



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Pedagogická fakulta  
Katedra aplikované fyziky a techniky

Bakalářská práce

# Newtonovy zákony v učivu ZŠ

Vypracoval: Fiala Zbyněk  
Vedoucí práce: Kříž Pavel, RNDr. Ph.D.

České Budějovice 2024

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne 11.4.2024

.....

## **Abstrakt**

Předložená bakalářská práce má za cíl analyzovat změny ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda především ve vzdělávacím oboru fyzika v RVP pro základní vzdělání od roku 2005. Dalším cílem této bakalářské práce je analýza obtížnosti učebnicového textu kapitoly o Newtonových pohybových zákonech v učebnicích fyziky pro ZŠ. K tomu se využívala metodika vytvořená J. Průchou a M. Pluskalem. Pro analýzu byly využity učebnice od nejvyužívanějších nakladatelství. Z výsledků bylo dokázáno, že každá učebnice má jinou obtížnost. Z analýzy bylo také zjištěno, že jako nejjednodušší učebnicí, která zároveň popisuje všechny tři Newtonovy pohybové zákony, se jeví učebnice fyziky od nakladatelství SPN vydaná v roce 2015. Mezi nejobtížnější učebnice byly zařazeny učebnice od nakladatelství Prometheus a Tvořivá škola. Dalším cílem je analyzování vývoje obtížnosti daného tématu v učebnicích pro ZŠ od nakladatelství SPN za několik desítek let. Bylo zjištěno, že v daném nakladatelství se obtížnost kapitoly Newtonových pohybových zákonů postupně snižuje, což může znamenat, že školy se čím dál tím více zaměřují na jednoduchost a srozumitelnost, než na obsahovost a odbornost. Posledním cílem bylo vytvoření pracovního listu a k němu odpovídající hodnocení pro zmonitorování znalostí a aplikace Newtonových pohybových zákonů žáky základních škol. Pracovní list byl vytvořen a využit pro testovací monitorování znalostí žáků dvou paralelních tříd ZŠ, z něhož byly analyzovány nejčastější chyby, kterých se žáci dopouštěli.

## **Klíčová slova**

Newtonovy pohybové zákony, rámcový vzdělávací program, obtížnost učebnicového textu, obtížnost Newtonových zákonů, pracovní list.

## **Abstract**

The submitted bachelor's thesis aims to analyze changes in the educational field of "Human and Nature," primarily focusing on the educational domain of physics in the Framework Educational Program (RVP) for primary education since 2005. Another goal of this bachelor's thesis is to analyze the difficulty of textbook content in the chapter on Newton's laws of motion in physics textbooks for primary schools. The methodology developed by J. Průcha and M. Pluskal was utilized for this purpose. Textbooks from the most commonly used publishers were employed for the analysis. The results demonstrated that each textbook exhibits different levels of difficulty. It was also found from the analysis that the physics textbook published by SPN in 2015 appears to be the simplest textbook describing all three of Newton's laws of motion simultaneously. Textbooks from Prometheus and Tvořivá škola publishers were identified as the most difficult ones. Another objective is to analyze the evolution of the difficulty of this topic in textbooks for primary schools published by SPN over several decades. It was observed that the difficulty of the chapter on Newton's laws of motion gradually decreases in this publishing house, suggesting that schools are increasingly prioritizing simplicity and comprehensibility over content richness and expertise. The final aim was to create a worksheet and corresponding assessment for monitoring the knowledge and application of Newton's laws of motion by elementary school students. The worksheet was developed and utilized for testing the knowledge of students from two parallel classes. The most common mistakes made by students were then analyzed from the test results.

## **Keywords**

Newton's laws of motion, Framework Educational Program, difficulty of textbook content, difficulty of Newton's laws, worksheet.

## **Poděkování**

Děkuji panu RNDr. Pavlu Křížovi, Ph.D. za odborné vedení, pomoc a cenné rady, které mi poskytl při vypracovávání této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat učitelům a žákům ZŠ J. A. Komenského Blatná za spolupráci při vytváření a vyplnění pracovního listu.

# Obsah

1	Úvod	7
2	RVP	9
3	Newtonovy pohybové zákony	12
3.1	První Newtonův zákon	12
3.2	Druhý Newtonův zákon	13
3.3	Třetí Newtonův zákon	14
4	Obtížnost učebnic	16
4.1	Veličiny obtížnosti učebnicového textu	16
4.2	Výběr učebnic pro analýzu	17
4.3	Postup analýzy	18
4.4	Výsledky	21
4.4.1	Porovnání různých nakladatelství	21
4.4.2	Nakladatelství SPN v průběhu času	22
4.5	Diskuse	24
4.5.1	Porovnání různých nakladatelství	24
4.5.2	Nakladatelství SPN v průběhu času	27
5	Pracovní list	30
5.1	Vytvoření a hodnocení	30
5.2	Pracovní list	33
5.3	Vyplnění pracovního listu	35
6	Závěr	38

# 1 Úvod

Na přelomu tisíciletí přišlo školsví v ČR s poměrně výraznými změnami. Jednou z nich byl odklon od centrálně nastavených učebních osnov a byly vytvořeny kurikulární dokumenty na úrovni státní a školské. V roce 2004 Poslanecká sněmovna Parlamentu ČR schválila zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání, tzv. školský zákon. V tomto zákoně byly zakotveny rámcové vzdělávací programy (RVP) pro různé typy a stupně škol, jakožto základní státní kurikulární dokumenty. Na základě těchto dokumentů mají školy povinnost vytvářet vlastní školní vzdělávací programy (ŠVP). [1]

První rámcový vzdělávací program pro základní vzdělání (RVP ZV) byl vydán v roce 2005. Od tohoto roku byl RVP ZV upravován a zdokonalován. Některé změny se promítaly i do oblasti Člověk a příroda, do které je také zařazen i vzdělávací obor fyzika. V roce 2021 proběhly velké změny v RVP ZV, které velmi zasáhly i obor fyziky. Jedním z těchto změn bylo vyřazení Newtonových pohybových zákonů a s nimi spojené očekávané výstupy ze základního učiva. Tudiž se od roku 2021 nemusí Newtonovy pohybové zákony vyučovat na základních školách. Ovšem tyto zákony jsou velmi důležité pro správné pochopení další látky spojené s pohyby a silami. Tyto oblasti zůstaly zakotveny v RVP ZV, a proto dochází k nedostatečnému pochopení navazující látky žáky. [2, 3]

V souvislosti se změnami v RVP ZV mají školy zájem po kvalitních učebních textech, které by byly vhodné pro samostudium žáků. Díky tomu se žáci mohou setkat i s látkou, která se již nemusí na ZŠ vyučovat. Jednou z variant je využití učebnic fyziky pro ZŠ. V současnosti se využívá spousta učebnic od různých nakladatelství a autorů. Díky tomu se v knihách žáci setkávají s různým obsahem a formulacemi. Každá učebnice má tudiž různou obtížnost, jenž ovlivňuje znalosti žáků.

Předložená bakalářská práce má za cíl analyzovat obtížnost učebnicového textu kapitoly Newtonových pohybových zákonů v několika učebnicích pro ZŠ, které byly schváleny MŠMT a získaly schvalovací doložku. Bude zde také analyzován učebnicový text Newtonových pohybových zákonů v několika učebnicích od nakladatelství SPN, s cílem zjistit, jak probíhal vývoj obtížnosti učebnicového textu v tomto nakladatelství v průběhu několika desítek let. Pro školy a žáky je velmi podstatné vědět, která učebnice

patří mezi jednodušší a která mezi složitější. S klesající čtenářskou gramotností žáků ZŠ, se školy snaží nacházet právě jednodušší učebnice pro lepší pochopení daných látek žáky. Navíc pro zmonitorování znalostí žáků bude vytvořen pracovní list na Newtonovy pohybové zákony pro ZŠ, který bude zadán k vypracování. Bude analyzována úspěšnost žáků a nejčastější chyby, kterých se dopouštěli.



## 2 RVP

V roce 2004 schválilo ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy první RVP v ČR. V průběhu let dochází k občasným revizím RVP, tak aby reagoval na aktuální změny ve společnosti a její potřeby na vzdělávání. Pro analýzu vývoje RVP byly použity příslušné dokumenty z let 2005 [2], 2007 [4], 2013 [5] a 2021 [3].

RVP obsahuje několik vzdělávacích oblastí, jedním z nich je Člověk a příroda. Tato vzdělávací oblast se dále dělí na předměty fyzika, chemie, přírodopis a zeměpis. V žádném z RVP ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda se na první stupeň základních škol nevyčlenil žádný počet minimálních časových dotací pro výuku. V RVP z roku 2005 je na vzdělávací oblast Člověk a příroda vyčleněno 22 minimálních časových dotací pro druhý stupeň základních škol, tedy od šesté do deváté třídy. V RVP z roku 2007 a 2013 byl rozhodnuto, že této vzdělávací oblasti se vyčlení pouze 21 minimálních časových dotací pro výuku na druhý stupeň. Zásadní změny RVP vyšly v roce 2021, kdy se každé ze vzdělávacích oblastí Člověk a jeho svět, Člověk a společnost, Člověk a příroda, umění a kultura ubrala jedna minimální časová dotace. Díky těmto změnám vznikl prostor pro přidání těchto časových dotací vzdělávací oblasti Informatika. Tudíž od roku 2021 má vzdělávací oblast Člověk a příroda 20 minimálních časových dotací. [2-5]

Součástí RVP je vzdělávací obsah fyziky a její očekávané výstupy. V RVP se tato část dělí na sedm základních kategorií vzdělávacího obsahu. Mezi ně patří látky a tělesa, pohyb těles a síly, mechanické vlastnosti tekutin, energie, zvukové děje, elektromagnetické a světelné děje a vesmír. [2-5]

Očekávané výstupy a učivo k předmětu fyzika se v RVP z roku 2005, 2007 a 2013 neliší. Zásadní změny přišly s příchodem RVP v roce 2021. V části pohyb těles a síly byly vyřazeny očekávané výstupy: žák změří velikost působící síly, žák využívá Newtonovy zákony pro objasnění či předvídání změn pohybu těles při působení stálé výsledné síly v jednoduchých situacích a žák aplikuje poznatky o otáčivých účincích síly při řešení praktických problémů. Naopak byl přidán očekávaný výstup: žák určí v konkrétní jednoduché situaci druhy sil působících na těleso, jejich velikosti, směry a výslednici. Z učiva tudíž byly odebrány Newtonovy pohybové zákony, rovnováha na páce a pevné kladce. [2-5]

Z části mechanické vlastnosti tekutin byl odebrán očekávaný výstup: žák předpoví z analýzy sil působících na těleso v klidné tekutině chování tělesa v ní. [2-5]

