníků, jen stroze popsali verzi, že ze znalosti vzdálenosti mezi osobou a žirafou a délky obou stínů jsou schopni dopočítat výšku žirafy. Dále už tuto verzi ale nerozvedli ani nenastínili princip výpočtu. U verze s klacíkem dva žáci postup popsali přesně a dostanou tak vyšší hodnocení za rozvinutou odpověď a přesný popis. Tito žáci popsali, že se s klacíkem budou vzdalovat od žirafy tak dlouho, dokud se klacík nebude zdát stejně velký jako

žirafa. Následně změří vzdálenost od žirafy a dokončí výpočet. V obou případech se jedná o stejný výpočetní princip, kromě hodnocení za originalitu, propracovanost a využití matematických postupů získá všech deset žáků v kategorii odborné správnosti stejný počet bodů v horní polovině škály.

Za originalitu získají body ti žáci, kteří v pracovním listu uvedli možnost využití fotoaparátu (2,0 %). Ke zjištění její výšky by využili znalost měřítka fotky či zoomu (přiblížení) fotoaparátu. Samozřejmostí je vysoký bodový zisk i z hlediska odborné správnosti.

Myšlenku změřit žirafu přímo v případě, že bude ochočená, uvedli tři žáci. Není to úplně mylná představa, je ale potřeba mít na paměti to, že i v zajetí je dosti plachá, a tak bychom jí při nejmenším mohli způsobit stres. Tato odpověď bude hodnocena pouze minimálním bodovým ziskem v rozsahu předem stanovené škály hodnocení za odpovědi bez odborného zohlednění, protože nevykazuje žádnou invenci, rozvinutí celého případu, a navíc nebere v potaz přirozenou plachost žirafy, na kterou odkazuje zadání.

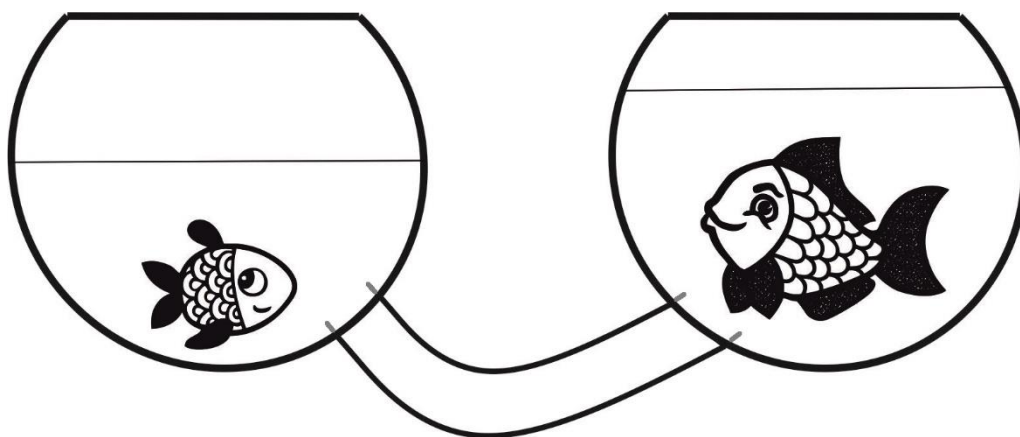
I přes konzervativní přístup k mechanismům měření lze zaznamenat odpovědi, které se tomuto trendu vyhýbají alespoň vnějšími okolnostmi. Žák 8. ročníku by si například z knížek zjistil průměrnou výšku stromů, jejichž listy se žirafa živí. Jde ale o velmi hrubý odhad výšky žirafy, proto bude řešení obodováno větším počtem bodů jen v oblasti originality, případně propracovanosti.

V 6. ročníku se našlo řešení, které bylo originální napříč všemi dotazovanými. Jednalo se o to, že pokud známe výšku kopýtko žirafy, stačí spočítat, kolikrát se na sebe tato kopýtko poskládají a pak oba údaje spolu vynásobit. Jde určitě o správné a opravdu neotřelé řešení, které ale opět povede pouze k přibližnému výsledku. Nicméně toto řešení bude hodnoceno velmi vysoko nejen v oblasti originality, ale i propracovanosti. Bodové hodnocení za odbornou správnost nebude v nejvyšší kategorii, protože nedosáhne přesného výsledku.

4.4 Úloha č. 4 – Rybičky v akváriu

Úloha se věnuje problematice dvou akvárií, ve kterých je hladina vody v různých výškách. Žáci zde musejí určit podmínky, které zapříčiní různou výšku hladiny. Pro žáky 6. třídy je to ještě obtížná úloha, přesto se objevily i správné odpovědi.

V nákresu úlohy (obrázek č. 10) jsou kromě trubice mezi akvárii nakresleny i rybičky. Trubice v náčrtu je schválně nakreslena tak, že si žák může vybrat, zda se mu trubice jeví jako otevřená, nebo zabraňuje průtoku vody. Rybičky jsou pak záměrně znázorněny v různých velikostech. Žákům je tak nabídnuta další možnost, kterou by měli zahrnout do svých úvah a zhodnotit, zda vůbec velikost ryb hraje v dané úloze roli. Našlo se jen malé procento žáků, kteří alespoň v jedné své odpovědi nezmínili velikost rybiček.



Obrázek 10: Obrázek k Úloze č. 4

Uvedená otázka nabízí velkou škálu kombinací jednotlivých variant řešení. Pedagog se musí zaměřit zejména na fyzikální správnost. Tato úloha totiž vede zdánlivě k jednoduchým výsledkům, nicméně bez upřesňujících detailů tyto odpovědi nelze uznat jako zcela správné.

Jako příklad slouží odpověď, kterou udala drtivá většina dotázaných, 65,1 % žáků. Ti uvedli, že větší ryba vytlačí i větší množství vody. Toto je přesně typ jednoduché odpovědi, kterou ale bez doplňujících informací nelze považovat za 100% správnou. V případě, že je trubice mezi akvárii uzavřená nebo je vůbec nespojuje, mají žáci pravdu a platí tedy Archimedův zákon. Tento zákon ale zmínili pouze tři žáci z celkových 99 odpovědí týkajících se vztahu vody. Budeme-li však uvažovat, že trubice obě nádoby propojuje, jde o spojené nádoby a pokud žáci neuvedou další upravující podmínky, musíme tuto odpověď hodnotit jako chybnou. Samozřejmě je nutné při vyhodnocení zadání tyto podmínky studentům detailně vysvětlit.

Obdobná varianta odpovědi vysvětlující rozdílnost hladin uvádí, že je každá ryba jinak veliká. Toto uvedlo 6,6 % žáků. Už ale neuvedli, jak velikost či objem ryb ovlivňuje

výšku hladiny, proto nemohou získat velké hodnocení, i když obecně mají pravdu, že na těchto faktorech záleží.

