TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní
a pedagogická

Možnosti rozšíření školní výuky ve spolupráci se Science centrem iQpark v Liberci

Bakalářská práce

Studijní program: B7507 – Specializace v pedagogice
Studijní obor: 7504R100 – Učitelství odborných předmětů

Autor práce: **Ing. Petra Zákravská**
Vedoucí práce: PaedDr. Jitka Jursová, Ph.D.

Liberec 2015

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická
Akademický rok: **2012/2013**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Petra Zákravská**
Osobní číslo:	**P11000955**
Studijní program:	**B7507 Specializace v pedagogice**
Studijní obor:	**Učitelství odborných předmětů**
Název tématu:	**Možnosti rozšíření školní výuky ve spolupráci se Science centrem iQpark v Liberci**
Zadávající katedra:	**Katedra pedagogiky a psychologie**

Zásady pro vypracování:

Cíl:
Vytvořit koncept lektorského programu použitelného v science centru.

Požadavky:
Obecné teoretické a praktické přírodovědné znalosti, literární rešerše, výběr tématických celků.

Metody:
Vytvoření lektorského programu, evaluace lektorského programu, dotazníky, rozhovory s učiteli a studenty vybraných středních škol zapojených do aktivit a projektů science centra.

Zásady:
1. Shrnout historický vývoj, koncepční pojetí a pedagogický kontext science centra.
2. Analyzovat současné možnosti rozšíření školní výuky formou lektorských programů v science centru.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

ADAIR, J.: Umění kreativního myšlení. Praha: Bizbooks: 2005
HOFBAUER, B.: Děti, mládež a volný čas. Praha: Portál, 2004.
KALHOUS, Z.; OBST, O.: Školní didaktika. Vyd. 2. Praha: Portál, 2009. 447 s.
KOTRBA. T.: Praktické využití aktivizačních metod ve výuce. Brno: Společnost pro odbornou literaturu - Barrister&Principal, 2007. 186 s.
JANKOVCOVÁ, M.; PRŮCHA, J.; KOUDELA J.: Aktivizující metody v pedagogické praxi středních škol. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989.
PRŮCHA, J.; WALTEROVÁ, E.; MAREŠ, J.: Pedagogický slovník. 6., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Portál, 2009. 395 s.
SKALKOVÁ, J.: Obecná didaktika. 2., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada 2007. 322 s.
SVOBODA, E., Přehled středoškolské fyziky.3. vyd. Praha: Prometheus, 1998,496 s.
YAO, C.,C.: Handbook for Small Science Centers, Rowman Altamira, 2006 - 310 s.

Vedoucí bakalářské práce: **PaedDr. Jitka Jursová, Ph.D.**
Katedra pedagogiky a psychologie

Datum zadání bakalářské práce: **7. dubna 2013**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2014**

L.S.

doc. RNDr. Miroslav Brzezina, CSc.
děkan

doc. PhDr. Tomáš Kasper, Ph.D.
vedoucí katedry

V Liberci dne 7. dubna 2013

Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 29. 6. 2015

Podpis:

Poděkování

Děkuji vedoucí práce PaedDr. Jitce Jursové, Ph.D. za hodnotné rady, připomínky k práci a čas, který mi věnovala při zpracování této práce. Děkuji za spolupráci pracovníkům science centra, bez nichž by praktická část nemohla být realizována.

Na tomto místě bych velmi ráda poděkovala svému partnerovi za odbornou spolupráci při tvorbě praktické části a neutuchající podporu, které se mi dostávalo po celou dobu mého studia.

Vřelé poděkování patří mým rodičům, kteří mě podporovali během všech mých studií.

ANOTACE

Cílem bakalářské práce je vytvoření konceptu lektorského programu použitelného v science centru. V práci je kladen důraz na použití metod vycházejících z konstruktivismu.

Teoretická část je zaměřena na science centra, jejich historický vývoj, koncepční pojetí a pedagogický kontext. Dále je popsán současný stav přírodovědného vzdělávání na českých školách. Podrobně je popsáno transmisivní a konstruktivistické pojetí, dále pak metody vycházející z konstruktivismu.

Klíčová slova

science centrum, neformální vzdělávání, interaktivita, iQLANDIA Science center Liberec, konstruktivismus, heuristická metoda, lektorský program, pracovní listy, badatelsky orientovaná výuka

ANNOTATION

The aim of the bachelor project is to create a concept of the lecturer workshop which can be use in a science center. Methods used in the workshop are based on constructivism.

The theoretical part is focused on science center, their history, concepts and their pedagogical context. Bachelor project also describes the current state of science education in Czech schools. Bachelor project describes and compares transmission and constructivism and also describes methods based on constructivism.

Keywords

science center, informal learning, iQLANDIA Science center Liberec, constructivism, heuristic method, lecturer workshop, worksheets, inquiry – based learning

Obsah

Seznam obrázků, tabulek a grafů 9

Seznam použitých zkratek 10

ÚVOD 11

1. Science centrum 12

1.1 Historický vývoj science center 14

1.2 Science centra ve světě 15

1.3 Science centra v České republice 18

2. Současný stav přírodovědného vzdělávání na českých školách 24

3. Transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky 29

3.1 Transmisivní pojetí výuky 29

3.2 Konstruktivistické pojetí výuky 31

3.3 Porovnání transmisivního a konstruktivistického pojetí ve výuce 35

4. Metody vycházející z heuristického přístupu 38

4.1 Heuristika 39

4.1.1 Heuristická metoda 40

4.1.2 Výhody a nevýhody heuristické metody 42

4.2 Problémová výuka 43

4.3 Badatelsky orientovaná výuka 46

5. Praktická část 48

5.1 Aktuální programová nabídka science centra iQLANDIA Liberec 49

5.2 Lektorský program „Textil všude kolem nás“ 52

5.2.1 Obecná charakteristika lektorského programu 53

5.2.1 Popis lektorského programu „Textil všude kolem nás“ 53

5.2.2 Popis jednotlivých stanovišť lektorského programu 54

5.2.3 Struktura pracovních listů k lektorskému programu 58
5.2.4 Rozvoj klíčových kompetencí RVP G 61
5.3 Realizace lektorského programu „Textil všude kolem nás“ 62
5.3.1 Zhodnocení lektorského programu „Textil všude kolem nás“ 64
5.4 Závěr praktické části 69
6. Závěr bakalářské práce 69
Seznam použitých literárních zdrojů 71
Seznam příloh 77

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků

Obr. 1: Sál s exponáty v prvním science centru Urania.
Obr. 2: Fáze řešení problému – metoda objevování.
Obr. 3: Stanoviště: Textilie pod mikroskopem.
Obr. 4: Stanoviště: Spalovací zkouška.
Obr. 5: Stanoviště: Nepromokavá úprava.
Obr. 6: Stanoviště Jak tlustý máš vlas?
Obr. 7: Stanoviště: Umělá vlákna.
Obr. 8: Stanoviště: Výroba vláken tenčích než vlas.
Obr. 9: Práce lektorů při lektorském programu (stanoviště se spalovací zkouškou a zkoumáním pod mikroskopem).
Obr. 10: Práce lektorů při lektorském programu (stanoviště s nepromokavou úpravou a výrobou umělých vláken).
Obr. 11: Práce lektora na stanovišti s optickou lavicí.
Obr. 12: Práce lektorek při zvlákňování z volné hladiny.

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Aritmetické průměry stupňů oblíbenosti jednotlivých předmětů na různých typech škol.
Tab. č. 2: Porovnání transmisivního a konstruktivistického pojetí ve výuce.
Tab. č. 3: Čtyři úrovně BOV.
Tab. č. 4: Programová nabídka pro MŠ a 1 stupeň ZŠ.
Tab. č. 5: Programová nabídka pro 2. Stupeň ZŠ.
Tab. č. 6: Programová nabídka pro střední školy.

Seznam použitých zkratek

USA	Spojené státy americké
m^2	metr čtverečný, jednotka obsahu
m	metr, základní jednotka délky
ECSITE	evropská síť science center a muzeí
Kč	koruna česká
V	volt, jednotka elektrického napětí
TUL	Technická univerzita v Liberci
kg	kilogram, základní jednotka hmotnosti
cm	centimetr, jednotka délky
2D	dvoudimenzionální
3D	trojdimenzionální
ASTC	světové sdružení vědecko – technologických center
ČR	Česká republika
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky
EU	Evropská unie
KDF MFF UK	katedra didaktiky fyziky matematicko – fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze
RVP ZŠ	rámcový vzdělávací program pro základní školy
RVP G	rámcový vzdělávací program pro gymnázia
BOV	badatelsky orientovaná výuka
viz	vizte
PVA	polyvinylalkohol

Úvod

Science centra se v dnešní době těší stále větší oblibě a podpory ze strany státních institucí. Širší veřejnost však stále netuší, co to science centra jsou a co od jejich nabídky mohou očekávat. Science centra se kromě jiného věnují neformálnímu vzdělávání a popularizaci vědy, techniky a přírodovědných oborů. V bakalářské práci bude čtenář seznámen s pojmem science centrum, historickým vývojem, koncepčním pojetím a pedagogickým kontextem. V práci budou popsána nejpopulárnější světová a česká science centra. Popularizace přírodovědných předmětů, v science centru, často probíhá formou neformálních programů pro děti, ve kterých je snaha pro odklonění se od transmisivního způsobu výuky. V bakalářské práci bude věnována kapitola problematice přírodovědného vzdělávání v českých školách. Dále pak bude provedena analýza transmisivního a konstruktivistického pojetí výuky. Tyto dva směry jsou odlišné, proto budou porovnány z hlediska několika parametrů. Na tuto analýzu bude plynule navazovat kapitola, kde budou čtenáři přiblíženy metody vycházející z konstruktivismu, které jsou vhodné pro použití potřeb science center.

Vlastní cíl práce udaný zadáním je vytvoření konceptu lektorského programu použitelného v science centru. Spolupráci pro vytvoření nového konceptu lektorského programu nabídlo science centrum iQPARK. Během tvoření bakalářské práce vzniklo v Liberci nové science centrum na světové úrovni a vzdělávací programy byly z původního iQPARKU přesunuty do nového science centra iQLANDIA. Z tohoto důvodu se hlavní pozornost této práce obrátila na iQLANDII a toto science centrum bude v práci popsáno nejpodrobněji a to včetně aktuální programové nabídky pro školní skupiny. V praktické části bude popsán koncept nového lektorského programu použitelného v science centru iQLANDIA, včetně vytvořených pracovních listů. Dále bude popsáno zapojení prvků heuristických metod v lektorském programu. Budou uvedeny i připomínky odborných pracovníků science centra, kteří odzkouší nově vzniklý lektorský program.

1. Science centrum

Science centrum je pojem, který původně pochází z angličtiny – středisko přírodních věd. Základní definice popisuje science centrum jako instituci neformálního vzdělávání, která se zaměřuje na popularizaci vědy a techniky. V literatuře a v jiných odborných zdrojích se setkáváme s různými tvrzeními, popisy či definicemi. Avšak všechna tvrzení, popisy či definice vycházejí ze stejného faktu, a to, že science centrum je typickou institucí neformálního vzdělávání s cíleným zaměřením na popularizaci vědy a techniky. Na ukázku budou uvedeny některé definice či tvrzení, se kterými se můžeme setkat:

„*Science centra jsou institucemi neformálního vzdělávání, které zdůrazňují interaktivní přístup a podněcují své návštěvníky k samostatnému experimentování a k objevování základních zákonů vědy a techniky*.“ (ČASC 2010)

„*Science centrum je interaktivní vzdělávací instituce, v níž mají návštěvníci možnost vlastníma rukama realizovat, na vlastní oči vidět a na vlastní kůži zažít experimenty s rozličnými přírodními jevy*.“ (MSCB 2014)

„*Science centrum je středisko neformálního vzdělávání, které se primárně zaměřuje na cílenou popularizaci vědy a techniky. Důraz je kladen zejména na interaktivitu a učení formou her a samostatného objevování vědy a techniky prostřednictvím osobní zkušenosti.*“ (ČASC 2010)

„*Science centrum je střediskem neformálního vzdělávání, kde si návštěvníci upevňují znalosti, dovednosti a pozitivní postoje k vědě.*“ (Wietze, 2004)

„*Na rozdíl od mnoha (tradičních) muzeí, která jsou tichá a elitářská, jsou science centra a technologická centra rušná a plná lidí… usilují o prohloubení povědomí veřejnosti o vědě a technice odlehčenou a zábavnou cestou, a nevyžadují od běžného návštěvníka obzvláštní zájem či předchozí pochopení a porozuměni předmětu.*“ (Broulíková 2013, s. 32)

Science centra jsou budovy, ve kterých jsou na základě daného metodického a didaktického předpisu rozmístěny až stovky exponátů. Tyto exponáty vyzývají svou funkcí a vzhledem ke hře, manipulaci a k objevování přírodních jevů nebo lidských vynálezů. Hlavní myšlenkou a zároveň cílem science center je popularizování vědy, techniky a přírodních oborů v řadě cílových skupin. Důraz je kladen především na nenásilné učení formou hry a na samostatném objevování vědy a techniky prostřednictvím osobní zkušenosti. Pro science centra je důležitý kontaktní přístup k jednotlivým exponátům – ty demonstrují fyzikální, matematické, přírodovědné či jiné vědní zákonitosti a principy, které návštěvníci sami objevují díky vlastní zvídavosti a zkušenosti. (Moravec, et al. 2012) Mimo jiné je v science centrech kladen důraz na mezilidský kontakt mezi studenty a učiteli. Nejedná se však o vztah poučovaného a poučovatele. Zde si jsou lidé rovni v partnerské roli více či méně zkušených průzkumníků. V neposlední řadě se tato střediska snaží vytvářet vhodné podmínky pro růst počtu studentů a absolventů přírodovědných a technických oborů na českých středních, vyšších odborných a vysokých školách. (MSCB 2014)

Expozicemi provázejí průvodci, kteří zábavnou přesto odbornou formou, vysvětlují principy jednotlivých exponátů. Tito průvodci se odborně nazývají edutaineři. Tento pojem vychází z angličtiny. Jde o složeninu dvou slov „*educate*“ = vzdělávat a „*entertain*“ = bavit. (ČASC 2010)

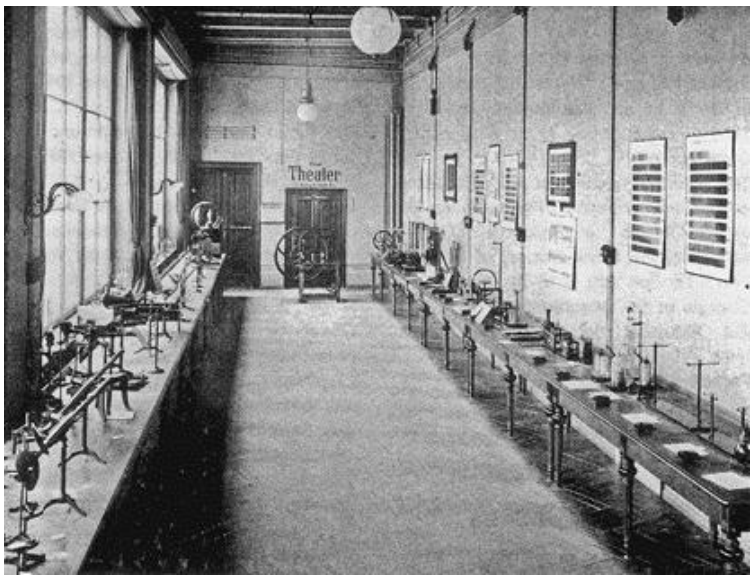
Kromě interaktivních exponátů nabízejí science centra populárně vzdělávací přednášky, vědeckotechnické show, workshopy podporující kreativitu a manuální dovednosti a doprovodné tematicky zaměřené lektorské programy. Při tematicky zaměřených lektorských programech se využívá demonstrace experimentů s možností aktivního zapojení žáků do experimentů, pokusů a dalších možností. Důraz je klade na mezipředmětové vazby, samostatné řešení problému a heuristické objevování přírodních zákonitostí. Žáci se tak nenásilnou formou seznamují s vybraným tématem, pracují s exponáty a didaktickými pomůckami, provádějí pokusy a týmově spolupracují. Lektorské programy jsou vhodné jako doplnění školní výuky přírodovědných předmětů. Při doprovodných programech žáci pracují s pracovními listy. (iQpark 2007)

Světové sdružení vědecko – technologických center (ASTC) rozděluje science centra podle velikosti na: velmi malá (1 116 m^2), malá (1 117 – 2 325 m^2), střední (2 326 – 4 650 m^2) a velká (4 620 m^2). Science centra v České republice se svou rozlohou řadí do kategorie velká. (Broulíková 2013, s. 32 – 37)

1.1 Historický vývoj science center

První projekty, vytvořit místo, kde se budou lidé blíže seznamovat s vědou prostřednictvím interaktivních exponátů, se objevují již na počátku 17. Století. Tyto projekty, byť propracované, se bohužel nikdy nedotáhly do zdárného konce a zůstaly pouze na papíře. Mezi nejznámější, dalo by se říci, i nejvýznamnější dobové autory, projektů patří filosof, vědec a matematik Gottfried Wilhelm Leibniz a filosof Francis Bacon. Bacon svoji představu, o tom, jak by mělo vypadat takové science centrum, popsal ve své knize Nov Atlantis. Pro svoje centrum měl i vymyšlený název – Šalamounův dům.

Za úplně první otevřené science centrum je považována berlínská Urania. Vznikla v roce 1988 pod vedením Alexandra von Humblodta a funguje dodnes. Urania byla v prvopočátcích chápána jako „vědecká společnost“ představující „exponáty ovládané tlačítkem“, což je pojetí takzvaných muzeí druhé generace. (Moravec, et al. 2012)



Obr. 1 *Sál s exponáty v prvním science centru Urania.* (Science Centre Spectrum 2008)

Na přelomu šedesátých a sedmdesátých let dvacátého století se objevují nové idey, jak prezentovat vědu s úsilím překonat koncept tradičních „statických“ muzeí, kde jsou vzácné předměty sbírány, uchovávány a vystavovány ve vitrínách. Věda tedy začíná být prezentována díky uvědomování se nových kategorií: popularizovat, bavit a vzdělávat. Na těchto třech pilířích začínají budovat instituce jako je floridské Science

Center of Pinellas Country (založeno 1959) nebo Pacofik Science Center v Seatllu (založeno 1962). Avšak za „duchovního otce“ moderních science center se považuje Frank Oppenheimer se svým, na tehdejší poměry, velmi moderním science center Exploratorium. Exploratorium je science centrum, které bylo otevřeno v roce 1969 v San Franciscu a dodnes udává směr, kterým se ubírá americká popularizace vědy v neformálním vzdělávání. K největšímu rozmachu science centr dochází v letech 1980 až 1995. S odstupem času, více než čtyřiceti let, nacházíme science centra prakticky všude ve světě. (Broulíková 2013, s. 32 – 37)

1.2 Science centra ve světě

K budování fenoménu science center ve světě dochází v sedmdesátých letech v USA. Do Evropy se dostává až v letech devadesátých. Mezi první science centra ve světě se řadí Exploratorium v San Franciscu a Ontario Science centre v Kanadě. Mezi nejznámější interaktivní science centra v Evropě patří Heureka ve Finsku, Technorama ve Švýcarsku, Cité des Science set de l´Industrie ve Francii, Centrum Nauki Kopernik ve Varšavě a The Phaeno Science center v Německu. V současné době se, ve světě, můžeme setkat s více než 2 000 interaktivními muzei. (MSCB 2014)

Přehled nejpopulárnějších science center ve světě:

Exploratorium v San Franciscu

Zakladatelem Exploratoria byl geniální fyzik a nadaný profesor Frank Oppenheimer. Myšlenka založit centrum vznikla při jedné z jeho vyučovacích hodin, kdy své žáky donutil odložit učebnice a rozdal jim různé pomůcky, nástroje a materiály. Nápad vybudovat science centrum realizoval, po boku umělců, pedagogů a vědců, v opuštěném paláci výtvarného umění. První návštěvníci byli v Exploratoriu přivítáni v roce 1969. Dnes funguje science centrum pod vedením Dr. Dennise Bartelse. Ten se snaží v centru propagovat ideu propojení oddělených světů formálního a neformálního vzdělávání. Exploratorium je místo, které je plné interaktivních, kreativních a proaktivních exponátů. Návštěvníci si odnášení mnoho nových vědomostí, zkušeností a dovedností.

