

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

**FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA MATEMATIKY, FYZIKY A TECHNICKÉ
VÝCHOVY**

**FYZIKA V OBDOBÍ RENESANCE
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Tomáš Strejc

Fyzika se zaměřením na vzdělávání

Vedoucí práce: RNDr. Jitka Hošková Prokšová, Ph.D.

Plzeň 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

Plzeň, 2022

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval RNDr. Jitce Hoškové Prokšové, Ph.D., za odborné vedení bakalářské práce, trpělivost a užitečné rady. Dále bych chtěl poděkovat rodině za podporu, kterou mi při psaní práce poskytla.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta pedagogická
Akademický rok: 2020/2021

Studijní program: Přírodovědná studia
Forma studia: Prezenční
Obor/kombinace: Fyzika se zaměřením na vzdělávání (Fy)

Podklad pro zadání BAKALÁŘSKÉ práce studenta

Jméno a příjmení: Tomáš STREJC
Osobní číslo: P19B0071P
Adresa: Alešova 15, Plzeň – Jižní Předměstí, 30100 Plzeň 1, Česká republika
Téma práce: Fyzika v období renesance
Téma práce anglicky: Physics in the Renaissance Period
Vedoucí práce: RNDr. Jitka Hošková Prokšová, Ph.D.
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy

Zásady pro vypracování:

Práce bude obsahovat shrnující teoretickou část, dále části zaměřené na vytvoření a následné ověření divergentních úloh s fyzikální tematikou s přesahem do jiných předmětů.

Seznam doporučené literatury:

ŠTOLL, Ivan. Dějiny fyziky. Praha: Prometheus, 2009. ISBN 978-80-7196-375-2.
KRAUS, Ivo. Fyzika v kulturních dějinách Evropy: Od Leonarda ke Goethovi. Praha: ČVUT, 2009. ISBN 978-80-01-03716-4.
DESCARTES, René a Jiří FIALA. La dioptrique: Dioptrika. Praha: Oikoymenth, 2010. ISBN 978-80-7298-385-8.
TADDEI, Mario, Edoardo ZANON, Domenico LAURENZA a Kateřina PETROŠOVÁ. Leonardovy stroje: Tajemství a vynálezy z kodexů Leonarda da Vinciho. Praha: SUN, 2008. ISBN 978-80-7371-230-3.

Podpis studenta:

Datum:

27. 5. 2021

Podpis vedoucího práce:

Datum:

24. 5. 2021

Obsah

Úvod.....	3
1 Renaissance „Návrat k antickým kořenům “	4
2 Leonardo da Vinci.....	5
2.1 Život.....	5
2.2 Da Vinci v dějinách fyziky	6
2.2.1 Mechanika	6
2.2.2 Optika	6
2.2.3 Vlnění, kmity a akustika.....	7
2.2.4 Da Vinciho odkaz	7
3 Renesanční osobnosti fyziky.....	8
3.1 Mechanika.....	8
3.1.1 Nicolo Fontana Tartaglia (1499–1557)	8
3.1.2 Gerolamo Cardano (1499–1557).....	9
3.1.3 Giambattista Benedetti (1530–1590).....	9
3.1.4 Guidobaldo del Monte (Ubaldi) (1545–1607).....	10
3.1.5 Simon Stevin (1548–1620).....	10
3.1.6 Evangelista Torricelli (1608–1647).....	11
3.2 Boj o vědecké pochopení světa.....	12
3.2.1 Bernardino Telesio (1509–1588).....	12
3.2.2 Francis Bacon (1561–1626).....	13
3.2.3 Galileo Galilei (1564–1642).....	13
3.2.4 René Descartes (1596–1650).....	14
3.3 Vlnění, kmitání a akustika	15
3.3.1 Marin Mersenne (1588–1648).....	15
3.4 Optika.....	16
3.4.1 Franciscus Maurolycus (1494–1575)	16
3.4.2 Giambattista Della Porta (1535–1615).....	17
3.4.3 Christoph Scheiner (1573–1650).....	17
3.4.4 Willebrord Snell (1591–1626).....	18
3.4.5 Jan Marcus Marci (1595–1667).....	18
3.5 Elektřina a magnetismus	19
3.5.1 Georg Hartmann (1489–1564).....	19
3.5.2 William Gilbert (1544–1603)	20
3.5.3 Robert Norman (1560–1584).....	21

4 Výzkum.....	22
4.1 Divergentní úlohy zaměřené na Da Vinciho vynálezy	22
Úloha číslo 1: Da Vinciho návrh kanónu	23
Úloha číslo 2: Da Vinciho návrh helikoptéry	24
Úloha číslo 3: Da Vinciho návrh vodních lyží	25
Úloha číslo 4: Da Vinciho návrh kluzáku	26
Úloha číslo 5: Da Vinciho návrh katapultu	27
Úloha číslo 6: Da Vinciho návrh křídla.....	28
Úloha číslo 7: Da Vinciho návrh kamery obscura.....	29
Úloha číslo 8: Da Vinciho návrh čerpadla.....	30
Úloha číslo 9: Da Vinciho návrh jeřábu	31
Úloha číslo 10: Da Vinciho návrh ponorky.....	32
4.2 Metodika výzkumu	33
4.2.1 Plánování výzkumu	33
4.2.2 Výzkumná metoda.....	34
4.2.3 Vyhodnocení zadaných úloh	34
4.3 Výsledky výzkumu	38
4.3.1 Hypotézy.....	38
4.3.2 Dotazy na řešené úlohy.....	38
4.3.3 Dotazník	39
4.3.4 Vyhodnocení dotazníku.....	39
Závěr	41
Resumé.....	42
Literatura a zdroje	43
Seznam obrázků	48
Přílohy.....	I
Řešení úlohy č. 6.....	I
Řešení úlohy č. 8.....	II
Řešení úlohy č. 9.....	III
Dotazník.....	IV

Úvod

Pro bakalářskou práci jsem si zvolil téma „Fyzika v období renesance.“ Téma jsem si vybral, protože se zajímám o fyziku, techniku a historii. Téma fyziky v období renesance mi umožňuje využít znalosti z různých předmětů. Toto období je obdobím mnoha důmyslných vynálezů, které nacházejí uplatnění i v současné době.

Práce je rozdělena na dvě části. V první části, jsem popsal problematiku fyziky v období renesance a v krátkosti přiblížil významné představitele tohoto období. Jednotlivé osobnosti jsem seřadil podle oboru, pro který měly největší přínos (vzhledem k omezenému rozsahu bakalářské práce jsem se nevěnoval oblasti astronomie a jejím představitelům). Nejvíce jsem se zaměřil na Leonarda da Vinciho – považuji ho za nejvýznamnější renesanční osobnost, a proto při tvorbě divergentních úloh vycházím z jeho vynálezů.

V druhé části, jsem se věnoval výzkumu, nejprve jsem se zabýval tvorbou divergentních úloh, které jsem předložil k řešení studentům SŠ. Následně jsem pak analyzoval jejich odpovědi. Hlavním cílem výzkumu bylo zjistit, jak budou studenti přistupovat k řešení úloh odlišného typu. Z odpovědí studentů jsem vyhodnotil a shrnul klady a zápory navržených úloh.

1 Renesance „Návrat k antickým kořenům“

Mezi středověkem a novověkem se nachází období, které nejčastěji datujeme od 14. - 16. století a nazýváme jej renesancí. Svou kolébku měla nová epocha v Itálii. Během renesance dosáhla fyzika a další vědy pozoruhodných výsledků. Pro další vývoj bylo však zapotřebí vyšší matematiky a přístrojů, které by umožňovaly proměřovat studované závislosti. Teprve až ve druhé polovině 17. století se zrodila fyzika tak, jak ji známe dnes, tedy vědu vycházející z měření a experimentů. Název renesance vychází z výrazu „rinascenza“, tedy „znovuzrození“, který poprvé užil italský historik Giorgio Vasari v roce 1550. Dnešní výraz pochází z francouzského slova „renaissance“, který se nese v podobném významu.

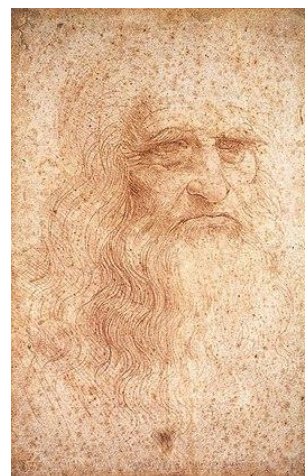
Období renesance se vyznačuje návratem k antické kultuře a jejím tradicím. Umělecká díla antické doby byla v této době postupně objevena a zpřístupňována. Jednalo se především o umělecké výtvořiny z architektury, sochařství či literatury. Díla budila u tehdejší společnosti velký obdiv a to především svou krásou, ale i lidskými myšlenkami.

Renesance byla odpovědí na temný středověk, kde došlo k úpadku vědění. Znamenala odklon od náboženského myšlení, znovu se otevřela přírodě a jejímu zkoumání, hledala krásu v lidské přirozenosti a snažila se o duchovní osvobození a posílení lidského sebevědomí. Hledala cestu ke kořenům antické vzdělanosti.

Renesance se nejvýrazněji projevila ve výtvarném umění a architektuře. Renesanční malíři a sochaři chtěli co nejdříve zachytit přírodu. Mnoho přírodovědců se snažilo právě o totéž. Jejich nápady vycházely ze skutečných věcí, které pozorovali kolem sebe. Věda zažívala rozkvet v různých oblastech. Ve fyzice došlo k mnoha významným objevům, které se zapsaly do naší historie. [1, 2, 3, 4]

2 Leonardo da Vinci

Génius, který předběhl svoji dobu, svými myšlenkami hluboce zasáhl do vývoje lidstva. Právem je nazýván renesanční osobností. Jeho myšlenkový záběr byl neuvěřitelný. Byl to slavný italský malíř, sochař, architekt, básník, hudebník, anatom, fyziolog, kartograf, vědec, astronom, geolog, botanik, vynálezce a konstruktér. Nacházíme u něho mnoho názorů, které předběhly svoji dobu a které zaznamenaly pokrok v lidských dějinách. [1]



Obr. 1 - Leonardo da Vinci, autoportrét [5]

2.1 Život

Leonardo se narodil 15. dubna 1452 poblíž městečka Vinci, které leží v hornatém Toskánsku, mezi Florencií a Pisou. Leonardova

matka byla venkovankou a otec vysoce uznávaným notářem. Městečko Vinci bylo pro rozvoj mladého Leonarda ideálním místem. O Leonardově mládí mnoho nevíme. V dospívání si jeho otec všiml chlapcových uměleckých schopností a dal ho do učení k umělci Andreovi z Florencie. V brzké době začal Leonardo převyšovat své vrstevníky a zanedlouho i svého učitele. Leonardo zpočátku projevoval svůj talent v malířství, později své nadání rozšířil do různých oblastí.

Během svého života, který převážně strávil ve Florencii a Milánu, se Leonardo zaměřil na shromažďování vědomostí. Byl velmi nadaný, studoval latinu, sbíral poezii, četl díla antických učenců. Zkoumal věci do nejmenších podrobností, hledal v nich souvislosti. Vše si podrobně zaznamenával a skicoval. Své poznámky psal zrcadlovým písmem - psal zprava do leva, proto je velmi obtížné se v jeho spisech orientovat. Jednotlivé práce psal na listy, které se později svazovaly do svazků, kterým dnes říkáme kodexy. Zápisníky nemají řád, často se v nich objevují témata, která od sebe dělí roky. Leonardo se na věci díval z neobvyklého pohledu. Přebíhal od jednoho tématu ke druhému. Nápady, které Leonardo za svůj život shromáždil, jsou neuvěřitelné. Mnoho poznámek má hluboký význam i v současné době, různé obory vědy i umění využívají nápadů dodnes.

Leonardova vnímavost a jasnozřivost vycházela z jeho pevné víry v účelnost přírody. Lidský důmysl, napsal Leonardo: „Nikdy nevymyslí nic krásnějšího, jednoduššího ani účelnějšího, než vymyslela příroda: žádný z jejích vynálezů není uspokojivý, žádný není zbytečný“.

