

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY**

**KEĎ CESTA JE CIEĽOM - ŽIAKOM PLÁNOVANÝ
EXPERIMENT**

Práca na študentskú vedeckú konferenciu 2020

**UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY**

**KEĎ CESTA JE CIEĽOM - ŽIAKOM PLÁNOVANÝ
EXPERIMENT**

Práca na študentskú vedeckú konferenciu 2020

Študijný program: učiteľstvo matematiky a fyziky
(Učiteľské štúdium, bakalársky I. st., denná forma)

Študijný odbor: učiteľstvo a pedagogické vedy

Školiace pracovisko: Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky

Školiteľ: doc. RNDr. Peter Demkanin, PhD.

ABSTRAKT

V rámci predmetu Úvod do školských pokusov, ktorý som absolvovala v druhom ročníku môjho bakalárskeho štúdia som sa po prvýkrát stretla s pojmom žiakom plánovaného experimentu (ŽPE). Jednou z úloh, ktoré sme ja a moji spolužiaci dostali, bolo navrhnuť realizáciu dvoch experimentov, pri ktorých plánovaní sme sa mali zamerať na nasledovné aspekty: definovanie problému, formulovanie hypotéz, výber premenných, navrhnutie vhodnej aparatury a materiálu, metódy zmeny premenných a získavania dát. Vo výskumnej časti tejto práce sa okrem mojich už vyššie spomínaných naplánovaných meraní a ich hodnotenia nachádzajú aj rôzne poznámky, postrehy a komentáre (všetko z pohľadu študenta) ku ktorým som počas ich plánovania dospela. Táto práca však predstavuje niečo viac ako ŽPE, ktorý by sme v tomto prípade mohli nazvať iba prostriedkom. Hovorí predovšetkým o tom, aké majú byť ciele vyučovania fyziky, prečo je dôležité, aby žiaci na hodinách (nielen fyziky) získavali čo najviac skúseností a učitelia podporovali aktívne a nie pasívne učenie, čo je to skefolding, aký význam má tvorivosť a sloboda v živote žiakov a v neposlednom rade prečo je potrebné poznanie cesty na dosiahnutie cieľa.

Kľúčové slová: žiakom plánovaný experiment, získavanie skúseností, sloboda, tvorivosť.

OBSAH

Úvod	5
1 Žiakom plánovaný experiment.....	7
1.1 Proces aktívneho učenia	7
1.2 Myšlienka skefoldingu	7
1.3 Kritériá hodnotenia.....	8
1.3.1 Plánovanie (a)	8
1.3.2 Plánovanie (b)	9
1.4 Nové kritériá hodnotenia	10
1.4.1 Osobná zaangažovanosť	11
2 Realizácia ŽPE	12
2.1 Rozvíjanie myšlienok	12
2.2 Naplánované merania	12
2.3 Cvičné zadanie	13
2.4 Zadanie pre formatívne hodnotenie:.....	14
2.5 Zadanie pre sumatívne hodnotenie:.....	16
Záver	18
Zoznam použitej literatúry	19
Prílohy.....	20
Príloha 1: Výber zadaní pre formatívne hodnotenie	21
Príloha 2: Skúmanie domino efektu.....	22
Príloha 3: Tabuľka hodnotenia prvého zadania	26
Príloha 4: Experiment s RC helikoptérou	27
Príloha 5: Tabuľka hodnotenia druhého zadania	30

Úvod

Teória a prax jednoducho patria k sebe (v rámci tejto práce máme pod pojmom teória na mysli zákony, poučky a vzorce a pod pojmom prax experimenty, pokusy a merania). Sú si rovnocenné – rovnako dôležité a navzájom „prepletené“ ako Yin a Yang. Jedno nemôže existovať bez druhého.

V minulosti bolo prirodzené, že ľudia/vedci/výskumníci/bádatelia (nezáleží na tom, ako ich nazveme), hľadali odpovede na otázky súvisiace s fyzikou predovšetkým formou rôznych meraní, pozorovaní a experimentov, z čoho následne vyvodili určitý záver napr. v podobe vety, tvrdenia, vzorca alebo zákona. Dnes tomu tak však nie je. Vo väčšine prípadov sú žiakom tieto odpovede predstreté priamo, mnohokrát dokonca bez možnosti polozenia otázky. Keď to veľmi preženieme, tak pani učiteľka jednoducho príde do triedy so slovami: „Milí žiaci, toto je znenie Archimedovho zákona. Do budúcej hodiny sa ho naučte, budem skúšať.“ Výsledok je ten, že žiaci sa učia naspamäť niečo, čomu nerozumejú, ale nie je to ich chyba. Ak hľadanie odpovede predstavuje cestu a odpoveď samotná jej cieľ, nemožno očakávať, že žiaci prídu do cieľa, ktorého cesta im je neznáma. Inými slovami, ak žiakom nedáme príležitosť, aby sa mohli zamýšľať, pýtať, skúmať, objavovať a tým získavať nové skúsenosti, nemôžu sa naučiť nič, pretože „učenie sa je dávanie zmyslu novým skúsenostiam dieťaťom v spolupráci s inými.“ [1]

Jednou z možností, ktorou môžeme my ako budúci učitelia fyziky zabezpečiť žiakom priestor na získavanie skúseností sú práve experimenty. Či už ich plánovaním, samotnou realizáciou alebo z pohľadu žiaka „len“ pasívnym sledovaním ich demonštrácie, to všetko poskytuje žiakom príležitosť na ich získavanie. Rozdiel je len v tom, že niektoré nadobudnú priamo a iné sprostredkované.

Keď vychádzame z toho, že jedným z cieľov učiteľa fyziky by mala byť snaha o to, aby si žiaci z hodín odniesli čo najviac trvalých vedomostí a zručností, ktoré budú môcť využívať aj ďalej v živote je dôležité si uvedomiť, že jednotlivé skúsenosti treba zvýrazniť. Predpokladáme, že už ste sa niekedy stretli s príslovím, ktoré hovorí: „Lepšie raz vidieť ako stokrát počuť.“ Myšlienka zvýraznenia skúsenosti je veľmi podobná. Čím viac dovoľíme žiakom sa angažovať v príprave alebo zasahovať do realizácie experimentu, tým väčšiu stopu to v nich zanechá.

Aktívne zapájať žiakov do procesu vyučovania v rámci realizácie experimentu sa dá niekoľkými spôsobmi. Učiteľ môže napr. poskytnúť žiakom pracovný list, ktorý už obsahuje naplánovaný experiment a žiaci ho len uskutočnia. Podľa návodu, ktorý dostali zostroja aparáturu, odmerajú príp. dopočítajú potrebné hodnoty, nakreslia graf a vyslovia záver. Niečo na štýl laboratórneho protokolu. Tento spôsob okrem rozvíjania jemnej motoriky (na ktorú sa v dnešnej dobe často zabúda) vyniká hlavne v tom, že prostredníctvom neho si žiaci osvoja prácu s laboratórnymi pomôckami a naučia sa dodržiavať určité pravidlá a postupy. V okamihu keď však chceme od žiaka niečo viac, niečo nad rámec návodu – nejaký osobný prínos, vlastný nápad alebo myšlienku tento spôsob zlyhá.