Mimo jiné Exploratorium spolupracuje se vzdělávacími institucemi. (Exploratorium 2015)

Ontario Science centre v Kanadě

V roce 1964 přišel architekt Raymond Moryama s projektem otevřít interaktivní muzeum vědy. O pět let později 26. září 1969 bylo oficiálně otevřeno kanadské science centrum Ontario. V Kanadě se tento projekt řadí k nejvýznamnějším kulturním památkám. Od otevření navštívilo centrum 48 miliónů návštěvníků. Mimo stovky interaktivních exponátů nabízí kanadské Ontario vzdělávací programy a workshopy pro školní skupiny. Za zmínku stojí i to, že kanadské centrum je unikátní v tom, že navrhuje a staví vlastní výstavy, které pak pronajímá po celém světě. (Ontario Science Centre 2015)

Heureka ve Finsku

Heureka ležící severně od Helsinek otevřel brány pro širokou veřejnost v roce 1989. Název Heureka se odkazuje na řecké zvolání „Objevil jsem to!“. Cílem je popularizovat vědecké poznatky a rozvíjet metody používané pro výuku vědecko – technických předmětů. Ve finském centru, kromě interaktivních exponátů, má návštěvník možnost navštívit planetárium s kapacitou 135 míst, kde se promítají filmy s astronomickou tématikou. Velkým lákadlem pro návštěvníky je také Foucaultovo kyvadlo, které je možno vidět v jedné z expozic. Vědecké centrum nabízí vzdělávací programy jak pro děti předškolního věku, tak i pro děti školního věku. Heureku v průměru navštíví 300 tisíc návštěvníků ročně a patří k nejoblíbenějším a nejvyhledávanějším střediskům volného času ve Finsku. Hlavní myšlenka projektu science centra Heurka: „Sdílíme radost z učení. Inspirujeme učení. Ceníme si vědy.“ (Heureka 2015)

Technorama ve Švýcarsku

Science centrum Technorama bylo v počátcích vedeno jako technické muzeum, které v roce 1982 představilo svoji první výstavu. Od roku 2000 je Technorama oficiálně převedena z technického muzea na science centrum. V roce 2012 bylo provedeno rozšíření stávajícího centra. Uspořádání exponátů ve švýcarském centru se liší od jiných

center. Zde jsou totiž postaveny takzvané „experimentovací“ stanice s jednotlivými exponáty, které zajišťují přirozené prostředí a uvolněnou atmosféru při rozvíjení znalostí a dovedností. Oficiální zdroj Technorama uvádí, že během jednoho školního roku navštíví toto centrum přes 60 tisíc žáků v organizovaných školních skupinách. Technorama se tímto faktem stává nejpopulárnější institucí neformálního vzdělávání ve Švýcarsku. Švýcarské centrum mimo jiné pořádá semináře pro učitele, v nichž jsou seznamovány s metodami učení přírodních věd. Zejména v oblasti primárního vzdělávání, kde se velmi často tato problematika podceňuje. Ročně tyto semináře navštíví přes 10 tisíc pedagogů. (Swiss Science center Technorama 2013)

Cité des Science et de l´Indrustrie v Paříži

Cité des Science et de l´Industrie, v českém překladu Město věd a průmyslu, je muzem a středisko neformálního vzdělávání ve Francii. Cílem je popularizovat a rozvíjet vědu a techniku, především mezi dětmi a mládeží. Původně, na místě nynějšího centra, stála jatka a dobytčí trh. Jatka byla zrušena a byl vybudován park La Villete. Pod iniciativou bývalého prezidenta V. G d´Estainga a architekta Adriena Fainsilbera vzniklo interaktivní muzeum. Pro veřejnost se naučené centrum otevřelo, za přítomnosti dobového prezidenta F. Mitteranda, až 13. března roku 1986. V dnešní době mohou návštěvníci na ploše 150 000 m^2 navštívit expozice: Explora, Knihovna věd a průmyslu, Město dětí, Digitální křižovatka, Město povolání, Město zdraví a planetárium. Za zmínku také stojí architektura budovy, jejíž dominantou jsou prosklené části, takzvané „bioklimatické skleníky“, které jsou 32 m vysoké, 32 m široké a 8 m hluboké. (EUtouring 2015)

Centrum Nauki Kopernik ve Varšavě

Centrum Nauki Kopernik je instituce založena a financovaná městem Varšava, ministerstvem školství a vysokého školství. První myšlenka vybudovat v Poslu interaktivní centrum se datuje do roku 2004, kdy prezident Lech Kaczyńsky jmenoval expertní tým pro realizaci projektu science centra, Jedním z iniciátorů výstavby Koprenikova naučného centra byl i známý polský fyzik specializující se na fyziku pevných látek a statickou mechaniku, Lukasz Turski. První výstava pod názvem Experiment se odehrála o dva roky později. O čtyři roky později se otevřel první modul

a většina stálých expozic a robotické divadlo, ve kterém má hlavní roli humanoidní robot Thespian. V roce 2011 bylo otevřeno moderní planetárium. Mimo jiné byly v tomto roce otevřeny prostory s chemickými, biologickými a fyzikálními laboratořemi. Momentálně mohou návštěvníci experimentovat a bádat v expozicích: Svět v pohybu, Člověk a životní prostředí, Kořeny civilizace, Light Zone a Buzz! (Centrum nauki Kopernik 2015)

The Phaeno Science centre ve Wolfsburgu

The Phaeno je interaktivní centrum ve Wolfsburgu v Německu fungující od roku 2005. Stojí v blízkosti automobilové společnosti Volkswagen. Inspirací pro postavení takového centra v Německu bylo vyhlášené centrum Technorama. Znalci a umělci vyhlásili budovu německého centra jako jednu z nejvýznamnějších staveb moderní doby. Architekt budovy, Zara Stadid, popisuje svoje dílo jako originální, komplexní a dynamické. Zajímavostí je fakt, že uvnitř či na budově návštěvník nenajde žádný pravý úhel. Celkové náklady na postavené moderního centra byly 79 milionů eur. Nyní je financováno veřejnými, ale i soukromými partnery. The Phaeno nabízí svým návštěvníkům 350 exponátů, kde mohou rozvíjet své znalosti a dovednosti. K zhlédnutí je i nová expozice s názvem Optik a laserová show. Mimo jiné v centru nabízí velkou škálu doprovodných programů, v oblasti vědy, pro děti a mládež. The Phaeno je uznávané ministerstvem školství v Dolním Sasku. (Wikipedia 2015)

1.3 Science centra v České republice

První pokusy o založení science center v České republice se objevují až koncem devadesátých let dvacátého století. Prvními otevřenými science centry byly liberecký iQpark a plzeňská Techmania. Obě centra fungují dodnes a jsou vyhledávánými středisky neformálního vzdělávání. Science centra v České republice sdružuje Asociace českých science center, která byla založena v dubnu v roce 2013. U jejího zrodu stáli nejvýznamnější popularizátoři vědy a techniky. Hlavní funkce této asociace jsou: vytváření pozitivní image science center, neformální vzdělávání, spolupráce s příslušnými orgány státní správy, působení na legislativní procesy, týkající se činnosti science center, podpora členů, chování členů a další činnosti spojené s fungováním

interaktivních center. Česká asociace navazuje svým konceptem na zahraniční koncepty, zejména na evropskou síť science center a muzeí (ECSITE). (Broulíková 2013, s. 32 – 37)

Finančně jsou science centra podporovány z finančních zdrojů od veřejných institucí a soukromými subjekty.

V Česku patří mezi nejznámější science centra iQpark v Liberci, iQLANDIA Science center Liberec, Technamnia Science center Plzeň, Svět techniky Ostrava, VIDA! Science center Brno. Na začátku roku 2015, konkrétně 17. dubna, je naplánované otevření dalšího nového science centra Pevnost poznání Olomouc. (Broulíková 2013, s. 32 – 37)

Přehled nejpopulárnějších science center v České republice:

iQpark Liberec

V roce 2000 byla založena společnost Labyrint Bohemia, která začala zpracovávat projekt interaktivního science centra. V roce 2004 bylo, na ploše 800 m^2, otevřeno Muzeum zábavného poznáni. Na něj navazuje, v roce 2007, projekt vlastního moderního science centra iQpark Liberec. Cíl iQparku je víc než jasný: vytvářet originální zázemí pro získávání či rozšiřování vědomostí celé řady cílových skupin – od dětí až po penzisty. (Broulíková 2013, s. 32 – 37) V roce 2011 dochází k etapě rozšiřování a iQpark po této rekonstrukci disponuje 3 000 m^2, což odpovídá velikosti středního science centra. Momentálně iQpark funguje na čtyřech podlažích plných interaktivních exponátů. Kromě exponátů se návštěvníci mohou zúčastnit vědecké show, kde odborně vzdělaní lektoři demonstrují zábavnou, ale zároveň vzdělávací formou chemické a fyzikální pokusy. Pokud se pro návštěvu iQparku rozhodne školní skupina, čeká zde na žáky experimentování v moderně vybavené laboratoři. Žáci jsou rozděleni do menších skupin, zhruba pět žáků na jednu skupinu a jsou vedeni k heuristickému objevování přírodních zákonitostí a samostatnému řešení problémů. Doprovodné vzdělávací programy jsou určeny pro děti z mateřských škol a žáky prvního stupně základních škol. (iQLANDIA 2014)

iQLANDIA Science centrum Liberec

Plánování a přípravy budování nového interaktivního centra a planetária začínají v roce 2009. Projekt vzniká s podporou operačního programu Výzkum a vývoj pro inovaci a je veden pod názvem Science learning centrum Liberec. Na stavbu byly poskytnuty dotace z Evropských fondů regionálního rozvoje (324 083 750,- Kč) a ze státního rozpočtu (57 191 250,- Kč). Nové centrum vyrostlo v těsném sousedství zábavního komplexu a stojí na místě zchátralé továrny Desta. Science centrum navazuje na stávající vědecký park iQpark, často je označováno jako třetí „rozšíření" iQparku. Super moderní science centrum iQLANDIA slavnostně otevřelo své brány prvním návštěvníkům na Den učitelů 28. března 2014 v 11:11 hodin. Návštěvníci mohou formou nenucené hry a experimentování vyzkoušet přes 400 exponátů na ploše 10 000 m^2. Exponáty jsou zde rozděleny do deseti tematických expozic. GeoLab, Vodní svět, Živly, GEO, expozice Technické univerzity v Liberci, Sexmisie, Člověk, Věda v domě, galerie Češi světu a Dočasná výstava. (iQLANDIA 2014).

GeoLab: V expozici GeoLab se mohou návštěvníci seznámit a probádat svět krápníků, jeskyň, hornin a minerálů. Mají možnost proniknout do nitra naší planety, seznámit se s jejím vývojem, který trval miliony let a dozví se, ve které části naší Země se právě nacházejí.

Vodní svět: Zde čeká na návštěvníky vodní koryto, mlýnky, trubky, stroje, trysky a mnoho dalších interaktivních exponátů. Žáci si mohou, v praxi, názorně a zábavně vyzkoušet princip Archimédova i Bernouliho zákona, pochopí princip zdymadla a vodních turbín. Největší chloubou, ve Vodním světě, ale zůstává první interaktivní fontána a vodní stěna Flash Wall.

Dočasná výstava: Momentálně probíhá výstava Brána recyklace, kde si mohou návštěvníci prohlédnout originální recyklované výrobky a seznámit se s koloběhy recyklace jednotlivých materiál. Pro děti jsou připraveny tematické hry.

Živly: V Živlech na návštěvníky čeká, bezpečně umístěný ve Faradayově kleci, Teslův transformátor, který dokáže vyrobit blesky o délce až jeden metr a napětí 500 000 V. V pravidelných intervalech je zde předváděna show s Ohnivým tornádem, kde je možné shlédnout, co se děje a co se stane, když se potkají dva živly – oheň a vítr. Návštěvník by neměl vynechat generátor zemětřesení a vichřice. V této expozici jsou připraveny

exponáty vysvětlující fungování všech typů elektráren, solárních panelů, fotovoltaických panelů a mnoho dalších jevů souvisejících s přírodními živly.

GEO: Odkud se vzal vesmír, hvězdy a planety? Přesně na tyto a další otázky nalezne návštěvník odpovědi v expozici GEO: Nadšenci si mohou, na Hvězdném kolotoči, vyzkoušet, co zažívá kosmonaut na cestě do vesmíru. Žáci si mohou pohrát s exponáty, které jim představí a přiblíží kosmické jevy, jako jsou například relativní vzdálenosti ve vesmíru, absolutní nekonečno a jestli funguje přitažlivost na měsíci.

Expozice TUL: V této expozici je představeno, čím se pracovníci a studenti na Technické univerzitě zabývají, co vyvíjejí, zkoumají a objevují. Návštěvník má možnost proniknout do světa nanotechnologií, zkusit si ovládat robotické rameno a to vše za doprovodu virtuálních průvodců.

Sexmisie: Interaktivní expozice o dospívání a sexu vznikla ve spolupráci s předními sexuology a dětskými psychology. Je určena všem dospívajícím dívkám a chlapcům od 12 let. Dozví se zde vše o dospívání, milování, plození, rození, ale i sexuálních deviacích. Sál je rozdělen do 4 částí – JA, MY ONI a TABU, přičemž samotný střed sálu představuje matčino lůno. V části JÁ je představen vývoj jedince, a to od narození až do pohlavní dospělosti. V sekci MY jsou vysvětleny rozdíly mezi pohlavími a citlivě zodpovězeny otázky kolem sexuálního života. V části ONI jsou přiblíženy postoje k sexu různých národů, kultur a náboženství. Poslední část TABU, v přijatelné míře, odhaluje tabuizována témata, jako je lidská sexualita a sexuální preference. Sexmisie je unikátní expozice, se kterou není možné se jinde v Evropě setkat.

Člověk: Člověk je nejrozsáhlejší expozice iQLANDIE a je rozdělena do dvou sálů. V prvním sále na zvídavé návštěvníky čeká pohled do útrob lidského těla. Vyzkouší si, kolik práce odvádí lidské srdce, změří si objem svých plic, zkusí si laparoskopickou operaci, ovládat kuličku na dráze stolu pouze svou koncentrací své mysli a další. Největším trhákem, v prvním sále, je humanoidní robot Thespian, který je jediným humanoidním robotem v České republice. Měří 175 cm, váží 33 kg, používá gesta, mimiku a dokáže hovořit. Druhý sál expozice Člověk je věnován lidským smyslů. Lidé si zde mohou otestovat smysly a vyzkoušet originální optické klamy.

Věda v domě: Návštěvníci mají možnost blíže poznat, jak fungují spotřebiče, které denně používají ve svých domácnostech. Odhalí, na jakém principu funguje mikrovlnná trouba, žehlička, lednička, televize, myčka, pračka a další. Expozice je tematicky rozdělena: stavba domu a předzahrádka, kuchyň, koupelna, obývací pokoj, garáž, řez domem, výroba a rozvod elektřiny.

Galerie Češi světu: V galerii jsou veřejnosti představeni Češi, kteří ovlivnili svými objevy a vynálezy běžné životy lidí. Pozornost je také věnována i současným mladým talentům, jež svými nápady dosáhli nemalých úspěchů na mezinárodním vědeckém poli.

Nedílnou součástí liberecké iQLANDIE je planetárium vybudované na devítimetrové kulové ploše na samém vrcholu science centra. Planetárium disponuje padesáti místy k sezení na moderních polohovatelných sedačkách. Díky projekčnímu systému, který nabízí rozsáhlou databázi, si publikum prohlédne hvězdy, souhvězdí, planety, asteroidy a další zajímavosti z vesmíru. Součástí všech nabízených pořadů je i autorská sezonní projekce noční oblohy. Všechny projekce jsou nabízeny ve 2D nebo 3D formátu. (iQLANDIA 2014)

Společnost, do budoucna, plánuje založení Pedagogického centra, určeného dalšímu vzdělávání pedagogických pracovníků. Do roku 2018 by chtěla společnost otevřít Technologické centrum se špičkově vybavenými laboratořemi a dílnami určené pro školy.

Techmania Science center Plzeň

Techmania Science center se řadí, spolu s iQparkem v Liberci, mezi první otevřená science centra v České republice. Historie tohoto centra spadá do roku 2005, kdy bylo nejdříve otevřené Regionální technické muzeum. V roce 2008 vzniká vlastní science centrum. Zřizovateli byly společnost Škoda Holding a.s. a Západočeská univerzita v Plzni. Rok 2014 byl pro Techmanii rokem nemalého růstu. Na Den učitelů, 28. Března, bylo slavnostní otevření rozšířeného science centra. Interaktivní centrum je třikrát větší, než bylo to původní. K tehdejší „škodovácké“ jídelně o rozloze 1 415 m^2 přibylo 8 337 m^2. Nyní Techmania nabízí svým návštěvníkům na ploše 9 752m^2 9 stálých expozic, kongresový sál, moderně vybavené dílny, laboratoře – biologické, chemické a fyzikální 3D planetárium. Expozice jsou tematicky rozděleny následovně: Edutorium, Člověk versus zvíře, Obnovitelné zdroje energie, Entropa, MáToHáček, Vodní svět, Malá věda, Filmohraní a expozice Vesmír. Na počátku listopadu roku 2014 se Techmania stala dějištěm finále dětské soutěže Expedice Vesmír. Za zmínku stojí i návštěva nejvyspělejšího robota na světě, ASIMA. Robot byl zapůjčen Techmanii

na pět dní. ASIMO během těchto pěti dní přilákal 8 549 zvědavců. (Remešová, aj. 2015, s. 28)

Svět techniky Ostrava

Za podpory Evropské unie a rozpočtu České republiky bylo 26. 9. 2014 oficiálně otevřeno nově science centrum Svět techniky – Science and Technology Centre (STC). Svým rozsahem a komplexností přesahuje hranice města, oslovuje širokou veřejnost a vzdělávací instituce celého moravskoslezského regionu. Nově otevřený Svět techniky navazuje na stávající projekt Malý svět techniky, který byl otevřen v listopadu 2012 v budově bývalé IV. energetické ústředny. Na ploše 14 000 m^2 mohou návštěvníci prozkoumat čtyři stálé expozice (Dětský svět pro nejmenší od 2 do 6 let, Svět vědy a objevů, Svět civilizace a Svět přírody), 3D kinosál s největším plátnem v česku v rámci vzdělávacích institucí a Divadlo vědy. (Remešová, aj. 2015, s. 26)

VIDA! Science center Brno

Interaktivní centrum VIDA! bylo realizováno díky projektu Moravian Science Center Brno, jehož přípravy byly zahájeny v roce 2009. Dne 28. listopadu 2014 byl pro partnery slavnostně, v bývalém pavilonu D brněnského výstaviště, otevřen zábavný vědecký park VIDA! Pro veřejnost byly brány otevřeny 1. 12. 2014. Science centrum disponuje rozlohou 5 000 m^2 a na návštěvníky, bez rozdílu věku, tu čeká přes 150 interaktivních exponátů. Expozice jsou tematicky rozděleny: Planeta, Civilizace, Člověk a Mikrosvět. (Remešová, aj. 2015, s. 30)

Do kategorie science center, které sdružuje Asociace českých science centr, patří také planetária v České republice – Hvězdárna a planetárium Brno, Hvězdárna a planetárium Hradec Králové a Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy v Ostravě.

2. Současný stav přírodovědného vzdělávání na českých školách

Na nejspodnějších místech v žebříčku popularity byly a jsou umístěny přírodovědné předměty. A to nejen u dětí na základní škole, ale i u těch, jež mají již základní zdělání za sebou, tedy středoškoláky a výše. Tento fakt je notoricky znám a dokazují jej mnohé studie. Ukazuje na to, například, i jedna ze studií provedení komerční marketingovou agenturou STEM/MARK. Průzkum proběhl v červnu 2011 v rámci internetového šetření. Předmětem bylo porovnání oblíbenosti předmětů na základních školách na reprezentativním vzorku populace ve věku 15 – 59. Celkem se průzkumu zúčastnilo 582 respondentů a závěry celé studie potvrdily neoblíbenost přírodovědných předmětů. Petr Gajdušek v tiskové zprávě uvádí výsledky studie: „*Celkově mezi třemi nejméně oblíbenými předměty nejčastěji figuruje chemie (48%), fyzika (42%) a s odstupem za nimi pak matematika (31%)*.“ (Gajdušek 2011, s. 2) Výjimku v oblasti přírodovědných předmětů, pak tvoří přírodopis, který se držel na předních pozicích žebříčku. (Gajdušek 2011, s. 1)

V roce 2003, byl na konferenci *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky* pořádané katedrou fyziky pedagogické fakulty v Plzni ve spolupráci s fyzikální pedagogickou sekcí JČFM, představen záměr provést dotazníkové šetření zamřené na stav výuky fyziky na našich základních školách. Šetření bylo realizováno zmiňovanými institucemi ve spolupráci s českou školní inspekcí ve školním roce 2003/2004. Celkem se průzkumu zúčastnilo 3 728 žáků základních škol, 803 žáků nižšího gymnázia, 760 žáků vyššího gymnázia a 1 117 žáků ostatních středních škol. Výsledky průzkumu, na účastnících ze středních škol a vyšších gymnázií, sloužily jako sondy pro případný následný hlubší výzkum. Kompletní výsledky dotazníkového šetření byly vydány jako samostatná publikace. (Höfer, aj. 2005, s. 16) Mimo jiné se u žáků zkoumal jejich postoj k jednotlivým vyučovacím předmětům. Žáci měli za úkol v dotazníku zaznamenat subjektivní „úroveň oblíbenosti“ jednotlivých předmětů na diskrétní škále hodnot 0 až 6 (0 nejvíce neoblíbený, 6 nejvíce oblíbený). Aritmetické průměry stupňů oblíbenosti jednotlivých předmětů na různých typech škol jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. č. 1: Aritmetické průměry stupňů oblíbenosti jednotlivých předmětů na různých typech škol. (Höfer, aj. 2005, s. 26)

	Inf	Tv	Vv	Hv	Ov	Př/B	Dě	Ze	Ma	Aj	Ch	Nj	Fy	Čj
ZŠ	5,10	4,90	4,35	4,10	4,04	3,90	3,76	3,76	3,49	3,43	3,38	3,32	3,32	2,97
NG	4,50	4,84	4,16	3,95	3,61	3,52	3,81	3,87	3,27	3,96	2,83	3,19	3,38	2,96
VG	3,96	4,59	4,22	4,15	3,61	3,68	3,96	3,83	3,20	3,89	2,70	3,03	2,86	3,66
OSŠ	4,76	4,76	4,24	3,31	3,74	3,73	3,09	3,96	2,99	3,29	2,96	2,80	2,98	2,99

Vysvětlivky:

ZŠ … základní škola
NG … nižší gymnázium
VG … vyšší gymnázium
OSŠ … ostatní střední školy

Inf ... informatika
Tv … tělesná výchova
Vv … výtvarná výchova
Hv … hudební výchova
Ov … občanská výchova
Př/B … přírodopis/biologie
Dě … dějepis

Ze … zeměpis
Ma … matematika
Aj … anglický jazyk
Ch … chemie
Nj … německý jazyk
Fy … fyzika
Čj … český jazyk

Porovnáním údajů v tabulce č. 1 vidíme, že většina přírodovědných předmětů na základní škole je žáky hodnocena jako oblíbenější ve srovnání se střední školou, nebo je hodnocení srovnatelné. Byla však potvrzena hypotéza, že oblíbenost přírodovědných předmětů, ve srovnání s humanitními předměty, je u našich žáků menší.