Tabulka 4: Četnost a správnost odpovědi v Úloze č. 4

	odborná správnost	obecná správnost	procentuální zastoupení odpovědi
Větší ryba vytlačí více vody/ Archimedův zákon	✓ x		65,1 %
Trubice nespojuje akvária.	✓		15,1 %
Záleží na tvaru a umístění trubice.	x		8,6 %
Každá ryba je jinak velká, má jiný objem.		✓	6,6 %
Protože do akvária s nižší hladinou je vtlačován vzduch a z akvária s vyšší hladinou je vzduch odčerpáván.	✓		3,3 %
První akvárium je výš postavené než druhé.	x		2,6 %
Větší ryba musí mít více vody, aby se neutopila.	x		2,6 %
Jedno akvárium je výše než druhé.		✓	2,0 %
Protože jsou nádoby spojené, měla by tam být hladina stejně vysoko.	✓		2,0 %

Druhou nejčastější odpovědí byla možnost, že trubice vůbec nespojuje akvária. Nad touto variantou uvažovalo 15,1 % dotázaných. Jedná se samozřejmě o správné uvažování nad fyzikálními podmínkami, za které žák obdrží vysoké bodové hodnocení. Ti, jenž přidali další slovní komentář typu „a tak se voda mezi akvárii nepřelévá“ získají ještě o něco více bodů za propracovanost řešení. Velmi zajímavou alternativu uzavřené trubice napadla žáka 9. ročníku, který uvedl, že je trubice ucpaná z pravé strany, proto nateče voda z levého akvária do trubice. Jelikož jde o originální a správné vysvětlení znázorněného stavu, získá daný žák vyšší počet bodů.

8,6 % žáků uvedlo, že záleží na tvaru a umístění trubice. Za podmínky, že je celý objem trubice pod úrovní hladin, jak je vidět z náčrtku situace, tvar trubice nemůže ovlivnit rozdílnou výšku hladin v akváriích. To samé platí i pro umístění trubice. Jsou-li vyústění trubice pod úrovní hladin, nezáleží, jak vysoko jsou umístěny. Tyto odpovědi tedy nebudou nijak hodnoceny, při hodnocení ale musí být řádně vysvětleny nebo předvedeny na experimentu.

Pět žáků ze 7. a 9. třídy navrhlo řešení, ve kterém vysvětlují vliv tlaku. Podle nich na akvárium s menší rybou, tedy i nižší hladinou, působí větší tlak, díky čemuž se naplňuje druhé akvárium. Jedna alternativa uvádí navíc ještě podtlak (odčerpávání vzduchu) nad druhým akváriem. Vzhledem k nízkému počtu výskytů této odpovědi ji lze považovat za originální, všichni žáci ji navíc adekvátně rozpracovali, a tak spolu s fyzikální správností řešení získají vysoký počet bodů.

Zajímavé jsou i myšlenky zmiňující rozdílnou výšku umístění akvárií. Tři žáci zmínili jen tuto obecnou myšlenku (celkově 2,0 % dotázaných) a neuvedli, které z nich je výše jak druhé. Nemůžou tedy očekávat velký bodový zisk, i když je to odpověď obecně správná. O jednoho žáka více (2,6 % dotázaných) uvedlo, že je první akvárium výš než druhé. Jde o rozvinutější odpověď, za kterou studenti získají větší bodové ohodnocení. Toto samozřejmě platí, jsou-li akvária propojena. Tato podmínka ale není zmíněna v žádné z daných odpovědí. Zároveň nelze jednoznačně vyvodit, že žáci tato akvária berou jako propojená, i když se to dá předpokládat. Proto při přidělení bodového zisku musíme vzít v potaz i to, že žák nedomyslel všechny podmínky potřebné k potvrzení svého výroku.

Třem žákům z 9. ročníku se nepodařilo vysvětlit příčinu rozdílných úrovní hladin, ale měli správnou myšlenku, když uvedli, že by v akváriích měla být hladina vody na stejné úrovni. Dva z nich k tomu ještě dodali, že nezáleží na velikosti ryb v akváriích. I když nejde o řešení zadaného problému, je dobré žáky kladně ohodnotit alespoň ústně, jelikož chápou fyzikální podstatu spojených nádob.

V 8. ročníku se jeden z žáků zamýšlel i nad možností, že by v jednom akváriu nebyla voda, ale jiná kapalina. Myšlenka vede správným směrem, proto žák obdrží větší bodový zisk díky novému pohledu na způsoby řešení. Je nutné žákovi vysvětlit, že tyto neotřelé pohledy na divergentní úlohy jsou velmi žádané a je velká škoda, že uvedené řešení nebylo více rozpracováno. Další jedinečné vysvětlení se objevilo u žákyně 9. třídy, která se zamýšlela nad možností, že v uvedené poloze voda zamrzla. Otázkou zůstává realizovatelnost řešení. Tato otázka bude hodnocena nižším bodovým ziskem nejen kvůli neproveditelnému řešení, ale i kvůli nízké propracovanosti. Nicméně je v tomto případě vhodné prodiskutovat ve třídě, proč by bylo obtížné vodu v takové poloze zamrazit.

Mezi dalšími možnostmi řešení se objevila spousta různorodých myšlenek, ve většině případů bohužel málo zpracovaných. Samotná tvrzení tak byla buď chybná, nebo ji bylo možné pochopit více způsoby. Příkladem jsou jednoslovné odpovědi typu „tlak“. Je potřeba, aby taková odpověď byla okomentována, jak tlak ovlivňuje výšku hladiny.

4.5 Úloha č. 5 – Různé velikosti předmětů

Poslední úloha pracovního listu měla u žáků prověřit jejich schopnost správně si uvědomit reálnou velikost předmětů, pomocí kterých tuto znalost měli interpretovat. Jejich úkolem bylo nakreslit obrázek, kterým znázorní předměty o velikostech 1 mm, 1 cm, 1 dm a 1 km.

Vyučující musí klást důraz především na to, zda jsou uvedené odpovědi správné s přijatelnou tolerancí, nebo odpovídají řádově či jsou zcela nesmyslné. Zároveň musí již před vyhodnocením zadání stanovit, jak bude postupovat v případě, že uvedené řešení má více velikostí. V našem případě jde zejména o šroubek či hřebík, který byl uveden u velikosti tělesa 1 cm.