V mojich očiach školstvo (teda aspoň to slovenské) nekladie dostatočný dôraz na rozvíjanie kreativity a potenciálu u žiakov. Je to krásne vidieť na tom, že malé deti neustále niečo vymýšľajú, skúšajú, tvoria a čím sú staršie akoby sa všetky tie plány, nápady a myšlienky postupne vyparili a zostalo len pasívne plnenie úloh a príkazov zadaných inými. Samozrejme, že sa nemohli vypariť a oni tam niekde stále sú, ukryté pred svetlom tohto sveta. Skôr mám pocit, akoby sa ich žiaci báli vypustiť z úzadia, do ktorého sa za tie roky nečinnosti dostali, že majú strach z nepochopenia a zlyhania zo strany druhých. Pre človeka je prirodzené, že ak sú niektoré jeho vlastnosti potláčané (dokonca ani nemusia byť nutne potláčané, stačí ak nie sú dostatočne podporované) časom jednoducho ustúpia. Keď sa teraz zamyslíme nad tým, akú časť života strávia deti zavreté v školách, malo by byť aj v záujme učiteľa tieto vlastnosti podporovať, a preto zavádzame pojem žiakom plánovaného experimentu, ktorý je zameraný na aktivity, v ktorých si žiak sám plánuje to, čo chce skúmať.

1 Žiakom plánovaný experiment

„Žiakom plánovaný experiment (ďalej už len ako ŽPE) je druh žiackeho bádania, kedy učiteľ navodí tému (prípadne zadá objekt, dej alebo jav) a žiak si sám naplánuje experiment: vysloví hypotézu, navrhne aparáturu, zvolí závisle a nezávisle premennú, postup merania a spôsob zaznamenávania dát.“ [2] Predstavuje akýsi koncept voľnosti a tvorivosti, ktorý umožňuje žiakom získať poznatky potrebné na rozvíjanie metód, poznania postupov bádania a na rozvíjanie vzťahu k vede a ľudskej aktivite, čo je podľa publikácie Didaktika fyziky (Demkanin, 2018) jedným z hlavných cieľov vyučovania fyziky.

1.1 Proces aktívneho učenia

Vo všeobecnosti možno povedať, že žiak sa prostredníctvom ŽPE naučí viac, ak vychádzame z myšlienky, že dieťa sa učí lepšie, ak má v učení aktívnu a nie pasívnu úlohu, pričom ŽPE vo vyučovaní fyziky predstavuje aktívne učenie žiaka. „Jeho hlavným cieľom nie je transfer poznatkov, faktov, definícií a pojmov, ale predovšetkým rozvoj schopnosti žiakov logicky myslieť a argumentovať, rozpoznať a formulovať kľúčové problémy a hľadať na nich odpovede prostredníctvom vlastnej samostatnej a aktívnej činnosti. Aktívnou činnosťou žiaci nielen rozširujú svoje poznatky, ale rozvíjajú svoje schopnosti a zručnosti takého činnosti realizovať.“ [3] Treba si však uvedomiť, že k aktívnemu učeniu a tým pádom aj k samotnej realizácii ŽPE by mal učiteľ privádzať žiaka postupne. Ak totiž žiakovi nie je takýto systém práce dostatočne známy, nebude hneď sám od seba vedieť zadefinovať výskumný problém a zároveň navrhnúť postup jeho riešenia. „Dôležitú úlohu v tomto procese zohráva učiteľ, ktorý musí zvážiť, akú úroveň bádateľských aktivít žiaci zvládnu, pričom berie do úvahy ich schopnosti a zručnosti a v neposlednom rade najmä vzdelávacie ciele vyučovacieho procesu a konkrétnej vyučovacej hodiny.“ [4]

1.2 Myšlienka skefoldingu

Úlohou učiteľa je podporovať žiakov v ich snažení a poskytnúť im spätnú väzbu v adekvátnom časovom rozsahu. Ide o to, že práca sa tým rozdelí medzi učiacich sa a niekoho (príp. niečo) so širšími a hlbšími vedomosťami, čo je základnou myšlienkou tzv. skefoldingu. „Skefolding je kontextový holistický prístup podporujúci transfer

vedomostí a zručností, kultivujúci porozumenie cieľov učenia sa a vzťahov medzi cieľmi a postupmi v rámci učenia. Učiaci sa učia jednotlivé základné zručnosti v kontexte cieľovej úlohy, učia sa, ako jednotlivé zručnosti fungujú vo vzájomnej súhre a ako sa dajú použiť. Tento prístup podporuje neskoršie použitie takto vybudovaných vedomostí a zručností žiakom samostatne, bez prítomnosti niekoho so širšími a hlbšími vedomosťami.“ [1]

1.3 Kritériá hodnotenia

Pri realizácii ŽPE sa často stáva, že žiaci sa pýtajú na formu, štruktúru alebo vzor, podľa ktorého majú experiment naplánovať. Odpoveďou je, že žiadna takáto forma alebo štruktúra nie je striktne určená (pokiaľ učiteľ nestanoví inak) a žiaci si môžu sami zvoliť počet a poradie jednotlivých podnadvpisov. Dôležité však je, aby vo svojej práci splnili kritériá hodnotenia, ktoré možno rozdeliť do 8 skupín: plánovanie (a), plánovanie (b), zbieranie dát, spracovanie dát, vyhodnotenie experimentu, manipulačné zručnosti, osobnostné zručnosti (a) a osobnostné zručnosti (b). Celkovo sa tak sleduje až 21 aspektov, ktoré sú rozdelené do týchto skupín. V tejto práci sa zameriame len na prvé dve – teda na oblasť plánovania a budeme sa tak venovať spolu 6 aspektom, ktoré boli v rámci predmetu Úvod do školských pokusov sledované našim vyučujúcim (viac vo výskumnej časti).