Leonardova poslední cesta, nás zavede do francouzského města Amboise, kde Leonardo 2. května 1519 v sedmašedesáti letech umírá. [6]

2.2 Da Vinci v dějinách fyziky

Leonardo se neodmyslitelně zapsal do historie lidstva, protože se zabýval různými problémy. Do oblasti fyziky přinesl mnoho nových myšlenek. Nejvíce myšlenek z oblasti fyziky a techniky, shledáváme v nejobsáhlejším souboru Leonardových deníků, známém jako Codex Atlanticus. Své stopy zanechal v různých oblastech fyziky.

2.2.1 Mechanika

Obdivu si zaslouží jeho projekty v oblasti mechaniky, zabýval se problematikou těžiště rovinných těles. Svými poznatky o těžišti navázal na starověké učence Archiméda a Hérona Alexandrijského. Leonardo dospěl k určení těžiště tetraedru a potom i libovolné pyramidy. Zásluhy se mu připisují i v oblasti hydrauliky a hydrostatiky. Vymyslel mnoho důmyslných zařízení od úpravy vodních kanálů, stavbu průplavů či návrhy různých druhů čerpadel. Leonardovy spisy nám prozradily, že musel znát princip spojených nádob, dále věděl o základním principu hydrostatického tlaku. Dále se zabýval principem tření a pevností nosníků v tahu a tlaku. Experimentálně zkoumal chování těles při volném pádu, dále zpřesnil pojem momentu síly. Studoval chování těles na nakloněné rovině, zabýval se stabilitou těles. Měl představy o setrvačnosti těles. Objevil změny atmosférického tlaku a sestrojil vlhkoměr. Velké zásluhy vnesl i do mechaniky letu. Celý život ho fascinoval let ptáků, z jejich pozorování pochopil podstatu síly, kterou nazýváme vztlakovou. Zabýval se různými druhy letu, navrhl zařízení, která by umožnila let. Mezi nejznámější patří návrh létacích aparatur, padák a první model helikoptéry. Odkaz Leonardových mechanických vynálezů nalezneme i v oblasti válečných strojů, kde navrhl či zdokonalil mnoho strojů. Své znalosti z mechaniky uplatnil při stavbě různých pracovních nástrojů.

2.2.2 Optika

Do oblasti optiky vnesl nové znalosti, objasnil princip fungování kamery obscura, při studiu kamery srovnával děje v temné komoře s optickými ději v lidském oku, kde hledal obrácený obraz. Rovněž se zabýval parabolickými zrcadly, navrhl modely pouličních lamp využívajících parabolická zrcadla. Své poznatky z oblasti optiky využil při tvorbě uměleckých děl, kde můžeme vidět práci s perspektivou.

2.2.3 Vlnění, kmity a akustika

Leonardův odkaz nalezneme i v oblasti nauky o vlnění. Studoval tvoření vln na vodní hladině, byl autorem teorie o pohybu vln na moři. Pozornost věnoval i odrazu a lomu vodních vln a jejich vzájemnému skládání vycházejícím ze dvou různých středů. Věděl také, že se zvuk šíří rychleji pod vodou než ve vzduchu. [7, 8]

2.2.4 Da Vinciho odkaz

Od úmrtí Leonarda da Vinciho uplynulo již půl tisíciletí, přesto se s jeho myšlenkami setkáváme dodnes. Da Vinciho rozsah znalostí doposud překvapuje řady odborníků napříč různými obory vědy a umění. Tak rozsáhlými vědomosti, jakými byl vybaven Da Vinci, stěží získá jakýkoliv moderní člověk. Da Vinci, proto bude svým záběrem znalostí inspirovat navěky. [6]

3 Renesanční osobnosti fyziky

Renesance dala křídla novým myslitelům, přírodním filozofům, kteří se znovu zabývali otázkou hmoty, pohybem a stavbou vesmíru. Renesanční myslitelé velmi dobře znali antické učence a jejich myšlenky, snažili se o pochopení jejich názorů. Buď jejich názory rozvíjeli, či naopak od nich upustili a vydali se vlastní cestou. [1]

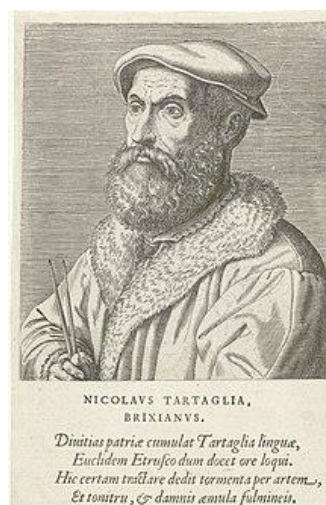
3.1 Mechanika

V historickém vývoji fyziky zaujímá mechanika vždy přední místo. Již od dob nejstarších civilizací a dále přes období starověku a středověku byla vždy mechanika pokládána za základ fyziky, její porozumění bylo nezbytné pro pochopení jevů a zákonitostí v jiných fyzikálních oblastech. S příchodem renesance nastal velký pokrok v rozvoji mechaniky. Hlavní zásluhou bylo zavádění pokusů a první experimentální měření, které přivedly mechaniku na novou úroveň. Jedním z prvních, kdo se po Leonardovi da Vincim zabýval mechanikou, byl Nicolo Fontana Tartaglia. [8]

3.1.1 Nicolo Fontana Tartaglia (1499–1557)

Byl italský matematik, konstruktér a kartograf. Jeho život byl velmi složitý, v mládí utrpěl zranění, v pozdějším věku musel Nicolo vždy nosit plnovous, aby maskoval své znetvořující jizvy, mluvit mohl jen s obtížema, odtud vznikla jeho přezdívka Tartaglia neboli koktavý. I přes hrůzy z dětství publikoval mnoho vědeckých prací. Jako první přeložil do italštiny díla Archiméda a Euklida.

Jeho největším přínosem byly nové názory v oblasti balistiky a vojenství. Zjistil, že trajektorie šikmého vrhu je po celou dobu pohybu daného tělesa zakřivena a neskládá se z přímočarých pohybů, jak se domníval Aristoteles. Ve svém spise zjistil, že trajektorie vystřeleného náboje a jeho dostřel závisí nejen na elevačním úhlu, ale i na velikosti počáteční rychlosti náboje. Domníval se, že nejdále dopadne náboj, který je vystřelen pod úhlem 45 stupňů. Tvrzení však neuměl matematicky vysvětlit. Dále ve své publikaci *Quesiti et Inventioni* z roku 1556 popsal klíčové prvky bastionové soustavy opevňování, takzvanou krytou cestu.



Obr. 2 - Nicolo Fontana Tartaglia [9]

Své myšlenky zanechal i v matematice, kde odvodil vzorce pro řešení algebraických rovnic třetího stupně, které nazýváme Cardanovy vzorce. [1, 10, 11]

3.1.2 Gerolamo Cardano (1499–1557)

Byl italský matematik, filosof, lékař, astrolog a hráč kostek. Jeho život byl však velmi komplikovaný. Do dějin se zapsal jako podivín. Měl rodinné problémy a často se dostával do finančních potíží. V mládí propadl hazardním hrám. Při hře využíval své matematické nadání, které mu dávalo navrch proti ostatním hráčům. Svůj zápal pro kostky využil při psaní prvních studií o teorii pravděpodobnosti.



Obr. 3 - Gerolamo Cardano [12]

V oblasti matematiky, ve spise *Ars Magna*, zveřejnil postupy řešení rovnic třetího a čtvrtého stupně, jejichž výsledkem jsou Cardanovy vzorce. Jejich postupy převzal od svých žáků. Byli mezi nimi Niccolò Fontana Tartaglia, Scipione del Ferro.

Do fyziky přinesl nové názory, zabýval se setrvačností pohybu koule, kde zvažoval pohyb bez tření. Známy je i Cardanův závěs, který nese jeho jméno. Vymyslel ho, aby zamezil otřesům císařského kočáru. Mezi další nápady patří křížový závěs a Cardanův kloub. Odkaz zanechal v medicíně, teologii i astrologii. [3, 13]

3.1.3 Giambattista Benedetti (1530–1590)

Byl italský matematik, přírodní filosof a vynálezce. Za svůj život napsal mnoho spisů, vycházel ze spisů od Euklida a Archimeda, kde rozvíjel jejich myšlenky. Byl Targliovým žákem. Byl kritický vůči spisům svého učitele i spisům jiných učenců.

Ve své práci se věnoval otázkám geometrie, pokračoval v Euklidových myšlenkách. Zabýval se nejen otázkami mechaniky ale i otázkami perspektivy a příčinami zvuku. Významné je jeho pojetí mechaniky, kde tvrdí, že pokud je těleso uvolněno z kruhového pohybu, bude se pohybovat po přímce, která je tečnou k původní kružnici pohybu. Jev demonstroval na kameni vystřeleném z praku. Ve spisech pojednávajících o mechanice tekutin určil výšku hladiny ve spojených nádobách, a tím zformuloval „hydrostatický paradox“. Dále se zabýval zvukem, kde na jeho práci v dalším století navázal Marin Mersenne.[1, 14]

3.1.4 Guidobaldo del Monte (Ubaldi) (1545–1607)

Markýz del Monte, byl italský matematik, vynálezce. Pocházel z bohaté šlechtické rodiny z Urbina. Studoval na univerzitě v Padově. Další etapou jeho života se stala armáda, kde se jako voják účastnil bojů na turecké frontě v tehdeším Uhersku. Poté, co dosloužil v armádě, se Guidobaldo vrátil na své panství v Urbinu, kde mohl trávit čas výzkumem matematiky, mechaniky, astronomie a optiky.



Obr. 4 - Guidobaldo del Monte [15]

Je autorem spisu *Liber mechanicorum* (Kniha o mechanice). Tento spis je považován za největší dílo o statice od dob starověkého Řecka. Byl to návrat ke klasické řecké přisnosti záměrně odmítající středověký pohled a přístupy Tartaglia a Cardana.

Své myšlenky formuloval do tvrzení, které dnes známe jako princip virtuálních posunutí. Dále experimentálně určil trajektorii šikmého vrhu, předpokládal, že se jedná o křivku zvanou řetězovka, která je velmi podobná parabole. Napsal knihy o astronomii a o lomu světla ve vodě. Guidobaldo, který se zajímal o stroje, psal například o Archimédově šroubu. Vynalezl nebo zdokonalil řadu přístrojů a kompasů. Ubaldi byl učitelem a ochráncem slavného Galilea Galileiho, kterého finančně podporoval. [1, 16, 17]

3.1.5 Simon Stevin (1548–1620)

Byl holandský matematik, fyzik a inženýr. O jeho raném dětství a vzdělání není nic známo, předpokládá se, že byl vychován v kalvínské tradici. Během svého života hodně cestoval, velmi ho ovlivnilo setkání s princem Mauritsem Oranžským, se kterým se setkal při působení na univerzitě v Leidenu. Ti dva se stali blízkými přáteli a Stevin se stal jeho učitelem a poradcem v armádě. Díky svým schopnostem řešit mechanické problémy se zabýval stavbou větrných mlýnů, plavebních komor a přístavů. Po válce proti Španělsku se Stevin usadil v Haagu, kde si díky bohatství, které získal v armádě, koupil dům. Následně založil rodinu a pokračoval ve studiu na univerzitě v Leidenu, zde stal se slavným vědcem.



Obr. 5 - Simon Stevin [18]

Stevina můžeme nazvat prvním pokračovatelem Archimeda po Leonardu da Vincim. Pro vědu a zejména fyziku jsou nevýznamnější jeho studie o rovnováze sil, kde se především zabýval nakloněnou rovinou. Dále zmínil myšlenky o nemožnosti sestrojít perpetuum mobile. Myšlenku vyvracející perpetuum mobile si nechal dát na erb svého náhrobku. Zabýval se problematikou velikosti a směru vztlakové síly a rozšířil Archimedovy poznatky. Vědomosti využil při stavbě lodí. Kromě Archimeda studoval i díla Aristotela a navázal na ně pokusem s padajícími tělesy. V pokusech na něj navázal Galileo Galilei. [1, 19, 20]

3.1.6 Evangelista Torricelli (1608–1647)

Byl italský fyzik a matematik. Narodil se do chudé rodiny, vzdělání mu zajistil strýc, který ho poslal do jezuitské školy v Římě, kde studoval u matematika Benedetta Castellioho. Měl štěstí, že jeho učitel Benedetto byl Galileovým přítelem. Torricelli se stal Galileovým pomocníkem. Při svém studiu četl klasické texty Apollonia, Archiméda a Theodosia. Přečetl také téměř vše, co napsali tehdejší matematici Brahe, Kepler. Spolu s Galileem byl fascinován astronomií, zastával Koperníkovu teorii. Po Galileově procesu v roce 1633 si Torricelli uvědomil, že je nebezpečné pokračovat v zájmu o Koperníkovu teorii, takže svou pozornost přesunul na matematiku a mechaniku.