Velká změna proběhla v kapitole energie, z níž byly odebrány všechny výstupy, tedy: žák určí v jednoduchých případech práci vykonanou silou a z ní určí změnu energie tělesa, žák využívá poznatky o vzájemných přeměnách různých forem energie a jejich přenosu při řešení konkrétních problémů, úloh a žák určí v jednoduchých případech teplo přijaté či odevzdané tělesem. Naopak byly nahrazeny výstupy: žák využívá s porozuměním vztah mezi výkonem, vykonanou prací a časem, žák zhodnotí výhody a nevýhody využívání různých energetických zdrojů z hlediska vlivu na životní prostředí. Učivo ovšem zůstalo téměř stejné jako v RVP z roku 2013. Jedinou změnou proběhla přeměna skupenství, kde byla odebrána část zabývající se skupenským teplem tání. [2-5]

Další změny proběhly v očekávaných výstupech kapitoly elektromagnetické a světelné děje. Opět i zde byly odebrány očekávané výstupy: žák využívá Ohmův zákon pro část obvodu při řešení praktických problémů a zapojí správně polovodičovou diodu. Místo těchto odebraných očekávaných výstupů byly přidány nové: žák využívá prakticky poznatky o působení magnetického pole na magnet a cívku s proudem a o vlivu změny magnetického pole v okolí cívky na vznik indukovaného napětí v ní, žák využívá zákon o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákon odrazu světla při řešení problémů a úloh a rozhodne ze znalosti rychlostí světla ve dvou různých prostředích, zda se světlo bude lámat ke kolmici, či od kolmice a využívá této skutečnosti při analýze průchodu světla čočkami. [2-5]

V očekávaných výstupech v kapitole vesmír byl odebrán výstup: žák odliší hvězdu od planety na základě jejich vlastností. Také z učiva byla odebrána část zabývající se hvězdami a jejich složením. [2-5]

V roce 2021 byly z RVP odebrány Newtonovy pohybové zákony, jak bylo zmíněno výše. To znamená, že na některých základních školách se nemusí s těmito zákony žáci setkat. Ovšem bez těchto zákonů může dojít k nepochopení další látky. Všechny očekávané výstupy v RVP z roku 2021 v oblasti pohyb těles a síla se odkazují na znalost vzorce pro sílu, který je  $F = m \cdot a$ . Tento vzorec vyplývá z druhého Newtonova pohybového zákona neboli zákona síly. Ovšem učivo jako je pohyb těles, gravitační síla, tlaková síla, třecí síla a téma o výslednicích dvou sil stejného a opačného směru zůstaly v RVP z roku 2021 nezměněny, veškeré toto učivo vyplývá opět z Newtonových

pohybových zákonů. A žáci si nemusí toto učivo s ničím propojit. Může zde vzniknout také problém, jelikož žáci mohou sčítat i některé opačné síly, které sčítat nesmějí. Například působí-li člověk nějakou silou na zeď a zeď působí na daného člověka, není výslednice těchto sil nulová. Tento fakt opět vychází z Newtonových pohybových zákonů, přesněji ze zákona akce a reakce. [3]

Dalším problémem je také odebrání učiva o rovnováze na páce a kladkách. S těmito jednoduchými stroji se žáci setkávají každodenně a opět jejich princip vychází z Newtonových pohybových zákonů. Také stojí za zmínku, že někteří žáci ukončují své studium po základní škole, a tudíž se nadále ve svém životě nemusí setkat s principem fungování pák a kladek, které se využívají na každém kroku. Ovšem díky odebrání tohoto učiva ze základních škol se přidalo učivo na gymnázia a střední odborné školy, kterým se přidalo další učivo pro výuku, a tedy i zmenšení času pro další učivo. Některé odborné školy ovšem nemají ve svém rozvrhu zařazeny hodiny fyziky a opět se zde žáci s Newtonovými pohybovými zákony nemusí setkat. [3]

### 3 Newtonovy pohybové zákony

Newton své pohybové zákony spolu s gravitačním zákonem vydal v roce 1687 v knize *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (dále „Principia“). Dnes tyto tři zákony nazýváme spíše jako: zákon setrvačnosti, zákon síly a zákon akce a reakce. Ovšem Isaac Newton je v knize *Principia* uvádí jako axiomy Lex I, II, III. Ke každému z těchto axiomů doplňuje komentář, který vysvětluje axiom a novou terminologii. [6]

Třem axiomům předchází 8 definic (Definitio I – VIII). První definice stanovuje hmotnost, kterou Newton označuje jako velikost hmoty a jako součin hustoty a objemu. Definitio II zavádí velikost pohybu, tedy hybnost, jako součin rychlosti a hmotnosti. Třetí definice po přeložení z latiny zní: „Inherentní síla hmoty je schopnost odporu, jíž každé těleso, pokud je jen na něm, setrvává ve svém stavu klidu nebo rovnoměrného směrného pohybu“ [6]. Inherentní silou hmoty Newton rozumí setrvačnost. Tato definice se dosti přibližuje konečné verzi Newtonova axiomu Lex I. Definitio IV zní: „Působící síla je akce zaměřená na těleso, aby změnilo svůj stav klidu nebo rovnoměrného směrného pohybu“ [6]. Nakonec Definitio V až VIII se zabývají dostředivým zrychlením a dostředivou silou. [6]

Vzhledem k tomu, že kniha byla psána přibližně před 300 lety a v latině, dochází k několika nepřesným interpretacím těchto zákonů. Ty mají na základních, středních a vysokých školách dopad na výuku fyziky kvůli neúplné, zavádějící a špatné interpretaci. Žáci Newtonovy axiomy chápou spíše jako poučky, které si musí slovo od slova zapamatovat, ale není zde hlubší porozumění. Na pochopení těchto zákonů stojí základní pilíře mechaniky a dynamiky. [7]

#### 3.1 První Newtonův zákon

Isaac Newton z četných pokusů a pozorování vyslovil svůj první pohybový zákon. Tento zákon se označoval jako axiom Lex I. Samotná formulace zákona procházela také vlastním vývojem od roku 1664 do 1684. Nakonec Isaac Newton se dopracoval k deváté verzi tohoto zákona, který byl vydán v latině a zní: „Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus illud a viribus impressis cogitur statum illum mutare“ [6]. Doslovný překlad tohoto zákona zní: „Každé těleso setrvává ve svém stavu klidu nebo rovnoměrného směrného pohybu, pokud není

působícími silami nuceno onen stav měnit“ [6]. Newton označuje direkční pohyby za nejjednodušší translační a rotační pohyby. Mezi tyto pohyby se řadí translační pohyb po přímce (přímočarý pohyb hmotného bodu, resp. středu hmotnosti tělesa), rotační pohyb kolem pevné osy, superpozice translačního a rotačního pohybu, kdy osa rotace nemění svou orientaci v prostoru a pohybuje se přímočaře. [6]

K tomuto axiomu Newton připsal komentář v latině. Překlad tohoto komentáře zní takto: „Projektily setrvávají ve svých pohybech až na zpomalování odporem prostředí a pokles k zemi účinkem gravitační síly. Kolo, jehož části strhávají jedna druhou z přímočarých pohybů následkem trvalé vzájemné vazby, neochabuje v otáčení, dokud je prostředí nezpomalí. Větší pak tělesa planet a komet zachovávají své pohyby jak posuvné, tak otáčivé, probíhající v prostorách kladoucích menší odpor, déle“ [6]. [6]

Dnes se tento zákon formuluje do několika verzí a také dochází ke zjednodušování formulace i pro výuku na základních a středních školách. Tento zákon dnes označujeme jako zákon setrvačnosti a formuluje se takto: „Každé izolované těleso setrvává v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu, pokud není nuceno silovým působením jiných těles svůj pohybový stav změnit“ [8]. Pro každé izolované těleso, které je v klidu nebo v rovnoměrném přímočarém pohybu platí, že jeho rychlost nabývá v jakémkoli bodě pohybu konstantní hodnoty, tedy i nulové hodnoty. Tudíž musí platit, že jeho zrychlení je nulové. Tento zákon ukazuje na vlastnost všech těles, a to na setrvačnost. Setrvačnost těles v klidu se projevuje, pokud se těleso snaží uvést do pohybu a setrvačnost tělesa v pohybu se projevuje, pokud se mění směr pohybu tělesa nebo velikost jeho rychlosti. [8]

## 3.2 Druhý Newtonův zákon

Druhý Newtonův zákon, který Isaac Newton označoval jako axiom Lex II, byl zapsán v latině: „Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae & sieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimatur“ [6]. Doslovný překlad do češtiny zní: „Změna hybnosti je úměrná působící hybné síle a děje se podél přímky, v níž ona síla působí“ [6]. U tohoto axiomu opět stejně jako u axiomu prvního Newton doprovází důležitým komentářem: „Jestliže nějaká síla vyvolává určitou změnu hybnosti, síla dvojnásobná vyvolává změnu dvojnásobnou, síla trojnásobná změnu trojnásobnou, ať již zapůsobí naráz, anebo působí krok za krokem. A tato změna hybnosti (protože má stejný směr jako

síla, která ji vyvolává), jestliže se těleso předtím pohybovalo, se k jeho hybnosti buď souhlasného směru přičte, nebo se od protisměrně orientované odečte, anebo se ke kose orientované hybnosti kose připojí a složí se s ní“ [6]. [6]

K tomuto axiomu se také úzce vztahuje šest takzvaných Corollarií, které charakterizují důsledky druhého axiomu. [6]

Druhý Newtonův pohybový zákon, dnes také označován jako zákon síly, se dnes formuluje takto: „Velikost zrychlení tělesa je přímo úměrná velikosti výslednice sil působících na těleso a nepřímo úměrná hmotnosti tělesa a směr zrychlení je shodný se směrem výslednice sil.“ [8]. Jak si lze všimnout, tak tento zákon se nepřibližuje ke znění Newtonova axiomu Lex II. Druhý Newtonův zákon, jak ho známe dnes a jak se učí na základní škole, je spíše matematickým vyjádřením, které vyplývá z Newtonova axiomu. Dnes si studenti spíše pamatují matematické znění tohoto zákona:

$$\mathbf{a} = \frac{\mathbf{F}}{m}. \quad (1)$$

Po úpravě této rovnice lze získat pohybovou rovnici:

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}. \quad (2)$$

Tato rovnice umožňuje určit závislost pohybu hmotného bodu za působení vnějších sil. Z tohoto tvaru lze také vyjádřit jednotku síly, která je  $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$ . Ovšem dnes tato jednotka nese název newton (N). Druhý pohybový zákon umožňuje také dynamické měření hmotnosti tělesa, tedy měření hmotnosti pomocí pohybových účinků síly na těleso ze vztahu:

$$m = \frac{F}{a}. \quad (3)$$

Tato metoda lze například uplatnit při měření hmotnosti elementárních částic v atomové či jaderné fyzice a měření hmotnosti hvězd. [8]