1.3.1 Plánovanie (a)

Plánovanie (a) pozostáva celkovo z 3 aspektov a to konkrétne: definovanie problému, formulovanie hypotézy a výber premenných. Pri definovaní problému sa kladie dôraz na správnu formuláciu výskumnej otázky, ktorá by mala byť zameraná na jeden a to špecifický problém. Žiaci si túto otázku väčšinou určujú sami, hoci v prípade, že nemajú dostatočné skúsenosti s plánovaním experimentu ju môže položiť aj samotný učiteľ. Otázka však môže byť položená aj otvorene napr. *Od čoho závisí veľkosť atmosférického tlaku?* a úlohou žiaka je takúto otázku správne preformulovať a tým bližšie špecifikovať napr. do tvaru *Aká je závislosť veľkosti atmosférického tlaku od nadmorskej výšky?*

Po zadefinovaní problému (určení výskumnej otázky) nasleduje formulácia hypotézy. V tejto časti žiak napíše, aký výsledok očakáva (aký si myslí, že majú závisle a nezávisle premenná medzi sebou vzťah), pričom je potrebné dbať na to, aby toto tvrdenie bolo aj niečím podložené t. j. aby žiak objasnil na základe čoho k danému rozhodnutiu dospel

alebo inak povedané vyslovil akési elementárne vysvetlenie očakávaných pozorovaní. Taktiež by tu mali byť opísané ostatné veličiny, ktoré pozorovanie ovplyvňujú.

Posledným aspektom tejto skupiny je výber premenných. Úlohou žiaka je správne zdefinovať závisle a nezávisle premennú a konštanty. Pri určovaní premenných môžeme žiakom pomôcť tým, že ich pozornosť nasmerujeme k hľadaniu odpovedí na nasledujúce otázky: *Čo budeme sledovať?* (voľba závisle premennej veličiny), *Čo budeme v našom skúmaní meniť?* (voľba nezávisle premennej veličiny) a *Čo budeme udržiavať nemenné?* (voľba konštant).

	Aspekty		
Úroveň	Definícia problému alebo výskumnej otázky	Formulácia hypotézy alebo predpokladu	Výber premenných
Kompletné (2b)	Identifikuje a zameria problém alebo výskumnú otázku	Vzťahuje hypotézu alebo predpoklad čisto na výskumnú otázku a vysvetľuje ju, ak je to vhodné, tak kvantitatívne	Zvolí vhodnú závisle a nezávisle premennú a nemenné premenné
Čiastočné (1b)	Stanoví problém alebo výskumnú otázku, ktorá nie je kompletná	Stanoví hypotézu alebo predpoklad, ale nevysvetlí ich	Zvolí nejaké vhodné premenné
Vôbec (0b)	Nestanoví problém alebo výskumnú otázku, alebo opakuje hlavný cieľ navrhnutý učiteľom	Nestanoví hypotézu alebo predpoklad	Nezvolí žiadne vhodné premenné

Tabuľka 1: Kritériá hodnotenia aspektov prvej skupiny - plánovanie (a). [2]

1.3.2 Plánovanie (b)

Plánovanie (b) je zamerané na návrh vhodnej aparatury, metódy zmeny premenných a získavania dát (slovami žiaka na pomôcky a postup). Za dostatočne vhodný návrh aparatury možno považovať nielen vymenovanie, ale aj čo najpresnejší popis všetkých pomôcok, ktoré sa žiak chystá použiť, a teda namiesto jednoslovného pomenovania

predmetu napr. *závažie* sa snažíme žiaka viesť k tomu, aby sa vyjadril aj o počte (v prípade, že ide o množné číslo) a vlastnostiach, o ktorých má v rámci realizácie experimentu zmysel uvažovať (materiál, rozmery, hmotnosť, farba, ...) napr. *50 gramové hliníkové závažie* (využitie napr. pri skúmaní Archimedovho zákona).

Ďalej sledujeme, či žiak navrhol primeranú, ale hlavne reálnu metódu, ktorá umožňuje kontrolu premenných a zber relevantných údajov. Musí obsahovať plán experimentu a meracie techniky. Žiak môže navrhnúť aj viac spôsobov získavania dát a zaradiť tak do svojej práce okrem zaužívaných (často, ale už zastaraných) meracích techník napr. meracie senzory, interfejsy (VinciLab, WiLab) alebo rôzne počítačové programy (Coach, Tracker, VirtualDub), čím podporí myšlienku počítačom podporovaného prírodovedného laboratória.

	Aspekty		
Úroveň	Navrhnutie vhodnej aparatury alebo materiálu	Navrhnutie metódy na kontrolu premenných	Navrhnutie metódy získavania dostatočného množstva spoľahlivých dát
Kompletné (2b)	Zvolí vhodnú aparaturu alebo materiál	Opíše metódu, pri ktorej sa dajú kontrolovať premenné	Opíše metódu, pri ktorej sa dajú zbierať dostatočne spoľahlivé dáta
Čiastočné (1b)	Zvolí nejakú aparaturu alebo materiál	Opíše metódu, ktorá sa pokúša kontrolovať premenné	Opíše metódu, pri ktorej sa dajú zbierať nedostatočne spoľahlivé dáta
Vôbec (0b)	Nezvolí žiadnu aparaturu alebo materiál	Opíše metódu, pri ktorej sa nedajú kontrolovať premenné	Opíše metódu, pri ktorej sa nedajú zbierať žiadne vhodné dáta

Tabuľka 2: Kritériá hodnotenia aspektov druhej skupiny - plánovanie (b). [2]

1.4 Nové kritériá hodnotenia

Rozdelenie do skupín a hodnotiacich aspektov uvedené vyššie bolo používané pre hodnotenie štruktúrovanej podporovanej práce v rámci fyzikálnych experimentov

študentov programu IBD (International Baccalaureate Diploma) v rokoch 1998 – 2014. Od roku 2014 je používaná nová štruktúra hodnotenia výsledkov. „Žiaci sú vedení ku komplexným laboratórnym prácam, v ktorej si experimenty sami naplánujú, zrealizujú aj vyhodnotia. Aspekty sú optimalizované na experiment v trvaní 6 až 10 hodín žiackej práce a pre laboratórny protokol v rozsahu 6 až 12 strán.“ [1] Štruktúra hodnotenia pozostáva z 5 aspektov: osobná zaangažovanosť, bádanie, analýza, vyhodnotenie a komunikácia, pričom tieto aspekty sú hodnotené v rámci celého laboratórneho protokolu nie iba v jeho vybraných častiach. V tejto súvislosti je nutné zdôrazniť, že žiak musí experiment navrhnuť, zrealizovať aj vyhodnotiť.

Keďže na hodinách s názvom Úvod do školských pokusov sme sa v rámci témy ŽPE venovali len plánovacej časti experimentu postupovali sme podľa starých aspektov, ale boli sme oboznámení aj s jedným z tých nových, hoci jeho hodnotenie boli iba formatívne. Išlo o aspekt osobná zaangažovanosť.

1.4.1 Osobná zaangažovanosť

Body	Opis kritéria pre plný počet bodov
2	Jasne vidno prejavy osobného zainteresovania do problému so signifikantnými prejavmi nezávislého myslenia, iniciatívy a vhl'adu do problematiky. Zdôvodnenie pre výber výskumnej otázky/oblasti skúmania preukazuje osobnú zaangažovanosť, záujem a zvedavosť. Vidno prejavy osobného vloženia sa a iniciatívy pri dizajne, implementácii a prezentácii skúmania/experimentu.