Další výzkum v této oblasti proběhl v roce 2007. Realizovala ho přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci v rámci projektu MedVěd, což je projekt mediálního zdůraznění potřeb vědy a perspektiv studia exaktních oborů. Z provedeného výzkumu vyplynulo, že žáci ohodnotili vztah k přírodovědným předmětům jako rozporuplný. Na jedné straně žáci označovali přírodovědné předměty jako zajímavé a užitečné pro život, a na straně druhé je označovali jako neoblíbené a shledávali je jako velmi obtížné. (Trna, Trnová 2011, s. 127 – 138)

Oblíbenost vyučovacích předmětů by neměla být podceňována, neboť výrazně ovlivňuje výběr zaměření střední školy a směr, kterým se žáci budou, ve svém profesním životě, ubírat. Problematikou se zabývalo Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR v rámci projektu Podpora technických a přírodovědných oborů.

Cílem výzkumu bylo zjistit motivy žáků při volbě povolání. Výsledky byly uveřejněny ve zprávě Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory. (MŠMT 2008) Ukázalo se, že se žáci rozhodují o volbě povolání (a tím pádem o druhu střední či vysoké školy, jakožto o instituci, která je na povolání profesně připravuje) hlavně podle svého zájmu. Vyplynulo, že známky z předmětů mají na toto rozhodování značný vliv. Obory úzce spojené s matematikou, fyzikou, chemií či biologií ztrácejí zájemce mezi žáky, kteří mají z těchto předmětů špatné známky.

V současnosti se výsledky žáků v přírodních vědách, a nejen v přírodních vědách, hodnotí prostřednictvím dvou rozsáhlých mezinárodních výzkumů, kterých se účastní i Česká republika, a to TIMSS a PISA.

Mezinárodní program PISSA (Programme for International Student Assessment) je jedním z největších a nejdůležitějších šetření v oblasti měření výsledků vzdělávání, které v současné době ve světě probíhá. Výzkum je jednou z aktivit Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) a jeho první kolo první kolo proběhlo v roce 2000. Mezinárodní program hodnocení žáků měří znalosti a dovednosti patnáctiletých žáků ve čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti. Testování probíhá ve tříletých cyklech, přičemž pokaždé je kladen důraz na jednu z hlavních oblastí tak, aby bylo možné o ní získat detailnější informace. (ČŠI 2013) Poslední testovací cyklus PISA proběhl v roce 2012 a byl zaměřen zejména na oblast matematické gramotnosti žáků. Účastnilo se ho 65 zemí včetně České republiky, za kterou se zúčastnilo 297 škol, testováno a dotazováno bylo 6 535 českých žáků. Stejně jako v roce 2003 byla hlavní testovanou oblastí pátého cyklu matematická gramotnost. Z porovnání těchto dvou ročníků vyvstávají zajímavé závěry. Ve zprávě (Palečková, aj. 2013, s. 6): „*Nadprůměrný výsledek z roku 2003 se za devět let statisticky významně zhoršil. Podstatně se také zvětšil podíl českých patnáctiletých žáků s nedostatečnou úrovní matematické gramotnosti. Je však nutné zmínit, že i když se výsledky českých žáků v matematice od roku 2003 značně zhoršily, oproti předchozímu cyklu v roce 2009 doznaly mírného zlepšení, třebaže se nejedná o zlepšení statisticky významné*.“ Další cyklus projektu PISA proběhne v roce 2015 a bude se soustředit na oblast přírodních věd.

Mezinárodní výzkum trendů matematického a přírodovědného vzdělání TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) měří výsledky žáků čtvrtých a osmých ročníků v matematice a přírodních vědách. Cyklus tohoto šetření je čtyřletý a jeho další kolo se uskuteční v roce 2015, tedy ve stejném roce jako PISA. Ústředním

pojmem výzkumu TIMSS je obsah učiva. Do šetření TIMSS se zapojili žáci z 52 zemí, v České republice se do hlavního šetření zapojilo 177 základních škol, více než 4 500 žáků a jejich rodičů, téměř 500 učitelů a ředitelů škol. Výsledky šetření uvádí MŠMT na svých webových stránkách. Výsledky z roku 2011 jsou, v případě českých žáků, nadprůměrné a oproti roku 2007 došlo k nárůstu ve všech oblastech šetření, hlavně v přírodovědě a matematice. (MŠMT 2011)

Zdálo by se, že klesající tendence v přírodovědném vzdělávání se začínají obracet. Je však potřeba mít na paměti, že tyto dva výzkumu se zaměřují na rozdílné aspekty učení žáků. Obecně je cílem TIMSS hodnotit to, „co žáci znají“, zatímco PISA se snaží zjistit, „co jsou žáci schopni se svými znalostmi dělat“. Výzkumy PISA ukazují, že čeští žáci mají osvojené velké množství přírodovědných poznatků a teorií, ale dělá jim potíž o přírodovědných problémech samostatně uvažovat, zkoumat je, vytvářet hypotézy, využívat různé výzkumné metody a postupy, získávat a interpretovat data, formulovat a dokazovat závěry. Zjednodušeně bychom mohli říci, že žáci o přírodě hodně vědí, ale málo jí rozumí. Z těchto výsledků lze odvodit, že je v českých školách stále preferováno memorování faktů před porozuměním a bádáním. Tento nedostatek může mít za následek neoblíbenost přírodovědných předmětů a celkovou dlouhodobější klesající tendence zájmu o technické obory a o rozvíjení se v těchto oblastech. (EACEA 2011), (Trna, Trnová 2011, s. 127 – 138)

Mezi důležité faktory ovlivňující formování a celkový rozvoj osobnosti, převážně kognitivní rozvoj, patří bezesporu zájem jedince o tento rozvoj a také patřičná motivace. Některé evropské univerzity uvádějí, že počet studentů hlásících se ke studiu fyziky poklesl od roku 1995 na polovinu. (OECD 2006) Na českých vysokých školách, za posledních deset let, výrazně klesl počet studentů učitelství fyziky. S tím dále úzce souvisí i fakt, že s rozvojem technologií mají přírodovědné předměty stále větší přínos pro naši společnost a klesající počet odborníků v přírodovědných oblastech s sebou přináší problém pro rozvoj naší společnosti. Obecně lze poznatky jednotlivých šetření a výzkumů shrnout do jednoduchého závěru. Oblíbenost přírodovědných předmětů je velmi malá. Žáci si uvědomují, že jsou důležité pro život, pro porozumění a vývoj nových technologií, ale považují je za obtížné, předměty je nebaví a nemají je rádi. Vědomosti, které při jejich studiu získávají, mají převážně encyklopedický charakter, je jich mnoho, žáci s nimi neumí, v dostatečné míře, pracovat a aplikovat je v praxi. Žáci jsou tedy na další studium dobře připraveni, ale nepochopení souvislostí vede k nezájmu o přírodovědné předměty a žáci při výběru svého profesního zaměření volí spíše

humanitní obory. Je možné, že právě z vysokých nároků na množství osvojených znalostí a nevhodných výukových metod pramení negativní postoje žáků. To může, v extrému, vést až k nedostatečnému počtu technicky vzdělaných lidí. Proto je důležité více zatraktivnit přírodovědné předměty, změnit způsob jejich výuky a zavést nové metody, aby firmy přestaly pociťovat nedostatky technicky vzdělaných lidí a nebylo, ve větší míře, ohroženo průmyslové odvětví.

Manželé Trnovi (Trna, Trnová 2011, s. 2) ve svém odborném článku uvádějí: „*Zkušení učitelé tvrdí, že nižší hodinová dotace pro přírodovědné předměty a předimenzované kurikulum neposkytují prostor pro zavádění inovativních výukových metod, které by zvýšili přitažlivost výuky pro studenty*.“ Jak již bylo zmíněno, tak důležitou roli ve výběru dalšího studia, hraje oblíbenost předmětů, žákovo hodnocení z těchto předmětů a také motivace se dané problematice věnovat. Ve výzkumu se ukázalo, že určitou roli hraje i motivační působení vyučujících. Je tedy třeba motivovat i učitele, aby se snažili podněcovat zájem žáků. Učitelé se však shodují v tom, že nemají žádný prostor k zavádění nových, inovativních metod. Navíc uvádějí, že jich ani moc neznají, či neví jak danou problematiku uchopit. Tohoto nedostatku si všimly zainteresované organizace a nadace, které na základě tohoto faktu projevují snahu tento stav změnit. Na podporu přírodovědného vzdělávání vznikají různé projekty, které mají podporu EU i MŠMT a snaží se vzdělávat buď pedagogy, kterým ukazují nové způsoby uchopení přírodovědných předmětů, nebo samotné žáky.

Asi nejstarší a nejrozšířenější projekt je Heuréka, který vede Doc. Irena Dvořáková z KDF MFF UK. Heuréka je zaměřena na fyziku a vzdělává nové, ale i zkušené učitele fyziky v tom, jak výuku fyziky zatraktivnit. V neposlední řadě se věnuje i dětem, kterým se snaží fyziku přiblížit a to takovým způsobem, aby pro ně byla přitažlivější, zábavnější a lépe ji chápaly. V rámci projektu Heuréka se pořádá dvouletá „školka“ pro učitele fyziky, kde si během dvou let projdou všechna témata RVP ZŠ z fyziky a naučí se, jak je žákům podat metodou založenou na heuristickém principu. Jednou ročně se pořádá třídenní seminář s dílnami, ve kterých učitelé fyziky demonstrují metody své práce. (Dvořáková 2011, s. 42 – 44) Dalším podobným projektem je PROFILES, který spočívá v podpoře reflexně orientované výuky, tak aby bylo dosaženo zlepšení přírodovědné gramotnosti žáků. Velký důraz je tedy kladen na rozvoj učitelských přírodovědných, pedagogických a didaktických kompetencí, které pomohou zainteresovaným učitelům realizovat ve výuce nové přístupy (zejména badatelsky orientované vyučování). Za Českou republiku je řešitelem Doc. Josef Trna

z pedagogické fakulty Masarykovy univerzity v Brně. (Profiles 2013) Z lokálních projektů je vhodné zmínit projekt EDUTECH (Vzdělávání pro efektivní transfer technologií a znalostí v přírodovědných a technických oborech), který umožňuje realizaci Dětské univerzity při TUL, která se v Liberci těší stále větší oblibě. (T-UNI 2014)

Popularizací přírodovědných předmětů u žáků, vzděláváním učitelů, vytvářením metodik pro učitele a ukázkových hodin se v poslední době zabývá stále více a více subjektů. V neposlední řadě jsou jedním z nich i science centra, která mají k popularizaci vědy a techniky velice blízko a mají pro to ty správné předpoklady.

3. Transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky

V následujících podkapitolách bude čtenář seznámen s transmisivním přístupem a konstruktivistickým přístupem ve vzdělávání. Budou popsány jednotlivé znaky, které charakterizují ten nebo onen přístup. Vzhledem k tomu, že uvedené přístupy ve vyučování jsou diametrálně odlišné, nebude opomenuto na jejich vzájemné porovnání.

3.1 Transmisivní pojetí výuky

Tradiční pojetí výuky, takzvaný transmisivní přístup, je zaměřen především na výkon žáka. Podstatou transmisivně vedené výuky je transmise, což lze vysvětlit jako přenos hotových, logicky uspořádaných poznatků a vědomostí z učitele na žáka. Stručněji napsáno, učitel se snaží předat svým žákům již hotové znalosti, v domnění, že je to nejsnazší a nejrychlejší cesta k poznání. Žák tyto znalosti přijímá, tak jak mu byly sděleny, bez začleňování do hlubších souvislostí a vztahů. Celý tento proces lze přirovnat k „otisku“ předaných informací do žákovy paměti bez hlubšího pochopení. (Krejčí 2011, s. 22)

Role žáka je při transmisivním vyučování spíše pasivní. Dítě přijímá roli posluchače. K tomu, aby mohl být žák kladně hodnocen, potřebuje znát velké množství pojmů, které pak musí umět rychle a bezchybně aplikovat na zadané úlohy, popřípadě je umět přesně odříkat. Po hodnocení však žák naučené pojmy zapomíná, neboť mu už nepřijdou důležité. Transmisivní vyučování postrádá individualizaci a diferenciaci

ve vyučování. (Krejčí 2011, s. 22) Mareš o roli žáka, při transmisivním vyučování, uvedl, že žák bývá v závislém postavení, učiteli je přidělena role odborníka, direktivní autority, trenéra. Zvýrazňují se nedostatky v žákově výkonu, počítá se s jeho nesamostatností, potlačuje se jeho odpor, odměňuje se úsilí a snažení, snaha přizpůsobit se, podřídit se. Středem učitelova zájmu je učivo, nikoli žák a jeho rozvoj. (Molnár, aj. 2007, s. 15)

Pokud budeme hovořit o vztahu učitel a žák, i zde jde o tradiční pojetí. Učitel přijímá roli experta a autority, který aktivně působí na žáky, jež jsou v roli pasivního příjemce. Častým opakováním se snaží vštěpit do žákovy paměti přesné formulace definic, vzorečků, vět a důkazů. Snaží se žákovi hledat cesty, jak jednotlivé poznatky a poznatkové celky nahustit do dobře zapamatovatelných instrukcí, pouček, vzorců, grafů, tabulek, schémat, přehledů, návodů a sloganů. Učitel nepřipouští názory a představy žáků. Učitel je ten, kdo má vždy pravdu a nikdy se nemýlí. Při výuce využívá motivačních nástrojů – tresty a odměny. V odborné literatuře je vztah učitel a žák při tradičním pojetí přirovnáván k roli trenéra, který vede své svěřence k dosažení maximálního, nejlepšího výkonu u důležité zkoušky. (Molnár, aj. 2007, s. 15)

Kolář a Šikulová (Molnár, aj. 2007, s. 15 – 16) popisují charakteristické znaky činnosti učitele a žáka při transmisivním vyučování následovně:

Činnost učitele

- Stanovuje si, co bude v hodině probíráno.
- Rozděluje si probírané učivo na tematické celky a témata, jež korespondují s kapitolami v učebnicích. Pro hodinu si vybere konkrétní téma.
- Vybrané téma je vždy sděleno žákům na začátku vyučovací hodiny.
- Na začátku vyučovací hodiny opakuje a zkouší učivo z předešlých hodin, čímž připravuje žáky na novou učební látku.
- Provádí zápis na tabuli, popřípadě diktuje.
- Řídí opakování a upevňování učiva.
- Provádí kontrolu zvládnutí požadovaných znalostí a dovedností.
- Hodnotí zvládnutou úroveň učiva.
- Na základě podaných výkonů si rozdělí žáky do skupin a následně je oznámkuje.

- Probrané učivo přesune do kategorie „staré učivo“.
- Připravuje pro žáky „nové učivo“.

Činnost žáka

- Žák většinou netuší, co bude v hodině dělat, nebo má jen matnou představu na základě dříve probraného učiva. Vzpomíná, kde se s tématem již setkal.
- Vyslechne si informaci o tom, jaké téma bude probíráno a kde zmiňované téma najde v učebnici. Cíle, kterých má v hodině dosáhnout mu zůstávají skryté.
- Dokazuje, co si zapamatoval z minulých hodin a jak zvládá „staré učivo“.
- Poslouchá a vnímá výklad učitele.
- Provádí si zápisky do sešitu.
- Odpovídá na položené otázky, čímž prokazuje, že poslouchal učitelův výklad a že učivo „chápe a rozumí mu“. Snaží se řešit učitelem zadané úkoly, aplikuje zvládnuté postupy na upravené situace, reprodukuje učivo.
- Vyslechne si a vnitřně zpracuje informaci o udělené známce. Někdy bezprostředně po výkonu, jindy s časovým zpožděním.
- Učivo a činnosti, které byly předmětem hodnocení, přesouvá do kategorie „staré učivo“. Již se s nimi dále nezabývá.

Mezi charakteristické metody pro tradiční vyučování patří: metody slovní (vyprávění, vysvětlování, práce s textem, rozhovor), metody názorně demonstrační (předvádění a pozorování, práce s obrazem, instruktáž), metody dovednostně praktické (napodobování, manipulování, vytváření dovedností, produkční metody). (Zormanová 2012, s. 9 – 10)

3.2 Konstruktivistické pojetí výuky

Moderní paradigma vzdělávání – konstruktivismus se postupně rozvíjí, probírá a propaguje se jako reakce na tradiční paradigma. Mnozí odborní pracovníci, pedagogové a didaktici chápou konstruktivismus jako cestu, která by mohla přispět ke zlepšení současného stavu v českých školách. Řadí ho k nejvýznamnějším didaktickým teoriím a snaží se překonat tradiční pojetí vyučování.

Prvky konstruktivismu se objevují již v učení některých řeckých filosofů, jako byli Sokrates, Platon nebo Aristoteles. Z pozdějších filosofů to byl John Locke.

Za zakladatele konstruktivismu je považován Jean Piaget. (Malčík, Mechlová 2010, s. 38 – 39)

Průcha (Průcha 2003, s. 105) v pedagogickém slovníku definuje konstruktivismus takto: „*široký proud teorií ve vědách o chování a sociálních vědách, zdůrazňující jak aktivní úlohu subjektu (žáka) a význam jeho vnitřních předpokladů v pedagogických a psychologických procesech, tak důležitost jeho interakce s prostředím a společností*“. Konstruktivistické pojetí je velmi často označováno jako pojetí orientované na žáka, neboť hlavním předpokladem je fakt, že dítě je jedinečná bytost, jež má rozdílné předpoklady k učení. Konstruktivistické pojetí oproti transmisivnímu pojetí vychází z teze, že poznání se děje konstruováním tak, že si žák individuálně spojuje, jíž existující poznatky z vnějšího prostředí do smysluplných struktur, s nimiž následně provádí mentální operace podmíněné odpovídající úrovní jeho kognitivního vývoje. (Korcová 2006, s. 159 – 168) Žáci pracují s takzvaným prekonceptem – představa žáka. Předpokladem je aktivní pracování s předloženými informacemi. Tento děj je výrazně ovlivněn ucelenou představou o vnějším prostředí. Žákova představa je základem jeho vnímání, učení, porozumění informacím, racionálního i tvořivého uvažování. U stávající představy žákova mysl setrvává do okamžiku, dokud si podle ní uspokojivě vyloží vše potřebné, co se kolem něj děje a co ho zajímá. V případě, že mu tato představa světa nestačí, musí být přetvořena a zdokonalena, aby opět byla pro žáka uspokojivá. Nutno podotknout, že konstruování nových porozumění nemusí probíhat pouze na úrovni jednotlivce, ale i úrovni celého učebního společenství. Žáci mohou navzájem porovnávat své prekoncepty, u čehož mají možnost zjistit, že ostatní mají na stejnou věc odlišný názor. Někdy žáci setrvají u svých představ, protože se jim v sociální interakci potvrdí. Jindy zase svoje představy opouštějí a rekonstruují je na základě nových zkušeností. (Kalhous, aj. 2002, s. 49 – 55)

Proces konstrukce, lépe řečeno re – konstrukce žákovy představy (prekonceptu), ve většině případů, mívá dvě fáze. První fáze představuje zkoumání nového předmětu nebo myšlenky a srovnává ho se svou dosavadní představou (prekoncepcí). Pokud žák zjistí, že nová představa se neshoduje s již vytvořenou představou, dochází k nerovnováze. Ve druhé fázi si žák snaží tuto nerovnováhu opět uvést do rovnováhy. V rovnováze se žák ocitne po tom, co dojde ke změně dosavadního pojetí. (Molnár, aj. 2007, s. 25 – 26)

Elizabeth Murphyová popsala osmnáct charakteristických znaků konstruktivistické výuky (Korcová 2006, s. 160):

- Učivo je předkládáno z různých hledisek, učitel při prezentaci učiva využívá různé metody.
- Cíle a plány pochází přímo od žáků, nebo jsou stanoveny ve spolupráci s vyučujícím.
- Učitel v roli mentora, kouče, facilitátora – ten kdo vyučuje, pomáhá překonávat obtíže, připravuje a poskytuje fakta. Učitel používá takový způsob řízení, který je protipólem přikazování a kontroly.
- Žáci aktivně sledují a řídí svoji vlastní kognitivní činnost.
- Učení je orientované na žáka, jež je nejdůležitějším činitelem ve výuce.
- Učební situace, techniky, obsah a úkoly reprezentují přirozenou komplexnost reality světa – autentické činnosti jsou odrazem reálné životní situace.
- Důraz je kladen na konstrukci znalostí.
- Individuální poznání žáka se proměňuje díky vyjednávání, spolupráci a sociální zkušenosti – kooperativní vyučování.
- Žák rekonstruuje svoje předchozí znalosti, domněnky, názory a stanoviska.
- Klade se důraz na řešení problémů jako na didaktickou metodu, při níž se zapojuje myšlení vyššího řádu a dochází k hloubkovému porozumění.
- Chyba je přijímána, díky ní je umožněn vhled do žákových předchozích znalostí – s chybou se pracuje.