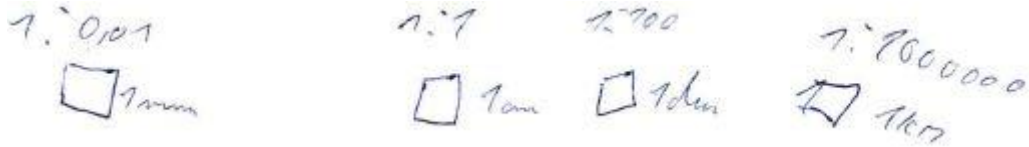
V odpovědích se poměrně často objevovaly nákresy čtverců či přímk, u kterých byla připsána velikost, jakou mají znázorňovat. Celkem 19,7 % dotázaných vyřešilo úlohu pomocí čtverců, ne vždy však dostatečně. Dalších 2,6 % žáků řešilo úlohu pomocí různě dlouhých přímk. Žáci si touto formou odpovědi poněkud ulehčili zadání, nemuseli totiž zvažovat, jaký konkrétní předmět přiřadí k určeným velikostem. Jen nepatrné množství řešení zadání přímkou či čtvercem uvádělo náčrt v poměru. Tito samozřejmě budou ohodnoceni v rámci zadané úlohy vyšším bodovým hodnocením, ale s ohledem na primitivní řešení a vysokou četnost odpovědi. Všichni ostatní se pak při náčrtu 1 km dlouhé přímky či čtverce dostali do situace, kdy pomocí pravítka žádný obrázek do pracovního listu nakreslit nemohli. Někteří žáci tedy uvedli, že danou velikost nelze nakreslit na papír, jiní až u této délky využili znalosti fungování poměrů velikostí. Obě řešení můžeme považovat za správná, žáci samozřejmě musejí mít správně uvedenou hodnotu poměru.

Jak bylo řečeno, tímto řešením si dotazovaní rapidně ulehčili práci, navíc ji uvedlo poměrně velké procento žáků, proto je uvedenému zpracování přidělen nižší bodový základ. Velmi tedy záleží na propracovanosti odpovědi. V případě správně určeného poměru velikostí je žák i lépe ohodnocen. Nejvyšším počtem bodů je pak ohodnocen žák

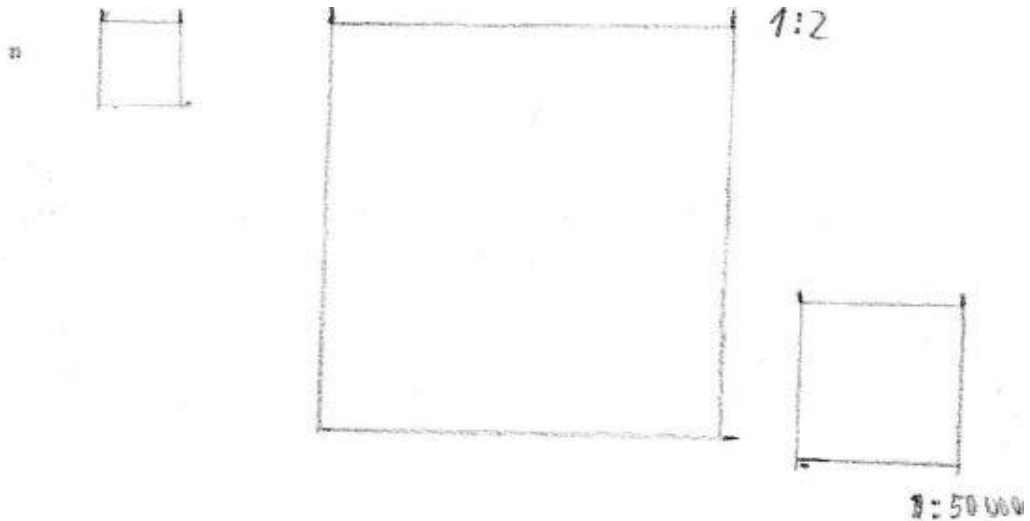
9. ročníku, který ve své odpovědi znázornil, že by obvod jím nakresleného čtverce měl 1 km.

Totéž platí i pro odpovědi uvádějící velikosti přímek.

a)



b)



Obrázek 11: Příklady řešení Úlohy č. 5 pomocí čtverců včetně poměrů velikostí (a) 8. ročník, b) 9. ročník

Obrázek č. 11 ukazuje dvě možnosti, jak si žáci poradili s řešením k této úloze. Na obrázku 11a zvolil student stejnou velikost základního čtverce, tedy 1 cm, a ke každému z nich uvedl, v jakém poměru byl nakreslen. Bohužel kromě reálného centimetrového čtverce má žák uvedeny špatné poměry, vždy připsal jednu nulu navíc, což se odrazí na hodnocení v oblasti správnosti řešení. U žáka 9. ročníku (obrázek 11b) jsou uvedeny poměry pouze u dvou čtverců, zbylé jsou nakresleny v reálné velikosti. Jelikož jsou poměry určeny správně, žák získá body za správnost jeho řešení.

Tabulka 5: Četnost a správnost předmětů o velikosti 1 mm, Úloha 5

1 mm	odpovídající velikost	procentuální zastoupení odpovědi
Mravenec	✘	6,6 %
Prach	✘	3,3 %
Larva mravence	✓	2,6 %
Drobek	✓	2,0 %
Hrot tužky/tuha	✓	2,0 %
Klíště	✓	1,3 %
Malý kamínek	✘	1,3 %

Mravence uvedlo nejvyšší procento žáků jak pro velikost 1 mm, tak pro 1 cm. Že má mravenec 1 mm uvedlo 10 žáků (6,6 % dotázaných), 15 žáků (9,9 % dotázaných) pak uvedlo velikost mravence 1 cm. Žádná odpověď nezahrnovala přesný druh mravence, pedagog tedy musí brát v úvahu pouze ty druhy, které se hojně vyskytují v naší blízkosti. Mravenec obecný měří v průměru 3,5 mm, mravenec lesní dosahuje délky až 1 cm. Odpověď „mravenec“ pro zadání 1 mm tedy nebude hodnocena žádným bodovým ziskem, odpověď „mravenec“ pro zadání 1 cm pak získá body za správnou odpověď.

2,6 % studentů uvedlo místo mravence mravenčí larvy. Ty dosahují přibližně stejné velikosti jako dospělý jedinec. Tuto odpověď tedy pedagog řeší subjektivně. Buď ocení znalost žáka, že velikost mravence se pohybuje v řádech milimetrů a následný logický argument, že larvy jsou menší, tudíž odpovídají velikosti zhruba 1 mm, nebo naopak může tuto odpověď nechat s minimálním nebo žádným bodovým ziskem, protože žáci nepropojili znalosti z biologie a neví, že mravenci a jejich larvy se velikostně shodují a velikostně tak neodpovídají zadání 1 mm.

Pět žáků, tedy 3,3 % dotázaných se domnívá, že prachové částice mají velikost 1 mm. Ve skutečnosti jsou však mnohem menší, proto tato odpověď nebude bodově ohodnocena.