Tabuľka 3: Opis kritéria pre plný počet bodov aspektu osobnej zaangažovanosti. [1]

2 Realizácia ŽPE

Výskumnú časť tejto práce tvorí môj pohľad (pohľad študenta) na proces, pri ktorom som získavala prvé skúsenosti so ŽPE. Bolo to na predmete Úvod do školských pokusov, ktorý som absolvovala v druhom ročníku môjho bakalárskeho štúdia v rámci študijného programu učiteľstvo matematiky a fyziky. Postupne sme sa dostali až k samotnej realizácii plánovacej časti ŽPE čo predstavovalo jeden z cieľov tohto predmetu, ale ešte predtým na nás čakala relatívne dlhá cesta k jeho dosiahnutiu.

2.1 Rozvíjanie myšlienok

Prvé hodiny boli venované predovšetkým rozvíjaniu myšlienok, ktoré podporovali aktívne učenie žiaka a počas celého semestra sa nachádzali aj na virtuálnej nástenke predmetu. Teraz uvediem niektoré z nich:

- učenie sa = dávanie zmyslu novým skúsenostiam dieťaťom v spolupráci s inými;
- základnou metódou využívanou na predmete Úvod do školských pokusov je diskusia;
- spätná väzba je niečo, čo si ceníme a nie sa jej obávame;
- realizujeme metódu usmerňovaného skúmania podporovaného skefoldingom;
- ... vždy maj na mysli dôvod ...;
- Aké nové myšlienky/vedomosti som získal(a) práve realizovanou aktivitou?;
- vzájomná komunikácia všetkých zúčastnených za účelom dosiahnutia cieľa;
- prístup "sme na jednej lodi", máme pred sebou spoločné ciele.

2.2 Naplánované merania

Nasledovala diskusia zameraná na ukážky niekoľkých vyučovacích sekvencií realizovaných rôznymi formami školských experimentov, pričom sme si zároveň predstavili prostredie počítačom podporovaného prírodovedného laboratória (PPPL). Ukázali sme si ako funguje softvér Coach 7, prácu s interfejsami VinciLab a WiLab a viacero meracích senzorov. Na úrovni bakalárskeho štúdia (a diskusiami o dôležitých detailoch realizácie na strednej a základnej škole) sme potom uskutočnili nasledovné (už naplánované) merania:

- **Izotermický dej**
Vzduch uzavretý v injekčnej striekačke (60 ml) stláčame a rozpíname. Pri zachovaní teploty vzduchu na úrovni izbovej teploty meriame tlak a objem.
- **Hydrostatický tlak**
K senzoru tlaku vzduchu máme pripojenú hadičku, ktorej koniec ponárame do vody v odmernom valci. Meriame hĺbku a zodpovedajúci tlak vzduchu v hadičke. Získame závislosť hydrostatického tlaku od hĺbky vody.
- **Žiarenie AČT s vláknovou žiarovkou**
Z nameraných hodnôt napätia na žiarovke a prúdu prechádzajúceho žiarovkou získame hodnoty teploty vlákna žiarovky a výkonu vyžarovaného žiarovkou.
- **Rádioaktívna premena – kocky**
Kocka predstavuje jeden atóm rádioaktívneho nuklidu. Určitá hodnota na kocke po jej hode určuje, či sa pri tomto hode atóm premenil (rádioaktívnou premenou) alebo nie. Použili sme 216 kociek a pri každom hode odstránili tie, na ktorých padlo číslo 6. Jeden hod predstavoval jeden polčas premeny. Získali sme exponenciálnu závislosť počtu nepremených jadier od času.
- **Lopta**
V rámci predmetu Úvod do školských pokusov prvý experiment, v ktorom bol náznak žiakom plánovanej činnosti. Žiaci 6. ročníka ZŠ dostanú do rúk loptu a navrhujú, aké vlastnosti tejto konkrétnej lopty by mohli merať alebo inak skúmať.

Po absolvovaní všetkých vyššie uvedených aktivít sa dostal na rad aj žiakom plánovaný experiment, ktorému sme sa podrobnejšie venovali na nasledujúcich hodinách.

2.3 Cvičné zadanie

Najprv sme sa oboznámili s dvoma prístupmi k ŽPE, ktorý je určený pre žiakov posledných dvoch ročníkov gymnázia a vychádza z kurikula medzinárodnej organizácie International Baccalaureate. Pozornosť sme však upriamili len na jeden z nich a zamerali sa na aspekty plánovacej časti, ktoré sme sa následne pokúsili splniť v rámci cvičného zadania: *„V roli žiaka posledného ročníka gymnázia navrhnete experiment, v ktorom použijete túto gumičku.“* (Ukázali sme si obyčajnú gumičku z papiernictva vid' obrázok.)



Obrázok 1: Ilustračný obrázok gumičky použitej v cvičnom zadaní

Nasledoval brainstorming, v ktorom sme navrhovali, čo by sme mohli na gumičke alebo s gumičkou skúmať. V brainstormingu bolo spomenuté napr. meranie závislosti doletu gumičky od veľkosti sily jej natiahnutia, uhla odpalu alebo prostredia, akou veľkou silou musíme na gumičku pôsobiť, aby došlo k jej pretrhnutiu alebo aká je maximálna hmotnosť, ktorú gumička unesie. Pokračovali sme diskusiou, v ktorej sme naše nápady podrobne rozobrali a venovali sa aspektom dobrého školského experimentu napr. závisle a nezávisle premennej, presnosti merania, záverom ku ktorým môžeme dospieť, Tiež sme diskutovali o tom, aké môžu mať takéto experimenty prínos pre rozvoj žiackych spôsobilostí v predmaturitnom štúdiu.

Po diskusiách o našich naplánovaných meraniach sme dostali prvé zadanie na samostatnú prácu. Vopred sme boli upozornení na to, že toto zadanie je určené pre formatívne hodnotenie, a teda experimentu, ktorý naplánujeme budú pridelené body, ktoré žiadnym spôsobom neovplyvnia naše hodnotenie v závere semestra.