Ve srovnání s tradičním přístupem se v konstruktivistickém přístupu mění přidělené role jednotlivých prvků (Malčík, Mechlová 2010, s. 39 – 43):

Role žáka

- Žák přijímá aktivní roli. Při poznání a porozumění je po žákovi požadováno, aby konstruoval svoje vlastní znalosti a nebyl jen pasivním příjemcem informací ze svého okolí. Nové učení (koncepty žáka) je závislé na předchozích znalostech žáka (prekoncepty žáka), tedy na tom, co si již v minulosti osvojil a co zná. Na tom, co žák zná, staví své smysluplné učení se.

- Žákovi je přidělena společenská role. To znamená, že si žák nebuduje znalosti pouze individuálně, ale v dialogu s ostatními žáky.
- Žák má kreativní roli, kdy je poznání a porozumění tvořeno a přetvářeno.

Role učitele

- Kontakt učitele se žákem je intenzivní a obousměrný.
- Působení učitele je situované, flexibilnější a vnímavější k momentálním potřebám žáka.
- Role učitele spočívá ve vytváření rámce vyučování, kde působí jako facilitátor designovaných vyučovacích situací, dohlíží na jejich provádění a vede žáky k tomu, aby aktivně rekonstruovali své původní představy v interakci s ostatními. (Štěpáník 2014, s. 52 – 53)

Role třídy

- Výměna informací, dialogy v rámci třídy, práce žáků v malých skupinách slouží žákům jako motivace k dalšímu přemýšlení nebo učení se.
- Žák by měl být schopen prosadit, obhájit, dokázat, pozměnit nebo rozvinout svůj názor v rámci třídy, jejíž součástí je i učitel. (Malčík, Mechlová 2010, s. 39 – 40)

- Konstruktivistická výuka s sebou přináší nové požadavky na učitele. Po učiteli se požaduje, aby opustil od části své intelektuální autority. V praxi to znamená, že by učitel neměl určovat svým žákům, co je důležité se učit, a jak by se měli učit. Žáci totiž nevnímají okolní svět stejně jako jejich učitelé. To oni sami si utvářejí svou vlastní představu nebo koncepci světa ve svém myšlení. Učitel by měl být jenom pomocníkem v jejich učení se. Dalším novým požadavkem je opuštění od své autority v řízení učení se žáků. Učitel nemůže mít pod kontrolou učební aktivity v rámci výuky ve třídě u všech žáků. Učitel přesně nediktuje, co je důležité pro jednotlivé žáky, a jak by se měli správně učit. Žáci přebírají zodpovědnost za svoje učení a individuálně si jej řídí. Poslední takovou nezbytností, která je, v rámci konstruktivistické výuky, po učiteli vyžadována, je umění ovládat moderní technologie a učení s jejich podporou. Učitelé by měli

spolu se žáky využívat určité technologie, neboť nemohou být odborníky na všechno po celou dobu své kariéry. (Malčík, Mechlová 2010, s. 40)

3.3 Porovnání transmisivního a konstruktivistického pojetí ve výuce

Osuská (Osuská, Pupala 2002, s. 101 – 114) se vyjadřuje k prezentování konstruktivismu tak, že bychom neměli konstruktivismus prezentovat jako novou spásonosnou pravdu při interpretaci řešených otázek. Měli bychom ho prezentovat jako jednu z možných cest uvažování, jež nás nechce vést k tomu, co máme dělat, ale spíše nás upozorňuje na to, čeho je potřeba si všimnout. Konstruktivismus je spíše způsob myšlení či uvažování o poznávání, který může být nápomocen při vytváření modelů učení, vyučování a kurikulárních dokumentů.

Konstruktivisticky vedená výuky striktně odmítá memorování učiva. Je to směr, který je orientovaný na žáka. Učení je vnímáno a chápáno jako spontánní a nepřetržitá aktivita, neboť všichni lidé přirozeně chtějí a potřebují poznávat okolní svět. Znalosti a dovednosti, jež jsou získány během řešení problému, jsou nesrovnatelně trvalejší než snadnější namemorovaná správná řešení. (Malčík, Mechlová 2010, s. 40) V tabulce č. 2 je uvedeno porovnání transmisivního a konstruktivistického pojetí ve výuce.

Tab. č. 2: Porovnání transmisivního a konstruktivistického pojetí ve výuce. (Malčík, Mechlová 2010, s. 41 – 43), (Molnár, aj. 2007, s. 31 – 32)

Transmisivní přístup	**Konstruktivistický přístup**
1. Role učitele	
• Učitel má roli „předavatele“ informací. • Učitel je centrální osobou, jež řídí učební proces. • Učitel je zdrojem informací a garantem pravdy. • Je nejvyšší autoritou – určuje pravidla	• Učitel – facilitátor. • Učitel – pomocník a průvodce na cestě vzděláváním, který dítě respektuje. • Učitel – kouč. • Učitel – tvůrce autentické zkušenosti.

a nese odpovědnost za dění ve třídě.	• Učitel – někdy také „žák“, učí se ze zkušeností.
2. Role žáka	
• Žák je považován za pasivního příjemce - „čistý list papíru“, na který je potřeba zaznamenat informace. • Žákova a učitelova role jsou striktně vymezeny.	• Dítě je považováno za aktivního a kooperujícího tvůrce svých znalostí – konstruuje vlastní poznávání na základě svých vlastních zkušeností, svým vlastním způsobem.
3. Výukový styl	
• Žáci jsou řízeni, plní učitelovy příkazy a pracují převážně individuálně. • Celá třída je vyučována stejným způsobem.	• Kognitivní podpora učitelem – navrhování, doporučování, vybízení k tvořivosti, podpora nezávislého myšlení. • Přizpůsobení výuky učitele stávajícím konceptům a dovednostem žáků – posouzení schopnostem žáků, silných stránek žáků, potřeb a pocitů žáků. Jsou respektovány jejich individuální rozdíly. • Žáci mají možnost pracovat jednotlivě, ve dvojicích či ve skupinách. Mohou si pomáhat a spolupracovat. • Žák přebírá odpovědnost za své učení.
4. Metody a formy výuky	
• Frontální a individualizovaná výuka.	• Skupinová a projektová výuka.

5. Zdroje pro učení žáka	
• Hlavním zdrojem učení je učitel nebo přesně vymezený okruh výukových materiálů.	• „Cokoliv“, co může být zdrojem – učebnice, knihy, časopisy, audio nebo videonahrávky, internet, elektronické učebnice apod. • Zdrojem mohou být i spolužáci, učitel nebo externí odborníci.
6. Cíle učení žáka	
• Cílem je osvojení nebo zapamatování si konkrétních znalosti, dovedností, jež jsou připraveny pro pozdější použití v nových nebo jiných situací.	• Cílem je dovednost žáka konstruovat, obnovovat a využívat znalosti. • Kritické myšlení žáka. • Dovednost řešení problémů. • Sdílení zkušeností s jinými žáky. • Kognitivní flexibilita žáka. • Dovednost reflexe žáka.
7. Kurikulum	
• Přesně vymezené kurikulum. • Obsah vzdělávání je předkládán v pevně oddělených předmětech. Jednotlivé předměty jsou uspořádány do jednotlivých vyučovacích hodin.	• Flexibilní a dynamické kurikulum – kurikulum založeno na projektech, problémovém učení, které podněcuje osvojení významných dovedností a poznatků. • Obsah vzdělávání je spojován do smysluplných témat a důležité je osvojení klíčových kompetencí. • Předměty jsou spojeny tématy, hodiny jsou spojeny tématy.

8. Hodnocení žáka	
• Hodnocení je zcela v kompetenci učitele. • Hodnocení žáka sumativní formou – testování a klasifikování žáka.	• Na hodnocení se podílí mimo jiné i děti. • Hodnocení zachycuje individuální pokrok každého žáka. • Hodnocení žáka formativní formou – výkonový test žáka, portfolium žáka, sebehodnocení žáka, hodnocení žáka spolužákem.

4. Metody vycházející z heuristického přístupu

Oblíbenost přírodovědných předmětů je velmi malá. Žáci si uvědomují, že jsou důležité pro život, pro porozumění a vývoj nových technologií, ale považují je za obtížné, předměty nemají v oblibě a nebaví je. Vědomosti, které při jejich studiu získávají, mají převážně encyklopedický charakter, je jich mnoho a žáci s nimi neumí v dostatečné míře pracovat a aplikovat je v praxi.

Dnešní společnost vyžaduje, aby byla u žáků rozvíjena aktivní a tvořivá osobnost. Vychází se z přesvědčení, že žáci budou učivu lépe rozumět, když budou vědět, jak se dané poznatky tvoří a když si toto vytváření sami na jim odpovídající úrovni vyzkoušejí. Přírodovědné obory, svým charakterem výuky, by měly umožnit žákům porozumět zákonitostem přírodních procesů a tím vyvolat u žáka povědomí o důležitosti přírodovědných poznatků.

Jak uvedli manželé Trnovi ve svém článku, na výuku přírodovědných předmětů je nižší hodinová dotace a předimenzované kurikulum neposkytují prostor pro zavádění inovativních výukových metod, které by zvýšily přitažlivost výuky pro studeny. (Trna, Trnová 2011, s. 127 – 138) Nabízí se tu tedy možnost rozšířit výuku přírodovědných předmětů návštěvou science centra, které se zabývá popularizací vědy a nabízí velkou škálu doprovodných lektorských programů.

Převážná většina lektorských programů, která je nabízena v science centru iQLANDIA je založena na metodách, které vycházejí z heuristického přístupu, kde je

podporována a rozvíjena samostatnost žáků. Studenti si během lektorských programů samy na základě experimentování, řešení problémů a otázek konstruují a objevují nové poznatky. Lektoři při programu dětem látku nevykládají, ale vedou je a asistují jim při jejich práci. Mezi žáky tak panuje velmi uvolněná atmosféra, nebojí se diskutovat, předkládat své nápady a navrhovat řešení problémů.

Vzhledem k tomu, že se při lektorských programech používají metody vycházející z heuristického přístupu, budou v následujících podkapitolách čtenářovi přiblíženy základní charakteristiky heuristiky, heuristické metody, problémového vyučování a badatelsky orientované výuky. Obsah popisovaných pojmů se může často navzájem překrývat, avšak všechny termíny, bez diskuze, spojuje důraz na aktivitu, tvořivost a samostatnost žáka.

4.1 Heuristika

Název heuristika vznikl podle výroku: „Heuréka!“, jež vyslovil řecký významný matematik, fyzik, filosof, vynálezce a astronom Archiméd ze Syraku. K výroku „Heuréka!“ se traduje historická pověst, že si král Hierón II. Nechal vyrobit královskou korunu. Měl obavy, aby ho zlatník neoklamal na kvalitě kovu. O pomoc požádal Archiméda, kterého požádal, aby mu ověřil pravost materiálu, aniž by korunu poškodil. Pro Archiméda byl tento nelehký úkol velkou výzvou a hledal možnosti, jak pravost ověřit. Historici uvádějí, že ho správné řešení napadlo při koupeli, když viděl, jak jeho tělo vytlačuje určitý objem vody. Vyběhl z vany a zvolal: „Heuréka!“, což v překladu znamená „Přišel jsem na to, objevil jsem.“. Poté vyrobenou korunu ponořil do nádoby zcela zaplněné vodou a pozoroval, zda vytlačený objem královy koruny odpovídá objemu zlaté koruny. (Kolář 2009, s. 21 – 22)

Heuristika a heuristické přístupy jsou momentálně velmi aktuálními a probíranými tématy. V odborné literatuře se však nesetkáme s jednotným rozdělením a dalším členěním. Základním stavebním kamenem však zůstává heuristika a heuristický přístup, který je označován jako objevitelský, založený na bádání, objevování a zkoumání. Z heuristiky pak dále vycházejí další metody, které využívají objevitelských metod, například heuristická metoda, problémové vyučování a badatelsky orientovaná výuka.

Maňák a Švec (Maňák, Švec 2003, s. 113) definují heuristiku jako: „*vědu zkoumající tvůrčí myšlení, také heuristickou činnost, tj. způsob řešení problémů*“ také jako „*moderní odborný termín označující významný rys lidských bytostí poznávat, odhalovat, objevovat v daném prostředí vše, co je důležité pro život.*“ Heuristika navazuje na základní výbavu člověka objevovat a pátrat, kdy člověk podnikal určité kroky, aby pochopil jevy, které ho obklopovaly, a osvojil si potřebné poznatky a dovednosti vedoucí k uspokojení jeho potřeb. (Maňák, Švec 2003, s. 113) V současnosti jde o hledání strategie při řešení problémových situací, na základě dostupných informací, pomocí logických postupů. (Metodický portál RVP 2011) Profesor Miron Zelina, který se ve svých pracích zabýval heuristikou aplikovanou na matematiku, konkrétně dodával metodologické zpracování k matematickým úlohám, ve svém přehledu považuje heuristiku za metodu tvůrčího řešení problémů a řadí ji mezi alternativní vzdělávání. Přiklání se k ní spíše jako k uspořádání možností, jak daný problém řešit a nepopisuje charakteristiku heuristických metod obecně, ale spíše z pohledu přístupů různých autorů. (Fleková 2013, s. 41 – 42) Dalšími, kdo se zabývali heuristikou, jsou Irena a Jozef Lokšovi, kteří považují heuristické metody za jednu z prioritních strategií tvořivého vyučování a kladou důraz na fakt že (Lokša, Lokšová 2003, s. 108): „*heuristické úlohy by měly vycházet z reálných životních situací, jež jsou žákům blízké. Měly by je podněcovat k hledání dalších poznatků, zkoumání, ověřování, případně k dalšímu studiu*.“

4.1.1 Heuristická metoda

Maňák a Švec řadí heuristickou metodu mezi aktivizující výukové metody, které se vyznačují tím, že podporují aktivitu žáků ve výuce, překonávají výukové stereotypy a dávají prostor učitelově tvořivosti.

Mezi základní principy heuristické metody neodmyslitelně patří aktivní učení, motivace, samostatnost, radost a zážitky z učení a princip následnosti jednotlivých fází řešení problémů. (Fleková 2013, s. 51) Při heuristicky vedené výuce se žák, zčásti pod vedením učitele a zčásti samostatně, aktivně spolupodílí na hledání a objevování poznatků, jimž se má naučit. Oproti tradičnímu přístupu učitel žákům přímo nesděluje, ale vede je k samostatnému osvojování, přičemž jim, zejména na začátku pomáhá, řídí jejich objevování a usměrňuje ho. Vyučující se snaží svoje žáky získat pro samostatnou,

odpovědnou učební činnost různými technikami, jež by měly podporovat objevování, pátrání a hledání. Jako příklady lze uvést kladení problémových otázek, expozice různých rozporů a problémů, seznamování se se zajímavými případy a situacemi a podobně. (Maňák, Švec 2003, s. 113) dodávají: „*tyto strategie a technicky podporující heuristické procesy žáky silně motivují, pomáhají jim osvojovat si patřičné vědomosti a dovednosti, to však neznamená, že mohou zcela nahradit všechny ostatní metody, protože žáci ani z časových důvodů nemohou všechno sami znovu objevovat a prozkoumávat.*“ (Maňák, Švec 2003, s. 113)

Nutno podotknout, že pokud učitel zvolí ve své výuce heuristickou metodu, a chce, aby jeho výuka byla úspěšná, musí žáky nejdříve vybavit předběžnými výchozími dovednostmi a vědomostmi. Musí naučit žáky, zda cíl, kterého chtějí dosáhnout, je jim jasný a odpovídá jejich schopnostem. Z toho vyplývá, že je nezbytné, aby žáci zvládli řadu pracovních návyků, mezi které se například řadí vyhledávání informací, shromažďování dat, třídění údajů a techniku řešení problémů. (Fleková 2013, s. 52 – 53)

Pro přehlednost se heuristická metoda rozděluje na takzvanou malou a velkou heuristickou metodu.

- Malá heuristická metoda, často označovaná jako dialogická metoda (metoda otázek a odpovědí), spočívá v tom, že při výuce probíhá rozhovor mezi učitelem a žákem, přičemž učitel klade otázky a žák na ně odpovídá. Učitelovy otázky tak rozdělují žákův postup objevování do malých celků.
- Velká heuristická metoda je založena na tom, že žák při objevování samostatně zpracovává větší celky a prochází všemi částmi poznávacího cyklu. Žákova činnost zahrnuje pokládání otázek, porovnávání, shromažďování, třídění dat, experimentování, hledání důkazů, srovnávání, hodnocení a podobně. (Zieleniecová 2012, s. 1 – 2)

Na základě dlouholetých a četných zkušeností je možné považovat heuristickou metodu za velmi účinnou. Podmínkou pro úspěch je dodržení určitých podmínek a předpokladů. (Zieleniecová 2012, s. 2 – 3), (Fleková 2013, s. 53 – 55)

- **Předpoklady učitele**, mezi které patří především odborné znalosti, porozumění psychice žáků, pedagogické dovednosti, učitelovy postoje, osobnostní vlastnosti, tvořivost a jiné.

- **Předpoklady žáků**. Pokud je heuristická výuka dobře vedena, účinně zapojuje převážnou většinu žáků, aniž by museli mít nějaké zvláštní předpoklady – motivuje je, vede k hlubšímu porozumění a snadnějšímu zapamatování učiva. Učitelé, kteří používají heuristickou výuku, mají zkušenost, že žáci zvyklí na tradiční výuku si musí na heuristickou metodu postupně zvykat. Stranou zůstávají pouze neteční jednotlivci, kteří nespolupracují a nejsou aktivní ani při tradiční výuce.
- **Vhodné téma**. Ve výuce heuristiky je možné realizovat většinu učebních témat. Méně vhodná jsou témata, kde není možnost se opřít o názornost, dále témata, kde žáci nemohou problematiku vyřešit výzkumem či objevováním a témata.
- **Úkoly, které žáci dostávají k samostatnému zpracování,** musí být srozumitelné a zcela jasné tak, aby je většina žáků byla schopna splnit. Zároveň nesmí být tak jednoduché, aby žáci znali odpověď předem (bez nějakého podílu vlastní práce). Žáci musí mít všechny vědomosti a dovednosti potřebné k zvládnutí zadaných úkolů.
- **Řízení heuristické výuky učitelem**. Učitel musí zvládnout sledovat práci žáků. Měl by poznat, kdy si žáci nevědí rady, nedokážou přijít na další postup, dostanou do situace, ve které nerozpoznají svou chybu a neumějí se vrátit ke správnému postupu. Při takovéto situaci, učitel řídí práci žáků dodatečnými otázkami či instrukcemi. Důležitou roli hraje čas, neboť je důležité, aby žáci měli dostatek času na zvládnutí otázky, úlohy či úkolu. Učitel by neměl žáky navádět dodatečnými otázkami, když jsou žáci schopni práci samostatně vládnout.
- **Nutné shrnutí**. Na konci heuristicky vedené hodiny je nutno přehledně shrnout získané poznatky, jimž se mají žáci naučit. (Zieleniecová 2012, s. 2 – 3), (Fleková 2013, s. 53 – 55)

4.1.2 Výhody a nevýhody heuristické metody

Mezi výhody heuristicky vedené výuky patří bezesporu to, že dochází k hlubšímu a trvalejšímu osvojení učiva. Heuristická metoda brání tomu, aby učení žáků zůstalo na úrovni memorování. Žáci jsou motivováni, aktivně se účastní výuky. Mají radost z toho, že sami něco vyřeší, dokáží nebo objeví. Učení vnímají jako činnost,

kterou konají oni sami, ne jako něco, co na ně působí zvenčí. Mezi další přednosti heuristické metody patří to, že žáci pochopí učivo do hloubky, odhalí širší souvislosti. Při využití této metody jsou u žáků procvičovány myšlenkové operace vyššího řádu – analýza, syntéza, ilustrace a hodnocení. Žáci se učí identifikovat problém, formulovat otázky a hypotézy, řešit problémy a hledat nové strategie řešení, navrhovat experimenty, srovnávat, shromažďovat a třídit data. Výhodou je také to, že učitel má průběžně zpětnou vazbu, je průběžně informován o výkonech žáků a jejich porozumění učivu. (Zieleniecová 2012, s. 3 – 4), (Fleková 2013, s. 55 – 57)

Mezi hlavní nevýhody se řadí to, že heuristická metoda je velmi časově náročná. Někteří uvádějí, že je pomalá a rozvláčná. To se však nelíbí učitelům, kteří pracují s touto metodou. Argumentují tím, že si s žáky stihnou projít potřebný objem učiva a žáci si ho navíc osvojí mnohem kvalitněji. Dále je kritizováno, že heuristickou metodou nemohou být probíraná témata, která jsou založená na faktech, jsou abstraktní, nebo u nichž není pravděpodobné, že by si žáci dokázali poznatek sami objevit. Další uváděnou nevýhodou je to, že žáci, kteří jsou vedeni heuristickou metodou, neumí naslouchat souvislému výkladu. Tato připomínka je věcná v případě, vyšších ročnících středních škol, kde je třeba žáky připravovat na vysokoškolský způsob studia. Doporučuje se tedy kombinovat různé vyučovací hodiny a při různých tématech volit různé metody. Tato metoda, mimo jiné, klade vysoké nároky na učitele, je pracnější a únavnější. To je nevýhodou především pro méně zkušené učitele. Uvádí se a zároveň se kritizuje, že učitel může žákům vnucovat otázky a myšlenky, které jsou nepřijatelné, jsou jim cizí, nepřirozené a umělé. To ale neplatí v případě, že je heuristická výuka kvalitně připravená a správně vedena. (Zieleniecová 2012, s. 3 – 4), (Fleková 2013, s. 55 – 57)

4.2 Problémová výuka

Problémová výuka, v odborné literatuře, také označována jako problémová metoda nebo problémové vyučování, je metoda využívající heuristické přístupy. Odborníci řadí problémovou metodu k nejefektivnějším metodám, jež rozvíjí u žáků myšlení, osvojování vědomostí a dovedností, rozvíjí tvůrčí schopnosti a schopnost řešení problémů. Metoda umožňuje vysokou produktivitu myšlenkových procesů všech aktérů vyučovacího procesu, samostatné a dynamické myšlení žáků a schopnost jejich

samostatného rozhodování. Na základě toho, že dojde k hlubšímu poznání problému a k aktivní samostatnosti, jsou získané vědomosti kvalitní. (Fleková 2013, s. 58 – 60)

Machmutov (Machmutov 1975, s. 25) definuje problémové vyučování jako: „*typ rozvíjejícího vyučování, ve kterém je spojena aktivní badatelská (objevitelská) činnost žáků s osvojováním si hotových poznatků, a systém metod, vybudovaný s ohledem na vytyčování cílů a na principu problémovosti*.“ Chupáč (Chupáč 2008, s. 74) ve svém článku popisuje problémové vyučování jako: „*soubor činností organizování problémových situací, formulování problémů, poskytování nezbytné pomoci žákům při řešení problémů a při ověřování těchto řešení a konečné řízení vyučování.*“

Podstatou problémové metody je předkládání problémových úloh, které žák řeší. Problémové úlohy jsou nezbytné k aktivizaci a řízení učební práce žáka. Během řešení zadaných úloh získává nové poznatky nebo nový způsob činnosti. Průcha označuje řešení problémových úloh jako postup, při kterém je využíváno kognitivních, někdy i heuristických operací jedince. (Chupáč 2008, s. 74) Podle Průchy (Chupáč 2008, s. 74) je postup při řešení problémů následující. U žáka nejprve dojde k rozpoznání a uvědomění si problému. Problém je analyzován, žák ho zařazuje do určité třídy, konfrontuje s doposud získanými zkušenostmi při řešení podobných problémů. Poté formuluje hypotézy a na základě toho hledá vhodný postup řešení (případně přeformuluje problém). Nalezne vlastní řešení, zkontroluje průběh a výsledek řešení. (Chupáč 2008, s. 74) Velmi obecně lze říci, že pro úspěšné řešení problému je nutné zachovat následující postup (Chupáč 2008, s. 74):

a) nalezení problému;
b) formulování problému;
c) řešení problémových situací;
d) ověřování výsledku řešení.