Tři žáci (2 % dotázaných) uvedli jako velikost objektu odpovídajícího 1 mm drobků. Drobky mohou mít různou velikost, ale při představě drobků většinou převládají ty s velikostí kolem 1 mm, proto tato odpověď bude bodově ohodnocena. Jak vysoký bude bodový zisk závisí na tom, jakou škálu si pedagog předem určil pro předměty, které mohou mít různé velikosti. Nejvyšší bodový zisk za uvedené řešení získá díky

propracovanosti dívka ze 7. třídy, která svou odpověď zapracovala do souhrnného nákresu na obrázku č. 12.



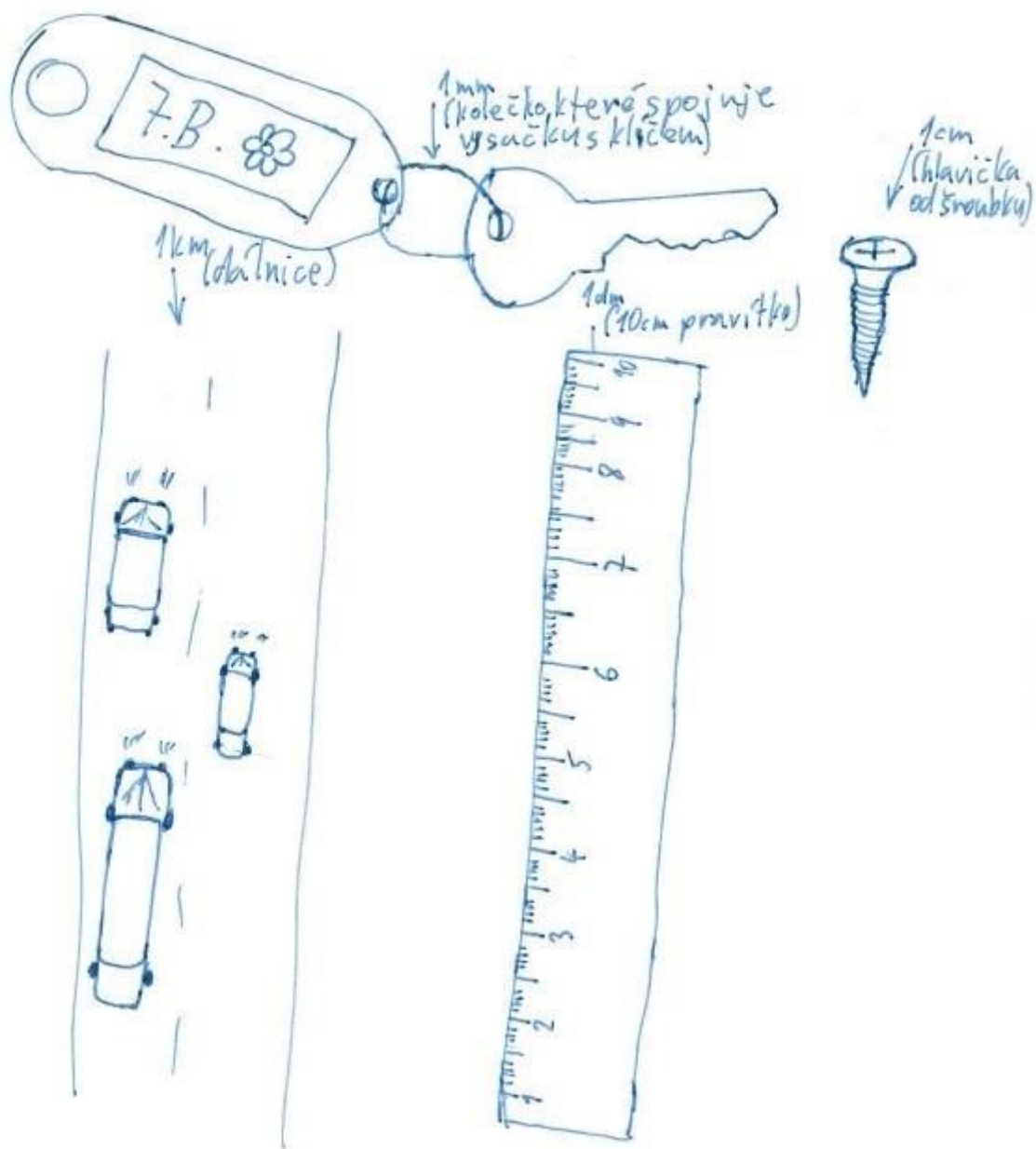
Obrázek 12: Řešení Úlohy č. 5 žákyně 7. ročníku

Tři žáci také uvedli, že 1 mm má hrot tužky či tuha. Tato odpověď je správná a díky nízkému počtu výskytů v pracovních listech bude hodnocena vysoko nejen za správnost, ale i originalitu

Dva žáci (1,3 %) si vzpomněli na klíště a uvedli ho mezi svými odpověďmi. Opět jde o správnou a jedinečnou odpověď, která bude vysoko hodnocena.

Shodné procento dětí, tedy 1,3 %, uvedlo a nakreslilo „malý kamínek“. U takového typu odpovědi pedagog naráží na problém, jak chápat význam slova „malý“. Jde o typ odpovědi, u které je potřeba buď kvalitní a pochopitelný obrázek, nebo je zapotřebí doptat se žáků zpětně a podle toho určovat, zda se jedná o správnou odpověď. U zmíněných odpovědi byl nákres ve formě tečky na papíře, což odpovídá velikosti 1 mm, bohužel však zrovna pojem „kamínek“ neodpovídá standardně velikosti 1 mm, proto tato odpověď nebude hodnocena žádnými body.

Mezi dalšími návrhy na řešení se objevila například muška, tříska nebo tloušťka kroužku na klíče. Tyto odpovědi opět splňují jak kritérium správnosti, tak i originalnosti, jelikož je z celkového počtu 152 respondentů uvedl vždy pouze jeden.



Obrázek 13: Ukázka řešení Úlohy č. 5, kroužek na klíče, hřebík, pravítko, silnice (7. ročník)

Tabulka 6: Četnost a správnost předmětů o velikosti 1 cm, Úloha 5

1 cm	odpovídající velikost	procentuální zastoupení odpovědi
Mravenec	✓	9,9 %
Hřebík/šroubek	✓	4,6 %
Guma	✓	3,9 %
Kamínek	✓	3,3 %
Hrací kostka	✓	2,0 %
Moucha	✓	1,3 %

Z odpovědí na část otázky týkající se těles o velikosti 1 cm je patrné, že je to pro žáky lépe uchopitelná velikost.

Kromě již zmíněného mravence byl často zmiňován hřebík, případně šroubek. Tyto možnosti zmínilo 4,6 % žáků. Tato odpověď bude hodnocena na základě předem stanoveného klíče, který si pedagog určí. Jde o kritéria, podle kterých bude hodnotit odpovědi, které jsou správné (některé šroubky a hřebíky mají velikosti 1 cm), ale zároveň jde o předmět, který je znám ve více velikostech. Samozřejmě při hodnocení bude brán zřetel na další hodnotící kritéria, především detailní obrázek apod.