2.4 Zadanie pre formatívne hodnotenie:

„V roli tretia (gymnazistu) naplánujte experiment, ktorý bude spĺňať nasledovné vlastnosti:

- *Zvolíte si jeden zo štyroch problémov/zadaní (helikoptéra, loptička, konzola alebo domino efekt), ktoré nájdete v prílohe pod týmto príspevkom.¹*
- *Splníte kritériá pre plánovanie ŽPE (6 aspektov), ktoré sa nachádzajú v učebnici Didaktika fyziky, str. 75. Je dobré naplánovať aj časť zbieranie dát (naplánovaný zber dát môže sprehladniť celkové plánovanie).*
- *Experiment nie je potrebné realizovať, dokonca ani stavať aparatúru, ale ak ju zostrojíte (nie iba v mysli, ale aj reálne) môže to napomôcť jasnosti plánovania. Pokojne ju môžete odfoťiť a vložiť do protokolu.*
- *Štruktúra/forma práce nie je stanovená (pravdepodobne to bude pripomínať časť laboratorného protokolu) t. j. môžete použiť vlastné formátovanie, ľubovoľný počet nadpisov a podnadpisov, sami si zvoliť ich poradie, obrázky ...*
- *Nie je to podmienkou, ale poteší ma a som presvedčený, že aj každého z Vás, ak si tiež pozriete nové kritériá pre hodnotenie ŽPE (platné od roku 2014), konkrétne časť*

¹ Rovnaké zadanie dostali študenti Armand Hammer United World College USA v roku 2014, kde bolo použité pre hodnotenie miery rozvinutia spôsobilosti prírodovednej práce v rámci maturitného hodnotenia.

osobná zaangažovanosť (Didaktika fyziky, str. 76 a 77) a pokúsite sa aj tento aspekt splniť (nie celkom sa to dá, ale pokúsiť sa môžete). “

Keďže až doteraz som nemala žiadne skúsenosti so ŽPE a toto bol môj prvý plánovaný experiment, rozhodla som sa ísť cestou ako sa hovorí najmenšieho zla a zo štyroch zadanií od p. Headleeho (nájdete v prílohe) som si zvolila skúmanie domino efektu, ktorý som považovala za najľahší.

Problematika skúmania domino efektu alebo inými slovami rýchlosti pádu domino kociek bola pomerne rozsiahla, a tak som sa rozhodla zamerať na prvý problém, ktorý mi v súvislosti s touto témou utkvel v pamäti. Išlo o závislosť rýchlosti pádu domino kociek od vzájomnej vzdialenosti medzi jednotlivými domino kockami.

Nasledovalo vyslovenie hypotézy, ktoré samo o sebe nepredstavovalo žiadny veľký problém, keďže človek na základe skúseností, ktoré stihol nadobudnúť počas života už tak nejako podvedome tuší, čo sa asi bude diať a aký výsledok môže očakávať. Horšie to však bolo s fyzikálnym podložením a vysvetlením mojich myšlienok, no a v tomto momente sa to všetko začalo. Začal sa proces vyhľadávania informácií týkajúcich sa domino kociek a s nimi spojeným domino efektom. Čítala som rôzne články, odborné práce, pozerala videá až pokým sa mi nepodarilo nájsť odpoveď, ktorá by potvrdila moju hypotézu. Bol to pomerne dlhý a náročný proces, keďže zrazu sa na Vás sypú informácie z každej strany a je len na Vás, aby ste vybrali tie dôveryhodné a to podstatné z nich, spracovali ich príp. preložili (v rámci prvého a vlastne aj druhého zadania som čerpala predovšetkým so zahraničných zdrojov, keďže na tých slovenských som toho k danej problematike veľa nenašla, ale o to väčšiu radosť som mala, keď sa mi podarilo dať dokopy to, čo som tak dlho hľadala).

Po vyslovení a podložení hypotézy zostávalo jediné a to naplánovať meranie. Keď som si položila otázku, akým spôsobom by som mohla merať rýchlosť pádu domino kociek zrazu sa mi pred očami zjavil známy vzorec: $s = v \cdot t$ (dráha rovná sa rýchlosť krát čas) a ja som hneď vedela, že ho využijem. (To, akým spôsobom sa dozviete v mojej práci s názvom Skúmanie domino efektu, viď. príloha.) Potom som už len zadefinovala premenné a konštanty, uviedla pomôcky, napísala postup merania a doplnila tabuľky a môj prvý žiakom plánovaný experiment bol na svete.

Ako sa hovorí (možno sa to nehovorí a ja som si to práve vymyslela), keď máte nápad, máte všetko. Nápad je kľúčový, ostatné veci už relatívne ľahko naplánujete, ale keď

neviete, čo chcete robiť, ste naprosto stratení. V tomto zadaní pre mňa síce nebolo až také náročné prísť na to, čo konkrétne budem skúmať, ale v druhom (zadaní pre sumatívne hodnotenie) to bola jedna z najťažších vecí (spolu s podložením hypotézy) celého plánovania experimentu. Možno to bolo spôsobené tým, že žiaci (kam sa v tomto prípade radím aj ja) nie sú zvyknutí na to, aby si sami mohli zvoliť, čo chcú robiť/skúmať a jednoducho robia to, čo sa im povie. Aj práve preto by sme (už v roli budúcej učiteľky fyziky) im mali v tomto smere dožičiť viac slobody.

Nadišiel čas vyhodnotenia našich odovzdaných prác a na moje veľké prekvapenie som dostala plný počet bodov (12). Musím povedať, že s mojou prácou som bola spokojná, ale nečakala som to, keďže vždy je čo zlepšovať. (Hodnotiacu tabuľku nájdete v prílohe.) Hodnoteniu sme sa podrobnejšie venovali na najbližšej hodine a diskutovali o kvalite našich naplánovaných meraní.

Ani sme sa nestihli nazdať a už nám nad hlavami lietala RC helikoptéra, ktorá zvestovala ďalšie zadanie na samostatnú prácu. Išlo v poradí o druhé, ale čo sa týka sumatívneho hodnotenia, tak o prvé zadanie, ktoré malo vplyv na výslednú známku. Keďže zadanie súviselo priamo s helikoptérou, mohli sme si ju na hodine poriadne obzrieť – odvážiť, odmerať, zistiť výkon elektromotora, dosah ovládača ...

2.5 Zadanie pre sumatívne hodnotenie:

„V roli žiaka tretieho ročníka 4-ročného gymnázia naplánujte experiment, v ktorom budete skúmať jednu z vlastností súvisiacou s helikoptérou na diaľkové ovládanie. (Výber helikoptéry nechávam na Vás, nemusíte nutne použiť tú, čo sme mali na hodine.) Nezabudnite splniť kritériá pre hodnotenie plánovacej časti (tie staršie) s tým, že sa pokúsíte splniť aj prvé z nových (zaangažovanosť). (Toto kritérium bude hodnotené formatívne.) Pomôckou pri plánovaní môžu byť moje komentáre k Vaším predchádzajúcim experimentom.“

Naplánovať experiment s RC helikoptérou bolo už o niečo zložitejšie a s výskumnou otázkou som sa celkom potrápila. Keďže som nemala žiadnu predstavu o tom, čo by som mohla skúmať, rozhodla som sa hľadať inšpiráciu v pozeraní rôznych videí a čítaní článkov o týchto zariadeniach a dúfala som, že mi čochvíľa niečo napadne. Nakoniec sa tak aj stalo a ja som sa pustila do skúmania závislosti veľkosti maximálnej výšky do ktorej môže RC helikoptéra vyletieť od jej hmotnosti.