V odborné literatuře se však neuvádí pouze jeden univerzální postup při řešení problémů. Můžeme se setkat například s metodou pokus a omyl, řešením problému postřehem či rozvíjením myšlenkových operací žáků, naučeným algoritmem apod. (Fleková 2013, s. 66 – 67)

V bakalářské práci bude podrobněji popsán průběh řešení problému podle Maňáka, jež vychází ze struktury heuristické metody. Fáze řešení problému podle Maňáka (obr. 2) jsou následující (Maňák, Švec 2003, s. 116 – 117):

1) Identifikace problému, tj. jeho postižení, nalezení a vymezení.

Fáze identifikace problému je stěžejním bodem řešení, je důležitá, ale zároveň obtížná. Často se stává, že žák neodhalí problémové jevy, proto je potřeba, aby s odhalením a formulováním problému pomohl učitel. Ten by mimo jiné měl, podle potřeby, provést správný výběr problému z hlediska vzdělávacích cílů a možnostem žáka.

2) Analýza problémové situace, tj. proniknutí do struktury problému, odlišení známých a potřebných a dosud neznámých informací.

V kroku, kdy dochází k analýze problémové situace, je nezbytné, aby byla shromážděna všechna potřebná fakta. Měly by být rozlišeny důležité a irelevantní informace, popřípadě doplněny či odhadnuty údaje, které schází.

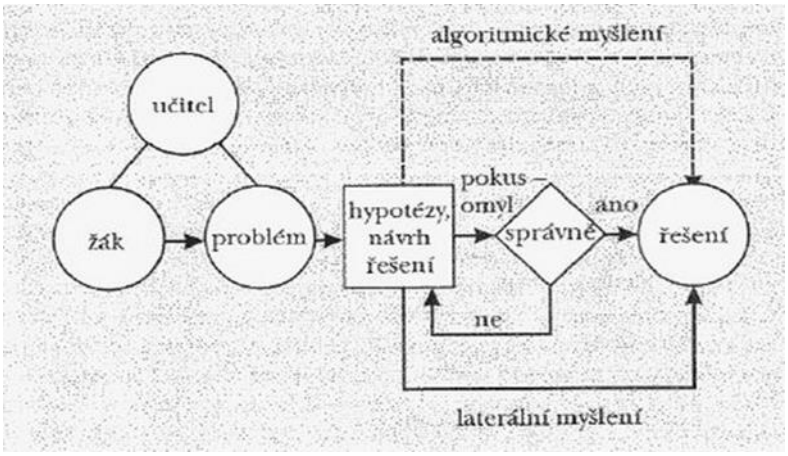
3) Vytváření hypotéz, domněnek, návrhy řešení.

Tato fáze nesmí chybět v žádném heuristickém myšlenkovém postupu. Maňák ji nazývá jako hledání klíče od problémové situace. Fáze odlišuje heuristický postup od algoritmického způsobu řešení, jež sleduje pouze jeden směr.

4) Verifikace hypotéz, vlastní řešení problémů.

Zde proces celého bádání vrcholí. Při verifikaci dochází k přijetí nebo odmítnutí, anebo oddálení, s tím, že je potřebné dohledat potřebné údaje.

5) Návrat k dřívějším fázím při neúspěchu řešení.



Obr. 2 *Fáze řešení problému – metoda objevování.* (Maňák, Švec 2003, s. 113)

4.3 Badatelsky orientovaná výuka

Termín badatelsky orientované vyučování (BOV) vychází ze sousloví „*Inquiry – based education*“ (IBE), v případě přírodních věd „ *Inquiry – based science education*“ (ISBE). V následujícím textu bude používáno zkratky BOV, jež označuje badatelsky orientovanou výuku. (Fleková 2013, s. 70)

Základem pro badatelsky orientovanou výuku jsou konstruktivistické teorie. BOV představuje výukový postup založený na systému kladení otázek, vlastním zkoumáním, bádání, objevování a získáváním poznatků pomocí řešení problémů. Žáci jsou aktivně zapojováni do objevování, propojování informací do smysluplného kontextu, rozvíjení kritického myšlení a v neposlední řadě je v nich probouzen zájem o přírodní vědy. (Fleková 2013, s. 70 – 71) Papáček (Papáček 2010, s. 146) popisuje badatelsky orientovanou výuku jako: „ *účinnou aktivizující metodu problémového vyučování, jež vychází z konstruktivistického přístupu. Učitel, v případě badatelsky orientované výuky, nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek. Učitel má funkci zasvěceného průvodce při řešení problémů a vede přitom žáka postupem obdobným, jaký je běžný při reálném výzkumu*.“ Papáček (Papáček 2010, s. 146) popisuje průběh následovně: „*Od formulace hypotéz (Jak co asi funguje? Jakou to má roli … ?), přes konstrukci metod řešení (Jak to zjistit … ?), přes získání výsledků zjištěných metodikou, na které se žáci s učitelem dohodli (Co jsme pozorovali? Co jsme změřili? Co nám ukázal ten který experiment?) a jejich diskuzi (Co může být jinak? Co lze formulovat jinak? Co tomu říkají informace na internetu a v literatuře?) až k závěrům (Takhle to je. Takhle to mohlo být …).*“

Papáček dále definuje dva opačné póly BOV: řízené a otevřené BOV. (Papáček 2010, s. 147) Tyto póly vymezují krajní mantinely BOV. Přesnější rozdělení poskytuje Stuchlíková, jež BOV dělí na více úrovní (Stuchlíková 201, s. 132):

- **potvrzující bádání** – otázka i postup jsou studentům poskytnuty, výsledky jsou známy, úkolem je ověřit výsledky vlastní praxí,
- **strukturované bádání** – otázku i možný postup sděluje učitel, studenti na základě toho formulují vysvětlení studovaného jevu,

- **nasměrované bádání** – učitel dává výzkumnou otázku, studenti vytvářejí metodický postup a realizují jej,
- **otevřené bádání** – studenti si kladou otázku, promýšlejí postup, provádějí výzkum a formulují výsledky.

Toto rozdělení shrnul Trna do přehledné tabulky (tab. č. 3). (Trna 2011, s. 5)

Tab. č. 3: Čtyři úrovně BOV.

Úroveň BOV	**Otázky (stanovené učitelem)**	**Postup (stanovený učitelem)**	**Řešení (stanovené učitelem)**
1. Potvrzující	ano	ano	ano
2. Strukturované	ano	ano	ne
3. Nasměrované	ano	ne	ne
4. Otevřené	ne	ne	ne

Žáci, studenti a dokonce i učitelé nemohou ihned přejít od tradičních metod výuky na vyšší stádia BOV. Všichni by si měli projít nejprve nižšími stádii a postupně se propracovat do stádia, kdy učitelova role přichází do pozadí a v popředí zůstává práce žáků a studentů. Postupně se tak naučí svět kolem sebe nejen pozorovat, ale také sami objevovat zákonitosti nejen těch nejzákladnějších jevů, ale i těch složitějších.

5. Praktická část

Jak bylo popsáno v teoretické části bakalářské práce, oblíbenost přírodovědných předmětů je velmi malá. Žáci si uvědomují, že jsou důležité pro život, pro porozumění a vývoj nových technologií, ale považují je za obtížné, předměty je nebaví a nemají je rádi. Po absolvování základní školy jsou žáci na další studium dobře připraveni, ale nepochopení souvislostí vede k nezájmu o přírodovědné předměty a žáci při výběru svého profesního zaměření volí spíše humanitní obory. Mnohdy i absolventi technicky zaměřených středních škol volí jako další studium humanitně zaměřené vysoké školy a zájem o technicky zaměřené vysoké školy klesá. Proto je důležité více zatraktivnit přírodovědné předměty, změnit způsob jejich výuky a zavést nové metody, aby nebyl pociťován nedostatek technicky vzdělaných lidí. Jednou z možností jak přiblížit studentům přírodovědné předměty je využití nabídky lektorských programů science centra iQLANDIA Liberec, které má k popularizaci vědy a techniky velice blízko a má pro to ty správné předpoklady.

V praktické části bakalářské práce bude navržen nový lektorský program primárně zaměřený na střední školy, který by měl rozšířit programovou nabídku science centra. Program bude vytvořený jako laboratorní cvičení, s prvky metod, vycházející z heuristického přístupu. Navržené laboratorní cvičení se bude skládat ze šesti samostatných úloh doplněných o pracovní listy. Program bude trvat dvě vyučovací hodiny (90 minut), během kterých se studenti vystřídají na všech stanovištích a prostřednictvím jednotlivých úloh a s pomocí pracovních listů se seznámí s tematikou, která se studuje na textilní fakultě TUL. Pracovní listy umožňují jak práci jednotlivce, tak i práci v malých skupinkách, která posiluje sociální vazby, rozvíjí komunikaci, umožňuje vzájemné obohacování a učení. Zároveň podporuje kooperaci a spolupráci. Budou vyrobeny pomůcky pro jednotlivá stanoviště a vedení lektorského programu bude probíhat v prostorách laboratoří science centra iQLANDIA Liberec.

Cílem praktické části bakalářské práce je vytvoření konceptu lektorského programu využitelného v science centru. Kompletně vytvořený lektorský program se všemi stanovišti a pracovními listy bude odzkoušen, pod vedením autorky práce, pracovníky science centra, jejichž náměty a připomínky budou zaznamenány a uvedeny v bakalářské práci.

5.1 Aktuální programová nabídka science centra iQLANDIA Liberec

V současné programové nabídce science centra převládá, v drtivé míře, nabídka programů pro druhý stupeň základních škol. Za nimi zaostává nabídka pro první stupeň a nejméně zastoupeny jsou programy pro střední školy. Podle interních statistik je poměr mezi nabízenými programy pro střední školy a počtem středních škol, které science centrum navštíví menší, než u uvedených dvou skupin. Současná programová nabídka pro střední potřebuje nutně rozšířit. A to byl, mimo jiné, jeden z podnětů pro vznik této bakalářské práce. Přehled aktuální programové nabídky science centra iQLANDIA Liberec je uveden v tab. č. 4, 5, 6.

MŠ A 1. STUPEŇ ZŠ	**Tematické science show**	**Obsahová náplň programu pro MŠ a 1. st. ZŠ**
	Zábavná science show	Demonstrační experimenty s elektrostatickým generátorem, kapalným dusíkem či hořlavými tekutinami. Show plná barev, ohňů a výbuchů.
	Balónková science show	Naučné demonstrační pokusy nejen s nafukovacími balónky.
	Lidské smysly	Aktivní objevování našich základních pěti smyslů formou jednoduchých pokusů.
	Hravá voda	Zkoumání vlastností vody pomocí jednoduchých experimentů.
	Laborky	**Obsahová náplň programu pro MŠ a 1. st. ZŠ**
	Svět pod mikroskopem	Zkoumání rostlinné a živočišné říše pod mikroskopem, příprava vlastního vzorku.

Tab. č. 4: Programová nabídka pro MŠ a 1. stupeň ZŠ.

2. STUPEŇ ZŠ	Tematické science show	Obsahová náplň programu pro 2. st. ZŠ
	Zábavná science show	Demonstrační experimenty s elektrostatickým generátorem, kapalným dusíkem či hořlavými tekutinami. Show plná barev, ohňů a výbuchů.
	Lidské smysly v AJ	Objevování našich základních pěti smyslů formou jednoduchých pokusů. Program pouze v anglickém jazyce, v rámci něj si žáci osvojí anglické názvosloví.
	Síla a pohyb	Demonstrační experimenty objasňující zákon setrvačnosti, zákon síly, zákon akce a reakce, síly působící proti pohybu tělesa – tření a odpor prostředí.
	Teplo a teplota	Demonstrační pokusy se šířením tepla vedením, prouděním, sáláním, teplotní délková a objemová roztažnost látek, změny skupenství, extrémní teplota.
	Hravá voda	Fyzikální a chemické vlastnosti vody, tepelná kapacita, Pascalův zákon, Archimedův zákon, hydrostatický tlak, povrchové napětí, voda a elektrický proud.
	Silák vzduch	Pokusy objasňující složení vzduchu, jeho fyzikální a chemické vlastnosti, pokusy s atmosférickým tlakem, pod tlakem, přetlakem a vakuem.
	ČEZ – elektrická energie	Demonstrace základních principů elektrostatiky a elektromagnetismu, Coulombův zákon, elektromagnetická indukce, výboje, alternativní zdroje elektrické energie.
	Laborky	**Obsahová náplň programu pro MŠ a 1. st. ZŠ**
	Věda v kuchyni	Vysvětlení jednoduchých procesů probíhajících v kuchyni z pohledu vědy. Složení potravin, principy spotřebičů, měření jejich spotřeby apod. Fyzika a chemie.

	Člověk a jeho schopnosti	Měření vlastností lidského těla, krevní tlak, puls, povrchová teplota, hmat, chuť a mnoho dalších aktivit zaměřených na jeho fungování. Fyzika a přírodopis.
	Energie	Pokusy objasňující vzájemnou přeměnu různých druhů energie (mechanické, chemické, světelné a elektrické) a její efektivní využití. Fyzika a chemie.
	Hračka	Jaké fyzikální jevy se skrývají za fungováním běžných i méně známých hraček? Zkoumání různých modelů hraček, jejich výroba, hrátky s těžištěm apod. Fyzika.
	Vidíme a pozorujeme	Zkoumání vlastností světla a jeho šíření. Vznik duhy, různé způsoby skládání barev, princip optických přístrojů, optické klamy apod. Fyzika a přírodopis.
	Vzduch	Pokusy demonstrující vlastnosti a složení vzduchu, tlak a hmotnost, fyzikální zákony platné pro vzduch, úvod do meteorologie apod. Fyzika, chemie, přírodopis.
	Voda	Fyzikální a chemické vlastnosti vody (hustota, povrchové napětí, tvrdost, kyselost), Archimedův a Pascalův zákon apod. Fyzika a chemie.
	Slyšíme a posloucháme	Vysvětlení vzniku a šíření zvuku, určení rychlosti zvuku, vlastnosti tónů, principy hudebních nástrojů a zvukové hračky. Fyzika, přírodopis a hudební výchova.
	Kouzelná chemie	Hraní si na detektivy a snímání otisků prstů, výroba neviditelného inkoustu, zjišťování obsahu vitaminu C v různých preparátech.
	Tajemná meteorologie	Hraní si s meteorologií, základní metody sběru meteorologických dat. Co je atmosférický tlak, cyklona, synoptická mapa?
	Lidské tělo v AJ	Program v anglickém jazyce. Rozšíření anglické

		slovní zásoby žáků v tématu lidského těla, hravou formou.
	Svět pod mikroskopem a nanovlákna	Zkoumání detailů z rostlinné a živočišné říše pod mikroskopem a příprava vlastního vzorku. Výroba a použití polymerních nanovláken.

Tab. č. 5: Programová nabídka pro 2. stupeň ZŠ.

STŘEDNÍ ŠKOLY	**Tematické science show**	**Obsahová náplň programu pro MŠ a 1. st. ZŠ**
	Zábavná science show	Demonstrační experimenty s elektrostatickým generátorem, kapalným dusíkem či hořlavými tekutinami. Show plná barev, ohňů a výbuchů.
	ČEZ – elektrická energie	Demonstrace základních principů elektrostatiky a elektromagnetismu, Coulombův zákon, elektromagnetická indukce, výboje, alternativní zdroje elektrické energie.
	Laborky	**Obsahová náplň programu pro MŠ a 1. st. ZŠ**
	Energie	Pokusy objasňující vzájemnou přeměnu různých druhů energie (mechanické, chemické, světelné a elektrické) a její efektivní využití. Fyzika a chemie.
	Věda v kuchyni	Vysvětlení jednoduchých procesů probíhajících v kuchyni z pohledu vědy. Složení potravin, principy spotřebičů, měření jejich spotřeby apod. Fyzika a chemie.

Tab. č. 6: Programová nabídka pro střední školy.

5.2 Lektorský program „Textil všude kolem nás“

Vytvořený lektorský program byl nazván „Textil všude kolem nás“. Při jeho vymýšlení byl kladen důraz na zapojení aktivizujících metod vycházející z heuristické metody. Konkrétní ukázka zapojení aktivizujících metod bude popsána přímo na jednom z pracovních listů. Program je vytvořen pro studenty prvního a druhého

ročníku střední školy. Tomu je přizpůsobena obtížnost úloh a matematického aparátu použitého v pracovních listech.

Hlavním cílem nově připravovaného lektorského programu je seznámit studenty s problematikou, která se studuje na textilní fakultě TUL, podnítit u studentů zájem o dané téma a ukázat praktické využití nabytých teoretických poznatků při praktických činnostech během lektorského programu „Textil všude kolem nás“. Studenti si během laboratorního cvičení nebudou pouze osvojovat nové poznatky, nýbrž se naučí tyto nově nabyté poznatky aplikovat v praktických činnostech a sami si vyzkouší objevit některé zákonitosti a vztahy mezi jednotlivými vědními disciplínami, které je potřeba ovládat při studiu na vysoké škole. Při plnění jednotlivých úkolů laboratorního cvičení studenti uplatní své předchozí znalosti a dovednosti získané během studia na základní a střední škole, jako je například práce s mikroskopem, elektrickým vařičem, lihovým kahanem, optickou lavicí, laserem a fyzikálními pomůckami k určování délek. Dále si pak osvojí nové dovednosti jako je například vytahování vlákna z taveniny, sestavení skrápěcí aparatury, práce s generátorem vysokého elektrostatického napětí a vyzkouší si princip elektrostatického zvlákňování z volné hladiny. To vše s využitím konstruktivistického přístupu a to tak, že si nově nabyté poznatky budou nejen pamatovat, ale pochopí je a budu rozumět jejich principu.

5.2.1 Obecná charakteristika lektorského programu

Název lektorského programu: Textil všude kolem nás
Věková kategorie studentů: 15 až 17 let
Časová dotace: 2 vyučovací hodiny (90 minut)
Místo realizace: laboratoře science centra iQLANDIA Liberec
Forma: samostatná skupinová práce s prvky heuristické výuky
Kapacita programu: 6 až 24 studentů (pro potřeby science centra je minimální počet 12 studentů)

5.2.1 Popis lektorského programu „Textil všude kolem nás“

V následující kapitole budou popsány jednotlivé úlohy lektorského programu. Na vybrané ukázce pracovního listu budou popsány jeho jednotlivé části.