3,3 % žáků uvedlo mazací gumu jako předmět o velikosti 1 cm. Tato odpověď řádově samozřejmě odpovídá, nicméně standardně je guma o velikosti 1 cm už téměř nepoužitelná, pokud není například v nástavci tužky. Žádný z žáků ale žádnou podobnou situaci nepopsal, a tak tato úloha bude hodnocena nižším bodovým ziskem.

Jako pátá nejčastější odpověď byla uvedena hrací kostka. Tuto správnou odpověď uvedla 2 % žáků, kteří samozřejmě získávají vysoký bodový zisk nejen za originalitu, ale především za jmenování tělesa, které uvedenému zadání nejvíce odpovídá bez dalších vysvětlivek. Navíc jde o těleso, které má ve všech směrech stejnou velikost.

Dva žáci (1,3 %) odpověděli, že moucha má velikost 1 cm. Tato odpověď je správně (moucha domácí má v průměru 0,9 mm), získá navíc body i za nízký výskyt odpovědí. Další plusové body získává žákyně, která nakreslila mouchu v kontextu se svými ostatními odpověďmi, jak znázorňuje obrázek 12 na straně 45.

Mezi další zajímavé, a hlavně ojedinělé odpovědi patří například okvětní lístek, kostka cukru, šířka prstu nebo nábojnice. Tyto odpovědi získávají vyšší bodové skóre především díky své originalitě, jelikož je uvedl vždy jeden žák. Šířka prstu byla navíc znázorněna graficky včetně úsečky vymežující onu velikost, proto získá žák další bod v kategorii propracovanosti. Sporná je bohužel odpověď s okvětním lístkem, protože není specifikováno, o kterou květinu se jedná. Velikost okvětních lístků se u každého druhu liší. Stejně jako u jiných odpovědí nemůže toto řešení získat žádné body, protože chybí doplňující skutečnosti, v tomto případě druh květiny.

Tabulka 7: Četnost a správnost předmětů o velikosti 1 dm, Úloha 5

1 dm	odpovídající velikost	procentuální zastoupení odpovědi
Tužka/propiska	✓	9,9 %
Pravítko	✓	8,6 %
Kámen	✓	2,0 %
Žížala	✓	2,0 %
Šířka deníčku/knižky	✓	2,0 %
Ryba	✓	1,3 %
Myš	✓	1,3 %
Lepidlo Herkules	✓	1,3 %
Fruko	✓	1,3 %

Předměty o velikosti 1 dm byly pro dotazované nejjednodušší a setkáváme se zde s nejvíce uvedenými tělesy.

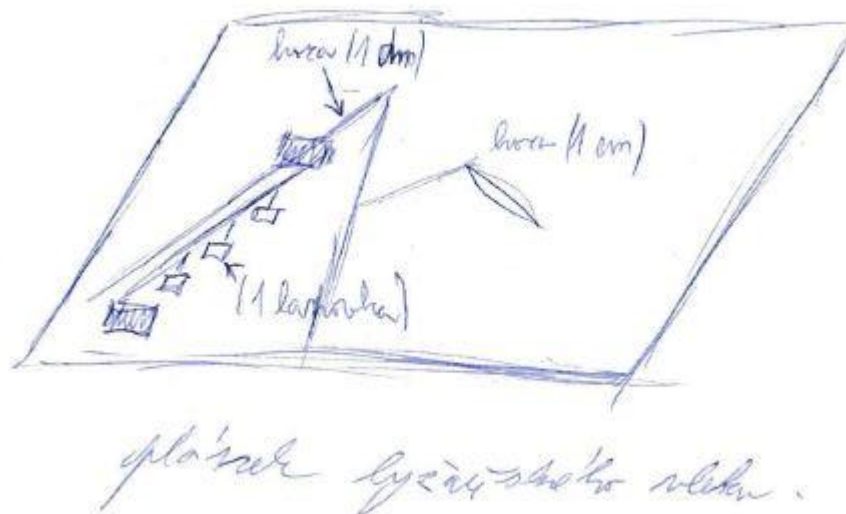
Nejpočetnějším předmětem, který žáci uvedli ve svých pracovních listech, byla propiska či tužka. Tuto možnost odpovědi zvolilo 9,9 % žáků. Je velmi pravděpodobné, že tužku či propisku zvolili především proto, že psací potřeby jsou jejich běžnou výbavou do školního vyučování, podobně tak pravítko, které se v odpovědích objevilo hned 13krát. Obě možnosti jsou samozřejmě správné, odpovídají zadání. Co se týče pravítka, většina dotázaných nakreslila pravítko včetně jednotlivých centimetrů. Je tedy zcela zřejmé, že žáci měli na mysli pravítko o velikosti 10 cm. V jedné odpovědi se vyskytl popis nakresleného pravítka, kde bylo napsáno „pravítko o velikosti 10 dm“. Vystává otázka, zda se žák pouze upsal nebo doopravdy uvedl špatně velikost a neví, že to odpovídá velikosti 1 metr. V takovém případě je dobré znát úroveň znalostí žáka, případně se ho zpětně zeptat. Pokud tyto možnosti nemáme, jsme nuceni takovou odpověď vyhodnotit jako špatnou. Uvedená řešení tedy budou hodnoceny vysoce v kategorii správnosti, v závislosti na propracovanosti nakresleného obrázku, ale budou mít nízké hodnocení v kategorii originality, protože jde o nejčastější odpověď.

Shodné dvouprocentní zastoupení má mezi odpověďmi kámen, žížala a šířka deníčku či knížky. V případě žížaly a šířky knížky kvůli jejich různorodým velikostem pedagog hodnotí odpovědi na základě své předem stanovené tolerance. V zásadě jde opět jako v případě zmíněného šroubku o správnou odpověď, ale u žížal nelze stanovit jejich přesná délka (dosahuje různých délek), knížky či deníky mají také různé velikosti, mezi kterými je ale velikost 1 dm zastoupena. Pokud jde o kámen, lze to chápat různě. Někdo nazývá

kamenem oblázek o velikosti právě 1 dm, někdo tak nazývá velký balvan třeba u řeky. Je to tedy obtížně hodnotitelné, ale v principu má žák pravdu, a tak určitý bodový zisk obdrží. Navíc všechny uvedené odpovědi získají body za originalitu.

Shodně po 1,3 % se objevily odpovědi ryba, myš, lepidlo Herkules a dětské pitíčko „fruko“. Ryba je naneštěstí opět docela nejednoznačná odpověď, jelikož existují i rybky menší než 1 dm, stejně tak několikrát větší. Pedagog musí tuto odpověď vyhodnotit v rámci své předem stanovené tolerance, protože zmíněné odpovědi neuvádějí přesný druh. Další uvedené odpovědi jsou samozřejmě správné, odpovídají zadanému rozměru, a tak jsou jim i přiděleny patřičné body. Navíc na škále originality patří k těm nejvýše hodnoceným.