Postup práce bol obdobný ako minule – v predchádzajúcom zadaní, čiže po vyslovení hypotézy nasledovalo vyhľadávanie informácií s cieľom zistiť, na akom princípe funguje helikoptéra, čo malo následne viesť k podloženiu mojej hypotézy.

Pri plánovaní merania som dlho nevedela, akým spôsobom by som mohla získať údaje ohľadom maximálnej výšky, do ktorej bude RC helikoptéra schopná vyletieť pri rôznom zaťažení. Nakoniec som prišla s návrhom, že by som na ňu mohla uviazať nitku/šnúrku/špagát proste čokoľvek, čoho hmotnosť by bola v porovnaní s hmotnosťou helikoptéry zanedbateľná a vedela na tom vyznačiť miesto dotyku zeme, keď bude helikoptéra v maximálnej výške. Tento nápad sa však nejavil zrovna ako najšťastnejší, čo sa následne prejavilo aj v hodnotení.

Hodnotenie môjho druhého ŽPE dopadlo o čosi horšie ako minule a ja som získala „len“ 11 bodov z 12-tich. Bod som stratila za nedostatočné navrhnutie metódy získavania dát s čím som súhlasila, keďže moja metóda bola na dnešnú dobu dosť zastaraná a neumožňovala získavanie dostatočného množstva relevantných dát. Úplne som totiž zabudla na PPPL, ktorému sme sa prakticky venovali na každej hodine a ja som ho nijakým spôsobom nezakomponovala do môjho plánovania. Na meranie maximálnej výšky som mohla radšej použiť napr. senzor. (Naplánovaný experiment spolu s hodnotením nájdete opäť v prílohe tejto práce.)

V rámci predmetu Úvod do školských pokusov sme sa venovali ešte dvom veľkým témam a to fyzika v prírode alebo vonkajšie prostredie pre fyzikálne vzdelávanie a demonštračný experiment. Vzhľadom k tomu, že ani jedna z týchto tém nie je predmetom tejto práce, podrobnejšie sa im venovať nebudem.

Záver

„Poslaním výchovy a vzdelávania na našej škole je vychovať absolventa, ktorý je:

- *vychovaný, vzdelaný a úspešný,*
- *pripravený na štúdium na vysokej škole, pre prax a život,*
- *má vzdelanostný základ pre celoživotné vzdelávanie, osobný a sociálny život. “*

Aj takto môžu vyzerat' všeobecné ciele školského vzdelávacieho programu (ŠkVP) gymnázia. (Tieto konkrétne sú prevzaté z webovej stránky Gymnázia Golianova 68 v Nitre, ktoré som v minulosti navštevovala.) Všimnite si, že jedným z cieľov je vychovať absolventa pripraveného na život, a tak sa pýtam, ako môže učiteľ fyziky pripraviť na život napr. budúceho umelca, prekladateľa alebo právnika – skrátka niekoho, kto v budúcnosti nebude mať s fyzikou nič spoločné.

Treba si uvedomiť, že nie všetci žiaci vo svojom živote využijú fyzikálne zákony a že nie všetci, ktorých budeme raz učiť sa vydajú na cestu vedy a výskumu. Mali by sme byť učiteľmi, ktorí dajú každému žiakovi do života niečo, čo využije, bez ohľadu na to, čo v budúcnosti bude vykonávať.

Práve prostredníctvom žiakom plánovaného experimentu môžeme dať žiakom priestor samostatne konať a tvorivo myslieť, čo môžu neskôr využiť pri riešení problémov v praxi. Život človeka je totiž cesta plná nástrah, problémov a výziev a to, či budeme v ňom úspešný závisí len a len od toho, ako sa k takýmto situáciám postavíme.

Zoznam použitej literatúry

[1] DEMKANIN, Peter. *Didaktika fyzika*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2015. ISBN: 978-80-223-4274-9.

[2] BRANICKÁ, Evita. *Žiacky plánovací experiment vo vyučovaní fyziky v prostredí počítačom podporovaného prírodovedného laboratória*. Bratislava, 2016. Diplomová práca.

[3] WARESOVÁ, Daniela. *Prírodovedné bádanie vo vyučovaní pojmov teplota a teplo*. Bratislava, 2014. 2. atestačná práca.

[4] ŠTEFANČÍKOVÁ, Iveta. *Experimenty vo vyučovaní fyziky na strednej škole*. Bratislava, 2015. Dostupné na:

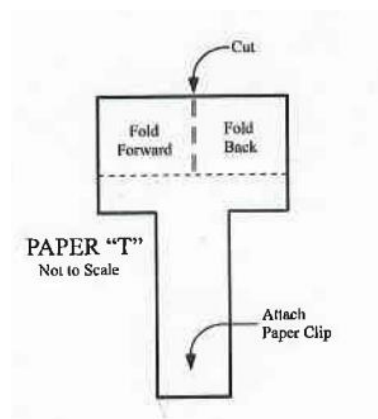
https://mpc-edu.sk/sites/default/files/publikacie/i_stefancinova__experimenty_vo_vyuc_fyziky_na_ss.pdf

Prílohy

Príloha 1: Výber zadaní pre formatívne hodnotenie

Skúmanie papierovej helikoptéry

Po vysvetlení, ako zostrojiť jednoduchú helikoptéru v tvare „T“ s papierovými spinkami na jej základni, bolo žiakom zadané preskúmať niektoré aspekty padajúcej helikoptéry.



Skúmanie skákajúcej loptičky

Študenti dostanú veľkú škatuľu s neroztriedenými gumenými



loptičkami a sú vyzvaní, aby skúmali niektoré fyzikálne aspekty skákajúcej loptičky. Nie sú zadané žiadne premenné. Žiaci už majú za sebou témy mechanika a termika. Majú k dispozícii škatuľu plnú rôznych loptičiek. Žiakom je dostupné všetko štandardné laboratórne vybavenie: stopky, metre, váhy, počítače, a pod.

Skúmanie konzoly

Myšlienka jednoduchej konzoly bola demonštrovaná použitím pravítka a závaží.