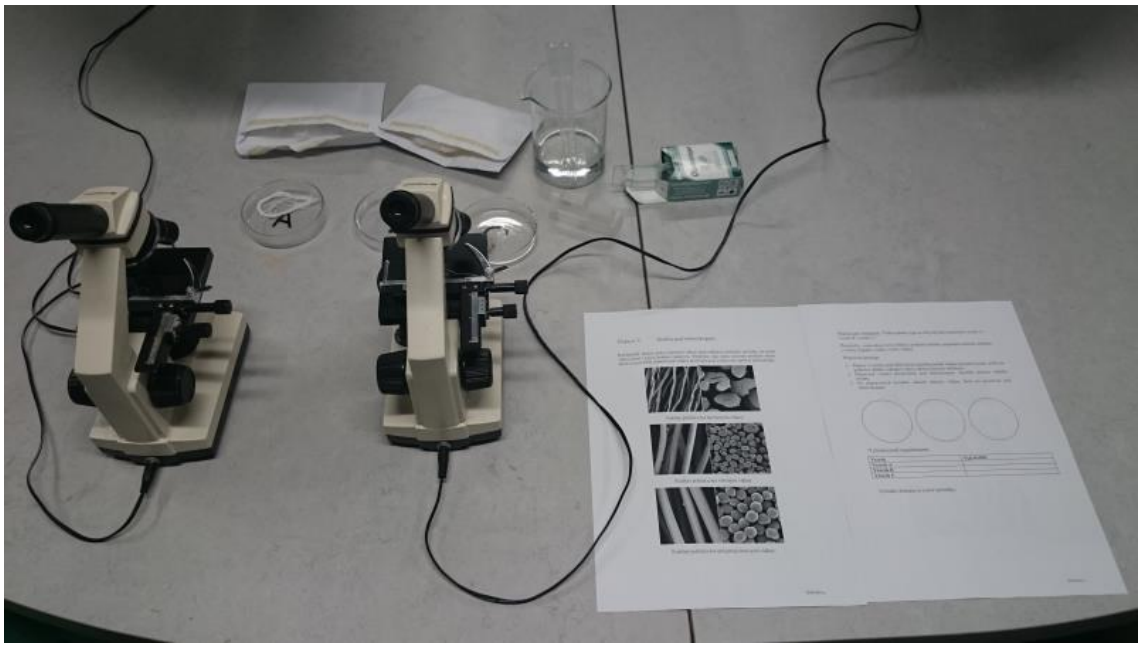
K úspěšnému absolvování lektorského programu je potřeba, aby studenti měli i znalosti, které nejsou součástí RVP pro střední školy. Z tohoto důvodu byla vytvořena prezentace, která žáky seznámí s potřebnými poznatky frontální formou, žáci se pak již budou moci plně věnovat samostatné práci. Prezentace bude žákům představena v úvodních 10 – ti minutách lektorského programu, na samostatnou práci budou mít studenti čas 70 minut a v závěrečných 10 – ti minutách představí své výsledky ostatním spolužákům, vzájemně si výsledky porovnají a vyhodnotí jejich správnost. Výše zmíněná prezentace je uvedena v příloze A bakalářské práce.

V teoretické části byly popsány jednotlivé úrovně heuristických metod, mimo jiné, i podle toho, do jaké míry je práce studentů nasměrována vnějšími vlivy, tj. podrobností pracovního postupu daného v pracovních listech či pokyny vyučujícího (lektora). K více otevřené práci je nutné, aby studenti měli s heuristickými metodami určité zkušenosti a mohli samostatněji bádat. Tuto dovednost však u běžných návštěvníků, z řad středních škol, nelze očekávat, proto musí být úroveň heuristických metod na takové úrovni, aby jej zvládli i studenti, kteří s podobnými postupy nemají dosavadní zkušenosti. To znamená, že úroveň zapojení prvků vycházejících z heuristických metod musí být na relativně nízké úrovni.

Bylo vybráno šest tematických celků, které zastupují základní oblasti výzkumu na textilní fakultě. Počínaje základními vlastnostmi materiálů, ze kterých je textil vyráběn, přes jejich povrchové úpravy až po moderní způsoby jejich výroby. Jednotlivé pracovní listy jsou k dispozici v příloze B této bakalářské práce. Jednotlivá stanoviště budou stručně popsána v následující podkapitole.

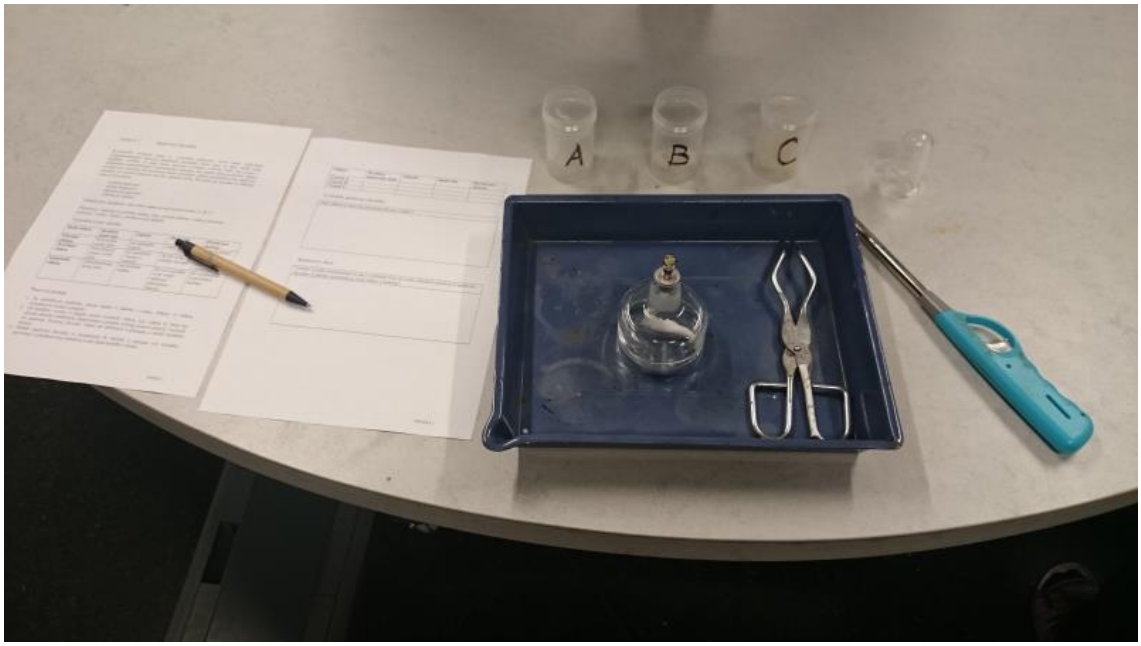
5.2.2 Popis jednotlivých stanovišť lektorského programu

První ze šesti stanovišť (obr. 3), jež čeká na studenty, se zabývá samotnou strukturou různých druhů vláken, na které velmi závisí jejich funkční vlastnosti. Studenti se naučí rozpoznávat jednotlivé druhy vláken pod mikroskopem na základě jejich rozdílné struktury. Skupina studentů má k dispozici dva školní mikroskopy, tři neznámé vzorky vláken, nástroje pro přípravu vzorků k pozorování a teoretické poznatky z prezentace. Po přípravě vláken a jejich prozkoumání se studenti rozhodnou o původu jednotlivých vláken. Na závěr své výsledky porovnají s ostatními skupinami a prodiskutují případné nesrovnalosti.



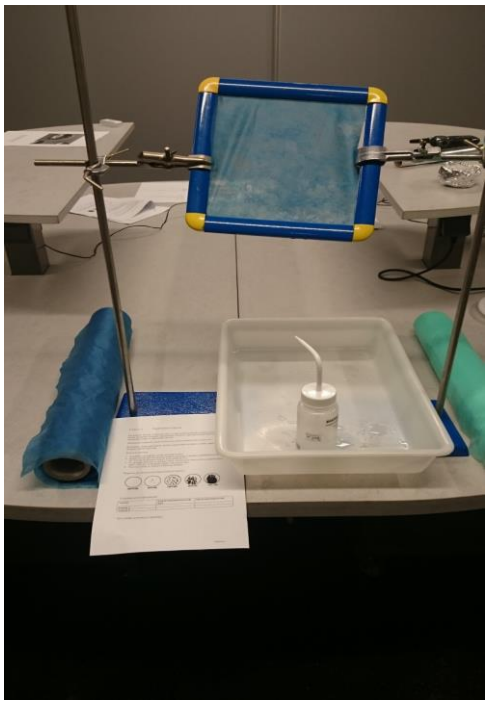
Obr. 3 *Stanoviště: Textilie pod mikroskopem.*

Mikroskop nepatří k běžnému vybavení většiny z nás. Proto k hrubému rozpoznání druhů vláken lze použít jednodušší metodu – spalovací zkoušku (obr. 4). Studenti mají k dispozici kahan, vybavení pro bezpečné spálení vlákna a tři druhy vzorků neznámých vláken. Naučí se tak, jednoduchým způsobem, rozpoznávat jednotlivé druhy vláken, ze kterých jsou vyrobeny textilie.



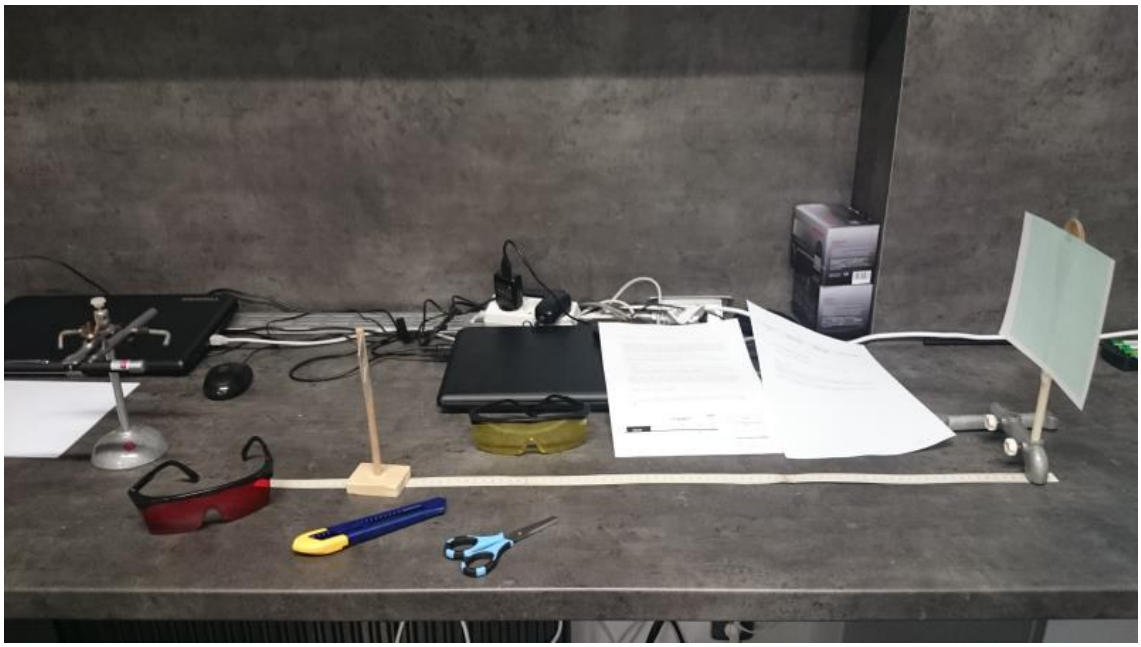
Obr. 4 *Stanoviště: Spalovací zkouška.*

V dnešní době moderních textilních výrobků, patří nepromokavá úprava mezi nejznámější úpravy textilií. Studenti postaví skrápěcí aparaturu (obr. 5) a vyzkouší si povrchovou úpravu přiložených vzorků. K další dovednosti textilního inženýra patří znalost a přehled o technických normách, a to nejen českých státních norem, ale i mezinárodních norem. Rovněž tuto dovednost si studenti, během úlohy, vyzkouší a pokusí se správně určit příslušnou normu, podle které byla textilie upravena.



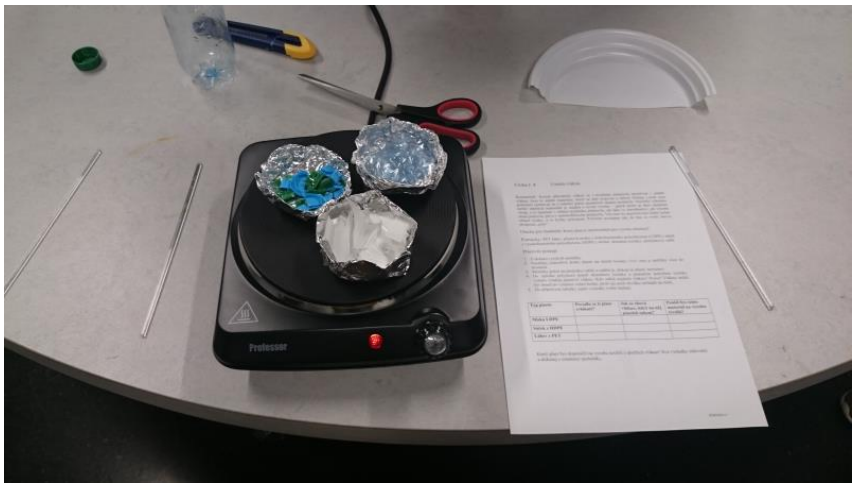
Obr. 5 *Stanoviště: Nepromokavá úprava*.

Běžnými prostředky nedokážeme určit průměr vlákna. Můžeme však využít znalostí z fyziky a známého optického jevu – difrakce světelného záření na hraně. Jako hrana na stanovišti je použito vlákno, v našem případě vlastní vlas studentů, popřípadě vyrobené vlákno. Jako světelné záření je použit svazek laseru z laserového ukazovátka. Společně se stínítkem jsou všechny komponenty umístěny na jednoduché optické lavici (obr. 6). Jednoduchým měřením si studenti obstarají potřebné neznámé údaje a jejich dosazením do vztahu si sami určí tloušťku svého vlasu, popřípadě vyrobeného vlákna.



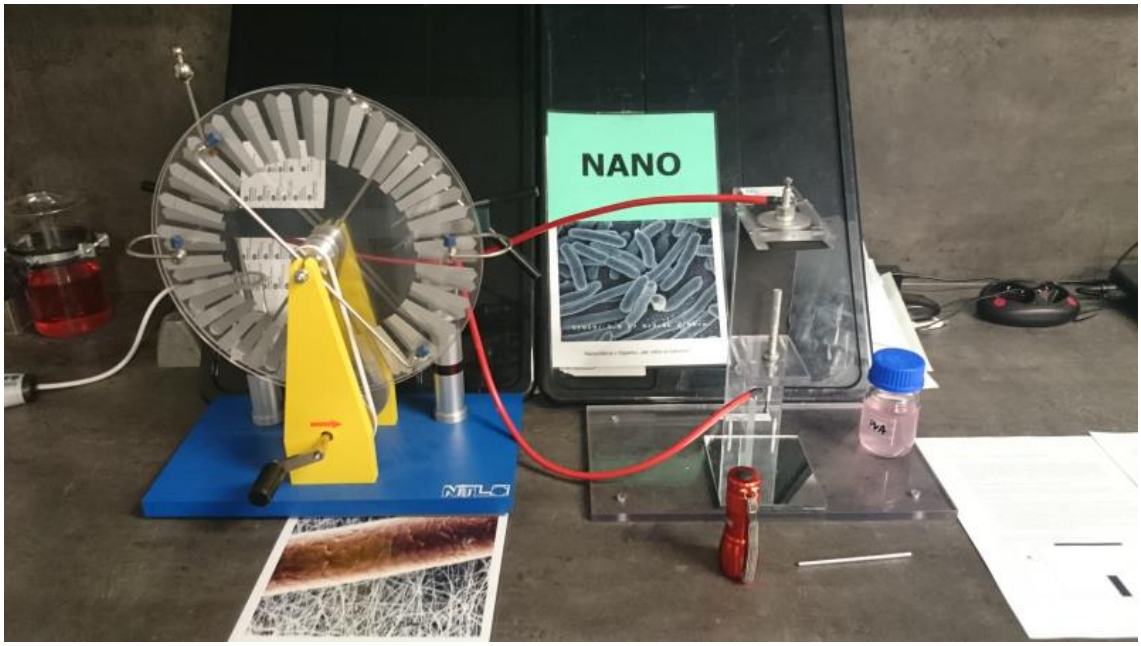
Obr. 6 *Stanoviště: Jak tlustý máš vlas?*.

Polymery a umělé materiály nás v dnešní době obklopují více, než jakýkoliv jiný materiál. I po skončení svého primárního určení je však lze opět znovu využívat. Největší výhodou těchto umělých materiálů je snadná a levná výroba – právě proto je dnes najdeme všude, a to nejenom v oblasti textilního průmyslu, ale také ve stavebnictví, při výrobě obalů potravin, pití a v automobilovém průmyslu. Jaké plasty jsou však vhodné na výrobu umělých vláken? Studenti se naučí metodu jednoduchého zvlákňování (obr. 7) a sami se pokusí vyrobit vlákna z nejběžněji zastoupených polymerů, prozkoumají vlastnosti těchto vláken a určí, který polymer je na výrobu umělých vláken nejvhodnější.



Obr. 7 *Stanoviště: Umělá vlákna.*

Elektrostatické zvlákňování z volné hladiny patří k jednomu z nejznámějších patentů registrovaných vědeckým týmem z TUL. Tato metoda umožnila průmyslovou výrobu nanovlákenných vrstev na běžných textiliích, čímž se výrazně zlepšila vlastnost obyčejných textilií. Studenti si během experimentu sami vyrobí vlákno tenčí než lidský vlas a poznají princip této, ve svém jádru, jednoduché metody.



Obr. 8 *Stanoviště: Výroba vláken tenčích než vlas.*

5.2.3 Struktura pracovních listů k lektorskému programu

Tato kapitola bude věnována popisu struktury pracovních listů, které byly vytvořeny v rámci lektorského programu. Koncept pracovních listů je pro všechny úlohy stejný, proto bude každá část pracovního listu popsána pouze na jednom vybraném vzorovém pracovním listu k jednomu laboratornímu stanovišti. Pracovní listy k dalším úlohám jsou přiloženy v příloze B bakalářské práce.

Úloha č. 4 Umělá vlákna – *číslo úlohy a název stanoviště*

Komentář: Kromě přírodních vláken se v textilním průmyslu používají i umělá vlákna. Jsou to umělé materiály, které se dají tvarovat a drtivá většina z nich jsou polymery (sestávají se z velkého počtu spojených skupin molekul). Největší výhodou těchto umělých materiálů je snadná a levná výroba – právě proto je dnes najdeme všude, a to nejenom v oblasti textilního průmyslu, ale také ve stavebnictví, při výrobě obalů potravin, pití a v automobilovém průmyslu. Vše toto by neexistovalo nebýt jedné oblasti fyziky, a to fyziky polymerů. Polymer poznáme tak, že má ve svém názvu předponu „poly“. – *Studenty je nutno pozitivně motivovat a získat jejich zájem pro danou problematiku. V pracovním listu k tomuto účelu slouží motivační text, který má za úkol probudit ve studentech zájem o danou problematiku, která se rozebírá na stanovišti. Vnitřní motivace je důležitým faktorem při objevování. Motivace snažit se něčemu porozumět je klíčová a nezáleží na tom, jakou dovednost či poznatek si chceme osvojit.*

Otázka pro badatele: Který plast je nejvhodnější pro výrobu oblečení? – *Důležitou součástí většiny metod vycházejících z konstruktivismu je položení problému badatelským skupinám. Podle různých úrovní si problémovou otázku sestavují sami studenti, nebo jim je předložena pedagogem, popř. lektorem. Jak již bylo zmíněno výše, úroveň zapojení prvků heuristické výuky je v lektorském programu na nižší úrovni, a proto si studenti problémovou otázku nesestavují sami, ale je jim předložena v pracovním listu. Otázka pro badatele představuje problémovou otázku, na kterou by měli studenti během své práce, na stanovišti, najít odpověď.*

Pomůcky: PET lahev, plastová miska z nízkohustotního polyethylenu (LDPE), sáček z vysokohustotního polyethylenu (HDPE), alobal, skleněné tyčinky, plotýnkový vařič – *Seznam pomůcek potřebných pro provedení úlohy v pracovním listu na daném stanovišti. Pomůcky mají studenti připravené na stanovišti.*

Pracovní postup:

1. Z alobalu vyrob tři misičky.
2. Nastříhej jednotlivé druhy plastu na menší kousky (1x1 cm) a ústřižky vlož do misiček.

3. Mističky polož na plotýnku vařiče a zahřej je, dokud se plasty neroztaví.
4. Do tajícího polymeru ponoř skleněnou tyčinku a pomalým pohybem tyčinky vzhůru vytahuj plastové vlákno. Kdo udělá nejdelší vlákno? Pozor! Vlákno může být ihned po vytažení velmi horké, proto jej nech chvilku ochladit na stole.
5. Do připravené tabulky zapiš výsledky tvého bádání. – *Na vyšších úrovních samostatné laboratorní práce vedené některou z heuristických metod, si žáci stanovují pracovní postup sami nebo s pomocí učitele. Na nižších úrovních je jim doporučený pracovní postup předložen, ale není podmínkou, aby se jej drželi. Tak je tomu i případě lektorského programu „Textil všude kolem nás“. Doporučený pracovní postup napomáhá rychlejšímu zvládnutí stanoviště a umožňuje tak skutečnou realizaci programu v science centru, protože programy v science centru nesmí výrazně překročit časovou hranici 90 minut.*

Typ plastu	**Povedlo se ti plast zvláknit?**	**Jak se chová vlákno, když na něj působíš tahem?**	**Použil bys tento materiál na výrobu textilií?**
Miska LDPE			
Sáček z HDPE			
Láhev z PET			

Zaznamenávání výsledků vlastního bádání je důležitým bodem v každém badatelském procesu, ať už ve školních podmínkách či na profesní úrovni. Shromažďování výsledků je nezbytným krokem před jejich analýzou, konfrontací s problémovou úlohou a stanovením závěru. V pracovních listech se způsob zaznamenávání a vyhodnocování mírně liší z důvodu praktičnosti, ale tento krok je dodržen u každé úlohy.