Po jednom exempláři se vyskytly například odpovědi jako tráva u cesty, klíče od auta či hora na plánu lyžařského areálu. Tráva u cesty bohužel nemůže být kladně hodnocena. Samozřejmě má být travní porost u cest co nejnižší. Nicméně délka trávy u cesty je proměnná v podstatě ze dne na den, proto jde o neuznatelnou odpověď. Klíče od auta také nejsou správnou odpovědí, protože nedosahují požadované velikosti. Žákyně svou odpověď s horou na plánu lyžařského areálu zpracovala, jak ukazuje obrázek 14. Díky tomu získává také body za propracovanost řešení.



Obrázek 14: Řešení zpracované ve formě plánu lyžařského areálu (9. ročník)

Tabulka 8: Četnost a správnost předmětů o velikosti 1 km, Úloha 5

1 km	odpovídající velikost	procentuální zastoupení odpovědi
Cesta/dálnice	✓	23,7 %
Km se nevhleze na papír	✓	7,9 %
Budova	✗	5,9 %
Část cesty	✓	3,3 %
Šířka budovy (letišťe)	✗	2,6 %
Hora, skála	✓	2,6 %

S touto částí úlohy měli žáci největší problém. V první části otázky (předměty o velikosti 1 mm) měli největší obtíže vybrat správný objekt, který by takovou velikost měl. V této části úlohy je často nenapadlo vůbec nic, a tak byla celá úloha nedokončena.

Velmi častou odpovědí byla cesta (silnice), případně dálnice. Uvedlo ji 23,7 % dotazovaných. Vzhledem k tomu, že se vzdálenost na silnicích měří v kilometrech, jde v principu o správnou odpověď. Pokud chceme ovšem dodržet myšlenku zachování nejen správného řádu, ale požadujeme co nejpřesnější těleso, je mnohem přesnější, a tedy vhodnější odpověď 3,3 % žáků, kteří uvedli, že část cesty by měřila 1 km. Tito tak získají vyšší bodové ohodnocení než ti, kteří odpověď pojali obecně. V daných případech se vyskytly i nákresy silnice, které vedle sebe měly načrtnutu úsečku určující právě velikost 1 km. Díky tomu si autoři těchto řešení připíšou navíc i body za propracovanost řešení.

7,9 % žáků si ulehčilo práci s vytvářením odpovědi, když uvedli, že by se předmět o velikosti 1 km nevhlezl na papír. I zde mají v principu pravdu, ale je potřeba brát v úvahu to, že existují způsoby, jak těleso o velikosti 1 km nakreslit. Jedním ze způsobů je uvést měřítko, ve kterém je daný objekt znázorněn. Dalším možným řešením je načrtnout objekt z pohledu z dálky nebo z výšky. Jednoduchá odpověď, že se kilometrové těleso nevhleze na papír, bude tedy hodnocena nižším bodovým ziskem. Jde sice o správnou odpověď, ale principem divergentních úloh je hledat co největší možný počet proveditelných a správných řešení na zdánlivě obtížný problém.

5,9 % žáků se domnívá, že na světě existují budovy či mrakodrapy o výšce 1 km. V současné době se však k této výšce budovy pouze přibližují. Je tedy nutné tuto odpověď vyhodnotit jako chybnou. Dva žáci 7. ročníku ke své odpovědi přidali i komentář, který na tuto skutečnost poukazoval, čímž mohou získat alespoň nějaký bod z hlediska

propracovanosti otázky, protože si jsou této skutečnosti vědomi. Pokud jsou ale schopni uvědomit si už předem chybnost své odpovědi, měli by se zamýšlet nad jinou.

Obdobná odpověď napadla dalších 5 žáků, kteří ale místo výšky budovy uvedli délku budovy. Bohužel je to obdobný případ jako výška budovy, proto zůstává taková odpověď bez bodu.

2,6 % odpovědí se týkala hory případně skály. Nelze zpochybnit, že existují hory či skály kilometrových rozměrů, proto je tato odpověď hodnocena kladně, navíc dostane body i za originalitu, jelikož se tato možnost v pracovních listech nacházela minimálně.

Jako další možnosti žáci uváděli například ropovod, stadion či vesmírnou stanici. Z těchto vybraných odpovědí je přijatelný pouze ropovod, který má značnou délku. Vzhledem k tomu, že jej uvedl pouze jeden žák, v kategorii originality dosáhne vyššího bodového zisku. Nicméně bude hodnocen nižším ziskem, co se správnosti týče (stejný princip jako hodnocení odpovědi „silnice“), protože neuvedl, že jde o ropovod v délce 1 km. Co se týče stadionu či vesmírné stanice, tyto objekty jsou maximálně v řádech pár stovek metrů, proto je nutno vyhodnotit je jako nesprávné odpovědi.

Ze všech dotázaných se našli pouze tři žáci, kteří ve svých pracovních listech uvedli více možností. Jeden student dokonce vytvořil dvě sady řešení, každou po jednom předmětu k dané velikosti. Zbylí dva studenti uvedli různé počty předmětů u jednotlivých velikostí. Bohužel ne všechny z nakreslených předmětů odpovídaly konkrétní velikosti. Proto žáci nemohli být ohodnoceni vysoko za propracovanost řešení. Jeden z žáků navíc neuvedl ani jednu věc pro velikost 1 km.

Závěr

Při zpracovávání této práce se mi podařilo více nahlédnout do myšlení žáků, přesněji do způsobu sdělování jejich poznatků. Při procházení jednotlivých pracovních listů jsem pozorovala minimalistický efekt, tedy sdělovat nezbytné minimum myšlenek. V průběhu zpracovávání jsem velmi často narážela na problém při ohodnocování jednotlivých prací. Každá odpověď, především ty rozvinuté, jsou natolik specifické, že jsem strávila dlouhý čas nad rozhodováním, zda daná odpověď odpovídá požadovaným kritériím či nikoli.

V praktické části práce je z hodnocení opomenuto kritérium hodnotící různorodost kategorií jednotlivých odpovědí. Je to z toho důvodu, že se práce věnuje rozboru jednotlivých konkrétních odpovědí, ne individuálním pracovním listům. Tahle část hodnocení závisí čistě na pedagogovi, jak obsáhlé kategorie si zvolí.