Študentom je zadané

skúmať niektoré aspekty konzoly: „Vyšetři jednu fyzikálnu vlastnosť konzoly. Predtým som demonštroval, ako môže byť drevené pravítko pripevnené ku stolu tak, aby sa ohýbalo alebo odchyľovalo ťahaním alebo tlačením naň. Hoci ohyb bol nazvaný výchylkou, nevysvetlil ani nedefinoval som túto výchylku a ani som nenavrhol, ako túto výchylku merať. Môžeme to chápať aj tak, že som naznačil závisle premennú (čo je povolené).“



Skúmanie domino efektu

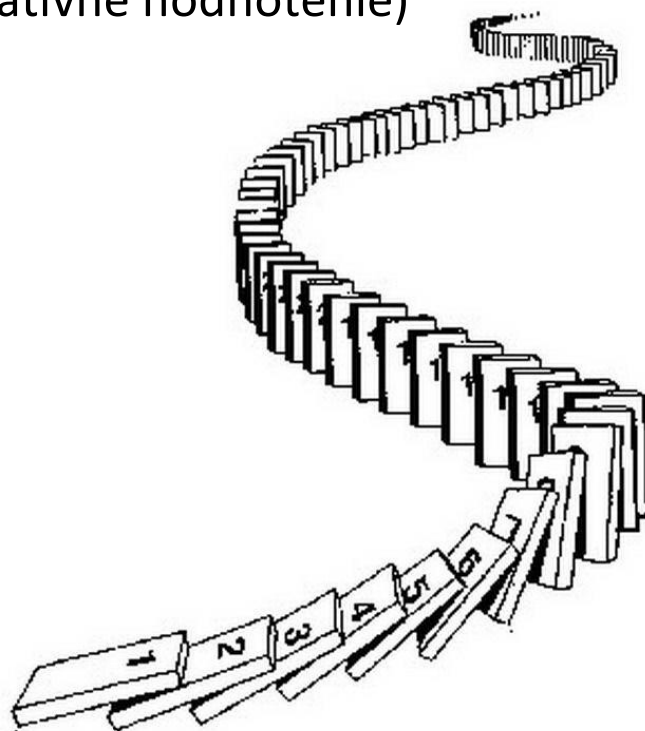


Po ukážke domino

efektu boli študenti vyzvaní skúmať niektoré fyzikálne aspekty rýchlosti pádu domino kociek. Pomôckou bolo „skúmajte rýchlosť pádu domino kociek“. Fráza „rýchlosť pádu“ nebola vysvetlená ale dala sa chápať ako závisle premenná veličina. Študenti by mali definovať túto závisle premennú a navrhnuť a zrealizovať experiment. Mali k dispozícii veľa domino kociek.

Skúmanie domino efektu

Žiakom plánovaný experiment
(formatívne hodnotenie)



Denisa Hučíková
Bratislava, marec 2020

Výskumná otázka:	Ktoré faktory ovplyvňujú rýchlosť pádu domino kociek?
Zamyslenie na úvod:	Rýchlosť pádu domino kociek môže závisieť od rôznych faktorov: od hmotnosti, materiálu a geometrie (dĺžky, šírky a výšky) domino kociek, od vzájomnej vzdialenosti medzi jednotlivými domino kockami a od ich rozmiestnenia v priestore (budú stáť priamo za sebou alebo pôjdu do zákruty, budú položené na rovnej podlahe alebo na naklonenom stole), od počtu domino kociek a samozrejme od prostredia v ktorom budeme pokus demonštrovať (vo vákuu, vnútri, vonku).
Upresnenie výskumnej otázky:	S cieľom zjednodušiť plánovaný experiment som sa rozhodla pozorovať len vzájomnú závislosť medzi rýchlosťou pádu domino kociek a vzdialenosťou medzi jednotlivými kockami. Preto výskumná otázka odteraz znie: Ako závisí rýchlosť pádu domino kociek od vzájomnej vzdialenosti medzi jednotlivými domino kockami?
Hypotéza:	Vychádzam z predstavy, že čím bližšie budú jednotlivé domino kocky pri sebe postavené, tým rýchlejšie sa predchádzajúca domino kocka dotkne resp. zhodí nasledujúcu a odovzdá jej pri tom svoju energiu. Tým pádom domino kocky, ktoré sú postavené bližšie pri sebe padnú rýchlejšie ako domino kocky, ktoré sú postavené ďalej od seba. To znamená, že ak za kratší čas „prejdú“ rovnakú dráhu, tak musia padať rýchlejšie. Z toho vyplýva nasledujúca hypotéza: Rýchlosť pádu domino kociek závisí nepriamo úmerne od vzdialenosti medzi jednotlivými kockami.
Zadefinovanie veličín a počiatočných podmienok:	Pre tento experiment sa stáva nezávislou premennou vzdialenosť medzi domino kockami a závislou premennou čas, za ktorý všetky kocky spadnú. Konštantami sú hmotnosť, materiál, geometria a počet domino kociek. Experiment bude prebiehať vo vnútri (v nejakej miestnosti) pri stálych podmienkach (teplota, tlak vzduchu) a kocky budú vždy usporiadané v priamom rade a položené na vodorovnom povrchu.
Pomôcky:	Na uskutočnenie nasledujúceho experimentu budeme potrebovať: 100 rovnakých domino kociek, pravítko, meter, stopky a rovnú podložku (môže byť aj stôl, parapet, podlaha, ...).
Potrebné vzorce:	vzorec na výpočet priemerného času: $t_p = \frac{t_c}{5} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{5}$ t_p – priemerný čas, t_c – celkový čas, $t_1 \dots t_5$ – jednotlivé časy našich meraní

- vzorec na výpočet rýchlosti:

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

v – rýchlosť, s – celková dĺžka (od prvej až po poslednú kocku),

t_p – priemerný čas pri jednotlivých vzdialenostiach medzi kockami

Postup:

1. Všetkých 100 domino kociek usporiadame na vodorovnej podložke do priameho radu, pričom pravítkom odmeriame vzdialenosť 10 mm medzi každými dvoma kockami a metrom vzdialenosť od prvej až po poslednú domino kocku. Tú zapíšeme aj do pripravenej tabuľky v prílohe.
2. Po zhodení resp. po páde prvej domino kocky spustíme stopky a zastavíme ich ihneď po páde poslednej. Odmeraný čas zapíšeme do pomocnej tabuľky (taktiež v prílohe).
3. Postup 1 a 2 zopakujeme 5-krát s cieľom získať čo najpresnejšie hodnoty. Zo zapísaných údajov vypočítame priemerný čas a zaznačíme ho do hlavnej tabuľky k zodpovedajúcej vzdialenosti medzi kockami.
4. Prvé tri body postupu zopakujeme pre rôzne vzdialenosti medzi každými dvoma domino kockami (postupne 15 mm, 20 mm, 25 mm, 30 mm, 35 mm a 40 mm).
5. Vypočítame rýchlosti pre jednotlivé vzdialenosti, zapíšeme ich do tabuľky a zakreslíme graf závislosti vzdialenosti medzi jednotlivými domino kockami od času.
6. Vyslovíme záver nášho experimentu podložený argumentmi v ktorom potvrdíme alebo vyvrátíme našu hypotézu.