Obr. 6 - Evangelista Torricelli [21]

V oblasti mechaniky Torricelli znovu ověřil zákonitosti volného pádu, sestavil balistické tabulky. Dále zkoumal proudění kapalin, svými výzkumy učinil další krok od Archimedovy hydrostatiky a stal se průkopníkem hydrodynamiky. Torricelli se stal velmi významným tím, že jako první člověk vytvořil trvalé vakuum a v roce 1643 vynalezl rtuťový tlakoměr. Při objevu tlakoměru pozoroval, že se rtuť v trubici a tedy i atmosférický tlak v průběhu dne trochu mění. Napsal: „Žijeme ponořeni na dně vzdušného oceánu, jenž na nás působí svou tíhou, jak prokázaly nezpochybnitelné pokusy.“ Pokus vykonal spolu se svým spolupracovníkem Vincenzem Vivianim. Na jeho počest byla zavedena jednotka tlaku jeden torr. [1, 22, 23]

3.2 Boj o vědecké pochopení světa

Mnoho renesančních učenců se snažilo nalézt odpovědi na tehdejší problémy. Jejich názory byly revoluční a zaznamenaly pokrok ve vidění světa. Učenci se snažili o změnu pohledu na tehdejší svět. Byli mezi nimi astronomové, filosofové, fyzici a matematici. Myšlenky, které nám přinesli navždy změnily chápání a přístup ke vědě. Mezi první filozofy, kteří se snažili o pochopení světa, patřil Bernardino Telesio. [1]

3.2.1 Bernardino Telesio (1509–1588)

Byl italský filosof a vědec. Bernardino se narodil do urozené rodiny v Kalábrii, vzdělání získal od strýce, poté studoval na univerzitě v Římě a v Padově, kde studoval filosofii a matematiku. Se znalostmi, které získal během studia, zastával názory, které byly v rozporu s aristotelismem a Bohem, kterého popíral. V Telesiově pojetí Bůh nezasahuje do přírody a do lidských činů. Boha přirovnává k mechanikovi, který stvoří dílo tak dokonalé, že funguje bez vnějších zásahů.

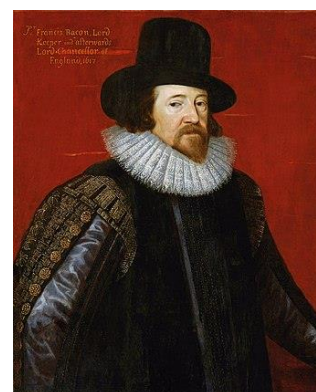


Obr. 7 - Bernardino Telesio [24]

Telesio zastával odlišné postoje na Aristotelovo učení o principech látky. Aristoteles tvrdí, že nebeská tělesa jsou do pohybu uváděna vnějším hybatelem. Telesio uvádí samopohyb dvou principů. Názor vysvětluje tím, že Bůh stvořil Slunce a Zemi, přičemž Slunce je původcem tepla a energie a Země je zdrojem chladu. Další příklad rozporu vůči Aristotelovi nalezne v jeho dílech o kosmologii, kde nesouhlasí s Aristelovým pojetím prostoru a času. Svými myšlenkami Telesio ovlivnil mnoho budoucích fyziků a filosofů. [1, 25]

3.2.2 Francis Bacon (1561–1626)

Byl anglický filosof, vědec, historik a politik. Narodil se do šlechtické rodiny, kde se mu dostalo velmi dobrého vzdělání. V mládí byl poslán na univerzitu v Cambridge. Školu opustil, když se hanlivě vyjádřil o Aristotelovi a stoupencích scholastiky. Prosazoval názor, že je třeba reformovat současnou vědu a školství. Bacon zdůrazňoval vědění, které dávalo člověku velkou moc, díky svým názorům a pověsti geniálního řečníka, zastával v Anglii vysoké státní funkce.

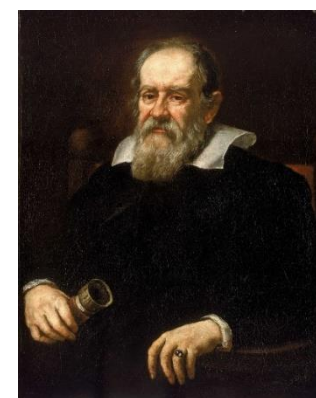


Obr. 8 - Francis Bacon
[26]

Své zásluhy ve fyzice a přírodních vědách si Bacon zajistil tím, že zavedl novou vědeckou metodu, která analyzuje a třídí zkušenosti a zabývá se našimi smysly, na které klade velký důraz. Významný byl jeho objev triboluminiscence, který učinil v roce 1605. Nejdůležitější je jeho vrcholné dílo *Velké obnovení věd*, kde se zabýval filosofickými otázkami, které svými myšlenkami ovlivnily mnoho pozdějších fyziků, mezi nejvýznamnější patřil Isaac Newton. [1, 23, 27]

3.2.3 Galileo Galilei (1564–1642)

Byl toskánský astronom, filosof a fyzik spjatý s vědeckou revolucí. Narodil se v severoitalském městě Pisa. O jeho vzdělání nerozhodl jeho otec, který si přál mít ze syna lékaře, nýbrž otcův přítel, učitel Ostilio Ricci. Zásluhou svého učitele si Galileo oblíbil matematiku. Další etapou Galileova života bylo působení na univerzitě v Pise, později v Padově. V té době se jeho největším zájmem staly exaktní vědy.



Obr. 9 - Galileo Galilei
[28]

Významný byl rok 1609, kdy Galileo sestrojil dalekohled na bázi dvou čoček – spojky a rozptylky, dalekohled měl působivé desetinásobné zvětšení. Galileo viděl ve svém dalekohledu, který nazval *Perspicillum* komerční i vojenské využití. Díky dalekohledu si zajistil doživotně placené místo profesora. Koncem roku 1609 Galileo obrátil svůj dalekohled na noční oblohu a začal dělat pozoruhodné astronomické objevy. Hlavní objevy shrnul ve spise *Hvězdný posel*. Až do procesu v roce 1633 se věnoval především astronomii, kde učinil významné objevy. Jako zastávce Koperníkovy teorie ho inkvizice odsoudila k domácímu vězení v Actetri

u Florencie, kde pobývat po zbytek života. V Actetri se již nezabýval astronomií, ale soustředil se na mechaniku, kde zformuloval výsledky svých objevů z mladých let.

Mezi jeho významné objevy ve fyzice a technice patří např. práce o volném pádu těles, které prováděl na šikmé věži v Pise. Dále stanovení doby kyvu kyvadla. Právě chápání kyvadla ho přivedlo k návrhu kyvadlových hodin. Do balistiky vnesl nové pohledy, vynalezl a zdokonalil „geometrický a vojenský kompas“, rozšířil tím dřívější přístroje navržené Niccolou Tartagliou a Guidobaldim del Monte.

Galileo jako první sestavil teploměr, který využil tepelné roztažnosti vzduchu. Galileo se zasadil o vytvoření experimentální metody zkoumání fyziky, která měla velký význam na další rozvoj fyziky. [1, 8, 23, 29, 30]

Významný fyzik Stephen Hawking o něm prohlásil: „Galileo měl jako jedinec na zrození moderní vědy snad největší vliv“ [1]

3.2.4 René Descartes (1596–1650)

Byl francouzský filosof, matematik a fyzik. Je zakladatelem filosofického racionalismu, tj. myšlenkového směru, který považuje lidský rozum za hlavního činitele při poznávání světa.



Obr. 10 - René Descartes [31]

Pocházel ze vzdělané šlechtické rodiny v La Hayne. Studoval na jezuitské univerzitě v La Flèche, kde se mu dostalo důkladného vzdělání ve scholastické filosofii, matematice i ve vědách. Po studiu ho lákala kariéra profesionálního vojáka, roku 1617 vstoupil do vojska Mořice Oranžského, poté v roce 1619 vstoupil do bavorské armády a byl umístěn ve městě Ulm. Dále se věnoval svým zálibám a cestování. Zabýval se vědou, filosofií a psychologií.

V matematice spolu s Fermatem je zakladatel analytické geometrie. Ve fyzice se snažil najít odpověď na první velkou otázku: Jak se tělesa pohybují? Své názory vysvětlil ve spise *Principia philosophiae*, kde považuje zákon zachování hybnosti, jako jeden ze základních zákonů fyziky.

Dnes si jeho jméno ho spojujeme s fyzikální pomůckou karteziánkem. (latinsky *cartesius*), který umožňuje demonstrovat Pascalův zákon a Archimédův zákon. Do optiky přispěl ve

svém spise *Optice*, kde formuluje zákony odrazu a lomu světla a uvádí index lomu skla a vody, na základě toho podává úplnou teorii duhy. [32, 33]

3.3 Vlnění, kmitání a akustika

Nauka o vlnění a akustice má počátky v antickém Řecku, kde základy položili řečtí učenci Pythagoras a Aristoteles. Na jejich učení navázali velké osobnosti renesance Leonardo da Vinci a Galileo Galilei. Otcem renesanční akustiky byl však Marin Mersenne. [1, 8]

3.3.1 Marin Mersenne (1588–1648)

Byl francouzský kněz, filozof, matematik, fyzik a překladatel. Narodil se v dělnické rodině, již v raném věku projevoval zájem o studium. Studoval na jezuitských školách, později se dostal na univerzitu v La Flèche, poté studoval v Paříži. Studia dokončil v roce 1611 a díky vzdělání si uvědomil, že je připraven na pokojný život v klášteře, kde publikoval teologická a filosofická díla. Později si Mersenne začínal uvědomovat, že vedle náboženství ho skutečně zajímá skutečná věda.

První oblastí, které se začal podrobněji věnovat, byla matematika. Věřil, že se bez ní neobejde žádná věda. K matematice měl filozofický vztah, věřil, že jejím původem je Bůh. Ve fyzice se nejvíce věnoval akustice, kde navázal na Galileovy práce. Ve svém díle *L'harmonie universelle* jako první zveřejnil zákony týkající se vibrující struny, které dnes nesou jeho jméno. Svým přínosem do akustiky je někdy nazýván "otcem akustiky".

Mersenne se stal v průběhu svého života koordinátorem všech evropských učenců. Uspořádal mnohá setkání vědců z celé Evropy, na kterých se četly a recenzovaly vědecké práce, diskutovali o experimentech. Během svého života Mersenne pomáhal potenciálním vědcům tím, že je nasměroval správným směrem. Mezi vědce, kterým pomohl, patřili Christian Huygens a Galileo Galilei.