V každé úloze se vyskytují zhruba tři dominantní odpovědi, které uvede značná část dětí. Zbytek odpovědí už je více individuálních, dle výše zmíněných kritérií je lze považovat za originální. V práci jsou tedy zpracovány jen odpovědi svým výskytem nejpočetnější, některé další jsou okomentovány. Vlastně každá odpověď je originální a bylo těžké je statisticky zpracovat. Bylo nutné najít základní myšlenku každé výpovědi a podle toho ji buď přiřadit k již stávajícím odpovědím nebo ji uvést jako novou myšlenku. Také lze pozorovat určitou návaznost mezi odpověďmi v jednotlivých ročnících. Žáci využívají nedávno dosažených znalostí.

V Úloze č. 1 jsem se nesetkala s vyloženě špatnými odpověďmi, každá z nich by se dala zařadit buď do kategorie fyzikálně správných či do kategorie s obecnou správností. Obecným trendem této úlohy bylo provázek a propisku využívat dohromady. Pokud už je žáci využili samostatně, většinou to nepatřilo mezi originální odpovědi. Příkladem je provázek na měření předmětů, což je odpověď, kterou uvedlo téměř 14 % žáků. Že by se k daným předmětům dalo použít ještě něco dalšího, v našem případě propiska, nenapadlo téměř nikoho. Důvod lze hledat v tom, že s divergentními úlohami se žáci do této chvíle nesetkali, a tak uvedou první způsob, který je napadne.

Převažovaly odpovědi nijak nerozvedené, uváděné pouze v heslech. Často to k vyhodnocení bylo dostačující, ovšem pro rozvoj divergentního myšlení je potřeba s žáky ještě zpracovat na rozvoji toku jejich myšlenek. Rozmanitost odpovědí byla

poměrně veliká, ovšem nejvíce se objevovaly nápady, které by se daly využít při výuce mechaniky. Proto při vyhodnocování této úlohy je dobré toto učivo rozdělit na dílčí kapitoly a podle nich určovat, kolik různých kategorií žák v odpovědích obsáhl. Nejčastěji žáci uváděli příklady ze 2 až 3 různých oblastí.

Úloha č. 2 byla pro žáky dosti abstraktní. Není totiž možné si jednoduše představit stav bez gravitace, když jsme jej nezažili, nemáme s tím zkušenost. Proto bylo hodnocení správnosti jednotlivých odpovědí velmi těžkým úkolem.

Velmi zajímavým se pro mne stalo pozorování, zda žáci chápou svět jen jako naši planetu anebo rovnou celý vesmír. Neméně pozoruhodné bylo též sledovat, kolik žáků nad důsledky okamžitého vymizení gravitace, a kdo z nich uchopil problematiku tak, že by gravitace vůbec neexistovala. Objevily se defacto dva tábory, přičemž jeden by pravděpodobně zastával názor, že by neexistoval vesmír, tedy ani Země, druhý by se držel myšlenky, že by pouze Newtonovi nespadlo na hlavu jablko.

V této úloze se především u starších žáků objevovaly odpovědi více rozpracované, často komentované v celých větách a doplněno o nákresy. Oproti předchozí úloze se ale také zvýšilo procento žáků, kteří úlohu nijak neřešili.

Z odpovědí na Úlohu č. 3 lze soudit, že byla zábavná především pro ty žáky, kteří jejímu řešení věnovali čas. Obecně bohužel byl pozorován trend nepropracované odpovědi pomocí jedné až dvou vět. Žáci byli poměrně jednotní i co se týče mechanismů, které by použili pro zjišťování výšky žirafy. Ostatně jak bylo popsáno v praktické části práce. Většinou žáci zmínili pouze jeden způsob řešení, vyskytly se ovšem i odpovědi čítající větší počet možností, nejčastěji dvě různé možnosti.

Úloha týkající se různé hladiny vody v akváriích také nenabídla velké množství rozpracovaných odpovědí. Jak je uvedeno i v textu, dominovala odpověď, že je to kvůli rozdílné velikosti ryb, konkrétněji že velká ryba vytlačí více vody. Často to byla jediná věc, kterou žáci uvedli. Paradoxně mezi žáky z vyšších ročníků se objevilo poměrně velké množství těch, kteří na tuto otázku neuvodlo vůbec žádnou odpověď, byť mají s fyzikou delší zkušenost než třeba žáci 6. třídy.

V poslední úloze žáci uvedli velkou spoustu předmětů, které více či méně odpovídaly zadaným velikostem. Zároveň jde o úlohu s největší počtem nevyplněných odpovědí. Jen

v 8. ročníku tuto otázku vynechalo 11 žáků z 48 oslovených žáků. Vcelku obtížně se zde hodnotí propracovanost jednotlivých řešení, jelikož nemůžeme žáky hodnotit podle jejich uměleckých schopností. I tak však lze rozeznat, zda žák práci podhodnotil nebo si při jejím zpracování dal záležet. Do propracovanosti řešení též zahrnujeme to, zda spolu jednotlivá řešení souvisí či jsou zapracované do jedné kompozice.

Bohužel díky odpovědím v Úloze č. 5 jsem si ověřila zkušenost ze souvislých pedagogických praxí, že mají žáci velký problém s převáděním jednotek. Příkladem jsou některá měřítka, která byla uvedena u čtverců a přímek, nebo také když žák uvedl, že nemohl nakreslit 1 km, protože se 100 cm neveze na papír. Samozřejmě je možné, že se dotyční pouze upsali v počtu nul, nelze na to ovšem brát zřetel.

Dle slov učitelů, kteří žákům předávali ke zpracování pracovní listy, se tito žáci nikdy nesetkali s podobným typem úloh. Tato skutečnost se projevila v jejich zpracování otázek, které byly často málo rozpracovány. Většina žáků tak pracovní listy nevyplnila adekvátním způsobem pro divergentní úlohy.

Žáci jsou obecně vedeni k tomu, že existuje jedna správná, a tedy jediná možná odpověď. Zavedením divergentních úloh do výuky naučíme žáky myslet v širším měřítku, aby našli co možná nejvíce adekvátních náhledů na řešení problému, přičemž s touto schopností je žák lépe vybaven i do budoucího života, kdy bude schopen určitou situaci analyzovat, najít možné postupy, a nakonec vybrat ten, který je pro danou situaci nejvhodnější.

Divergentní úlohy bohužel shledávám jako časově náročné pro běžnou výuku. To se týká především opravování žakovských prací, ale už i samotná příprava žáků zabere čas, aby pochopili, co se od nich vlastně očekává. Navíc pokud je úloha pro žáky neatraktivní, nebudou jejich výkony odpovídající. Lze ovšem očekávat, že při dlouhodobé práci s žáky si navyknou na mechanismus divergentních úloh a stane se tak tento způsob práce pro ně automatickým.