### 3.3 Třetí Newtonův zákon

Třetí Newtonův pohybový zákony vychází z Newtonova axiomu Lex III. Tento axiom byl také nazýván zákonem interakce. Tento zákon byl opět zapsán v latině: „Actioni contrariam semper & æqualem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse æquales & in partes contrarias dirigi“ [6]. Doslovný překlad do češtiny zní: „Akci je reakce vždy protisměrná a je stejně velká jako ona: neboli působení dvou těles na sebe navzájem jsou vždy stejně velká a směřují na opačné strany“ [6]. [6]

Newton opět k tomuto zákonu připsal komentář, který vysvětluje pochopení tohoto zákona. Snaží se zde podrobněji vysvětlit terminologii, kterou tento zákon obsahuje. Celý komentář po doslovném přeložení z latiny do češtiny zní: „Cokoli tlačí nebo táhne něco druhého, je právě tolik tlačeno nebo taženo jím. Tlačí-li kdo prstem na kámen, je tlačěn i jeho prst kamenem. Táhne-li kůň kámen přivázaný na lano, rovněž i kůň je tažen zpět (abych tak řekl) stejnou měrou ke kameni; neboť lano napnuté na jedné i druhé straně ve snaze zbavit se tam napětí bude přitahovat koně ke kameni a také kámen ke koni; a tak mnoho zadržuje postup vpřed jednoho, jak mnoho napomáhá k postupu vpřed druhého. Jestliže nějaké těleso narážející na jiné těleso jeho pohyb svou silou jakkoli změní, dozná zase i ono samo u vlastního pohybu díky síle druhého touž změnu v opačném směru (pro rovnost obojího vzájemného tlaku). Těmito akcemi dochází ke stejným změnám, nikoli rychlostí, ale hybností, ovšem jen u těles neovlivněných odjinud. Změny rychlostí, nastalé rovněž v opačných směrech, protože hybnosti se mění stejně, jsou nepřímo úměrné hmotnostem. Tento zákon platí i u přitažlivosti, jak bude dokázáno v nejbližším Scholiu“ [6]. [6]

Třetí Newtonův pohybový zákon se dnes formuluje takto: „Síly, kterými na sebe působí dvě tělesa, jsou stejně velké, navzájem opačného směru, současně vznikají a zanikají a každá z nich působí na jiné těleso“ [8]. Jedna z těchto sil se nazývá akce a druhá síla reakce. Tudíž lze tento zákon také formulovat ve tvaru: „Každá akce vyvolává stejně velkou reakci opačného směru“ [8]. Proto se tento zákon nazývá zákonem akce a reakce nebo také zákonem vzájemného působení dvou těles. Nerozhoduje se zde, která síla je akcí a reakcí. Důležité je, že obě tyto síly působí na jiné těleso, tudíž se nemůžou navzájem vyrušit. Pohybový účinek dvou těles je stejný pouze v případech, kdy mají obě tělesa stejnou hmotnost. [8]

## 4 Obtížnost učebnic

Jak již bylo zmíněno, existuje mnoho formulací Newtonových pohybových zákonů. U každého z těchto zákonů je důležité jejich vysvětlení pro jejich správné pochopení. V učebnicích pro ZŠ je znění a vysvětlení Newtonových pohybových zákonů obzvláště důležité. Při správné formulaci výkladu žáci snáze a lépe pochopí tyto zákony a dokážou je v pozdějším učivu a životě aplikovat. V učebnicích fyziky pro ZŠ je tento výklad od různých autorů odlišný, a proto byla hodnocena obtížnost učebnicového textu zabývajícího se Newtonovými pohybovými zákony.

### 4.1 Veličiny obtížnosti učebnicového textu

Tato práce vyhodnocuje obtížnost některých učebnicových textů v kapitole Newtonových pohybových zákonů. K vyhodnocování využívá základy výzkumu německé psycholožky K. Nestler, která využívala k vyhodnocování obtížnosti textu celkovou míru obtížnosti. Pro české učebnice tuto celkovou obtížnost upravil J. Průcha. Celková obtížnost textu  $T$  je dána součtem syntaktické  $T_s$  a pojmové obtížnosti  $T_p$ . Platí tedy [9]:

$$T = T_s + T_p. \quad (4)$$

Syntaktická obtížnost  $T_s$  je složitost vět a souvětí a platí:

$$T_s = \frac{N^2}{U \cdot V}. \quad (5)$$

Využívá se zde celkový počet slov v textu  $N$ , počet veškerých sloves v určitém tvaru  $U$  a součet všech vět  $V$ . [10]

Pojmová obtížnost  $T_p$  byla vyhodnocována jako suma běžných pojmů  $P_1$ , odborných  $P_2$  a faktografických  $P_3$  mezi všemi podstatnými jmény v textu  $P$  ku počtu všech slov  $N$ . Platilo tedy:

$$T_p = 100 \cdot \frac{P}{N} \cdot \frac{P_1 + P_2 + P_3}{N}. \quad (6)$$

Toto vyhodnocování využíval i J. Průcha. Ovšem tato hodnota byla později upravena M. Pluskalem, který vycházel z předpokladu, že žáci si lépe osvojují odborný pojem než pojem faktografický. Lépe si pamatují již opakované pojmy. Proto některým pojmům ve své pojmové obtížnosti přikládá určitou váhu, která má za cíl lepší zpřesnění obtížnosti učebnicového textu. Pojmová obtížnost tedy byla rozdělena na součet pojmů běžných  $P_1$ , odborných  $P_2$ , faktografických  $P_3$ , numerických  $P_4$  a opakovaných  $P_5$ . Platí:



$$T_P = 100 \cdot \frac{P}{N} \cdot \frac{P_1 + 3P_2 + 2P_3 + 2P_4 + P_5}{N}. \quad (7)$$

Mezi běžné pojmy se řadí podstatná jména, se kterými se žáci již setkali. Odborné pojmy jsou termíny daného oboru. Do pojmů faktografických patří konkrétní jevy a věci (např. vlastní jména, zkratky a značky). Numerické neboli číselné pojmy, jsou veškerá čísla v textu mimo číslování stran, tabulek a obrázků. Pojmy opakované jsou podstatná jména, která již byla v textu použita vícekrát. [10, 11]

Pro další obtížnost učebnic se využívají koeficienty hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov  $i$ , koeficienty hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen  $h$  a průměrná délka vět  $V_{\text{prům}}$ . Pro koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov platí:

$$i = 100 \cdot \frac{P_2 + P_3 + P_4}{N}. \quad (8)$$

Pro koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen platí:

$$h = 100 \cdot \frac{P_2 + P_3 + P_4}{P}. \quad (9)$$

Do výpočtů se nezařazují pojmy opakující  $P_5$ , jelikož se do jisté míry předpokládá, že při opakování odborných, faktografických a numerických dochází ke zmenšení myšlenkové náročnosti. Oba tyto koeficienty vychází v procentech. Pro průměrnou délku vět platí:

$$V_{\text{prům}} = \frac{N}{V}. \quad (10)$$

Tento poměr udává počet slov, které průměrně připadají na jednu větu. [11]

## 4.2 Výběr učebnic pro analýzu

Pro hodnocení učebnicového textu kapitoly Newtonových pohybových zákonů byly využity učebnice fyziky pro 7. ročník základních škol: Taktik [12], SPN (2015) [13], Fraus [14], Tvořivá škola [15], Prodos [16], Prometheus [17]. Učebnici od nakladatelství SPN vydané v roce 2015 skončila doložka v roce 2019 a v témže roce jí byla prodloužena až do roku 2025. Na učebnici od nakladatelství Fraus spolupracoval kolektiv obecné fyziky Fakulty pedagogické ZČU v Plzni. V této práci se využívala kniha 1. vydání. Toto vydání mělo platnou doložku MŠMT v rocích 2005-2011, 2011-2017, 2017-2023. Byla také využita učebnice fyziky pro 7. ročník ZŠ od nakladatelství Tvořivá škola. Tato učebnice získala doložku v roce 2010-2016, 2016-2022. Dále dostala doložku až kniha pro 8. a 9. ročník. Dále se k hodnocení obtížnosti učebnicového textu využila učebnice

Fyzika-II 1. díl od nakladatelství Prodos. Tato kniha měla doložku MŠMT v letech 2006-2012, 2012-2018, 2018-2024. V práci bylo také využito 1. vydání učebnice fyziky pro 7. ročník od nakladatelství Prometheus. Učebnice byla připravena ve spolupráci s Jednotou českých matematiků a fyziků. Učebnice měla doložku v roce 1998-2006, 2006-2012. Ovšem v roce 2012 došlo k úpravě této knihy, a tedy k vytvoření 2. vydání. Dále se do hodnocení zařadila učebnice od nakladatelství Kvarta [18], což je učebnice, která byla vytvořena pro výuku v sedmém a osmém ročníku základních škol a doložku od MŠMT dostala v roce 1993. [19]

V druhé části se hodnotí vývoj učebnicového textu v kapitole Newtonových pohybových zákonů v nakladatelství SPN. Pro hodnocení byly využity učebnice vydaných v roce: 2015 [13], 2000 [20], 1991 [21], 1982 [22] a 1976 [23]. Učebnice z roku 2015 byla využita již v předchozí části. Učebnice z roku 2000 byla vytvořena pro výuku 6. ročníku ZŠ. Tuto učebnici především zpracovali PaedDr. František Jáchim a PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D. Tito autoři ovšem zpracovali i knihu z roku 2015. Bylo pozorováno, že kapitoly Newtonových pohybových zákonů v obou učebnicích jsou téměř shodné. Učebnice z let 1991 a 1982 byly vytvořeny pro výuku 7. třídy ZŠ a kolektiv autorů, který vytvářel tyto knihy je téměř shodný. Ovšem kapitola Newtonových zákonů, kterou tyto knihy obsahují, shodná není. Poslední učebnice, která byla hodnocena, je učebnice z roku 1976 a byla vytvořena pro výuku 8. ročníku ZŠ.

### 4.3 Postup analýzy

Z vybraných učebnic byla vybrána kapitola zabývající se Newtonovými pohybovými zákony. Z kapitoly byl analyzován čistý text, který se zabýval pouze danými zákony (nadpisy, vysvětlivky, zadání úkolů a jejich vyhodnocení, popisky obrázků, tabulek a jejich data nebyly započítávány). [24]

V rámci metodologie je zde ukázka textu z učebnice od nakladatelství SPN z roku 1976. Byla přepsána celá stránka 15, kromě nadpisu, který se v rámci analýzy nehodnotí. Součástí je také tabulka 1, která vysvětluje značení metodologie na této ukázce.

Ze **zkušenosti** víme, že žádné **těleso** se samo od sebe nedostane z **klidu** do **pohybu**. Poznali jsme, že **těleso** může být vedeno z **klidu** do **pohybu** jen **působením** jiného **tělesa**.

Každé **těleso** setrvává v **klidu**, pokud není **silovým působením** jiných **těles** vedeno do **pohybu**. Tato **vlastnost** se nazývá **setrvačnost**.