V dnešní době si ho velmi ceníme pro jeho editorskou činnost - přeložil díla antických učenců, mezi něž patřila díla od Euklida, Apollonia a Archimeda. Významné jsou i jeho korespondence s matematiky a vědci, kteří nám přinesli poznatky z této doby. [1, 34, 35]

3.4 Optika

Spolu s mechanikou patří optika k nejstarším oborům fyziky. První zmínky máme ze starého Egypta, kde Egypťané využívali kovových ploch jako zrcadel. Další rozvoje zaznamenáváme v antice, kde se Euklides zabýval přímočarým šířením světla. O zrcadlech psali Plinius a Seneca. Velkého rozšíření znalostí se nám dostalo v 11. století od arabských učenců, na které navázali renesanční umělci počínaje Leonardem da Vincim jeho popisem temné komory. Leonardo pozorovaný úkaz jasně neformuluje. O půl století později podobné úkazy pozoruje Franciscus Maurolycus, který zahajuje novou etapu ve studii optiky. [8]

3.4.1 Franciscus Maurolycus (1494–1575)

Byl řecký matematik, fyzik a astronom. Narodil se v Messině, kam jeho rodina uprchla z Konstantinopole před Osmany. Velká část Franciscova vzdělání pocházela od jeho rodičů, matky, která byl moudrá a vznešená žena, a rovněž od otce, který ho učil řečtinu, matematiku a astronomii. Vlivem výchovy se stal knězem, kde se naučil gramatiku a rétoriku. Jeho vzdělání mu dalo možnost řešit problémy pomocí intelektu a vlastních praktických zkušeností. Po tragické události, během, které ho nemoc připravila o otce, bratry a sestru, Maurolycus opustil město a nějaký čas strávil v Římě. Po smrti svého otce zdědil



Obr. 11 - Franciscus Maurolycus [36]

Maurolycus bohatství, které mu umožnilo soustředit se na vědecké práce a produkovat významné objevy v různých oblastech vědy. Jeho záběr byl velmi rozsáhlý, přispěl do oblasti matematiky, astronomie, hudby a fyziky. Významné jsou jeho překlady a nové interpretace starověkých matematických textů.

Do historie optiky se především zapsal díky práci *Photismi de lumine et umbra* (Pozorování světla a stínu), kde píše o průchodu světla planparalelní vrstvou. V díle také uvažuje podobného zobrazení oční čočky se skleněnou čočkou. [1, 37, 38]

3.4.2 Giambattista Della Porta (1535–1615)

Byl italský učenec, vědec a dramatik. Narodil se v Neapolském zálivu. Vzdělání dostal od soukromých učitelů, jeho otec dohlížel na jeho vzdělání. Jeho domov se stal místem setkávání filozofů, matematiků, básníků a hudebníků. Předpokládá se, že navštěvoval přednášky Girolama Cardana. V mladém věku se věnoval psaní her, později potom přírodní filosofii.



Obr. 12 - Giambattista Della Porta [39]

Ve svých dílech se zabýval zkoumáním světa a tvrdil, že s ním může přírodní filozof manipulovat prostřednictvím teoretických a praktických experimentů. Jeho nejslavnější dílo, poprvé publikováno v roce 1558, se nazývalo *Magiae Naturalis* (Přírodní magie).

V knize se zabývá různými tématy včetně studií démonologie, astrologie, alchymie, matematiky, meteorologie a přírodní filozofie. V díle rovněž podal ucelený popis kamery obscury. V optice se dále se zabýval popisem zrcadel svírající různé úhly. Na tomto úkazu sestrojil v roce 1611 Brewster první kaleidoskop. [8, 40, 41]

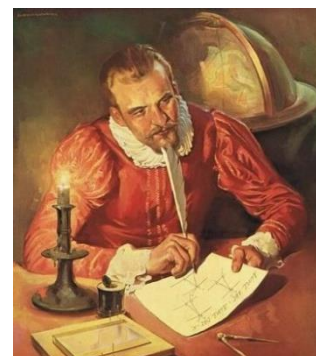
3.4.3 Christoph Scheiner (1573–1650)

Byl německý jezuitský kněz, fyzik, optik, astronom a mechanik. O Scheinerově raném životě není nic známo. Studoval na jezuitských školách v Augsburgu, poté v Ingolstadt. Hlavní náplní jeho studia byla filozofie, metafyzika a matematika. Po studiu vyučoval v Ingolstadt matematiku (fyziku, astronomii) a hebrejštinu. Přednášel o slunečních hodinách, geometrii, astronomii, optice.

Svoje nejdůležitější práce napsal při pobytu v Innsbrucku. Scheiner zde vyvinul přenosnou cestovní kameru obscuru. Dále zde publikoval v roce 1619 svůj spis *Oculus*, kde se zabývá anatomií oka, refrakcí paprsků uvnitř oka a úhlem vidění v sítnici. Od roku 1624 pobýval v Římě, kde se věnoval svým astronomickým pozorováním. V Římě napsal knihy pojednávající o slunečních skvrnách, o pantografu, který vynalezl v roce 1603, a práci zaměřenou proti teorii heliocentrického systému. Zemřel v roce 1650 v polské Nise. [42, 43]

3.4.4 Willebrord Snell (1591–1626)

Byl holandský matematik a astronom. Jeho otec byl profesor matematiky, pocházel z významné rodiny z Oudewater. Vzdělání získal od svého otce, který ho učil na soukromé škole. Po absolvování školy studoval práva na univerzitě v Leidenu. Při studiu vyučoval matematiku, a tím pomáhal svému otci, který zde pracoval jako profesor matematiky. Po otcově smrti převzal jeho místo a stal se univerzitním profesorem v Leidenu.



Obr. 13 - Willebrord Snell [44]

Během své kariéry se Snell zajímal o matematiku, astronomii a fyziku. V astronomii uvedl do praxe novou metodu měření poloměru Země.

Jeho nejslavnějším objevem byl zákon lomu, který objevil v roce 1621. Ve svých poznámkách o optice cituje Platóna, Aristotela, Cicera, Lucretia atd. V jeho díle vidíme zrod moderní fyziky, která plynule vychází z fyziky starověké a pokládá základy současné geometrické optiky. [45, 46]

3.4.5 Jan Marcus Marci (1595–1667)

Byl český lékař a polyhistor. Narodil se do katolické rodiny v Lanškrouně. Studoval na jezuitských školách v Jindřichově Hradci a Olomouci. Studium zakončil na pražské univerzitě, kde se stal lékařem. Zanedlouho se stal profesorem Karlovy univerzity, později i rektorem. Díky své lékařské praxi a úspěchům se mohl stát osobním lékařem dvou císařů, Ferdinanda III. Habsburského a poté i jeho syna Leopolda I.



Obr. 14 - Jan Marcus Marci [47]

Marci byl nejen významný český lékař, ale i všestranný polyhistorik platónského ražení. Díky své snaživosti a mimořádné paměti mohl číst knihy psané česky, německy, italsky, francouzsky, španělsky, řecky, hebrejsky a arabsky. Velice vzdělaný byl i ve filosofii, matematice, fyzice, astronomii a dalších přírodních vědách. Rozsah jeho znalostí nalezneme v jeho vrcholném filosofickém spise z roku 1662 *Vše všem aneb Obnovená stará filozofie*. V díle pojednává o uspořádání vesmíru, podstatě rostlin a živočichů, o magnetismu, přílivu a odlivu a přírodních jevech, dále o léčení, životě a smrti.

Svémi pracemi hluboko zasáhl i do dějin fyziky a stal se tak vlastně prvním českým fyzikem. Byl jeden z prvních, kdo dokázal vybočit od tradičního aristotelismu. Zabýval se mechanikou, kde popisuje hlavní myšlenky Galileových výzkumů. Mezi další práce patří díla o rázu pružných těles, které Marci aplikoval na kulečnickových koulích.

Kromě svých prací o mechanice také značně přispěl k pokroku optiky. Napsal studie o duhovém oblouku světla, které shrnul v díle *Knih o duze*. Dále se zabýval lomem světla, různým barvám spektra přiřkládá různé úhly lomu, uvažoval, že se jednoduché barvy nerozkládají. Za svůj život si Marci vychoval celou řadu žáků. Až ve dvacátém století začaly být zásluhy největšího českého fyzika mezinárodně uznávány. [1, 7, 48]

3.5 Elektřina a magnetismus

První zmínky o magnetismu nás zavedou do období antiky, kde byly známy základní účinky přirozených magnetů. První pokusy prováděl Thales z Miletu, který třením jantaru přitahoval drobné předměty. První informace o užití magnetu pochází ze staré Číny, kde se sestrojil první kompas. Činnost kompasu byla dlouho zahalena tajemstvím, správný výklad funkce kompasu podal až na konci 13. století francouzský učenec Peregrinus. Dalším milníkem v historii magnetismu je objevení změny magnetické deklinace, který při své plavbě učinil mořeplavec Kryštof Kolumbus. První významné pokusy prováděl německý inženýr Georg Hartmann. [8, 50]



Obr. 15 - Kryštof Kolumbus [49]

3.5.1 Georg Hartmann (1489–1564)

Byl německý inženýr, konstruktér a astronom. Narodil v Eggolsheimu v dnešním Bavorsku. O Hartmannově dětství není nic známo. Studoval teologii a matematiku na univerzitě v Kolíně nad Rýnem, poté studoval v Římě, kde se spřátelil s Andreasem Koperníkem, bratrem Mikuláše Koperníka. Nakonec se vrátil do rodného Německa do Norimberku, kde sloužil jako vikář kostela sv. Sebald.

Hartman byl pozoruhodný konstruktér, velmi ho fascinovala mechanika strojů a zařízení. Zajímal se o hodinářství, výrobu přístrojového vybavení a přírodními jevy. Navrhl a vyrobil mnoho různých typů nástrojů. Mezi významné patří astroláb, glóbus, sluneční hodiny,

ciferníky. Kromě tradičních vědeckých přístrojů vyráběl Hartmann také střelecké přístroje a mířidla.

Při své práci se zabýval kompas, kde učinil objev. Zjistil sklon magnetického pole Země, tedy magnetickou inklinace. Svým objevem dokázal, že kompas ne vždy ukazuje na skutečný sever, bohužel jej nedokázal zdůvodnit. Na jeho objev navázal Robert Norman. [50]

3.5.2 William Gilbert (1544–1603)

Byl anglický lékař a vědec. Narodil se v Colchesteru v hrabství Essex u Londýna. Od čtrnácti let studoval medicínu na univerzitě Saint John College v Cambridge. Po absolvování školy cestoval po Evropě, kde se seznámil s pracemi Mikuláše Koperníka, Giordana Bruna a dalších významných učenců.



Obr. 16 - William Gilbert [51]

Díky svým znalostem se stal členem *Royal College of Physicians*, kde zastával vysoké funkce, dále byl vyhledávaným lékařem londýnské šlechty. Stal se i osobním lékařem královny Alžběty I. Zaslouhou lékařské praxe si mohl dovolit věnovat se svým zálibám. Tou nejušlechtilejší byla fyzika, kde se zabýval elektřinou a magnetismem. Podklady pro studium magnetismu a elektřiny získal od námořníků, kteří mu během cest kolem světa shromáždili data o chování magnetky v kompasu. Tímto způsobem získal Gilbert data pro svoji teorii, že se Země chová jako gigantický magnet.

Roku 1600 o tom publikoval knihu: *De Magnete, Magneticisque Corporibus et de Magno Magnete Tellure* (O magnetu, magnetických tělesech a velkém magnetu zemském). Předmětem knihy jsou studie o magnetických a elektrických vlastnostech těles o rozměrech zemských i kosmických. Jeho dílo položilo základy dvěma novým odvětvím fyziky – naukám o elektřině a magnetismu. Dílo obsahuje přes 600 pokusů, které obohatily, upřesnily či vyvrátily stará tvrzení.

Tato kniha položila základy magnetismu a elektřině. Díky této práci je Gilbert považován za otce vědy o elektřině a magnetismu. Názvy jako „elektřina“, „elektrická síla“ a „elektrická přitažlivost“ pocházejí právě od něho. [7, 52]

3.5.3 Robert Norman (1560–1584)

Byl anglický námořník a konstruktér kompasů. O jeho životě nevíme mnoho, domníváme se, že zájem o magnetismus projevil během námořních cest a při výrobě kompasů.

Významná je Normanova brožura popisující magnetovec a následné využití v lodní navigaci. Norman navázal na práce Hartmana a popsal chování magnetického sklonu stříelky v kompasu. Objev učinil v roce 1544 a demonstroval ho pokusem, kde jev magnetické inklinace vysvětlil. [53]

4 Výzkum

Cílem výzkumu je sestavení deseti divergentních úloh zaměřených na vynálezy Leonarda Da Vinciho a jejich ověření ve výuce SŠ. Úlohy byly koncipovány s otevřenými otázkami, aby se zde nejvíce uplatňovaly kvalitativní odpovědi studentů.