Který plast bys doporučil na výrobu textilií z umělých vláken? Své výsledky zdůvodni a diskutuj s ostatními spolužáky. – *Analýza naměřených dat a zjištění informací z předešlého kroku, společně s jejich správnou prezentací, jsou předpokladem k stanovení závěru a jeho porovnání s ostatními pracovními skupinami. Stanovený závěr studenti konfrontují s počáteční hypotézou (byla – li stanovena), nebo jím zodpovídají otázku, která jim byla na začátku úlohy položena (tak je tomu i v pracovních listech lektorského programu). Vzájemnou diskuzí o správnosti závěru s ostatními pracovními skupinami dochází k obhájení si svých závěrů, případně k odhalení chyby*

a přeformulování závěru. V extrémním případě může nastat situace, kdy skupina musí stanoviště absolvovat znovu. Odhalení chyby není v heuristických metodách nijak penalizováno, neboť s chybou se počítá jako se vzdělávacím prvkem a učení se z vlastních chyb, což je bráno jako cenná zkušenost, má silný edukační charakter.

5.2.4 Rozvoj klíčových kompetencí RVP G

Lektorský program „Textil všude kolem nás“ rozvíjí následující klíčové kompetence (NúV 2013, s. 8 – 11):

Kompetence k učení – Žák:

- své učení a pracovní činnost si sám plánuje a organizuje, využívá je jako prostředku pro seberealizaci a osobní rozvoj;
- kriticky hodnotí pokrok při dosahování cílů svého učení a práce, přijímá ocenění, radu i kritiku ze strany druhých, z vlastních úspěchů i chyb čerpá poučení pro další práci.

Kompetence k řešení problému – Žák:

- uplatňuje při řešení problému vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, kromě analytického a kritického myšlení využívá i myšlení tvořivé s použitím představivosti a intuice;
- kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro své tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhajuje podložené závěry;
- je otevřený k využití různých postupů při řešení problémů, nahlíží na problém z různých stran;
- zvažuje možné klady a zápory jednotlivých variant řešení, včetně posouzení jejich rizik a důsledků.

Kompetence komunikativní – Žák:

- s ohledem na situaci a účastníky komunikace efektivně využívá dostupné prostředky komunikace, verbální i neverbální, včetně symbolických a grafických vyjádření informací různého typu;

- používá s porozuměním odborný jazyk a symbolická a grafická vyjádření informací různého typu;
- prezentuje vhodným způsobem svou práci i sám sebe před známým publikem;
- rozumí sdělením různého typu v různých komunikačních situacích, správně interpretuje přijímaná sdělení a věcně argumentuje, v nejasných nebo sporných komunikačních situacích pomáhá dosáhnout porozumění.

Kompetence sociální a personální – Žák:

- přizpůsobuje se měnícím se životním a pracovním podmínkám a podle svých schopností a možností je aktivně a tvořivě ovlivňuje;
- aktivně spolupracuje při stanovování a dosahování společných cílů.

Kompetence občanská – Žák:

- respektuje různorodost hodnot, názorů, postojů a schopností ostatních lidí.

Kompetence k podnikavosti – Žák:

- uplatňuje proaktivní přístup, vlastní iniciativu a tvořivost, vítá a podporuje inovace;
- usiluje o dosažení stanovených cílů, průběžně reviduje a kriticky hodnotí dosažené výsledky, koriguje další činnost s ohledem na stanovený cíl, dokončuje zahájené aktivity, motivuje se k dosahování úspěchu.

Výčet klíčových kompetencí je uveden v pořadí, ve kterém jej uvádí RVP G. (NúV 2013, s. 8 – 11)

5.3 Realizace lektorského programu „Textil všude kolem nás“

Pro realizaci lektorského programu bylo potřeba fyzicky zajistit veškeré pomůcky na všechna stanoviště. Většina pomůcek je finančně náročná na pořízení, avšak v rámci bakalářské práce, ve spolupráci se science centrem iQLANDIA byla domluvena materiálová podpora ze strany centra. Science centrum kromě zajištění materiálové podpory rovněž poskytlo prostor pro uskutečnění nově vzniklého lektorského programu.

První odzkoušení lektorského programu: „Textil všude kolem nás“ proběhlo dne 10. 6. 2015 v 15 :00 hodin v laboratořích libereckého science centra iQLANDIA. Testování lektorského programu se zúčastnilo pět pracovníků centra, jejichž hlavní pracovní náplní je příprava a vedení lektorských programů. Pracovníci nebyli předem seznámeni s jednotlivými stanovišti, ani nepomáhali s jejich přípravou. Jejich úkolem bylo absolvovat lektorský program, s pomocí pracovních listů splnit úkoly na jednotlivých stanovištích a následně kriticky zhodnotit připravovaný program z hlediska zvládnutelnosti jednotlivých stanovišť, materiálové náročnosti, srozumitelnosti a správnosti pracovních listů. Lektoři by měli rovněž na základě svých pracovních zkušeností navrhnout případné změny, který by program vylepšily, případně jej pomohly realizovat v praxi se studenty. Tento postup zhodnocení lektorského programu byl zvolen pro účely mé bakalářské práce, není to standardní postup ověřování lektorských programů.

Celé testování lektorského programu „Textil všude kolem nás“ probíhalo 90 minut, což je doporučený čas pro studenty k tomu, aby pohodlně absolvovali všechna stanoviště. Kvůli velké vytíženosti laboratoří science centra, v období školních výletů, bylo pro pilotování lektorského programu k dispozici pouze polovičních prostor – pouze pravá část laboratoře (obvykle se pro lektorské programy využívají obě dvě části laboratoře). Stanoviště se však podařilo rozmísit tak, aby kolem nich byl dostatek prostoru pro pohodlnou práci.

Lektorům byla puštěna komentovaná prezentace (příloha A), během které byli seznámeni se základními pojmy textilního průmyslu. S těmito pojmy pak dále pracovali na jednotlivých stanovištích. Po prezentaci jim byly rozdány pracovní listy a představena jednotlivá stanoviště. Lektoři postupně procházeli jednotlivá stanoviště, vypracovávali jednotlivé úlohy a průběh své práce zaznamenávali do pracovních listů. Dále pak lektoři písemně zaznamenávali připomínky k lektorskému programu, nebo je ústně sdělovali během své práce. Vypracované pracovní listy lektorů jsou připojeny v příloze C. Veškeré připomínky, výhrady a nápady budou popsány v následující kapitole.

5.3.1 Zhodnocení lektorského programu „Textil všude kolem nás“

Jednotlivé připomínky, výhrady a nápady pracovníků science centra budou popsány v této kapitole, v souvislém textu.

První výhrada, na které se shodli všichni lektoři, je fakt, že jednotlivá stanoviště byla velmi blízko u sebe. To při menším počtu lektorů tolik nevadilo, ale při maximálním počtu 25 studentů, kteří se mohou účastnit laboratorního cvičení, by byla práce velice nekomfortní. O tomto nedostatku se vědělo již na začátku, ale vzhledem k provozním důvodům a neodkladným pracovním úkolům, nešla stanoviště rozmístit tak, jak tomu bude při návštěvě školní skupiny.

Spalovací zkouška

Stanoviště s touto badatelskou úlohou bylo velmi srozumitelné ve všech svých částech. Studenti jej nebudou mít problém, v dostatečném časovém úseku, s pomocí pracovního listu absolvovat. K pracovnímu listu byla pouze připomínka, že z vyhodnocovací tabulky není úplně jasné, jestli všechny popsané atributy musí splňovat každý druh vzorku, či platí obecně pro daný druh vláken, ale daný vzorek je nemusí všechny splňovat. To by se dalo lépe upřesnit v názvu tabulky, nebo poznámkou v pracovním listu.

Nepromokavá úprava

Pracoviště spolu s pracovním listem je srozumitelně zpracované. Připomínka ze stran lektorů, jež absolvovali stanoviště je následující. Pro lepší práci a názornost by bylo potřeba zajistit silnější textilii, nebo studenty upozornit na to, aby při skrápění postupovali velmi obezřetně a textilii skrápěli slabším proudem, neboť silnější proud lehce prorazí obě zkoumané textilie.

Textilie pod mikroskopem

Pokud studenti nebudou pracovat s mikroskopem poprvé (což se u studentů ze středních škol nepředpokládá, ale zároveň vyloučit nelze), je stanoviště bez připomínek. V případě, že by studenti neměli zkušenost s prací s mikroskopem, bylo by potřeba

studenty proškolit v této činnosti, popřípadě do pracovního listu popsat postup při práci s mikroskopem.

Umělá vlákna

Studenty je potřeba, před prací na stanovišti, poučit o bezpečnosti práce s elektrickým vařičem, aby se snížilo riziko popálení. Stávající umístění pracoviště bylo nevyhovující. Výpary z tavících se plastů se rozptylovaly po místnosti a u stanoviště se nedalo dobře dýchat. Z části to bylo možná způsobené tím, že plotýnka byla zapnuta na nejvyšší výkon. Proto by bylo vhodné odzkoušet, jaký stupeň je dostatečný pro pohodlné roztavení plastů a zároveň nerozpaluje materiál natolik, aby kouřil a přehříval se. Dále je vhodné natrvalo rozšířit ochranné pomůcky o respirátor, jako bylo v průběhu testování uskutečněno. Jako nejlepší řešení se, podle lektorů, jeví umístit celé stanoviště do digestoře, která je součástí vybavení laboratoře. Studenti by pak stanoviště absolvovali v digestoři a program by byl rozšířen o další laboratorní vybavení, což zvedne motivační působení úlohy na studenty. Další doporučení spočívá v tom, že by stávající skleněné tyčinky byly nahrazeny dřevěnými špejlemi, které by se po použití vyhazovaly. Skleněné tyčinky šly špatně umývat od zbytků nataveného plastu.

Při použití stanoviště v praxi, se jako nevýhoda jeví velké množství spotřebního materiálu – zejména tenké hliníkové fólie a zbytků plastů. Dále by bylo vhodné zvážit i časovou náročnost přípravy vzorků. Studenti by přípravou hliníkových pohárků a stříháním jednotlivých materiálů ztratili velké množství času. Navrhuji tedy, aby byl v zásobě, pro každou pracovní skupinu, předpřipravený materiál i vyrobené hliníkové mističky. Sice to trochu sníží samostatnost práce studentů, ale výrazně to uspoří čas na zvládnutí úlohy.

Výroba vláken tenčích než vlas

Studenty je potřeba upozornit na bezpečnost práce s indukční elektřinou. Dále je pak potřeba poučit o tom, aby vždy po práci na stanovišti zavírali lahvičku s roztokem PVA. Po práci na tomto stanovišti je také vhodné studentům říci, popřípadě dopsat do pracovního listu, aby si vzorek s vyrobenými nanovlákny odnesli spolu s podkladovou čtvrtkou. Není zapotřebí se snažit mechanicky oddělovat vzniklá vlákna od papíru. Stanoviště a pracovní list jsou hodnoceny jako velmi povedené, zajímavé a srozumitelné.

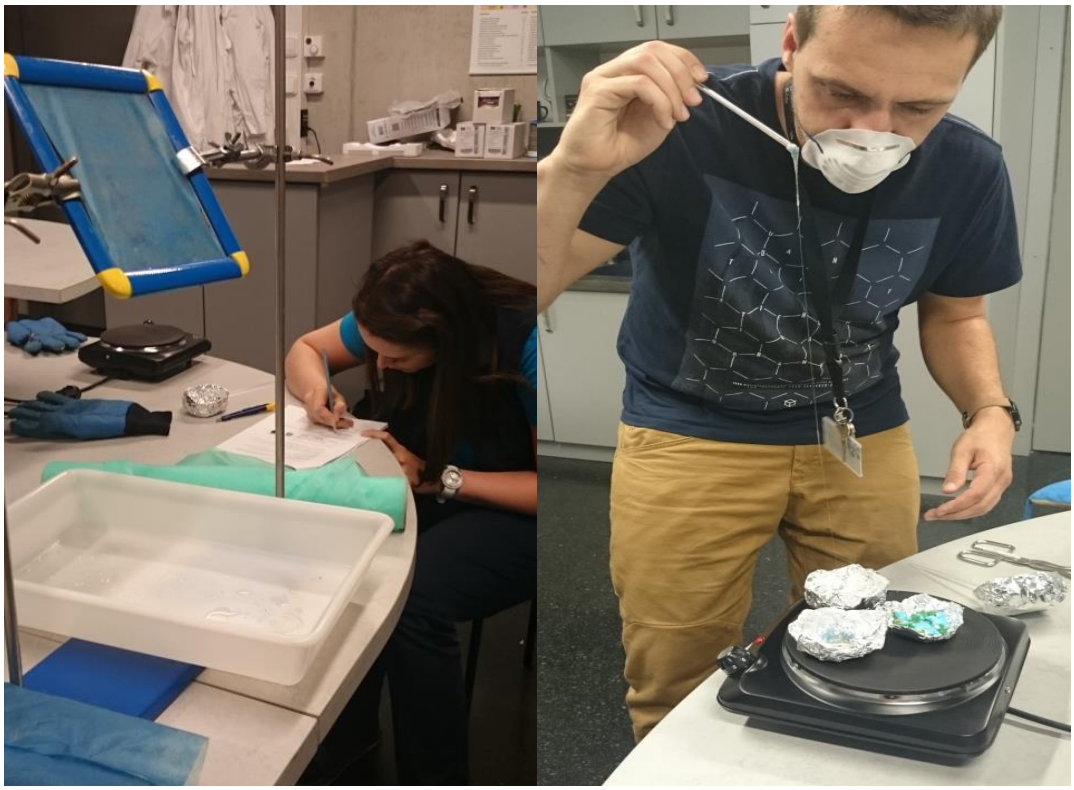
Jak tlustý máš vlas

Lektor měl připomínku, proč se neměří tloušťka textilního vlákna ale vlasu. Tematicky, s ostatními stanovišti, by se více hodilo měřit tloušťku nějakého vlákna, ale změřit tloušťku vlasu má pro studenty silný motivační charakter – to by podle mého názoru mělo v úloze převažovat, a proto byl název i měřený vzorek, podle mého názoru, zvolen správně. Jako návrh pro lepší, profesionálnější zpracování bylo lektorem uvedeno nechat zhotovit držák vzorku (v našem případě vlasu) z nějakého odolnějšího matriálu (například z plechu). Samostatné rozestavění optické lavice a druhu použitého laseru bylo nepraktické. Silný laser nedovoloval pohodlně odečítat hodnoty vzdálenosti dvou minim, protože se od stínítka odrážel do očí. Ochranné brýle červené barvy nepropustily zelenou složku záření a nebylo přes ně laser jednoznačně vidět. Před realizací programu v praxi, je potřeba nutně provést opravu vybavení.

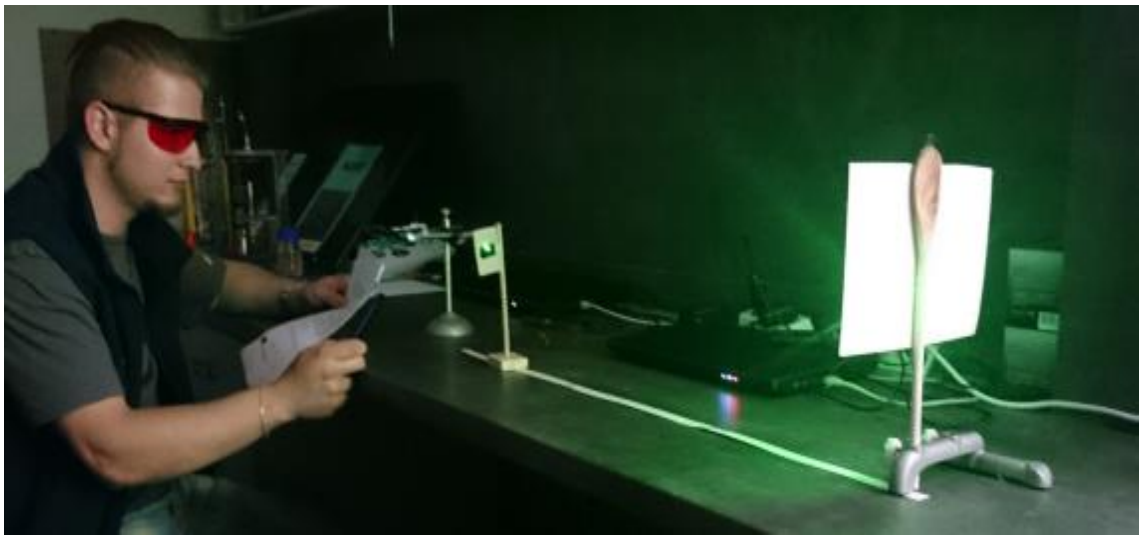
Nabízí se několik způsobů, od nejlevnějších variant až po nejdražší. Jako nejlevnější varianta, avšak možnost náročná na prostor, je výrazné prodloužení vzdálenosti stínítka a vzorku. Tím se přímo – úměrně zvětší vzdálenost minim a půjde je lépe odečítat. Stejným způsobem byla úloha upravena pro lektory během jejího testování. Druhá možnost je pořídit ochranné brýle zelené barvy. Poslední možností je koupit slabší, červený laser o známé vlnové délce.

V bonusovém úkolu byla odhalena chyba, že převod z nanometrů na mikrometry je uveden v obráceném poměru. Tato chyba musí být v pracovním listu neprodleně opravena, jinak je výsledek měření špatný. I přes uvedené připomínky a náměty pro zlepšení úlohy, byla tato úloha shledána jako velmi zajímavá a zvládnutelná. Dovolila bych si říci, že tato úloha byla zvolena jako nejzajímavější úloha z celého lektorského programu.

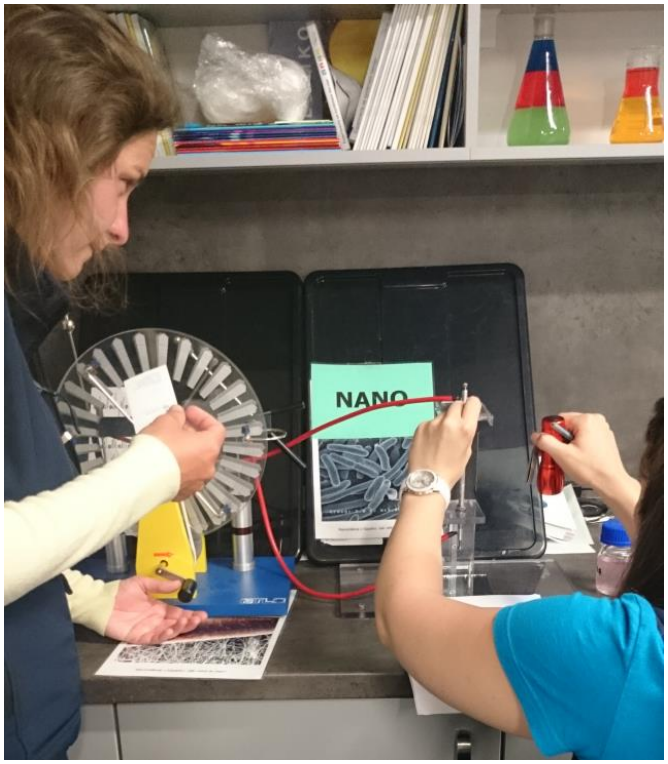
Obr. 9 *Práce lektorů při lektorském programu (stanoviště se spalovací zkouškou a zkoumáním pod mikroskopem).*



Obr. 10 *Práce lektorů při lektorském programu (stanoviště s nepromokavou úpravou a výrobou umělých vláken).*



Obr. 11 *Práce lektora na stanovišti s optickou lavicí.*



Obr. 12 *Práce lektorek při zvlákňování z volné hladiny.*

5.4 Závěr praktické části

Po nastudování dané problematiky a vytvoření kompletních pracovních listů se ve spolupráci se science centrem iQLANDIA podařilo uspořádat společné odpoledne, kdy byl odborným pracovníkům laboratoří představen návrh nového lektorského programu „Textil všude kolem nás“ pro střední školy. Odborní lektoři mají s přípravou a vedením lektorských programů bohaté zkušenosti, proto byli pro testování lektorského programu nejvhodnějšími kandidáty. Během práce na stanovištích si zaznamenávali svoje připomínky a náměty k vylepšení programu. Veškeré připomínky byly uvedeny v kapitole 5.3.1 Zhodnocení lektorského programu „Textil všude kolem nás“. Na závěr, po absolvování celého programu, proběhla evaluace programu formou diskuze mezi lektory a autorkou práce. Odborní lektoři se shodli v tom, že i přes připomínky, je program po všech stránkách velmi povedený a s drobnými úpravami by obstál v provozu science centra. Navíc by příjemně rozšířil programovou nabídku pro střední školy.