**Koule** vedená **nárazem** **ruky** do **pohybu** po vodorovné **desce** **stolu** setrvává v **pohybu** ve **směru** **nárazu**, i když **ruka** již na ni nepůsobí.

Přestane-li na **těleso** působit **síla**, která je vedla do **pohybu**, **těleso** se nezastaví, ale setrvává v **pohybu**. I v tomto případě se uplatňuje **setrvačnost** **tělesa**.

V **čl. 8** jsme poznali, že **rychlost** nebo **směr** **pohybu** **tělesa** se mohou měnit jen **působením** jiného **tělesa**. Kdybychom dovedli odstranit **silové působení** všech **těles** na pohybující se **těleso**, nemohla by se měnit ani jeho **rychlost**, ani **směr** **pohybu**. Proto by se **těleso** pohybovalo **rovnoměrným přímočarým pohybem**.

Oba **výsledky** shrnuje **zákon setrvačnosti**: **Těleso** setrvává v **klidu** nebo v **rovnoměrném přímočarém pohybu**, dokud na ně nepůsobí **silou** jiné **těleso**.

Tento **zákon** vyslovil anglický **učenec** **Isaac Newton** (vyslov **hůtn**) (1643-1727). **Newton** patří mezi největší **fyziky** a **matematiky** ve světových **dějinách** **vědy**. **Zákon setrvačnosti** je prvním z jeho **pohybových zákonů**.

**Setrvačnost** jako obecnou základní **vlastnost** **těles** znal již italský **fyzik** a **astronom** **Galileo Galilei** (1564-1642). **Galileo** dovedl poprvé plánovitě využít **fyzikálních pokusů** k vědeckému **bádání** a stal se tak **zakladatelem** vědecké **pokusné fyziky**.

**Obrázek 1:** Ukázka textu a metodologie z učebnice SPN (1976)

**Tabulka 1:** Vysvětlení značení v ukázce

Název kategorie	Značka kategorie	Příklad a značení v textu
Běžné a opakované pojmy	$P_1+P_5$	<b>Těleso</b>
Odborné pojmy	$P_2$	<b>Setrvačnost</b>
Faktografické a numerické pojmy	$P_3+P_4$	<b>Galilei</b>
Slovesa v každém tvaru	$U$	<u>Vyslovil</u>

V textu byl spočítán celkový počet vět  $V$  (začínajících velkým písmenem a končících tečkou či jiným grafickým znakem, který ji zastupuje) a počet všech sloves  $U$ . Mezi tato slovesa se řadí i infinitivy. V textu, který je zde zmíněn jako ukázka metodologie, je

celkem 16 vět. Slovesa jsou v něm podtržena rovnou čarou a je jich 41. Nakonec byla spočítána všechna slova daného textu  $N$ . Pokud v textu byla značka či jednotka fyzikální veličiny, tak byly také brány jako jednotlivá slova. V daném úseku je tudíž 229 slov. [24]

Dále byla z textu vybrána všechna podstatná jména  $P$ , která byla rozdělena do tří různých kategorií. Do první kategorie byly brány odborné pojmy  $P_2$ . Byla to slova, s kterými se žáci pravděpodobně v této části setkají poprvé. Do druhé kategorie byly zařazeny pojmy faktografické  $P_3$  a numerické  $P_4$ . Do faktografických a numerických pojmů patří místopisné údaje, vlastní jména, symboly, letopočty a hodnoty fyzikálních veličin. Do poslední kategorie byly zařazeny pojmy běžné  $P_1$  a pojmy opakované  $P_5$ , což byla všechna podstatná jména, která se v textu již jednou vyskytla nebo se s nimi žáci už pravděpodobně dříve setkali. Často zde panovala problematika komplexních pojmů, což jsou pojmy složené ze dvou podstatných jmen a také zde byl problém s rozdělením pojmů do určených kategorií, jelikož se zde velmi projevuje individuální chápání pojmů. [24]

V ukázce jsou odborné pojmy  $P_2$  zobrazeny modrým zvýrazněním. Faktografické  $P_3$  a numerické  $P_4$  jsou v textu zvýrazněny zelenou barvou. V ukázce bylo takto zvýrazněno 5 odborných pojmů a z kategorie faktografických a numerických pojmů 9. Ve zmíněném úryvku je i ukázka komplexního pojmu, což je pojem: „zákon setrvačnosti“. V rámci metodologie bylo rozhodnuto, že tento pojem se započítává jako jeden a pracuje se s ním jako s jedním podstatným jménem. Totéž by platilo i u zbývajících zákonů. Pokud se zde některý z pojmů odborných, faktografických nebo numerických opakuje, zařazuje se jeho kopie do další kategorie. Příkladem jsou například pojmy: „silové působení a Newton“. Tato kategorie obsahuje pojmy běžné  $P_1$  a pojmy opakované  $P_5$ . V textu jsou tyto pojmy zvýrazněny červeně a je jich 70.

Poslední částí analýzy bylo převedení těchto hodnot do elektrické podoby a byla z nich vypočítána syntaktická obtížnost  $T_s$  a pojmová obtížnost  $T_p$  pomocí vzorců (5 a 6). Součtem těchto hodnot byla vypočítána celková obtížnost  $T$ . Nakonec byl vypočítán koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov  $i$ , koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen  $h$  a průměrná délka věty  $V_{\text{prům}}$  pomocí vzorců (8-10). [24]

## 4.4 Výsledky

V následujících tabulkách 2 až 7 a obrázcích 2 a 3 jsou přehledně zobrazeny výsledky získané analýzou kapitol Newtonových pohybových zákonů jednotlivých učebnic. V tabulkách 2 a 5 jsou hodnoty počtu všech slov, sloves a vět popisujících danou kapitolu. Tabulky 3 a 6 uvádí počet jednotlivých pojmů spadajících do příslušných kategorií, které byly rozděleny dle metodiky popsané výše. Tabulka 4 a 7 pak uvádí vypočtené charakteristiky obtížnosti dle vztahů (4-10). V obrázku 2 a 3 je pak přehledně znázorněna celková obtížnost textu analyzovaných učebnic.

### 4.4.1 Porovnání různých nakladatelství

**Tabulka 2:** Počet slov  $N$ , počt sloves  $U$  a počet vět  $V$  v kapitole učebnic jednotlivých nakladatelství

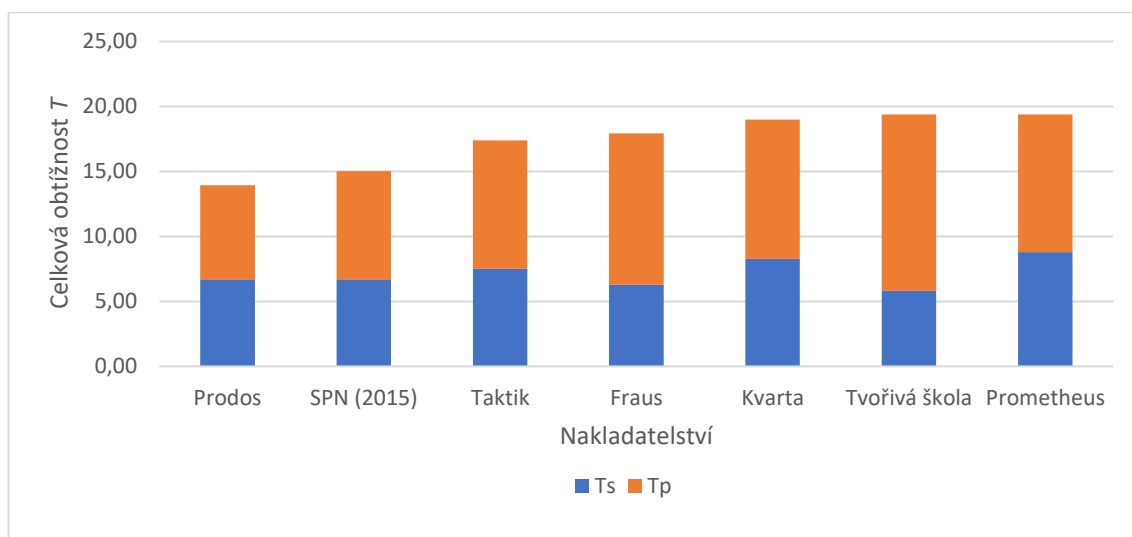
Nakladatelství	$N$	$U$	$V$
Prodos	798	151	63
SPN (2015)	1321	242	108
Taktik	1221	231	94
Fraus	1064	188	96
Kvarta	743	119	56
Tvořivá škola	577	87	66
Prometheus	1435	209	112

**Tabulka 3:** Počet pojmů v učebnicích od nakladatelství (pojmy běžné =  $P_1$ , odborné =  $P_2$ , faktografické =  $P_3$ , numerické =  $P_4$ , opakované =  $P_5$ )

Nakladatelství	$P_1+P_5$	$P_2$	$P_3+P_4$
Prodos	182	15	2
SPN (2015)	329	19	10
Taktik	317	21	17
Fraus	320	16	8
Kvarta	215	9	7
Tvořivá škola	169	14	11
Prometheus	388	18	35

**Tabulka 4:** Výsledky obtížností učebnic jednotlivých nakladatelství (syntaktická obtížnost =  $T_s$ , pojmová obtížnost =  $T_p$ , celková obtížnost =  $T$ , koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen =  $h$ , koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov =  $i$ , průměrná délka vět =  $V_{prům}$ )

Nakladatelství	$T_s$	$T_p$	$T$	$h$ (%)	$i$ (%)	$V_{prům}$
Prodos	6,69	7,25	13,94	8,54	2,13	12,67
SPN (2015)	6,70	8,33	15,03	8,10	2,18	12,23
Taktik	7,52	9,86	17,37	10,70	3,11	12,99
Fraus	6,27	11,67	17,94	6,98	2,26	11,08
Kvarta	8,28	10,71	19,00	6,93	2,15	10,71
Tvořivá škola	5,80	13,58	19,38	12,89	4,33	8,74
Prometheus	8,80	10,58	19,38	12,02	3,69	12,81



**Obrázek 2:** Graf celkové obtížnosti u jednotlivých nakladatelství (syntaktická obtížnost =  $T_s$ , pojmová obtížnost =  $T_p$ )