Literatura

- [1] BROCKMEYEROVÁ FENCLOVÁ, Jitka. *Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky: cvičení z didaktiky fyziky: vysokošk. příručka pro stud. matematicko-fyz., přírodověd. a pedagog. fakult.* Praha: SPN, 1984. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství).
- [2] [OLDŘICH LEPIL A KOLEKTIV]. *Fyzika: sbírka úloh pro střední školy.* 3. vyd. Praha: Prometheus, 2003. ISBN 9788071962663.
- [3] KRČMÁŘOVÁ, Anna. *Sbírka řešených úloh z mechaniky modelovaných v programu Wolfram SystemModeler.* Olomouc, 2016. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta.
- [4] RED. VÍTĚZSLAV BIČÍK. *Physica = Physics. [Sv.] 31.* Olomouc: Univerzita Palackého, 1994. ISBN 8070671769.
- [5] BEDNAŘÍK, Milan a Oldřich LEPIL. *Netradiční typy fyzikálních úloh.* Praha: Prometheus, 1995. Praxe učitele matematiky, fyziky, informatiky. ISBN 80-85849-70-4.
- [6] MEŠKAN, Václav. *Rozvoj tvořivosti ve výuce fyziky III.: Divergentní fyzikální úlohy* [online] 13. 3. 2018. In: 2014/2 [cit. 13. 3. 2018]. Dostupné z: https://sf.zcu.cz/data/2014/sf2014_02_8.pdf
- [7] MEŠKAN, Václav. *Tvořivá výuka fyziky na základní škole: Divergentní fyzikální úlohy* [online]. In: 2011 [cit. 13. 3. 2018]. Dostupné z: kdf.mff.cuni.cz/seminare/Meskan/Divergentni_ulohy.pptx
- [8] MEŠKAN, Václav. *Rozvoj tvořivosti ve výuce fyziky II.: Překážky tvořivosti a motivace žáků* [online] 14. 3. 2018. In: 2014/1 [cit. 14. 3. 2018]. Dostupné z: <https://anzdoc.com/rozvoj-tvoivosti-ve-vyuce-fyziky-ii-pekaky-tvoivosti-a-motiv.html>
- [9] KAŠPAR, Emil. *Didaktika fyziky: obecné otázky.* Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1978. Knižnice metodické literatury.
- [10] MEŠKAN, Václav. *Didaktické aspekty rozvoje kreativity ve výuce fyziky na základní škole.* Plzeň, 2013. Disertační práce. Západočeská univerzita v Plzni.

Přílohy

Př. 1: Dotazník zkoumající vztah žáků ZŠ a SŠ k fyzice

Dotazník zkoumající vztah žáků ZŠ a SŠ k fyzice

- 1) Jakou školu navštěvuješ?
 - a) střední školu s maturitou
 - b) gymnázium
 - c) učební obor
 - d) základní školu
 - e) jiná:

- 2) Jak dlouho se již setkáváš s fyzikou?
 - a) 1-2 roky
 - b) 3–4 roky
 - c) déle
 - e) navštěvuji navíc fyzikální seminář
 - f) fyzika se na mé škole nevyučuje

- 3) Jaké emoce v tobě předmět fyzika vyvolává (možnost více odpovědí)?
 - a) hrůzu
 - b) nudu
 - c) radost, nadšení
 - d) pozitivní očekávání
 - e) pocit naplnění
 - f) bezmoc

- 4) Studium fyziky je pro mě
 - a) velmi náročné
 - b) náročné
 - c) neutrální
 - d) uspokojivé
 - e) zábavné, snadné

- 5) Jak hodnotím osobnost učitele (možnost více odpovědí)
 - a) výborný
 - b) umí naučit
 - c) je velmi přísný
 - d) neumí fyziku přiblížit žákům
 - e) nedostatečný
 - f) učí zábavnou formou
 - g) nemáme stálého učitele

- 6) Hodiny fyziky mi připadají
 - a) zábavné, děláme experimenty, jiné úlohy
 - b) nudné, počítáme příklady ze sbírek úloh
 - c) učitel nám neumí vysvětlit podstatu věci
 - d) fyzika mě vůbec nezajímá

- 7) Chodil/a bys do hodin fyziky navíc, vědeckého kroužku apod., pokud by náplň tvořily experimenty nebo propojení fyziky s běžným životem
 - a) určitě
 - b) spíše ne
 - c) určitě ne
 - d) ano, ale s jiným vyučujícím, než je v běžné výuce

- 8) Z hodin fyziky si
 - a) vždy odnesu nějaké vědomosti, zkušenosti
 - b) většinou si z hodiny něco zapamatuji
 - c) většinou si moc nezapamatuji
 - d) nikdy si nic neodnesu

- 9) Jak by bylo možné hodiny vylepšit?

Vypiš, co tě napadne.

Př. 2: Pracovní list

PRACOVNÍ LIST PRO DIPLOMOVOU PRÁCI

Milé zákyně, drazí žáci,

touto cestou bych vás ráda požádala o vyřešení následujících úloh, které budou tvořit základ mé diplomové práce na téma Divergentní úlohy. Jde o typ úloh, kde neexistuje jen jedno správné řešení, proto je možno uvádět vše, co vás napadne a považujete za správné.

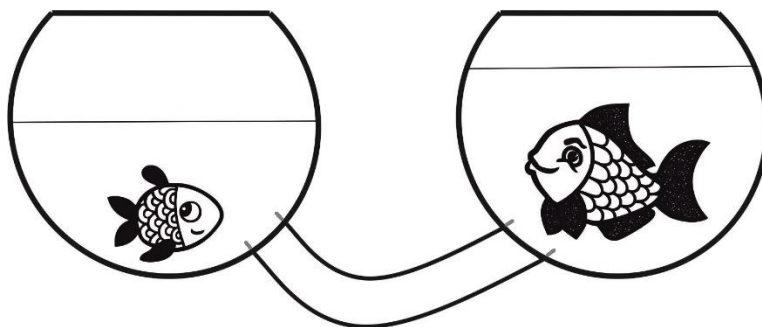
Celý pracovní list je anonymní a jeho obsah bude sloužit výhradně pro účely výše zmíněné diplomové práce. Předem děkuji za vaši spolupráci.

Bc. Anna Krčmářová

studentka učitelství fyziky a biologie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci

Jsem žákem/žákyní: 6. ročníku ZŠ 7. ročníku ZŠ 8. ročníku ZŠ
9. ročníku ZŠ SŠ VŠ

1. Vymyslete a případně popište co možná nejvíce způsobů, jak by se ve výuce fyziky dala využít propiska a kousek provázku.
2. Jak by vypadal svět, kdyby neexistovala gravitace.
3. Uveď, jak by se dala změřit výška žirafy, aniž by se vyplašila.
4. Na obrázku jsou dvě akvária, mezi kterými se nachází trubice. Promysli, proč jsou hladiny v akváriích různě vysoko. Důvodů může být více.



5. Nakresli obrázek, na kterém jsou tělesa o délkách 1 mm, 1 cm, 1 dm a 1 km.