Získané odpovědi jsem utřídil, vyhodnotil a dále zanalyzoval vhodnost jejich užití ve výuce fyziky na SŠ.

Dílčí úkoly výzkumu:

- 1) Sestavení divergentních úloh na téma vynálezů Leonarda Da Vinciho
- 2) Prezentace vybraných úloh na SŠ
- 3) Metodika výzkumu
- 4) Výsledky výzkumu

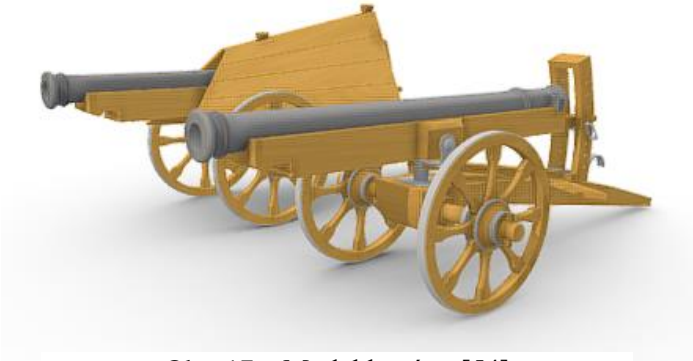
4.1 Divergentní úlohy zaměřené na Da Vinciho vynálezy

Tyto divergentní úlohy jsem rozdělil do několika oblastí, každá úloha se zabývá určitou problematikou mechaniky nebo optiky. V úlohách jsem se snažil o mezioborové prolínání znalostí. Otázky vyžadují znalosti všedních věcí, zabývajících se vědou o přírodě a také znalosti techniky strojů a zařízení. V úlohách se snažím předat studentům informace o historii a jiných zajímavostech týkajících se renesance.

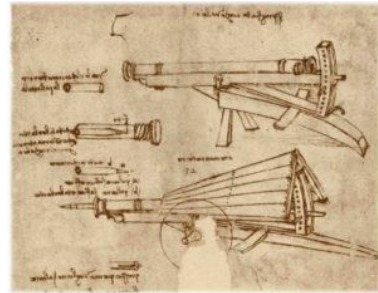
Každá úloha se skládá ze zadání s doplňujícími obrázky. První obrázek zachycuje model zařízení, popřípadě jeho nákres. Druhý obrázek vyobrazuje původní Da Vinciho nákres vycházející z jeho kodexů. Hlavním účelem obrázků je, aby si student dokázal zařízení představit a viděl s jakou přesností dokázal Da Vinci zařízení nakreslit. Pod obrázkem jsou otázky, které se zabývají určitým problémem, který ve většině případů souvisí s obrázkem.

ÚLOHA ČÍSLO 1: DA VINCIHO NÁVRH KANÓNU

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH KANÓNU



Obr. 17 – Model kanónu [54]



Obr. 18 – Původní nákres kanónu [54]

Leonardo da Vinci byl významný vynálezce a vizionář. Ve své práci se soustředil na různá zařízení. Jedním z jeho zájmů byly i válečné stroje. Zabýval se kanóny jejich principem střelby a vymyslel nový tvar projektilu.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH KANÓNU

Nakreslete a popište tvar projektilu, s kterým Da Vinci přišel, a porovnejte s dřívějším tvarem projektilu a napište jeho výhody a nevýhody.

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH KANÓNU

Nakreslete a popište, které možnosti vedou ke zpřesnění střelby z kanónu, či pušky. Zaměřte se na jednotlivé části a využijte znalosti, které se uplatňují u moderních zbraní.

.....

.....

.....

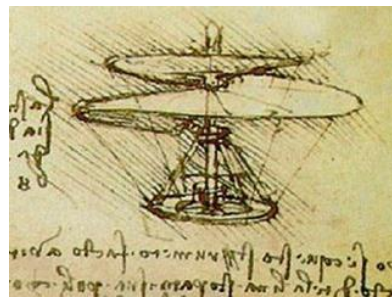
.....

ÚLOHA ČÍSLO 2: DA VINCIHO NÁVRH HELIKOPTÉRY

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH HELIKOPTÉRY



Obr. 19 – Model helikoptéry [55]



Obr. 20 – Původní nákres helikoptéry [56]

Leonardo da Vinci byl fascinován létáním, navrhl mnoho zařízení, která by umožnila pohyb ve vzduchu. Jednoho dne navrhl model stroje, který se stal významným strojem moderní doby – helikoptéru.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH HELIKOPTÉRY

Kde v přírodě mohl Leonardo da Vinci najít inspiraci pro návrh helikoptéry?

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH VRTULE

Nakreslete a popište na jakém fyzikálním principu funguje helikoptéra (vrtule).

.....

.....

.....

.....

ÚLOHA ČÍSLO 3: DA VINCIHO NÁVRH VODNÍCH LYŽÍ

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH CHŮZE PO VODĚ



Obr. 21 – Model vodních lyží [57]



Obr. 22 – Původní nákres vodních lyží [58]

Leonardo da Vinci navrhl velké množství vynálezů, některé našly praktické využití, jiné upadly v zapomnění. Jedním z jeho návrhů byl i návrh vodních lyží.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH CHŮZE PO VODĚ

Nakreslete a popište, kterého fyzikálního principu využíváme při styku látky s kapalinou. Kde se s tímto jevem můžeme setkat?

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH CHŮZE PO VODĚ

Nakreslete jiný způsob chůze po vodní hladině a popište jej silami, které na objekt při chůzi působí.

.....

.....

.....

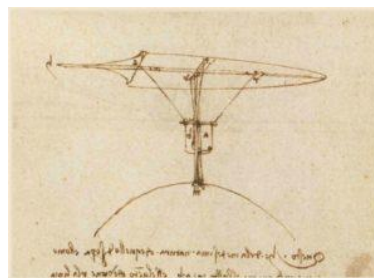
.....

ÚLOHA ČÍSLO 4: DA VINCIHO NÁVRH KLUZÁKU

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH KLUZÁKU



Obr. 23 – Model kluzáku [59]



Obr. 24 – Původní nákres kluzáku [59]

Leonardo da Vinciho fascinoval svět v oblacích, toužil dostat člověka do vzduchu. Pozorováním přírody navrhl zařízení umožňující plachtění.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH KLUZÁKU

Popište, v čem se Da Vinciho kluzák liší od moderních kluzáků. Napište, co kluzáku chybí, aby mohl plachtit.

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH KLUZÁKU

Napište možnosti, které by vedly ke zlepšení letu kluzáku. Inspiraci hledejte v přírodě a u moderních strojů.

.....

.....

.....

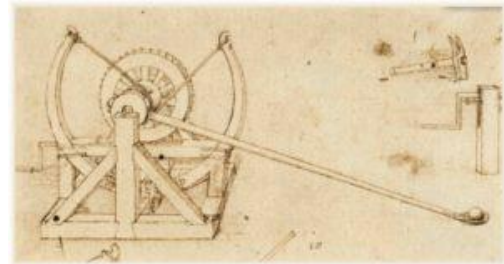
.....

ÚLOHA ČÍSLO 5: DA VINCIHO NÁVRH KATAPULTU

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH KATAPULTU



Obr. 25 – Model katapultu [60]



Obr. 26 – Původní nákres katapultu [60]

Leonardo da Vinci zkoumal a vylepšoval různá zařízení. Navrhl úpravy již vymyšlených strojů. Jedním ze strojů, kde využil své vědomosti, byl i jeho návrh katapultu.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH KATAPULTU

Jaká část na Da Vinciho katapultu umožnila lepší dostřel? Porovnejte s jinými druhy katapultů.

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH KATAPULTU

Jaké vlastnosti musí mít část z otázky 1, aby bylo dosaženo co nejlepších výsledků? Co ovlivňuje vlastnosti daného materiálu?

.....

.....

.....

.....

ÚLOHA ČÍSLO 6: DA VINCIHO NÁVRH KŘÍDLA

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH KŘÍDLA



Obr. 27 – Model křídla [61]



Obr. 28 – Původní nákres křídla [61]

Leonardo da Vinci hledal inspiraci v přírodě. Svá zařízení navrhoval podle zvířat. Jedním z prvních, které zkonstruoval, byl mechanický model mávajících křídel.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH KŘÍDLA

Proč se Da Vinci při stavbě křídla inspiroval netopýry a ne ptáky? Uveďte důvody.

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH KŘÍDLA

Jaký byl hlavní problém Da Vinciho návrhu pro mávání křídel? U kterých živočichů tento problém nepozorujeme.

.....

.....

.....

.....

ÚLOHA ČÍSLO 7: DA VINCIHO NÁVRH KAMERY OBSCURA

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH KAMERY OBSCURA



Obr. 29 – Model kamery obscura [62]



Obr. 30 – Původní nákres kamery obscura [62]

Leonardo da Vinci byl nejen významný vynálezce, ale byl především mimořádně nadaný malíř. Ve svém kodexu Atlanticus detailně popisuje princip kamery Obscura, kterou zdokonalil. Kameru využíval při zachycení perspektivy obrazů.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH KAMERY OBSCURA

Jaké fyzikální zákony kamera využívá? Napište a nakreslete různé možnosti, které by vedly k získání lepšího obrazu. Co ovlivňuje výsledný obraz?

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH KAMERY OBSCURA

Jaké optické zařízení má podobné vlastnosti jako kamera Obscura? Kde se kamera používala a jaké uplatnění má dnes, čím byla kamera nahrazena.

.....

.....

.....

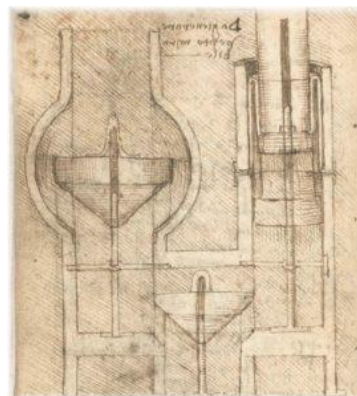
.....

ÚLOHA ČÍSLO 8: DA VINCIHO NÁVRH ČERPADLA

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH ČERPADLA



Obr. 31 – Model čerpadla [63]



Obr. 32 – Původní nákres čerpadla [63]

Leonardo da Vinci se zabýval různými problémy všedních strojů, mnoho zařízení upravil, a tím zlepšil jejich vlastnosti. Jedním takovým byl i jeho návrh čerpadla.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH ČERPADLA

Popište princip fungování čerpadla, nakreslete cirkulaci vody a vysvětlete ji. Jaké mělo uplatnění v renesanci?

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH ČERPADLA

Zaměřte se na obrázek a napište součásti, které Da Vinciho čerpadlo postrádá. Vycházejte z poznatků současných čerpadel.

.....

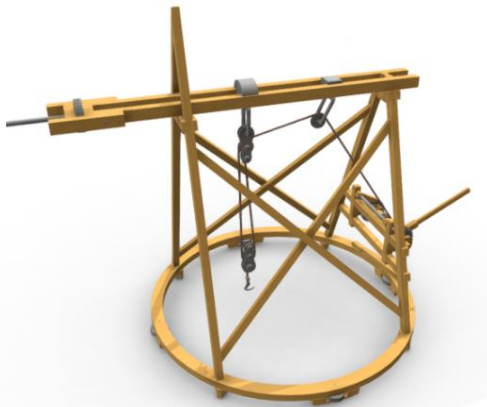
.....

.....

.....

ÚLOHA ČÍSLO 9: DA VINCIHO NÁVRH JEŘÁBU

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH JEŘÁBU



Obr. 33 – Model jeřábu [64]



Obr. 34 – Původní nákres jeřábu [64]

Leonardo da Vinci zdokonalil různé stroje, své znalosti uplatnil při návrhu pracovního jeřábu. Jeřáb disponuje mnoha důmyslnými myšlenkami, které zlepšují jeho vlastnosti.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH JEŘÁBU

Popište a nakreslete na jakém principu fungují jeřáby. Jaké další stroje fungují na podobném principu.

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH JEŘÁBU

Z jakých částí se jeřáb skládá, popište je a jejich význam pro celkový chod jeřábu.

.....

.....

.....