#### 4.4.2 Nakladatelství SPN v průběhu času

**Tabulka 5:** Počet slov  $N$ , počet sloves  $U$  a počet vět  $V$  v kapitole učebnic nakladatelství SPN

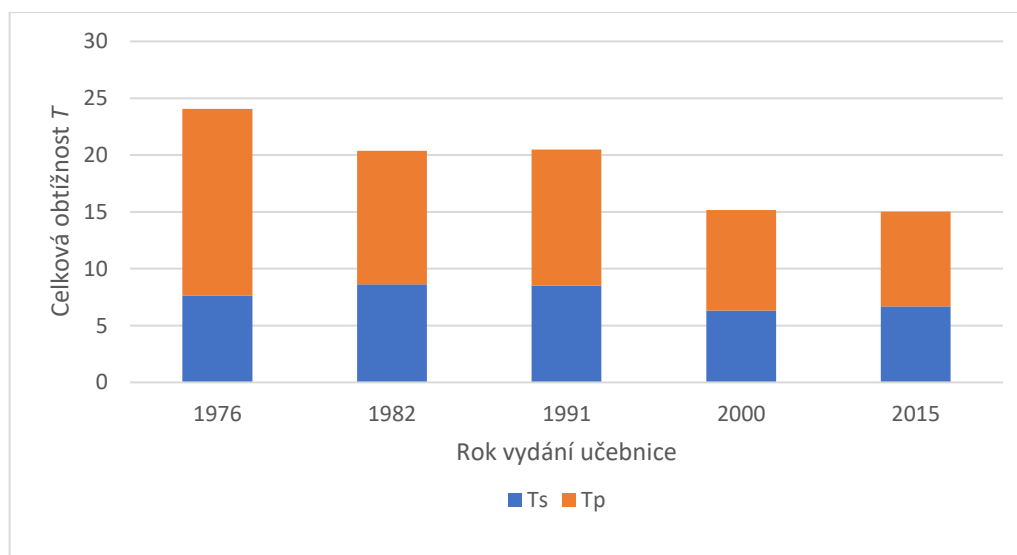
Rok vydání	$N$	$U$	$V$
1976	533	93	40
1982	714	59	100
1991	1479	227	113
2000	1266	239	106
2015	1321	242	108

**Tabulka 6:** Počet pojmů v učebnicích od nakladatelství SPN (pojmy běžné =  $P_1$ , odborné =  $P_2$ , faktografické =  $P_3$ , numerické =  $P_4$ , opakované =  $P_5$ )

Rok vydání	$P_1+P_5$	$P_2$	$P_3+P_4$
1976	168	11	18
1982	213	7	12
1991	444	14	27
2000	332	15	10
2015	329	19	10

**Tabulka 7:** Výsledky obtížností učebnic nakladatelství SPN (syntaktická obtížnost =  $T_s$ , pojmová obtížnost =  $T_p$ , celková obtížnost =  $T$ , koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen =  $h$ , koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov =  $i$ , průměrná délka vět =  $V_{prům}$ )

Rok vydání	$T_s$	$T_p$	$T$	$h$ (%)	$i$ (%)	$V_{prům}$
1976	7,64	16,43	24,07	14,72	5,44	13,33
1982	8,64	11,74	20,38	8,19	2,67	12,10
1991	8,53	11,97	20,50	8,45	2,77	13,09
2000	6,33	8,84	15,17	7,00	1,95	11,94
2015	6,70	8,33	15,03	8,10	2,18	12,23



**Obrázek 3:** Graf celkové obtížnosti u knih fyziky od nakladatelství SPN (syntaktická obtížnost =  $T_s$ , pojmová obtížnost =  $T_p$ )

## 4.5 Diskuse

### 4.5.1 Porovnání různých nakladatelství

V tabulce 4 jsou zařazeny učebnice Taktik, SPN (2015), Fraus, Tvořivá škola, Prodos, Prometheus a Kvarta. Všechny tyto učebnice mají zakotveny Newtonovy pohybové zákony v knihách pro výuku žáků v sedmé třídě. Kvarta je starší učebnice, která dostala doložku MŠMT v roce 1993, ale dnes se již používat pro výuku nesmí. Kvarta byla učebnice pro 7. a 8. třídu. Tato učebnice se ovšem dosti přibližuje s obtížností ke knihám od nakladatelství Prometheus a Tvořivá škola.

Je zajímavé, že všechny učebnice mají jiný počet slov na kapitolu Newtonových pohybových zákonů, ale učebnice od nakladatelství Taktik, SPN, Prodos a Prometheus se přibližně shodují s průměrnou délkou vět  $V_{\text{prům}}$ , viz tabulky 2 a 4.

Některé učebnice ovlivnily své hodnoty syntaktické obtížnosti  $T_s$ , pojmové obtížnosti  $T_p$ , koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen  $h$  a koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov  $i$  malým počtem slov  $N$  na kapitolu Newtonových pohybových zákonů. Počet slov na kapitolu lze vyčíst z tabulky 2. Tato skutečnost ovlivní výsledky, jelikož se na krátkém prostoru nashromáždí více odborných, faktografických a numerických pojmů, které se již tolik neopakují. Kniha je tudíž obtížnější. Zároveň pokud není popsán nějaký zákon, sníží se tím i počet odborných, faktografických a numerických pojmů a tím se i mírně sníží obtížnost. Jednou z těchto učebnic byla učebnice od nakladatelství Tvořivá škola. V této učebnici není zmínka, že pohybové zákony jsou tři. V knize není rozepsán zákon síly ani není uvedeno jeho přesné znění a název. V knize je pouze pár zmínek o jeho fungování. Další takovou učebnicí je učebnice od nakladatelství Prodos. Tato učebnice nemá popsán v kapitole o posuvných účincích zákon o vzájemném působení těles. V učebnici je pouze velmi malé vysvětlení principu na pokusu tohoto zákona v kapitole o rovnovážných polohách sil. V hodnocení obtížnosti učebnicového textu tento problém nastal i u učebnic od nakladatelství SPN z roku 1982 a 1976. Učebnice neobsahují zákon síly a napřed popisují zákon vzájemného působení dvou těles a poté až zákon setrvačnosti.

Co se týče syntaktické obtížnosti  $T_s$ , tak nejnižší hodnotu má učebnice od nakladatelství Tvořivá škola. Nejhuře se syntaktickou obtížností  $T_s$  vyšla kniha od nakladatelství Prometheus. V tabulce 4 lze vidět, že výsledek syntaktické obtížnosti je



dosti podobný s nakladatelstvím Kvarta, která se již dnes nevyužívá. Učebnice Prometheus měla dlouhá souvětí a dosti obtížný text, což lze vyčíst i z dalších hodnot tabulek 2 a 4.

Učebnice od nakladatelství SPN (2015) a Prodos se přibližně shodují se syntaktickou obtížností  $T_s$ . Tyto dvě učebnice byly psány podobným stylem a neměly složitá souvětí. To samé platí i pro učebnice od nakladatelství Prometheus a Kvarta. Obě tyto učebnice byly schváleny ještě v devadesátých letech minulého století a jsou psány podobným stylem.

U pojmové obtížnosti  $T_p$  nejlépe vyšla učebnice od nakladatelství Prodos. Toto nakladatelství nemá v kapitole o posuvných účincích zákon o vzájemném působení těles. Tato skutečnost ovlivnila výsledek. Další učebnicí, která vyšla dle pojmové obtížnosti  $T_p$  nejlépe je učebnice od nakladatelství SPN (2015). Tato učebnice má rozepsány všechny zákony a má je rozděleny do tří kapitol. Je zde i přesné znění zákonů a na konci kapitoly je i malé shrnutí. Učebnice obsahuje i něco málo z historie o vzniku těchto zákonů. Nejhůře naopak v pojmové obtížnosti  $T_p$  vyšla učebnice od nakladatelství Tvořivá škola a Fraus. Učebnice od nakladatelství Fraus používala přesná znění zákonů a měla zpracovány Newtonovy pohybové zákony do tří kapitol. Také na konci každé kapitoly měla malé shrnutí. Učebnice od nakladatelství Prometheus a Kvarta byly vyhodnoceny v hodnotě pojmové obtížnosti velmi podobně. Obě tyto učebnice měly Newtonovy pohybové zákony rozděleny do tří kapitol a na konci měly malé shrnutí. Ovšem učebnice od nakladatelství Prometheus velmi často používala faktografické a numerické pojmy, viz tabulka 3. Tím se velmi navýšila pojmová obtížnost  $T_p$ . Učebnice od nakladatelství Kvarta měla nejméně pojmů od každé kategorie oproti ostatním učebnicím, ovšem měla velmi malý počet slov. Díky tomu se tato učebnice přibližuje k učebnici od nakladatelství Prometheus.

Učebnice s nejnižší celkovou obtížností  $T$  byla vyhodnocena od nakladatelství Prodos. Hodnota celkové obtížnosti u nakladatelství Prodos byla zapříčiněna především kvůli velmi malé hodnotě u pojmové obtížnosti  $T_p$ , což lze vyčíst i z obrázku 2. Po této učebnici byla nejlépe vyhodnocena v celkové obtížnosti  $T$  učebnice od nakladatelství SPN (2015). Tato učebnice obsahuje sice přesné znění zákonů, shrnutí na konci kapitoly a informace o historii Newtonových pohybových zákonů, avšak výsledek celkové obtížnosti  $T$  byl poměrně nízký. Tato učebnice má jednoduchou stavbu vět. V učebnici se spíše využívají

krátké věty než dlouhá souvětí. Celkově se tato učebnice tváří jako jednoduchá pro pochopení pro učitele i žáky. V knize je také pár pokusů, které zde jsou i diskutovány. Ovšem tyto pokusy ani jejich diskuse nebyly hodnoceny. Vzhledem k obsáhlosti a jednoduchosti byla tato učebnice použita pro výzkum vývoje obtížnosti učebnicového textu v nakladatelství, tudíž bylo vybráno nakladatelství SPN.

Nejhůře v celkové obtížnosti  $T$  vyšly hodnoty u nakladatelství Tvořivá škola a Prometheus. Obě tyto učebnice mají stejnou hodnotu, viz tabulka 4. V obrázku 2 si lze všimnout, že obě učebnice mají jiné hodnoty u syntaktické a pojmové obtížnosti. U učebnice od nakladatelství Tvořivá škola dosáhla pojmová obtížnost  $T_p$  velmi vysoké hodnoty. Naopak učebnici od nakladatelství Prometheus vyšla hodnota u syntaktické obtížnosti  $T_s$  vysoká.

Po učebnicích od nakladatelství Tvořivá škola a Prometheus byla nejhůře vyhodnocena v celkové obtížnosti  $T$  učebnice od nakladatelství Kvarta. Tato učebnice se velmi přibližovala syntaktické obtížnosti  $T_s$  a pojmové obtížnosti  $T_p$  k učebnici od nakladatelství Prometheus. Jak již bylo zmíněno obě učebnice byly psány velmi podobným stylem. Z tabulky 2 ovšem lze vyčíst, že učebnice od nakladatelství Kvarta má o téměř polovinu méně slov na celou kapitolu.

Koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen  $h$  nabyl nejvyšší hodnoty u učebnice od nakladatelství Tvořivá škola, Prometheus a Taktik. Učebnice od nakladatelství Prometheus byla vyhodnocena v celkové obtížnosti  $T$  stejně jako učebnice od nakladatelství Tvořivá škola, viz tabulka 4. Ovšem koeficient vyšel nižší než u Tvořivé školy. Učebnice od nakladatelství Prometheus sice měla popsány všechny zákony, ale k jejich vysvětlení používala hodně odborných, faktografických a numerických pojmů. Ovšem kvůli velkému zastoupení podstatných jmen docházelo k častějšímu opakování odborných pojmů, a tudíž se i mírně snížil tento koeficient. Nejlépe byly vyhodnoceny v koeficientu hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen  $h$  učebnice od nakladatelství Kvarta a Fraus. Zajímavé je, že učebnice od nakladatelství Kvarta se velmi přibližovala se syntaktickou, pojmovou a celkovou obtížností k učebnici od nakladatelství Prometheus. Kvarta má o polovinu podstatných jmen méně, ale zásadním rozdílem je využití podstatných jmen. Učebnice Kvarta se snaží k nadefinování Newtonových pohybových zákonů využívat velmi malý

počet odborných, faktografických a numerických pojmů a dále s těmito pojmy pracuje. Tuto myšlenku vyžívají i učebnice od nakladatelství Fraus a SPN.

Koeficienty hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov  $i$  opět nabraly nejvyšších hodnotu u učebnic od nakladatelství Tvořivá škola, Prometheus a Taktik. Ostatní učebnice se s koeficientem hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov  $i$  k sobě velmi přibližují, což lze vyčíst z tabulky 4. Všechny tyto učebnice pracují s tím, že s novým pojmem se snaží co nejvíce pracovat a nevyžívají více nových pojmů, než je potřeba.

#### 4.5.2 Nakladatelství SPN v průběhu času

Z tabulky 5 až 7 lze vyčíst, že bylo analyzováno 5 učebnic SPN tedy učebnice vydané v roce 2015, 2000, 1991, 1982 a 1976. Učebnice z roku 2015 a 2000 mají totožné autory a podobný text, a proto se hodnoty těchto učebnicích výrazně neliší. Učebnice z roku 1991 a 1982 mají některé autory také totožné.

Průměrnou délku vět  $V_{\text{prům}}$  mají velmi podobné učebnice z roků 2015, 2000 a 1982, což lze vyčíst z tabulky 7. Učebnice z roků 2015 a 2000 jsou prakticky shodné až na malé odchylky v textu a shrnutí na konci kapitoly. Učebnice z roku 1982 používala kratší věty k vysvětlení látky. Další podobnou průměrnou hodnotu délky vět  $V_{\text{prům}}$  mají učebnice z roků 1991 a 1976. U učebnice z roku 1991 je to nejspíše způsobeno využitím faktografických pojmů. Jelikož se v textu výrazně používaly, docházelo i k jejich vysvětlování a popisu, což zapříčinilo délku a větnou stavbu vět. Učebnice z roku 1976 byla náročnější na srozumitelnost a používala se zde dlouhá obsahová souvětí. Také se ovšem autoři nejspíše snažili zasadit kapitolu na co nejkratší rozsah vět, a proto využívali složitější souvětí.

V syntaktické obtížnosti  $T_s$  vychází nejnižší hodnota u učebnice vydané v roce 2000 a 2015. Učebnice z roku 2015 vychází z předchozí učebnice z roku 2000. Většina textu, pokusů a různých zadání úloh jsou shodná. Liší se tím, že učebnice z roku 2015 má na konci kapitoly Newtonových pohybových zákonů malé shrnutí, což mírně zvýšilo počet slov na tuto kapitolu a tím se i zvýšila syntaktická obtížnost. Syntaktická obtížnost  $T_s$  nabývá nejvyšších hodnot u učebnic z roku 1982 a 1991. Učebnice z roku 1991 má všechny zákony rozděleny do vlastních kapitol. Text byl stejně jako u učebnic z roku 1982 a 1976 psán velmi složitou češtinou se složitými souvětími.

Nejnižší hodnotu pojmové obtížnosti  $T_p$  nabývá učebnice z roku 2015 a až po ní je učebnice z roku 2000. Z tabulky 6 lze vyčíst, že učebnice vydaná v roce 2015 má více odborných pojmů. Tím pádem by ale měla být celková obtížnost vyšší než u učebnice z roku 2000. Ovšem díky vyššímu počtu slov na kapitolu se tato hodnota snížila.

Nejvyšší hodnota pojmové obtížnosti  $T_p$  vyšla u učebnice z roku 1976. Tato učebnice poměrně hodně využívá faktografické a numerické pojmy. U učebnice z roku 1982 byl text psán jednodušší češtinou a nevyskytovaly se zde v takovém množství nové odborné pojmy jako u předchozí učebnice. Druhou nejvyšší hodnotu pojmové obtížnosti  $T_p$  obsahovala učebnice z roku 1991. Tato učebnice nabývá téměř shodné hodnoty jako učebnice z roku 1982, viz tabulka 7. Učebnice z roku 1991 ovšem obsahuje dvakrát více slov na kapitolu než učebnice předchozí, což lze vyčíst z tabulky 5. Dalším problémem je, že tato učebnice je sice psána jednodušší češtinou a pracuje s pojmy, které již jednou využila, ale do textu je zařazeno množství faktografických pojmů, jako jsou značky a jednotky fyzikálních veličin. Učebnice tyto faktografické pojmy využívá pro vysvětlení některých pojmů.

V celkové obtížnosti  $T$  mají nejnižší hodnotu učebnice z roku 2015 a 2000. V obrázku 3 lze vidět, že došlo k mírnému snížení obtížnosti učebnicového textu v učebnici z roku 2015. Tuto hodnotu zajistilo malé shrnutí na konci kapitoly a přepsání některých odborných pojmů. Také u těchto učebnic vyšly podobné hodnoty u syntaktické  $T_s$  a pojmové obtížnosti  $T_p$ , proto se celková obtížnost tolik neliší. Celková obtížnost  $T$  nabývá nejvyšší hodnoty opět u učebnice z roku 1976. Učebnice z roku 1991 a 1982 mají téměř shodné hodnoty celkové obtížnosti  $T$ , viz obrázek 3. Ovšem učebnice z roku 1982 tuto hodnotu získala díky malému počtu slov na kapitolu, chybějícímu zákonu a složitosti používaného jazyka. Učebnice z roku 1991 sice měla všechny zákony zařazené do vlastních kapitol a používala méně odborných pojmů, ale o to více používala pojmy faktografické k vysvětlení této látky. Také tyto učebnice mají podobné hodnoty u syntaktické  $T_s$  a pojmové obtížnosti  $T_p$ , proto se celková obtížnost tolik neliší. Z obrázku 3 lze vyčíst, že se celková obtížnost  $T$  postupně za několik desítek let snižovala. Za tento fakt může pravděpodobně i vývoj společnosti. Tyto hodnoty by mohly znamenat, že se školy postupem času více zaměřují na pochopení látky než na její obsahovost a odbornost.

Koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen  $h$  má nejnižší učebnice z roku 2000. Z tabulky 6 lze vyčíst, že učebnice z roku 2000 má stejný počet numerických a faktografických pojmů, ale také má nižší počet pojmů odborných. To zapříčinilo nižší hodnotu tohoto koeficientu u učebnice z roku 2000. Učebnice z roku 2015 má velmi podobnou hodnotu koeficientu hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen  $h$  jako učebnice z roku 1991 a 1982, viz tabulka 7. Nejvyšší koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech podstatných jmen  $h$  vychází u učebnice z roku 1976.

Nejnižší koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov  $i$  vyšel u učebnice z roku 2000. Ovšem učebnice z roku 2015 je téměř shodná s učebnicí 2000, ale i přesto vyšel vyšší koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov  $i$ . To je opět zapříčiněno tím, že učebnice z roku 2015 má více odborných pojmů, viz tabulka 6. Učebnice z roku 1976 má velmi vysoký koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov  $i$ , ale to je způsobeno velmi malým zastoupením slov. Ze stejného důvodu vyšel vysoký koeficient hustoty odborné informace vzhledem k součtu všech slov  $i$  u učebnice z roku 1982, ale hodnota se velmi přibližuje k učebnici z roku 1991. Učebnice z roku 1991 má o dvojnásobek více slov, proto by měl být koeficient mnohem nižší. To je způsobeno využitím faktografických pojmů.

## 5 Pracovní list

Pro zmonitorování aktuálních znalostí žáků byl vytvořen pracovní list o Newtonových pohybových zákonech. Pracovní list by byl vhodný využívat jako opakování především na základních školách v sedmém ročníku nebo ročníku, kde se Newtonovy pohybové zákony vyučují. Samozřejmě hlavní slovo na využití pracovního listu má učitel, ale je doporučeno ho použít až po probrání celkové kapitoly. K pracovnímu listu bylo vytvořeno i hodnocení, ale je opět na učiteli, zda ho využije. Ovšem je důležité, aby učitel všechny cvičení se žáky prošel a v rámci jejich opravování vedl s žáky diskusi. Díky tomu získá učitel zpětnou vazbu o znalostech a myšlení žáků. Žáci si díky diskusi mohou uvědomit chyby, ke kterým se mohli dopracovat. Pracovní list byl následně zadán do dvou paralelních tříd na ZŠ J. A. Komenského v Blatné a byla ověřena jeho funkčnost. Nejčastější chyby, pocity učitelů a žáků byly také zpracovány. V rámci pracovního listu bylo vytvořeno šest základních úloh, které jsou dále zpracovávány v další části.

### 5.1 Vytvoření a hodnocení

Vzhledem k jednotlivým otázkám je doporučeno využít hodnocení, kde za každou otázku žáci získají body. Maximální počet bodů, které mohou žáci získat je dvacet. Dle následující tabulky 8 může vyučující vyhodnotit žáky.

**Tabulka 8:** Znamky žáků dle získaných bodů

Body	Znamka
20-18	1
18,5	1-
17-14	2
13,5	2-
13-8	3
7,5	3-
7-4	4
3,5	4-
3-0	5

V rámci individuality autora i dle názorů dalších učitelů není pro znalost zákonů přínosné znát jejich přesné znění. Ovšem pochopení principů a názvu k nim spojených je klíčové. V rámci prvního cvičení mají za úkol žáci ke každému ze zákonů připsat jiný

název. Správné odpovědi jsou v následujícím pořadí: zákon setrvačnosti, zákon síly nebo zákon hybnosti, zákon akce a reakce nebo zákon vzájemného působení dvou sil. Za celou správnou otázku je doporučeno připsání třech bodů. Za každou špatnou odpověď se strhává jeden bod z celkového počtu. Ovšem u tohoto cvičení může nastat problém, jelikož mohou být odpovědi správně, ale jsou v jiném pořadí. V takovémto případě je doporučeno žákovi strhnout půl bodu. V následující diskusi je vhodné se žáků doptat i na základní principy těchto zákonů.