Príloha:

Hlavná tabuľka			
vzdialenosť medzi jednotlivými domino kockami	celková vzdialenosť (od prvej po poslednú domino kocku)	priemerný čas (s)	rýchlosť (mm/s)
10 mm			
15 mm			
20 mm			
25 mm			
30 mm			
35 mm			
40 mm			

Pomocná tabuľka	
číslo merania	odmeraný čas
1	
2	
3	
4	
5	
priemerný čas :	

Príloha 3: Tabuľka hodnotenia prvého zadania

Definovanie problému Dokáže jasne identifikovať problém.	2
Formulovanie hypotéz Vzťahuje hypotézu priamo k skúmanému problému/k skúmanej otázke a vysvetlí ju (kvantitatívne, ak je to vhodné).	2
Výber premenných Stanovuje relevantné sledované veličiny (závisle a nezávisle premenné a konštanty experimentu).	2
Navrhnutie vhodnej aparatury a materiálu Navrhne vhodnú aparaturu a materiál.	2
Navrhnutie metódy zmeny premenných Navrhne realizovateľnú metódu umožňujúcu zmenu premenných.	2
Navrhnutie metódy získavania dát Navrhne metódu, ktorá umožňuje získavanie dostatku relevantných dát.	2



Experiment s RC helikoptérou

Žiakom plánovaný experiment
(sumatívne hodnotenie)

Denisa Hučíková
Bratislava, apríl 2020

Pár slov na úvod:

Ak sa rozhodnete si zaobstarať RC helikoptéru, tak pri výbere budete určite zohľadňovať rôzne technické parametre medzi ktorými nájdete aj dosah signálu. (Infračerveného, rádiového alebo digitálneho závisí od výberu helikoptéry.) Inak povedané, do akej vzdialenosti (či už horizontálnej alebo vertikálnej) bude vaša helikoptéra schopná letieť. Otázkou zostáva, či bude tento údaj pravdivý aj keď zmeníme počiatočné podmienky napr. hmotnosť helikoptéry. Poďme to spolu teda zistiť.

Výskumná otázka:

Ako závisí veľkosť maximálnej výšky do ktorej môže helikoptéra vyletieť od hmotnosti helikoptéry?

Hypotéza:

Ak berieme do úvahy iba vertikálny pohyb helikoptéry (helikoptéra sa pohybuje iba smerom nahor alebo nadol), tak na ňu pôsobia práve dve sily – tiažová smerom nadol a vztlaková smerom nahor. Nato, aby helikoptéra stúpala smerom nahor, musí byť veľkosť vztlakovej sily väčšia ako veľkosť tiažovej sily. Vo všeobecnosti vieme, že veľkosť tiažovej sily závisí priamo úmerne od hmotnosti telesa, a preto sa s pribúdajúcou hmotnosťou helikoptéry bude táto sila zväčšovať. Z toho vyplýva, že ak chceme, aby helikoptéra aj naďalej stúpala smerom nahor, budeme musieť zväčšovať aj vztlakovú silu. Túto silu však nemôžeme zväčšovať do nekonečna. Veľkosť vztlakovej sily totiž závisí od výkonu elektromotora, ktorý zabezpečuje otáčavý pohyb rotora, na ktorom sú upevnené tzv. listy alebo lopatky. Práve rotujúce listy rotora rozrážajú vzduch a tým vytvárajú vztlak, ktorý umožňuje helikoptére stúpať dohora. S postupne zväčšujúcim sa zaťažením helikoptéry budeme aj rýchlejšie dosahovať maximálny výkon elektromotora, čo sa odzrkadlí práve na maximálnej výške do ktorej bude helikoptéra schopná vyletieť. Záverom celej tejto dlhej myšlienky je preto nasledujúca veta:

Veľkosť maximálnej výšky do ktorej môže helikoptéra vyletieť závisí nepriamo úmerne od hmotnosti helikoptéry.

Zadefinovanie veličín a počiatočných podmienok:

Pri tomto experimente bude hrať rolu závislej premennej hmotnosť helikoptéry a nezávislú premennú stvárni veľkosť maximálnej výšky doletu. Ako konštanta bude vystupovať maximálny výkon elektromotora. Experiment sa uskutoční na otvorenom priestranstve napr. na školskom dvore, parkovisku (ideálne prázdnom) alebo lúke za stálych podmienok – teda budeme sa o ne snažiť, hlavne čo sa týka tých poveternostných. Najlepšie by bolo samozrejme bezvetrie a slnečné počasie.

Pomôcky:

RC helikoptéra (na diaľkové ovládanie) s čo najkratším dosahom signálu, aby sme ju v maximálnej výške dovideli a nemuseli zbytočne merať veľké vzdialenosti, dlhá nitka alebo špagát, 10 jednogramových závaží (prípadne aj viac, závisí od hmotnosti helikoptéry – hmotnosť všetkých závaží spolu by mala byť zhruba rovnaká ako hmotnosť helikoptéry) a digitálna váha.

Postup:

1. Na helikoptéru uviažeme dostatočne dlhú nitku príp. špagát, aby sme neskôr pomocou nej mohli potom odmerať maximálnu výšku do ktorej sa našej helikoptére podarilo vyletieť.
2. Helikoptéru aj s nitkou odvážime na digitálnej váhe a nameraný údaj zapíšeme do tabuľky uvedenej nižšie.
3. Teraz, keď je už naša helikoptéra pripravená vzlietnuť ju zapneme a položíme na štartovaciu značku. (Môže to byť napr. kriedou nakreslený krížik alebo nejakou drevenou paličkou označené miesto vzletu.)
4. S helikoptérou začneme stúpať smerom kolmo nahor a po dosiahnutí maximálnej výšky si farebnou fixkou na nitke označíme miesto, v ktorom sa dotýka zeme.
5. Po pristátí helikoptéry na štartovacej značke odmeriame vzdialenosť nitky od helikoptéry až po nami nakreslenú značku. Nameraný údaj zapíšeme do tabuľky.
6. Na helikoptéru budeme postupne pridávať jednogramové závažia a celý postup od bodu č. 2 zopakujeme.

Tabuľka:

Číslo merania	Hmotnosť helikoptéry (g)	Maximálna výška doletu (cm)
0. (bez závažia)		
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
Kritická hmotnosť helikoptéry pri ktorej už nevzlietne:		

Príloha 5: Tabuľka hodnotenia druhého zadania

Definovanie problému Dokáže jasne identifikovať problém.	2
Formulovanie hypotéz Vzťahuje hypotézu priamo k skúmanému problému/k skúmanej otázke a vysvetlí ju (kvantitatívne, ak je to vhodné).	2
Výber premenných Stanovuje relevantné sledované veličiny (závisle a nezávisle premenné a konštanty experimentu).	2
Navrhnutie vhodnej aparatury a materiálu Navrhne vhodnú aparaturu a materiál.	2
Navrhnutie metódy zmeny premenných Navrhne realizovateľnú metódu umožňujúcu zmenu premenných.	2
Navrhnutie metódy získavania dát Navrhne metódu, ktorá umožňuje získavanie dostatku relevantných dát.	1
Osobná zaangažovanosť (iba formatívne)	2