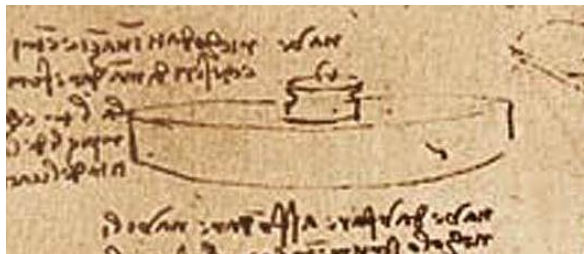
.....

ÚLOHA ČÍSLO 10: DA VINCIHO NÁVRH PONORKY

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH PONORKY



Obr. 35 – Model ponorky [65]



Obr. 36 – Původní nákres ponorky [66]

Leonardo da Vinci v mnoha ohledech předběhl svoji dobu. Ukázkou může být jeho návrh ponorky, kterou vymyslel pro vojenské využití. Ponorka byla určena pro potápěče, kterým Da Vinci navrhl kožené skafandry. Ponorka sloužila pro přepravu potápěčů, kteří měli navrtat trup nepřátelské lodi a nepozorovaně zmizet.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH PONORKY

Popište a nakreslete princip plavby ponorky. Jakého fyzikálního principu ponorka využívá?

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH PONORKY

Navrhněte možnosti, jak mohli v renesanci zastavit průtok vody do lodi. Co využívají moderní plavidla při poškození trupu?

.....

.....

.....

.....

4.2 Metodika výzkumu

V bakalářské práci jsem pro svůj výzkum využil testové úlohy s otevřenou odpovědí, podobu úloh jsem řešil se svým vedoucím práce. Právě možnost otevřených odpovědí je typická pro divergentní úlohy. Celkově jsem vymyslel deset úloh, které obsahují základní problematiku mechaniky a optiky.

4.2.1 Plánování výzkumu

Úlohy jsem po domluvě s vedoucí práce směřoval na střední školu. Právě problematika některých úloh vyžaduje hlubší poznatky z mechaniky. Úlohy jsem zadal na střední škole, kde jsem vyučující fyziky vysvětlil záměr svého výzkumu a ukázal jí jednotlivé úlohy. Po vzájemné domluvě jsem úlohy zadal ve druhém ročníku, který již absolvoval mechaniku.

Celkem jsem (spolu s vyučující) vybral tři úlohy – č. 6, 8 a 9, jejichž problematiku měli studenti probranou a dobře dané látce rozuměli.

Jednalo se o úlohy zaměřené na základní poznatky z mechaniky.

Výčet vybraných úloh a jejich zaměření:

- Úloha č. 6 - Da Vinciho návrh křídla (zaměření na základní pochopení aeromechaniky)
- Úloha č. 8 - Da Vinciho návrh čerpadla (zaměření na základní pochopení hydromechaniky)
- Úloha č. 9 - Da Vinciho návrh jeřábu (zaměření na základní pochopení mechaniky tuhého tělesa)

Při rozhovoru s vyučující jsme se domluvili na zadání úloh do dvojic, jelikož týmová spolupráce vede k lepším výsledkům, a dále na časovém limitu pro vyplnění: 45 min. Každá dvojice tedy dostane jednu úlohu, a pokud bude hotová, může požádat o další, nebo si může úlohu vyměnit za jinou. Z našeho rozhovoru také vyplynulo, kdy studentům úlohy zadám.

Vytvořil jsem si k tomuto účelu dvě výzkumné hypotézy:

- a) Předpokládám, že úloha č. 8 bude pro studenty nejobtížnější. (vzhledem k charakteru ilustrativních obrázků)
- b) Předpokládám, že studenti využijí mezioborové poznatky k hlubší analýze jednotlivých problémů.

4.2.2 Výzkumná metoda

V úvodu hodiny jsem se studentům představil a sdělil jsem jim důvod mé návštěvy. Poté jsem studentům vysvětlil problematiku divergentních úloh a jejich porovnání s konvergentními úlohami. Sdělil jsem jim téma úloh a jejich propojení s renesanční osobností Leonarda Da Vinciho. Po úvodním projevu jsme studentům společně s paní učitelkou vysvětlili průběh hodiny a její časovou organizaci, poté jsme studentům rozdali jednotlivé úlohy. Každé dvojici jsme následně rozdali prázdný papír A4, kde mohli studenti nakreslit či více rozepsat své myšlenky. Během hodiny jsem využil výzkumných metod, a to metody pozorování a dotazování. V průběhu hodiny jsem se snažil studentům odpovědět na dotazy, které vznikly během řešení úloh – podporoval jsem studenty, aby přemýšleli a navrhli nejrůznější formy odpovědí. Během hodiny jsem několika dvojicím rozdál druhou a někdy i třetí úlohu. Po skončení hodiny jsem shromáždil úlohy a rozdělil je podle čísla otázky.

4.2.3 Vyhodnocení zadaných úloh

Pro vyhodnocení dat jsem důkladně pročetl vybrané úlohy s řešením, dále jsem si prošel poznámky, které studenti připsali na papír A4.

Na následujících stránkách rozeberu jednotlivé úlohy s interpretací studentských odpovědí. Při zpracování odpovědí otázek vždy popisuji nejčastější odpovědi k dané otázce. Dále popisuji důmyslné řešení některých dvojic. Čitelná a kreativní řešení vybraných dvojic přiložím do přílohy této práce.

Při tomto vyhodnocení zohledňuji pouze odpovědi studentů, celkové vyhodnocení a smysluplnost úloh, zpětnou vazbu vyučujícího a studentů shrnu v závěru práce.

Úloha č. 6 - Da Vinciho návrh křídla

Rozbor úlohy

Zadání úlohy: Leonardo da Vinci hledal inspiraci v přírodě. Svá zařízení navrhoval podle zvířat, jedním z prvních zařízení, které zkonstruoval, byl mechanický model mávajících křídel.

Obrázky k úloze: úloha č. 6

Otázka 1: Proč se Da Vinci při stavbě křídla inspiroval netopýry a ne ptáky. Uveďte důvody.

Otázka 2: Jaký byl hlavní problém Da Vinciho návrhu pro mávání křídel? U kterých živočichů tento problém nepozorujeme.

Interpretace odpovědí

Otázka 1

Studenti popisují, že stavba netopýřího křídla je výhodnější, než stavba křídla ptáka.

Udávají tyto důvody:

- Netopýří křídlo má lepší strukturu, celkově má menší hmotnost a při mávání neklade takový odpor jako křídlo ptáka.
- Křídlo zaujímá velkou plochu oproti ptačímu křídlu, takto postavené křídlo je výhodnější při mávání.
- Popisují, že křídlo inspirující se netopýry je snadnější vyrobit, nežli výroba křídla podle ptáka. Některé dvojice přikreslují drobné nákresy různých typů křídel – viz příloha.

Otázka 2

Studenti popisují, že mávání křídla vyžaduje obrovské množství energie, kterou nedokáže člověk vytvořit. Dále uvádějí, že mezery v křídle propouštějí vzduch, což komplikuje samotné mávání křídla, nedochází k maximálnímu záběru. Jako další problém uvádějí stabilitu těla, kde není dobře vyvážené těžiště. Další důvodem je celková hmotnost křídla, která znemožňuje vzlet. Tento problém nepozorujeme u ptáků, jelikož mají duté kosti a dokonalý tvar těla umožňující let. Dále uvádějí, že se Da Vinci inspiroval netopýry, jelikož chtěl létat v malé nadmořské výšce, netopýr nemá tak silná křídla jako ptáci, proto lítá v malých výškách, chybí mu peří, které chrání ptačí křídla.

Úloha č. 8 - Da Vinciho návrh čerpadla

Rozbor úlohy

Zadání úlohy: Leonardo da Vinci se zabýval různými problémy všedních strojů, mnoho zařízení upravil, a tím zlepšil jejich vlastnosti. Jedním takovým byl i jeho návrh čerpadla.

Obrázky k úloze: úloha č. 8

Otázka 1: Popište princip fungování čerpadla, nakreslete cirkulaci vody a vysvětlete ji. Jaké mělo uplatnění v renesanci?

Otázka 2: Zaměřte se na obrázek a napište součásti, které Da Vinciho čerpadlo postrádá. Vycházejte z poznatků současných čerpadel.

Interpretace odpovědí

Otázka 1

Pro studenty byla tato problematika poměrně obtížná, jelikož analyzovali princip čerpadla podle obrázku. Na jeho základě popsali cirkulaci vody a fungování zařízení. Polovina studentů uvedla celé řešení. Správné řešení jedné dvojice přikládám do přílohy. Dále studenti popsali, že čerpadlo funguje na principu spojených nádob, kde uváděli do souvislosti tlak s výškou kapaliny. Čerpadlo přirovnávali k hydraulickému zařízení. V další části studenti popisovali možné využití čerpadla v renesanci, nejčastěji zastoupená využití: čištění vody, čerpaní vody při hašení požárů, rozvod vody do výše položených míst, zavlažování zahrad.

Otázka 2

Mezi součásti, které Da Vinciho zařízení postrádalo, studenti nejvíce vypisovali: pohonnou část čerpadla, těsnící kroužky či jiný materiál k možnému utěsnění čerpadla, hadici na rozvod vody, kohouty, zdroj vody.

Úloha č. 9 - Da Vinciho návrh jeřábu

Rozbor úlohy

Zadání úlohy: Leonardo da Vinci zdokonalil různé stroje, své znalosti uplatnil při návrhu pracovního jeřábu. Jeřáb disponuje mnoha důmyslnými myšlenkami, které zlepšují jeho vlastnosti.

Obrázky k úloze: úloha č. 9

Otázka 1: Popište a nakreslete, na jakém principu fungují jeřáby. Jaké další stroje fungují na podobném principu.

Otázka 2 : Z jakých částí se jeřáb skládá, popište je a jejich význam pro celkový chod jeřábu.

Interpretace odpovědí

Otázka 1

Podle studentů jeřáb pracuje na principu páky. Dále dávají do souvislosti kladky, kde popisují princip fungování více kladek. Uvádějí důležitost protizávaží. Svě myšlenky znázorňují obrázky s popisy – viz příloha. Studenti uvádějí, že na podobné principu jako jeřáb fungují například: rybářské pruty, bagry, zahradní kolečka, stroje v posilovnách a ruční zvedáky.

Otázka 2

Mezi částmi, ze kterých je jeřáb sestaven, uvádějí studenti nejčastěji kladku, které přikládají velký význam při pohybu tělesa. Dále diskutují otázky stability jeřábu, především jeho konstrukce. Důležitost přikládají lanu, kde zohledňují pevnost, díky propletení více provazů k sobě. Studenti rovněž popisují nutnost protizávaží, které vyvažuje celkovou stabilitu jeřábu. Některé dvojice popisují možnost manipulace s jeřábem pomocí koleček, která umožňují rotační pohyb, a uvádějí další součásti, bez kterých by nebyla zajištěna funkčnost jeřábu: naviják na lano a páku, která slouží k ovládní celkového jeřábu.

4.3 Výsledky výzkumu

4.3.1 Hypotézy

Na základě výzkumu a vyhodnocení získaných dat jsem dokázal zodpovědět své hypotézy.

Předpokládané hypotézy:

- a) Předpokládám, že úloha č. 8 bude pro studenty nejobtížnější. (vzhledem k charakteru ilustrativních obrázků)
- b) Předpokládám, že studenti využijí mezioborové poznatky k hlubší analýze jednotlivých problémů.

Výsledky:

- a) Hypotéza se potvrdila, ze zadaných úloh správný postup řešení uvedla pouze polovina dotázaných dvojic.
- b) Hypotéza se potvrdila, každá dvojice při řešení úloh využila znalosti z jiných předmětů, nejvíce jsem pozoroval znalost z jiných předmětů u otázky č. 6 , kde studenti čerpali z biologie. Prokázali znalost ptačí anatomie, dále se orientovali v zoologii, když uvedli různé druhy živočichů, u kterých nepozoruje problém s letem. U otázek č. 8 a 9, studenti využili znalosti technického směru, prokázali znalosti problematiky strojů a zařízení, dokázali z obrázku pochopit princip činnosti daného zařízení a vypsali důležitost součástí, které zařízení obsahuje.