V druhém cvičení měli žáci doplnit věty, do kterých mají dopast slovy základní jednotku síly a hmotnosti. Za správnou odpověď získává žák půl bodu. Poté žáci mají převést hodnoty fyzikálních veličin na jednotky napsané v závorce. Za každé správně doplněné pole žák obdrží půl bodu. Tudíž za celé toto cvičení je možné získat maximálně pět bodů. Pokud žák udělá gramatickou chybu, nejsou mu žádné body strhávány. V navazující diskusi, by měl učitel projít se žáky celou tabulku a opravit chyby žáků.

Ve třetím cvičení mají žáci za úkol najít ve větách, které popisují reálný svět, Newtonovy pohybové zákony. Toto cvičení by mělo žákům pomoci najít v každodenním životě fyzikální zákony. U každé z vět mají žáci linku, na kterou napíšou daný zákon. Učitel se může rozhodnout, který typ názvu zákona žáci použijí. Mohou použít spojení první, druhý a třetí pohybový zákon anebo označení zákon setrvačnosti, síly, akce a reakce. Ovšem vzhledem k tomu, že žáci mohou mít první cvičení špatně, tak je doporučeno využívat označení zákon síly, setrvačnosti, akce a reakce. Správné odpovědi jsou v následujícím pořadí: zákon akce a reakce, zákon síly, zákon setrvačnosti, zákon setrvačnosti, zákon akce a reakce a zákon setrvačnosti. Za každou správnou odpověď žák získá jeden bod, tudíž za celé cvičení může žák získat celkem šest bodů. Učitel by měl v diskusi opět se žáky probrat jednotlivé věty a poukázat na zákony, které se v nich uplatňují. Učitel by se také mohl žáků zeptat na jiné případy, se kterými se žáci mohli setkat. Opět toto učitel přiblíží žákovo myšlení a pochopení Newtonových pohybových zákonů.

Ve čtvrtém cvičení je zadaný úkol, ve kterém by si žáci měli uvědomit principy zákona setrvačnosti. Každý ze žáků pravděpodobně už někdy v životě cestoval autem, či jiným dopravním prostředkem. Tudíž toto cvičení opět pomáhá žákovi přiblížit Newtonovy pohybové zákony v každodenním životě. Na každém obrázku je znázorněna červená šipka, ta označuje prudké zrychlení ve směru, který ukazuje. Žák má za úkol ke každé

věte přiřadit jeden obrázek [25]. Každá věta ukazuje, co se děje s piloty v kokpitu vrtulníku. Správné odpovědi jsou 1 d, 2 a, 3 b, 4 c. Za každé správné přiřazení získá žák půl bodu, tudíž za celé cvičení jsou maximálně dva body. Učitel by měl v navazující diskusi s žáky probrat jednotlivé obrázky. Učitel může každý z obrázků interpretovat i do jiných situací. Například může první dva obrázky také vysvětlit na zrychlujícím a zpomalujícím autě. Třetí a čtvrtý obrázek může žákům přiblížit na výtahu, který jede do vyššího a nižšího poschodí.

V pátém cvičení žáci mají zakreslit do obrázku síly, které se zde dle Newtonových pohybových zákonů uplatňují. Ze zadání by mělo být žákům jasné, že se zde uplatňuje zákon akce a reakce. Žáci by tudíž měli znázornit dvě síly stejně velké, opačně orientované. Žáci musí správně zvolit měřítko, aby se jim úsečky do obrázku vešly. Také musí dané úsečky být rovnoběžné se zemí a vycházet z jednoho bodu. Za správné znázornění jedné síly získá žák bod a za druhou sílu další bod. Za celé cvičení může tedy žák získat maximálně dva body. Učitel by měl v diskusi znázornit daný obrázek a síly na tabuli. S žáky může diskutovat o vhodných měřítkách, které žáci mohli využít. Dále může učitel přiblížit další příklady, kde se se zákonem akce a reakce mohou žáci setkat.

U posledního cvičení musí učitel rozhodnout, zda je možnost ho provést. Pokud by vyučující dokázal sehnat dva skateboardy, provede tento pokus ve škole. Ještě před začátkem pokusů musí učitel třídu rozdělit do skupinek. Každá skupina by šla na chodbu, kde by pokusy provedla a zapsala do pracovního listu, čeho si v daném pokusu všimla. U prvního pokusu by měli žáci dospět ke zjištění, že skateboard se rozjel od stojícího člověka. U druhého se skateboard nepohybuje a u třetího se skateboardy od sebe začnou vzdalovat. U posledního pokusu si žáci musí dávat pozor, aby nedošlo ke zranění některého ze žáků. Žáci by měli dojít k závěru, že člověk, co skočil ze skateboardu se pohybuje jedním směrem, ale skateboard se pohybuje směrem opačným. Za každý takto provedený pokus žák získá půl bodu, tudíž za celé cvičení žák obdrží maximálně 2 body. Důležitá je diskuse, kterou učitel vede po provedení pokusů s žáky. Učitel by měl společně se žáky dojít k nalezení Newtonových pohybových zákonů v těchto pokusech.



## 5.2 Pracovní list

### Newtonovy pohybové zákony

1) Napište, jak se jinak nazývají pohybové zákony.

První Newtonův pohybový zákon = \_\_\_\_\_

Druhý Newtonův pohybový zákon = \_\_\_\_\_

Třetí Newtonův pohybový zákon = \_\_\_\_\_

2) Převed'te hodnoty veličin síly a hmotnosti do jednotek uvedených v závorce a doplňte slovy následující věty: Síla má základní jednotku 1 \_\_\_\_\_.

Hmotnost má základní jednotku 1 \_\_\_\_\_.

6 582 N (kN)		8,216 N (mN)	
0,003 500 t (g)		0,000 358 MN (N)	
7 214 000 mN (kN)		658 dag (kg)	
25 300 mg (g)		4 260 kg (t)	

3) Napište ke každému z uvedených příkladů zákon, který se zde uplatňuje.

Balónek se pohybuje opačným směrem, než proudí vzduch z balónku. \_\_\_\_\_

Lokomotiva postupně zvyšuje svou tažnou sílu, a tudíž vlak zrychluje. \_\_\_\_\_

Cyklista pokračuje v pohybu, ale nešlape. \_\_\_\_\_

Kulička stojí na rovné zemi a nepohybuje se. \_\_\_\_\_

Kanón vystřelil a projektil letí dopředu, ovšem kanón se pohnul dozadu. \_\_\_\_\_

Běžec se pokusí zastavit na místě, ale jeho tělo se pohybuje dále a upadne. \_\_\_\_\_

4) Přiřaďte ke každé větě správný obrázek.

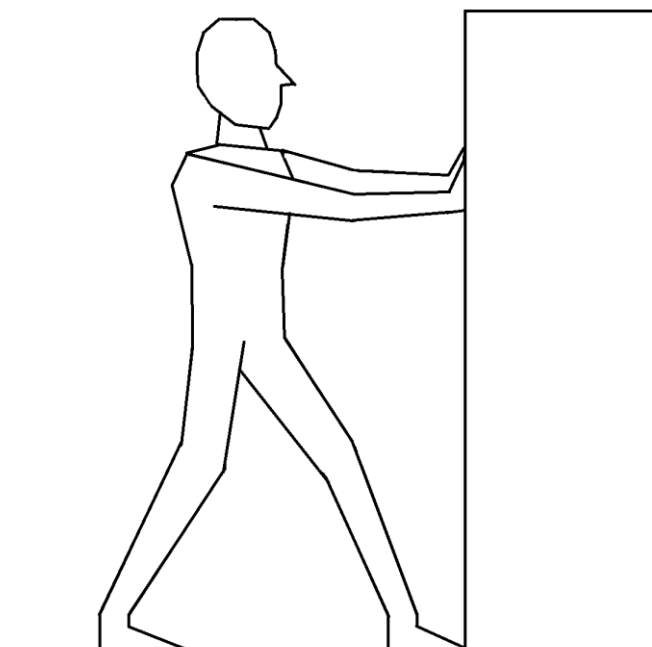
Co se stane s piloty vrtulníku, pokud vrtulník prudce zrychlí ve směru, který znázorňuje červená šipka.

1) Síla tlačí piloty na přístrojové desky.		2) Síla tlačí piloty k povrchu země.	
3) Síla tlačí piloty od povrchu země.		4) Síla tlačí piloty k ocasu vrtulníku.	





- 5) Znázorněte všechny síly vycházející z Newtonových pohybových zákonů na obrázku, jestliže postava působí na zeď silou 400 N.



- 6) Do skupiny si vypůjčte dva skateboardy, proveďte následující pokusy a запиšte, co se dělo s účastníky pokusu a se skateboardy. Pokusy provádějte na chodbě.
- Jeden člověk stojí na skateboardu a zapůsobí silou na člověka stojícího na zemi.  
\_\_\_\_\_
  - Oba stojí na jednom skateboardu a zapůsobí na sebe silou.  
\_\_\_\_\_
  - Dva lidé stojí na dvou skateboardech a zapůsobí na sebe silou.  
\_\_\_\_\_
  - Jeden člověk bude stát na skateboardu a pokusí se z něho skočit ve směru, jako by se skateboard pohyboval.  
\_\_\_\_\_

## 5.3 Vyplnění pracovního listu

Jak již bylo zmíněno, tak byl pracovní list využit v rámci opakování na ZŠ J. A. Komenského v Blatné. Byl využit ve dvou sedmých třídách. Každou třídu vyučuje na hodiny fyziky jiný učitel. Jeden vyučující (učitel A) je v praxi 2 roky a je zaměřen spíše na výuku středních škol. Druhý učitel (učitel B) si momentálně dodělává pedagogickou školu. Vyučuje pod pedagogickým dohledem učitelky s dlouholetou praxí.

Obě třídy již měly Newtonovy pohybové zákony probrány dva týdny před tím, než se pracovní list dostal na tuto školu. Tudíž někteří žáci některé informace zapomněli. V jedné třídě pod vedením učitele A vyplňovalo pracovní list 25 žáků, v druhé třídě bylo žáků 19. Oba učitelé dali žákům okolo 30 minut času na vyplnění. V opravování vyplněných pracovních listů bylo využito hodnocení, které bylo v rámci bakalářské práce vytvořeno.

V tabulce 9 jsou zaznamenány průměrné body žáků za jednotlivá cvičení.

**Tabulka 9:** Získané průměrné body za cvičení a pracovní list

Vyučující	1. cv.	2. cv.	3. cv.	4. cv.	5. cv.	6. cv.	Pracovní list
A	2,1	1,6	2,8	0,6	0,24	0,5	7,84
B	2,45	2,45	2,89	0,39	0,76	1,08	10,03

Ve cvičení 1 bylo možné získat celkově 3 body. V tomto cvičení se velmi často opakovala chyba, kde žáci přehazovali první dva Newtonovy zákony. Tudíž první zákon často označovali za zákon síly a druhý za zákon setrvačnosti.