4.3.2 Dotazy na řešené úlohy

Na základě rozhovoru s učitelkou, která mi sdělila, že by studenti měli zájem o shrnutí a vyhodnocení řešených úloh jsem navštívil třídu. V hodině jsem studentům zodpověděl dotazy týkající se řešených úloh.

Moje zpětná odezva na řešení zadaných divergentních úloh se u studentů setkala s pozitivním ohlasem. Získali tak možnost upřesnit svá řešení, a tím upevnit znalosti.

4.3.3 Dotazník

Na závěr jsem studentům předložil dotazník (viz příloha), ve kterém jsem se ptal na divergentní úlohy a na vybrané úlohy Da Vinciho vynálezů. Dotazník mi poskytl zpětnou vazbu k mému výzkumu ohledně významu a použitelnosti navržených divergentních úloh. Obsahoval čtyři otázky, které byly zadány formou otevřených odpovědí.

Otázky:

- 1) Otázka 1: Myslíte si, že mají divergentní úlohy uplatnění ve výuce fyziky?
- 2) Otázka 2: Byly pro vás úlohy těžké, či naopak lehké? Co byste na úlohách změnili?
- 3) Otázka 3: Využili jste při řešení úloh znalostí z jiných předmětů? Uveďte jaké.
- 4) Otázka 4: Napište výhody a nevýhody divergentních úloh. (z pohledu studentů)

4.3.4 Vyhodnocení dotazníku

Z dotazníků jsem shrnul nejčastější odpovědi studentů a zapsal je.

Interpretace odpovědí

Otázka 1

Studenti shledávají význam divergentní úloh v hodinách fyziky, uvádějí následující důvody:

- rozvíjení logického myšlení
- rozvíjení všeobecných znalostí
- rozvíjení kreativity
- zpestření hodiny fyziky
- využití znalostí z jiných předmětů
- umění aplikace fyziky v životě

Otázka 2

Pro studenty bylo obtížné popsat princip fungování vynálezů, jelikož nevěděli, jak správně formulovat své myšlenky. Dále popisují, že náročnost úloh spočívá v rozdílnosti, některé úlohy jsou studentům bližší, tím pádem lehčí, a některé jsou pro ně náročnější. Studenti popisují, že při řešení úloh je důležitá dobrá znalost základních fyzikálních principů. Třetina dotázaných studentů popisuje náročnost příkladů, jelikož neznají dobře danou problematiku strojů a zařízení. Na úlohách by studenti nic neměnili, pouze uváděli zvětšení obrázků.

Otázka 3

Studenti při řešení úloh využili znalostí jiných předmětů.

Udávají tyto předměty:

- biologie
- dějepis
- zeměpis
- technická výchova
- výtvarná výchova

Dále uvádějí, že využili znalostí z běžného života.

Otázka 4

Studenti popisují následující výhody:

- jiný způsob přemýšlení
- využití znalostí z jiných předmětů
- více možných řešení
- rozvoj kreativity

Studenti popisují následující nevýhody:

- neznalost dané problematiky
- správnost řešení nelze ověřit

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo jednak vytvořit přehled osobností renesanční fyziky, a dále sestavit divergentní úlohy na základě vynálezů Leonardo da Vinciho a některé z nich ověřit při výuce fyziky na SŠ.

V první části práce jsem se tedy zabýval problematikou renesanční fyziky, kde jsem popsal hlavní fyzikální obory, které zaznamenaly velký rozmach během tohoto období. U jednotlivých oborů jsem představil významné zástupce a věnoval se jejich odkazu ve fyzice.

V druhé části práce jsem provedl výzkum se zaměřením na tvorbu a ověření divergentních úloh, které jsem tematicky zasadil do období vynálezů Leonarda da Vinciho, přičemž jsem vycházel z jeho originálních nákresů. Úlohy jsem zadal studentům SŠ, jejich řešení jsem analyzoval a poskytl jim zpětnou vazbu. Výsledky testování byly důležitou součástí této práce, ukázaly, jak studenti nahlízejí na divergentní úlohy a vymýšlejí kreativní formy odpovědí.

Při psaní práce jsem se seznámil s novými informacemi. Rozšířil jsem si znalosti z historie, když jsem zpracovával teoretickou část, dále jsem se blíže seznámil s nákresem Leonarda da Vinciho, ze kterých jsem čerpal náměty k zadání úloh ve výzkumu. Dozvěděl jsem se nové informace o divergentních úlohách, se kterými jsem před psaním práce neměl žádnou zkušenost. Naučil jsem se shrnout důležité informace, které jsem uplatnil při vymýšlení otázek v úlohách. Věřím, že zmíněné poznatky uplatním ve svém dalším studiu.

Resumé

Bakalářská práce se zabývá fyzikou v období renesance. Je rozdělena do dvou částí. První část popisuje fyziku tohoto období a její významné představitele. Druhá část se věnuje výzkumu, kde jsem nejprve vytvořil divergentní úlohy, které vycházejí z vynálezů Leonarda Da Vinciho. Následně jsem vybrané úlohy předložil studentům SŠ a analyzoval jejich odpovědi.

Klíčová slova: renesance, fyzika, Leonardo da Vinci, divergentní úlohy, mezipředmětové vztahy

Summary

The bachelor thesis deals with physics in the Renaissance period. It is divided into two parts. The first part describes the physics of this period and its important representatives. The second part is devoted to research, where I first created divergent tasks based on the inventions of Leonardo Da Vinci. Subsequently, I presented selected tasks to high school students and analyzed their answers.

Key word: renaissance, physics, Leonardo da Vinci, divergent task, intersubject relations

Literatura a zdroje

- [1] ŠTOLL, Ivan. Dějiny fyziky. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2009. 582 s., [16] s. barev. obr. příl. ISBN 978-80-7196-375-2. Evangelista Torricelli. In: MacTutor [online].
- [2] Renaissance. In: Wikipedia [online]. 13. 3. 2022 [vid. 2021-31-3]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Renaissance>
- [3] REICHL, Jaroslav a VŠETIČKA, Martin. Da Vinciho odkaz. In: Encyklopedie fyziky [online]. [Praha]: Encyklopedie, ©2006-2021 [vid. 2021-10-13]. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/1579-da-vinciho-odkaz>
- [4] KRAUS, Ivo. Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky. Vyd. 1. Praha: Academia, 2007. 329 s. Galileo; sv. 10. ISBN 978-80-200-1540-2.
- [5] [Portrait of a Man in Red Chalk]. In: En.wikipedia.org [online]. [cit. 2022-31-3]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Portrait_of_a_Man_in_Red_Chalk
- [6] KALBOVÁ, Claudia. Leonardova nedostižná genialita. National Geographic Česko, 2019, roč. 17, č. 5, s. 36-73. ISSN 1213-9394.
- [7] KRAUS, Ivo. Fyzika v kulturních dějinách Evropy. Od Leonarda ke Goethovi. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2007. 276 s., [32] l. barev. obr. příl. ISBN 978-80-01-03716-4.
- [8] ŠPELDA, Antonín. Dějiny fyziky: Určeno pro posl. pedagog. fakult. Plzeň: Pedagog. fak., 1969. 186, [1] s.
- [9] [Niccolò Fontana Tartaglia]. In: En.wikipedia.org [online]. [cit. 2022-31-3]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Niccol%C3%B2_Fontana_Tartaglia
- [10] Nicolo Fontana Tartaglia. In: Wikipedia [online]. 24. 2. 2019 [vid. 2021-7-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Niccol%C3%B2_Fontana_Tartaglia
- [11] Nicolo Tartaglia. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]: [vid. 2021-26-11]. 2014. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Tartaglia/>
- [12] [Gerolamo Cardano]. In: En.wikipedia.org [online]. [cit. 2022-31-3]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Gerolamo_Cardano
- [13] Gerolamo Cardano. In: Wikipedia [online]. 19. 7. 2021 [vid. 2021-14-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Gerolamo_Cardano
- [14] Giovanni Battista Benedetti. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]: [vid. 2021-14-11]. Dostupné z: <https://mathshistory.standrews.ac.uk/Biographies/Benedetti/>
- [15] [Guidobaldo del Monte]. In: Alchetron.com [online]. [cit. 2022-1-4]. Dostupné z: <https://alchetron.com/Guidobaldo-del-Monte>

- [16] Giambattista Della Porta. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-3-12]. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Porta/>
- [17] Giambattista della Porta. In: Wikipedia [online]. 22. 6. 2020 [vid. 2021-3-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Giambattista_della_Porta
- [18] [Simon Stevin]. In: En.wikipedia.org [online]. [cit. 2022-31-3]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Simon_Stevin#/media/File:Simon-stevin.jpeg
- [19] Simon Stevin. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-21-11]. 2004. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Stevin/>
- [20] SIMON STEVIN. In: Edu portál [online]. [Mgr. Magda Králová]:[vid. 2021-21-11]. 2018. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/encyklopedie/vedec/1328/stevin>
- [21] [Evangelista Torricelli]. In: Cs.wikipedia.org [online]. [cit. 2022-31-3]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Evangelista_Torricelli
- [22] Evangelista Torricelli. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-26-11]. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Torricelli/>
- [23] PICKOVER, Clifford A. Kniha o fyzice: od velkého třesku ke kvantovému znovuzrození: 250 milníků v dějinách fyziky. Překlad Ivan Štoll. První vydání v českém jazyce. Praha: Argo, 2015. 535 stran. Zip; svazek 50. ISBN 978-80-257-1658-8.
- [24] [Le Ferrovie della Calabria]. In: Ilcambiamento.it [online]. [cit. 2022-1-4]. Dostupné z: https://www.ilcambiamento.it/articoli/ferrovie_calabria_prima_parte
- [25] Bernardino Telesio. In: Cs.wikipedia [online]. 9. 1. 2021 [vid. 2021-1-4]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Bernardino_Telesio
- [26] [Francis Bacon]. In: Istockphoto.com [online]. [cit. 2021-1-12]. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/tr/vekt%C3%B6r/francis-bacon-1-vikont-st-alban-gm1124532410-295250133>
- [27] Francis Bacon. In: Cs.wikipedia [online]. 28. 7. 2021 [vid. 2021-26-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Francis_Bacon
- [28] [Galileo Galilei]. In: En.wikipedia.org [online]. [cit. 2022-31-3]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei
- [29] Galileo Galilei. In: Cs.wikipedia [online]. 26. 11. 2021 [vid. 2021-27-11]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Galileo_Galilei#V%C4%9Bta_%E2%80%9EA_p%C5%99ece_se_to%C4%8D%C3%AD!%E2%80%9C
- [30] Galileo Galilei. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-27-11]. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Galileo/>
- [31] [Rene Descartes]. In: Pixels.com [online]. [cit. 2021-21-11]. Dostupné z: <https://pixels.com/featured/rene-descartes-french-polymath-science-source.html>

- [32] René Descartes. In: Cs.wikipedia [online]. 23. 9. 2021 [vid. 2021-21-11]. 2018. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ren%C3%A9_Descartes
- [33] René Descartes. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-21-11]. 2014. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Descartes/>
- [34] Marin Mersenne. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-1-12]. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Mersenne/>
- [35] Marin Mersenne. In: Wikipedia [online]. 22. 10. 2020 [vid. 2021-1-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Marin_Mersenne
- [36] Francesco Maurolico. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-3-12]. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Maurolico/>
- [37] Francesco Maurolico. In: En.wikipedia [online]. 3.12. 2021 [vid. 2021-3-12]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Francesco_Maurolico
- [39] [Giovan Battista Della Porta]. In: Liberliber.it [online]. [cit. 2022-1-4]. Dostupné z: <https://www.liberliber.it/online/autori/autori-d/giovan-battista-della-porta/>
- [40] Giambattista Della Porta. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-3-12]. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Porta/>
- [41] Giambattista della Porta. In: Wikipedia [online]. 22. 6. 2020 [vid. 2021-3-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Giambattista_della_Porta
- [42] Christoph Scheiner. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-3-12]. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Scheiner/>
- [43] Christoph Scheiner. In: Wikipedia [online]. 7. 9. 2021 [vid. 2021-3-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Christoph_Scheiner
- [44] [Willebrord Snellius]. In: <https://alchetron.com/Willebrord-Snellius> [online]. [cit. 2022-1-4]. Dostupné z: <https://alchetron.com/Willebrord-Snellius>
- [45] Willebrord Snellius. In: Cs.wikipedia [online]. 21. 1. 2020 [vid. 2021-7-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Willebrord_Snellius
- [46] Willebrord van Rayen Snell. In: MacTutor [online]. [University of St Andrews]:[vid. 2021-3-12]. Dostupné z: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Snell/>
- [47] [Jan Marcus Marci]. In: Cs.wikipedia.org [online]. [cit. 2022-31-3]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Jan_Marcus_Marci
- [48] Jan Marcus Marci. In: Wikipedia [online]. 4. 7. 2021 [vid. 2021-7-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Jan_Marcus_Marci
- [49] RAUNER, Karel et al. Fyzika pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia: [učebnice]. 1. vyd. Plzeň: Fraus, 2004. 120 s. ISBN 80-7238-210-1.

- [50] Georg Hartmann. In: En.wikipedia [online]. 21. 6. 2021 [vid. 2021-18-12]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Georg_Hartmann
- [51] [William Gilbert]. In: Edu.techmania.cz/ [online]. [cit. 2022-1-4]. Dostupné z: <http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/vedec/1162/gilbert>
- [52] William Gilbert. In: Wikipedia [online]. 3. 6. 2021 [vid. 2021-18-12]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/William_Gilbert
- [53] Robert Norman. In: En.wikipedia [online]. 12. 7. 2021 [vid. 2021-18-12]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Robert_Norman
- [54] [Kanón]. In: Leonardo.cadtip.eu [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <http://leonardo.cadtip.eu/2013/07/02/kanon/>
- [55] [Helikoptéra]. In: Leonardo.cadtip.eu [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <http://leonardo.cadtip.eu/2010/10/10/helicopter/>
- [56] [Francouzský pradědeček vrtulníků připomínal obří hmyz]. In: Lidovky.cz/ [online]. [cit. 2022-1-4]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/byznys/francouzsky-pradedecek-vrtulniku-pripominal-obri-hmyz.A121112_181827_In-doprava_mev
- [57] [Leonardo da Vinci -- Boat Shoes] In: www.flickr.com [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/18844869@N02/5006128979>
- [58] [Leonardo da vinci, Skis with which one can walk on water] In: Commons.wikimedia.org [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo_da_vinci,_Skis_with_which_one_can_walk_on_water_\(detail\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo_da_vinci,_Skis_with_which_one_can_walk_on_water_(detail).jpg)
- [59] [Kluzák]. In: Leonardo.cadtip.eu [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <http://leonardo.cadtip.eu/2012/10/24/kluzak/>
- [60] [Katapult]. In: Leonardo.cadtip.eu [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <http://leonardo.cadtip.eu/2012/12/12/katapult-5/>
- [61] [Křídlo]. In: Leonardo.cadtip.eu [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <http://leonardo.cadtip.eu/2019/06/06/kridlo/>
- [62] [Kamera Obscura]. In: Leonardo.cadtip.eu [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <http://leonardo.cadtip.eu/2019/06/26/camera-obscura/>
- [63] [Čerpadlo]. In: Leonardo.cadtip.eu [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <http://leonardo.cadtip.eu/2017/09/23/cerpadlo-2/>
- [64] [Dílenský jeřáb]. In: Leonardo.cadtip.eu [online]. [cit. 2021-28-2]. Dostupné z: <http://leonardo.cadtip.eu/2012/12/10/dilensky-jerab/>
- [65] [Leonardo Da Vinci Submarine]. In: cz.pinterest.com [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <https://cz.pinterest.com/pin/240309330094068258/>

- [66] [The sketch of the submarine of the Leonardo da Vinci]. In: Lobortas.com [online]. [cit. 2021-9-2]. Dostupné z: <https://lobortas.com/en/blog/interesting/yellow-submarine-160928>

Seznam obrázků

OBR. 1 - LEONARDO DA VINCI, AUTOPORTRÉT [5]	5
OBR. 2 - NICOLO FONTANA TARTAGLIA [9]	8
OBR. 3 - GEROLAMO CARDANO [12]	9
OBR. 4 - GUIDOBALDO DEL MONTE [15]	10
OBR. 5 - SIMON STEVIN [18]	10
OBR. 6 - EVANGELISTA TORRICELLI [21]	11
OBR. 7 - BERNARDINO TELESIO [24]	12
OBR. 8 - FRANCIS BACON [26]	13
OBR. 9 - GALILEO GALILEI [28]	13
OBR. 10 - RENÉ DESCARTES [31]	14
OBR. 11 - FRANCISCUS MAUROLYCUS [36]	16
OBR. 12 - GIAMBATTISTA DELLA PORTA [39]	17
OBR. 13 - WILLEBRORD SNELL [44]	18
OBR. 14 - JAN MARCUS MARCI [47]	18
OBR. 15 - KRYŠTOF KOLUMBUS [49]	19
OBR. 16 - WILLIAM GILBERT [51]	20
OBR. 17 – MODEL KANÓNU [54]	23
OBR. 18 – PŮVODNÍ NÁKRES KANÓNU [54]	23
OBR. 19 – MODEL HELIKOPTÉRY [55]	24
OBR. 20 – PŮVODNÍ NÁKRES HELIKOPTÉRY [56]	24
OBR. 21 – MODEL VODNÍCH LYŽÍ [57]	25
OBR. 22 – PŮVODNÍ NÁKRES VODNÍCH LYŽÍ [58]	25
OBR. 23 – MODEL KLUZÁKU [59]	26
OBR. 24 – PŮVODNÍ NÁKRES KLUZÁKU [59]	26
OBR. 25 – MODEL KATAPULTU [60]	27
OBR. 26 – PŮVODNÍ NÁKRES KATAPULTU [60]	27
OBR. 27 – MODEL KŘÍDLA [61]	28
OBR. 28 – PŮVODNÍ NÁKRES KŘÍDLA [61]	28
OBR. 29 – MODEL KAMERY OBSCURA [62]	29
OBR. 30 – PŮVODNÍ NÁKRES KAMERY OBSCURA [62]	29
OBR. 31 – MODEL ČERPADLA [63]	30
OBR. 32 – PŮVODNÍ NÁKRES ČERPADLA [63]	30
OBR. 33 – MODEL JEŘÁBU [64]	31
OBR. 34 – PŮVODNÍ NÁKRES JEŘÁBU [64]	31
OBR. 35 – MODEL PONORKY [65]	32
OBR. 36 – PŮVODNÍ NÁKRES PONORKY [66]	32

Přílohy

Řešení úlohy č. 6

ÚLOHA ČÍSLO 6: DA VINCIHO NÁVRH KŘÍDLA

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH KŘÍDLA



Obr. 27 – Model křídla [61]



Obr. 28 – Původní náčrt křídla [61]

Leonardo da Vinci hledal inspiraci v přírodě. Svá zařízení navrhoval podle zvířat. Jedním z prvních, které zkonstruoval, byl mechanický model mávajících křídel.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH KŘÍDLA

Proč se Da Vinci při stavbě křídla inspiroval netopýry a ne ptáky? Uveďte důvody.

Netopýr má větší plochu křídel během letu. Má větší křídla než tělo a tím pádem se dokáže lépe opírat do vzduchu => váha: velikost křídel
⊕ „ráhyby“ na křídlech jsou tenké a lehčí než ptáci

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH KŘÍDLA

Jaký byl hlavní problém Da Vinciho návrhu pro mávání křídel? U kterých živočichů tento problém nepozorujeme. (orel, netopýr, draví ptáci) → větší křídla než jejich tělo

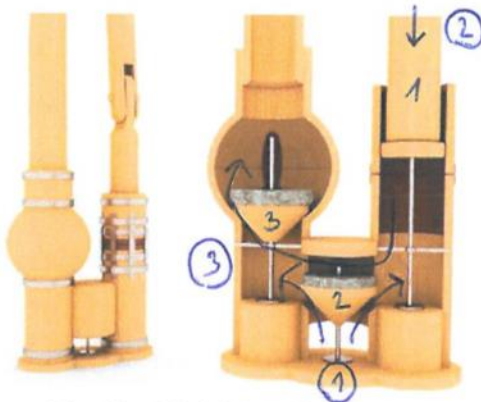


Neměl dostatečnou sílu na rozfukování křídel, lepší by ho uvesly (velikost křídel => proudění vzduchu, aerodynamika, materiál).

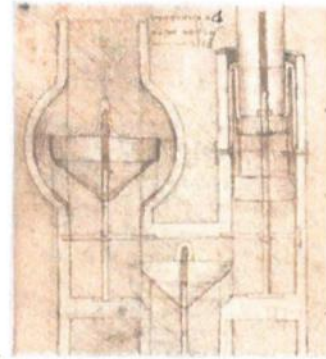
Řešení úlohy č. 8

ÚLOHA ČÍSLO 8: DA VINCIHO NÁVRH ČERPADLA

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH ČERPADLA



Obr. 31 – Model čerpadla [63]



Obr. 32 – Původní nákres čerpadla [63]

Leonardo da Vinci se zabýval různými problémy všedních strojů, mnoho zařízení upravil, a tím zlepšil jejich vlastnosti. Jedním takovým byl i jeho návrh čerpadla.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH ČERPADLA

Popište princip fungování čerpadla, nakreslete cirkulaci vody a vysvětlete ji. Jaké mělo uplatnění v renesanci?

Voda se zespoda nasaje do čerpadla, upravo na hoře stlačíme píst, který vodu vypudí a zároveň - zároveň píst uprostřed, poté voda díky tlaku nadzvedne píst vlevo a dostane se nad něj, ten se potom uzavře, aby voda neodtékla pryč.

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH ČERPADLA

Zaměřte se na obrázek a napište součásti, které Da Vinciho čerpadlo postrádá. Vycházejte z poznatků současných čerpadel.

turbína, elektrické zapojení, které bude pobíhat turbínu

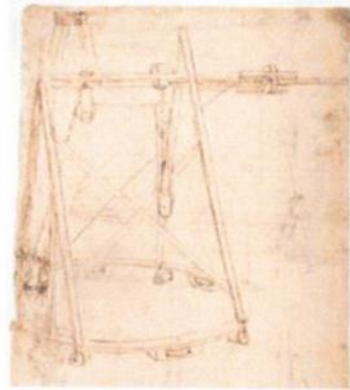
Řešení úlohy č. 9

ÚLOHA ČÍSLO 9: DA VINCIHO NÁVRH JEŘÁBU

TEXT: DA VINCIHO NÁVRH JEŘÁBU



Obr. 33 – Model jeřábu [64]



Obr. 34 – Původní náčrt jeřábu [64]

Leonardo da Vinci zdokonalil různé stroje, své znalosti uplatnil při návrhu pracovního jeřábu. Jeřáb disponuje mnoha důmyslnými myšlenkami, které zlepšují jeho vlastnosti.

OTÁZKA 1: DA VINCIHO NÁVRH JEŘÁBU

Popište a nakreslete na jakém principu fungují jeřáby. Jaké další stroje fungují na podobném principu.

Fungují k přemáčení těžkého materiálu, který člověk není schopen zvednout. Je řízený člověkem, není tedy schopen pracovat sám. Podle nás na podobný princip může fungovat například bagr.

OTÁZKA 2: DA VINCIHO NÁVRH JEŘÁBU

Z jakých částí se jeřáb skládá, popište je a jejich význam pro celkový chod jeřábu.

káň - k uchycení věci, kabina v moderním jeřábu - pro člověka, konstrukce, klady - na rozložení váhy, lano

Dotazník

DOTAZNÍK

OTÁZKA 1: Myslíte si, že mají divergentní úlohy uplatnění ve výuce fyziky?

.....

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 2: Byly pro vás úlohy těžké, či naopak lehké? Co byste na úlohách změnili?

.....

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 3: Využili jste při řešení úloh znalostí z jiných předmětů? Uveďte jaké.

.....

.....

.....

.....

.....

OTÁZKA 4: Napište výhody a nevýhody divergentních úloh. (z pohledu studentů)

.....

.....

.....

.....

.....