Ve druhém cvičení bylo možné získat za doplnění vět bod a za správné vyplnění tabulky další 4 body. Tudíž za celé cvičení bylo možné získat 5 bodů. Při kontrole pracovního listu bylo zjištěno, že někteří žáci, především pod vyučujícím A, neznají ani základní jednotku hmotnosti. Převody jednotek dělaly problémy oběma třídám. Ovšem třída pod vyučujícím B si vedla znatelně lépe, což lze i vyčíst z tabulky 9. Při kontrole bylo také zjištěno, že nejčastější chybou byl převod z dekagramů na kilogramy. Tento převod měli správně pouze 4 žáci ze 44 žáků. Oba učitelé potvrdili, že se tento převod učili.

Ve třetím cvičení měli žáci psát k jednotlivým větám, který ze zákonů se zde uplatňuje. Za celé cvičení bylo možné získat 6 bodů. V tomto cvičení nastal problém. Žáci, kteří neznali názvy jednotlivých zákonů, nedokázali tudíž vyplnit toto cvičení. Ovšem ti, co

zákony znali, s ním neměli velké problémy. Nejčastější chyby dělali žáci u věty číslo 4. Čtvrtá věta obsahovala informaci, že se kulička nepohybuje a zůstala v klidu. Tudíž se jedná o zákon setrvačnosti. Ovšem žáci si mylně spojovali zákon setrvačnosti jenom s pohybujícími se objekty. Tudíž si mysleli, že se musí jednat o jiný zákon.

Ve 4. cvičení měli žáci přiřazovat obrázky k větám. Jednotlivé věty popisovaly, co se děje s piloty vrtulníku, pokud začne zrychlovat v určitém směru. Za celé cvičení bylo možné získat 2 body. Toto cvičení se ukázalo pro žáky jako jedno z nejsložitějších. Nejčastější chyba zde byla, že žáci nevěděli, co se děje s piloty, pokud vrtulník začne prudce stoupat nebo prudce klesat. Žáci si často mysleli, že pokud vrtulník začne prudce zrychlovat v určitém směru musí být i piloti více tlačeni v tom samém směru.

V pátém cvičení měli žáci znázornit dvě síly do obrázku. Sílu, kterou působí člověk na zeď a druhou stejně velkou opačně orientovanou vycházející ze stejného bodu. Za každou ze sil bylo možné získat bod. Nakonec se ukázalo, že toto cvičení bylo nejsložitější ze všech. Většina žáků nevěděla, co mají v tomto cvičení vůbec dělat. Nakonec malá část dokázala znázornit pouze jednu sílu. Ovšem někteří přišli na to, že se jedná o akci a reakci a zapsali to k obrázku. Pokud tak učinili, dostali půl bodu navíc. Ovšem správně měli toto cvičení pouze 2 žáci. Opět od obou vyučujících bylo zjištěno, že se danou látku učili.

Šesté cvičení bylo upraveno speciálně pro využití pro tuto školu. Oba učitelé totiž neměli prostředky ani čas pro předvedení pokusů. Tudíž bylo zadání cvičení změněno na: „Zapište, co si myslíte, že se stane se skateboardy a účastníky následujících pokusů“. Za každou správnou odpověď bylo uděleno půl bodu, tudíž za celé cvičení bylo možné získat dva body. Nejvíce chyb se objevovalo ve větě b a d. Ve větě b docházelo k mylné představě, že pokud oba účastníci pokusu stojí na jednom skateboardu a budou na sebe působit silou, tak se skateboard musí začít pohybovat. Ve větě d si žáci mylně představovali, že skateboard se musí začít pohybovat ve směru, ve kterém účastník seskočí.

**Tabulka 10:** Počet jednotlivých známek žáků ve třídách

Vyučující	1	1-	2	2-	3	3-	4	4-	5
A	0	0	0	1	14	0	7	1	2
B	1	0	2	0	11	1	3	1	0

V tabulce 10 je zaznamenán počet známek žáků za pracovní listy. Z tabulky lze vyčíst, že nejčastější známkou zde byla známka 3. Ovšem u třídy pod vyučujícím A a B je velmi málo žáků, kteří měli lepší známku než 3. Z tohoto hlediska by se dalo předpokládat, že dané téma není žákům dostatečně jasné. Velké problémy žákům dělaly převody jednotek, grafické znázornění sil a spojení si Newtonových pohybových zákonů s každodenním životem.

## 6 Závěr

V bakalářské práci byl analyzován učebnicový text zabývající se Newtonovými pohybovými zákony u 11 učebnic od různých nakladatelství a byla zjištěna jejich obtížnost. Bylo zjištěno, že nejméně obtížný učebnicový text obsahuje kapitola Newtonových zákonů v učebnici od nakladatelství Prodos. Ovšem nejméně obtížnou kapitolu, která popisuje všechny tři zákony obsahuje učebnice od nakladatelství SPN vydaná v roce 2015. Mezi nejsložitější učebnicový text této kapitoly byly zařazeny učebnice od nakladatelství Tvořivá škola a Prometheus. Bylo také zjištěno, že učebnice od nakladatelství Kvarta, která se již nevyužívá, dosáhla lepších výsledků než předchozí dvě učebnice.

Byla zde hodnocena obtížnost učebnicového textu kapitoly Newtonových pohybových zákonů v pěti učebnicích od nakladatelství SPN vydaných v různých letech. Z výsledků vychází, že starší učebnice mají vyšší obtížnost než učebnice novější. Z toho pravděpodobně vyplývá, že se školy více zaměřují na pochopitelnost a jednoduchost učebnicových textů.

Byl vytvořen pracovní list pro zmonitorování znalostí Newtonových pohybových zákonů žáků základních škol. Pracovní list byl také testován ve dvou paralelních třídách sedmého ročníku základní školy. Vyplněné pracovní listy byly vyhodnoceny pomocí předem vytvořeného hodnocení. Bylo zjištěno, že se žáci nejčastěji dopouštěli chyb jako jsou převody sil, grafické znázornění sil. Také bylo zjištěno, že žáci mají velké problémy s aplikací Newtonových pohybových zákonů v běžném životě.

Na závěr lze konstatovat, že výsledky předložené bakalářské práce mohou pomoci učitelům, kteří stále vyučují Newtonovy pohybové zákony na základních školách, při výběru vhodných učebnic k podpoře žáků při studiu tohoto tématu.

## Seznam použité literatury a zdrojů

- [1] *Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon)*, 2004.
- [2] MŠMT, 2005. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha.
- [3] MŠMT, 2021. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha.
- [4] MŠMT, 2007. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha.
- [5] MŠMT, 2013. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha.
- [6] ČERNOHORSKÝ, Martin a Jana MUSILOVÁ, 2021. Newtonovy pohybové zákony – retrospektiva a současnost (1. část). Vžité mylné představy vyvolané literaturou, učebnicemi a tradiční výukou versus pravý obsah. *Rozhledy matematicko-fyzikální*. **96**(2), 32–56. ISSN 0035-9343.
- [7] ČERNOHORSKÝ, Martin a Jana MUSILOVÁ, 2021. Newtonovy pohybové zákony – retrospektiva a současnost (2. část). Vžité mylné představy vyvolané literaturou, učebnicemi a tradiční výukou versus pravý obsah. *Rozhledy matematicko-fyzikální*. **96**(3), 42–58. ISSN 0035-9343.
- [8] SVOBODA, Emanuel, 2019. *Přehled středoškolské fyziky*. 6. Prometheus. ISBN 978-80-7196-457-9.
- [9] PRŮCHA, Jan. Parametry učebních textů. *Pedagogika*. 1984, (2), 159-174. ISSN 2336-2189.
- [10] BENEŠ, Pavel, Radek JANOUŠEK a Marek NOVOTNÝ, 2009. Hodnocení obtížnosti textu středoškolských učebnic. *Pedagogika*. (3), 291-297. ISSN 2336-2189.
- [11] PLUSKAL, Miroslav, 1996. Zdokonalení metody pro měření obtížnosti didaktických textů. *Pedagogika*. (1), 62-76. ISSN 2336-2189.

- [12] ENEVOVÁ, Pavla, 2019. *Hravá fyzika 7: Učebnice pro 7. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Praha: Taktik. ISBN 978-80-7563-206-7.
- [13] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM, 2015. *Fyzika 2 pro základní školy: Síla a její účinky - pohyb těles. 2*. Praha: SPN. ISBN 978-80-7235-560-0.
- [14] PROKŠOVÁ, Jitka, Miroslav RANDA a , 2005. *Fyzika 7: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus. ISBN 80-7238-431-7.
- [15] MÍČEK, Arnošt a Roman KROUPA, 2011. *Fyzika učebnice pro 7. ročník. 2*. Praha: Tvořivá škola. ISBN 978-80-87433-08-9.
- [16] HOLUBOVÁ, Renata, Roman KUBÍNEK, Jarmila WEILICHOVÁ a Robert WEILICH, 2006. *Fyzika II - 1. díl. Učebnice fyziky pro ZŠ a víceletá gymnázia s komentářem pro učitele: Pohyb, síla*. Olomouc: Prodos. ISBN 80-7230-166-7.
- [17] BOHUNĚK, Jiří a Růžena KOLÁŘOVÁ. *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. Praha: Prometheus. ISBN 80-7196-121-3.
- [18] MARŠÁK, Jan, 1993. *Fyzika: pro 7. a 8. ročník základní školy*. Praha: Kvarta. ISBN 80-85570-29-7.
- [19] Schvalovací doložky učebnic, MŠMT ČR. *MŠMT ČR* [online]. c2013–2024 [cit. 2024-01-29]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/schvalovaci-dolozky-ucebnic>
- [20] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM, 2000. *Fyzika pro 6. ročník základní školy: Pohyb, síla*. Praha: SPN. ISBN 80-7235-076-5.
- [21] BOHUNĚK, Jiří, Růžena KOLÁŘOVÁ, Karol KLOBUŠICKÝ a Eva PROCHÁZKOVÁ, 1991. *Fyzika: pro 7. ročník základní školy, studijní část A*. Praha: SPN. ISBN 80-04-24608-7.
- [22] PROCHÁZKOVÁ, Eva, Růžena KOLÁŘOVÁ, Karol KLOBUŠICKÝ a Eva BÖHMOVÁ, 1982. *Fyzika*. Praha: SPN. ISBN 14-334-82.



- [23] CHYTILOVÁ, Marie, František LEHAR a František TRUSKSA, 1976. *Fyzika: pro 8. ročník*. Praha: SPN. ISBN 14-154-78.
- [24] RUSEK, Martin, Dagmar STÁRKOVÁ, Iva METELKOVÁ a Pavel BENEŠ, 2016. Hodnocení obtížnosti textu učebnic chemie pro základní školy. *Chemické listy*. **110**(12), 953-958. ISSN 1213-7103.
- [25] LEBEDA, Alan, 2024. EC-665 Tiger UHT, Germany - Army. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2024, 23. 2. 2024 [cit. 2024-02-24]. Dostupné z: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=61587829>