Celkové hodnocení, na základě připomínek, je shrnuto následovně. V úvodní frontální části programu je potřeba rozšířit úvodní slovo, kde budou žáci seznámeni a poučeni o bezpečnosti práce s elektrickým vařičem, indukční elektřinou, mikroskopem a laserem. Rovněž by měla být věnována pozornost poučení o nošení ochranných osobních prostředků. Pracovní listy je potřeba upravit podle připomínek lektorů, viz kapitola 5.3.1 Zhodnocení lektorského programu „Textil všude kolem nás“. Menší úpravy si také vyžadují pomůcky, které se nacházejí na stanovištích. Po zpracování těchto připomínek, zpracování listů do jednotného grafického designu charakteristického pro science centrum iQLANDIA je program „Textil všude kolem nás“ doporučený k zařazení programové nabídky science centra iQLANDIA Liberec.

6. Závěr bakalářské práce

V teoretické části bakalářské práce bylo čtenáři vysvětleno, co jsou to science centra, historie science center, jejich pedagogický kontext a dále byl čtenář seznámen s nejznámějšími světovými a evropskými science centry, včetně těch českých. Největší důraz byl kladen na liberecké science centrum iQLANDIA Liberec. V teoretické části byly popsány základní rozdíly mezi transmisivním a konstruktivistickým přístupem

a následně byly popsány vzdělávací metody, které vycházejí z konstruktivismu. Na problematiku, jež byla uvedena v teoretické části, plynule navazuje praktická část, kde byly popsané metody použité při vytváření nového lektorského programu pro střední školy. Vytvořený koncept lektorského programu byl pojmenovaný „Textil všude kolem nás“, a ve spolupráci s libereckým science centrem iQLANDIA byl program skutečně realizován. Program si vyzkoušeli a kriticky zhodnotili odborní pracovníci science centra, kteří mají s popularizací přírodovědných předmětů formou heuristických metod použitých v lektorských programech bohaté zkušenosti. Po zpracování připomínek a návrhů je vytvořený lektorský program „Textil všude kolem nás“ doporučen k zapojení do programové nabídky science centra.

Ke zjištění jakou měrou by program přispěl k popularitě odborných předmětů na TUL – fakultě textilní celkově, by bylo zapotřebí provést hlubší a rozsáhlejší výzkum. Mnou navrhované případné řešení by mohlo být, například, ve spolupráci se science centrem, zařadit program do nabídky science centra a následně vytvořit anketu, pomocí níž by se zjišťovala oblíbenost daných předmětů u studentů. Tuto anketu by studenti zodpověděli před absolvováním programu. Pedagogický pracovník, který studenty při cestě na program doprovázel, by dostal prázdné formuláře pro studenty, které by s nimi vyplnil s několika týdenním odstupem po absolvování programu a vyplněné formuláře by zaslal do science centra. Výsledky ankety „před“ a „po“ absolvování programu by se daly statisticky zpracovat a získat tak vypovídající údaje o tom, jestli lektorský program s prvky heuristických metod nějakým způsobem přispívá k popularizaci TUL a fakulty textilní.

Tyto úkoly však svým rozsahem přesahují bakalářskou práci, ale jsou vhodným námětem pro další výzkumnou činnost, která by přímo navazovala na bakalářskou práci.

Seznam použitých literárních zdrojů

BROULÍKOVÁ, M., 2013. Science centra v České republice. *Museologica Brunensia* [online], roč. jaro 2013, s. 32, [vid. 25. 10. 2014]. Dostupné z: https://digilib.phil.muni.cz/bitstream/handle/11222.digilib/131378/2_MuseologicaBrunensia_2-2013-1_9.pdf?sequence=1

CENTRUM NAUKI KOPERNIK, 2015. Oś czasu. In: Centrum nauki Kopernik: Oś czasu [online]. [vid. 2. 1. 2015]. Dostupné z: http://www.kopernik.org.pl/o-centrum/historia/os-czasu/

ČESKÁ ASOCIACE SCIENCE CENTER, 2010. Co je science centrum. In: *Česká asociace science center: Co je science centrum* [online]. [vid. 25. 10. 2014]. Dostupné z: http://www.hvezdarna.cz/sciencecenter/?page_id=30

ČESKÁ ŠKOLNÍ INSPEKCE, 2013. Pisa [online]. Praha: Česká školní inspekce. [vid. 19. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.csicr.cz/Prave-menu/Mezinarodni-setreni/PISA?page=2

DVOŘÁKOVÁ, I., 2011. *Fyzikální vzdělávání žáků a učitelů v projektu Heuréka* [online]. Praha: Katedra didaktiky fyziky MFF UK, 2011. [vid. 20. 6. 2015]. Dostupné z: http://kdf.mff.cuni.cz/lide/dvorakova/Disertace.pdf

EACEA, 2011. *Přírodovědné vzdělávání v Evropě: politiky jednotlivých zemí, praxe a výzkum.* [online]. [vid. 19. 6. 2015]. ISBN 978-92-9201-246-5. Dostupné z: http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133CS.pdf

EUTOURING, 2015. History and Facts on the Cite des Sciences et de l´Industrie. In: *Eurotouring: History and Facts on the Cite des Sciences et de l´Industrie* [online]. [vid. 2. 1. 2015]. Dostupné z: http://www.eutouring.com/facts_cite_des_sciences.html

EXPLORATORIUM, 2015. History. In: *Exploratorium: History* [online]. [vid. 2. 1. 2015]. Dostupné z: http://www.exploratorium.edu/about/history

FLEKOVÁ, A., 2013. *Heuristika ve vyučování* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://theses.cz/id/2ed0yl/disertacni_prace_Flekova.pdf

GAJDUŠEK, P., 2011. *Tisková zpráva STEM/MARK* [online]. 1. vyd. Praha. [vid. 19. 6. 2015]. Dostupné z: http://d28475.temp27.media-form.cz/assets/media/Clanky/TZ_STEMMARK_predmety_ZS.pdf

HEUREKA, 2015. About Heureka. In *Heureka: About Heureka* [online]. [vid. 2. 1. 2015]. Dostupné z: http://www.heureka.fi/en/about-heureka.

HÖFER, G., aj., 2005. *Výuka fyziky v širších souvislostech - názory žáků: výzkumná zpráva o výsledcích dotazníkového řešení.* Plzeň: Západočeská univerzita. ISBN 80-7043-436-8.

CHUPÁČ, A., 2008. *Rozvoj klíčových kompetencí žáka při řešení problémových učebních úloh v chemickém vzdělávání* [online]. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2008/pedor08_4_rozvojklicovychkompetencizakaprireseniproblemovychuloh_chupac.pdf

iQLANDIA, 2014. Expozice iQLANDIA. In: iQlandia: Expozice iQLANDIA [online]. [vid. 20. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.iqlandia.cz/cz/expozice

iQLANDIA, 2014. Liberecký iQpark – ráj vědy a zábavy aneb Byli jsme první! In: *iQlandia: Ráj vědy a zábavy aneb Byli jsme první!* [online]. [vid. 20. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.iqlandia.cz/iqpark

iQLANDIA, 2014. Planetárium – Vesmír na dosah ruky. In: iQlandia: Planetárium – Vesmír na dosah ruky. [online]. [vid. 19. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.iqlandia.cz/cz/planetarium

iQPARK, 2007. QiDovy laborky. In: *iQpark: QiDovy laborky* [online]. [vid. 27. 10. 2014]. Dostupné z: http://www.iqpark.cz/cs/lektorske-programy/qidovy-laborky.ep/

KALHOUS, Z., aj., 2002. *Školní didaktika*. 1. vyd. Praha: Portál. ISBN 80-7178-253-X.

KOLÁŘ, J., 2009. *Historie fyziky ve vztahu k vyučování fyziky na 2. stupni ZŠ* [online]. [vid. 15. 6. 2015]. Brno: Masarykova univerzita Brno. Dostupné z: is.muni.cz/th/136302/pedf_m/DP_136302_Jaroslav_Kolar.doc

KORCOVÁ, K., ed., 2006. *Konstruktivismus v inovativních vzdělávacích programech v České škole.* In: Sborník prací filozofické fakulty brněnské univerzity, 2006. Brno: Filozofická fakulta, s. 159 – 168.

KREJČÍ, P., 2011. *Žákovo pojetí vybraných pojmů tematického celku houby.* [online]. Brno: Masarykova univerzita Brno, 2011. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/237394/pedf_m/Diplomova_prace_Petra_Krejci.pdf

LOKŠOVÁ, I., LOKŠA, J., 2003. *Tvořivé vyučování.* Praha: Grada Publishing, 2003. ISBN 80-247-0374-2.

MACHMUTOV, M. I., 1975. *Problemnoje obučenije: osnovnyje voprosy teorii*. Moskva: Pedagogika 1975.

MALČÍK, M., MECHLOVÁ, E., 2010. *Nové přístupy k výuce přírodovědných předmětů s využitím ICT pomůcek na ZŠ – Obecná část* [online]. 1. vyd. Ostrava: REPRONIS. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://projekty.osu.cz/ictzs/www/docs/kurzy/obecna/Obecna%20cast_vyuka.pdf

MAŇÁK, J., 2011. Metodický portál RVP: Aktivizující výukové metody [online]. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://clanky.rvp.cz/clanek/c/o/14483/AKTIVIZUJICI-VYUKOVE-METODY.html/

MAŇÁK, J., ŠVEC, V., 2003. *Výukové metody.* Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ, MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY, 2008. *Důvody nezájmu žáků o přírodovědné a technické obory* [online]. [vid. 19. 6. 2015]. Dostupné z:

http://www.generacey.cz/uploads/akce_a_aktuality/pardubicky_kraj/Duvody_nezajmu_zaku.pdf

MOLNÁR, J., SCHUBERTOVÁ, S., VANĚK, V., 2007. *Konstruktivismus ve vyučování matematice* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://esfmoduly.upol.cz/texty/konstr_m.pdf

MORAVEC T., 2012. Hrát si, objevovat a nebát se sáhnout – vědecká centra jako nástroj komunikace vědy. *Generace Y: Komunikace vědy* [online]. [vid. 27. 10. 2014]. Dostupné z http://www.generacey.cz/uploads/ke_stazeni/Metodika_komunikace_vedy.pdf

MORAVIAN SCIENCE CENTRE BRNO, 2014. Co je to science centrum? In: *Moravian science centre Brno: Co je to science centrum* [online]. Aktualizace 2. 2. 2014 [vid. 25. 10. 2014]. Dostupné z: http://www.mscb.cz/cz/co_je_sc

MŠMT, 2011. *Výsledky mezinárodních šetření PIRLS a TIMSS 2011* (2013 – 2015). [online]. [vid. 19. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.msmt.cz/ministerstvo/novinar/vysledky-mezinarodnich-setreni-pirls-a-timss-2011

NÁRODNÍ ÚSTAV PRO VZDĚLÁVÁNÍ, 2013. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia 2013* [online]. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.nuv.cz/file/159

OECD, 2006. *Evolution of Students Interest in Science and Technology Studies*. [online]. [vid. 20. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.oecd.org/science/sci-tech/36645825.pdf

ONTARIO SCIENCE CENTRE, 2015. Backgrounder. In: *Ontario Science Centre: Backgrounder* [online]. [vid. 2. 1. 2015]. Dostupné z: http://www.ontariosciencecentre.ca/WhoWeAre/Backgrounder/

PALEČKOVÁ, J. aj, 2013. *Hlavní zjištění Pisa 2012. Matematická gramotnost patnáctiletých žáků.* [online]. Praha: Česká školní inspekce v Praze. [vid. 19. 6. 2015].

ISBN 978-80-905632-0-9. Dostupné z: http://www.pisa2012.cz/articles/files/Hlavni_zjisteni_PISA2012.pdf

PAPÁČEK, M. *Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice*. In *Sborník příspěvků semináře Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*. DiBi 2010. Ed.: Papáček, M. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, 2010. ISBN 978-80-7394-210-6 [online]. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf

PROFILES, 2013. *Profesní reflexně – orientované zaměření na badatelsky orientované přírodovědné vzdělávání (IBSE).* [online]. [vid. 20. 6. 2015]. Dostupné z: http://profiles.ped.muni.cz/

PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J., 2003. *Pedagogický slovník*. 4. aktual. vyd. Praha: Portál. ISBN 80-7178-772.

PUPALA, B., OSUSKÁ, L. *Vývoj, podoby a odkazy teorie konštruktivismu.* In: pedagogická revue 200, č. 2 (52), s. 101 – 114. ISNN 1335-1982.

REMEŠOVÁ, B., aj., 2015. *Česká asociace science center – zpráva o činnosti 2014*. 1. vyd. Plzeň.

SCIENCE CENTER SPECTRUM, 2008. History of the Science Center. In*: Science Center Spectrum: History of the Science Center* [online]. [vid. 27. 10. 2014]. Dostupné z: http://www.sdtb.de/History-of-the-Science-Center.1108.0.html

STUCHLÍKOVÁ, I. *O badatelsky orientovaném vyučování*. In *Sborník příspěvků semináře Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*. DiBi 2010. Ed.: Papáček, M. České Budějovice: Jihočeská Univerzita, 2010. ISBN 978-80-7394-210-6 [online]. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf

SWISS SCIENCE CENTER TECHNORAMA, 2013. History and Corporate Form. In: *Swiss science center Technorama: History and Corporate Form* [online]. [vid. 2. 1. 2015]. Dostupné z: http://www.technorama.ch/en/about-us/technorama/history-and-corporate-form/

ŠTĚPÁNÍK, S., 2014. *Konstruktivismus ve vyučování českého jazyka na střední škole.* [online]. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/140036452

TRNA, J., 2011. *Využití IBSE ve výuce fyziky*. In *Veletrh nápadů učitelů fyziky 16.* Olomouc: UP Olomouc, 2011. [online]. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://profiles.ped.muni.cz/data/publikace/1_Vyuziti_IBSE_ve_vyuce_fyziky.pdf

TRNA, J., TRNOVÁ, E., 2011. *Přírodovědně nadaní žáci a IBSE (Science gifted students and IBSE).* In: JANDA, M., ŠŤÁVA, J., Nadaní žáci ve škole 2011. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita Brno, 2011. s. 127 – 138, 12 s. ISBN 978-80-210-5760-9.

T-UNI, 2014. *Dětská univerzita navýšila kapacitu kurzů.* [online]. [vid. 20. 6. 2015]. Dostupné z: http://tuni.tul.cz/rubriky/univerzita/id:68284

WIETZE, M. D., 2004. Science centres: examples from the U.S. and from German [online]. [vid. 25. 10. 2014]. Dostupné z: http://sci-ed.org/documents/Weitze.pdf

WIKIPEDIA, 2015. Phaeno Science Center. In: Wikipedia: Phaeno Science Centre [online]. Aktualizováno 18. 6. 2015 [vid. 20. 6. 2015]. Dostupné z: https://elearning.fp.tul.cz/mod/book/view.php?id=30263&chapterid=1573

ZIELENIECOVÁ, P., 2012. *Objevování ve škole – heuristická metoda výuky* [online]. Praha: MFF UK. [vid. 15. 6. 2015]. Dostupné z: http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/pedagogika/dopl_texty/Heuristicka%20metoda%20vyuky.pdf

ZORMANOVÁ, L. 2012. *Výukové metody v pedagogice. S praktickými ukázkami.* 1. vyd. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4100-0.

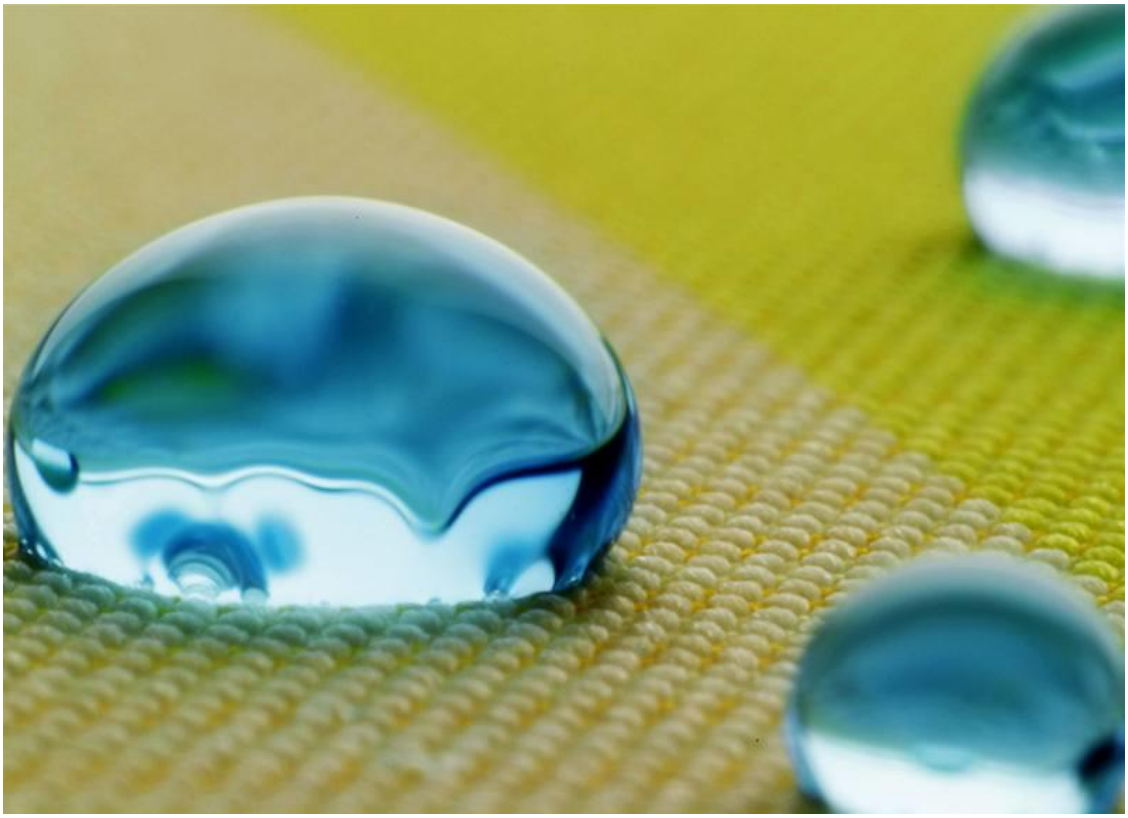
Seznam příloh

Příloha A: Pracovní listy k lektorskému programu „Textil všude kolem nás“

Příloha B: Prezentace k lektorskému programu „Textil všude kolem nás“

Příloha C: Vyplněné pracovní listy k lektorskému programu „Textil všude kolem nás“

PŘÍLOHA A – Pracovní listy k lektorskému programu „Textil všude kolem nás“



Textil všude kolem nás

LEKTORSKÝ PROGRAM PRO STŘEDNÍ ŠKOLY

Úloha č. 1 Spalovací zkouška

Komentář: V dnešní době se v textilním průmyslu velmi často setkáváme s napodobeninami různých přírodních materiálů, které mají za úkol snížit cenu finálního výrobku. Je naše tričko opravdu vyrobeno z bavlny nebo jde pouze o věrohodnou napodobeninu? Jednoduchou metodou, jak odhalit druh použitých vláken, je spalovací zkouška. Při poznávání druhu textilního vlákna prostřednictvím spalovací zkoušky se využívá lidských smyslů, zejména čichu. Při spalovací zkoušce je důležité věnovat pozornost:

- rychlost spalování
- změně skupenství
- zápachu při spalování
- vzhledu po shoření

Otázka pro badatele: Jaký druh vláken se skrývá pod vzorky A, B, C?

Pomůcky: nehořlavá podložka, kahan, sirky, pinzeta nádoba s vodou, ochranné pomůcky, vzorky vláken, vyhodnocovací tabulka

Vyhodnocovací tabulka

Druh vláken	Rychlost spalování	Zápach	Spalování	Zbytek pro shoření
Přírodní vlákna	hoří rychle, světlý dým	po spáleném papíru	shoří na popel	jemně šedobílý popel
Živočišná vlákna	hoří pomalu, prská, světlý dým	po spálených vlasech a nehtech	škvaří se na křehký škvarek	černý škvarek, který lze rozmělnit
Syntetická vlákna	hoří plamenem, černý dým	po taveném asfaltu	taví se a později tvoří volně tuhnoucí plastickou hmotu	po vychladnutí tvoří černou kuličku

Pracovní postup:

1. Na nehořlavou podložku umísti kahan a nádobu s vodou. Připrav si vlákna neznámých vzorků a pinzetu.
2. Od každého vzorku si připrav menší svazeček vláken, kdy vlákna by měla být dlouhá několik centimetrů. Zapal kahan a pomalu vkládej pomocí pinzety svazeček do plamene. Pozoruj chování vláken při přiblížení k plamenu a jejich následné hoření.
3. Průběh spalovací zkoušky si zaznamenej do tabulky a nakonec své výsledky porovnej s vyhodnocovací tabulkou a urči druh každého vzorku.

Vlákno	Rychlost spalování, dým	Zápach	Spalování	Zbytek pro shoření
Vzorek A				
Vzorek B				
Vzorek C				

Výsledek spalovací zkoušky:

Jaká vlákna se skrývají pod jednotlivými vzorky?

Bonusový úkol:

Vytrhni si nitku (nejsnadněji to jde z vnitřního švu) ze svého oblečení a podrob jí spalovací zkoušce. Z jakého materiálu je tvoje tričko vyrobeno?

Úloha č. 2 Nepromokavá úprava

Komentář: Na trhu se objevuje stále více takzvaného funkčního oblečení, které má kromě základních vlastností i další přidané vlastnosti. Mezi nejznámější úpravu patří nepromokavá úprava (hydrofobní úprava).

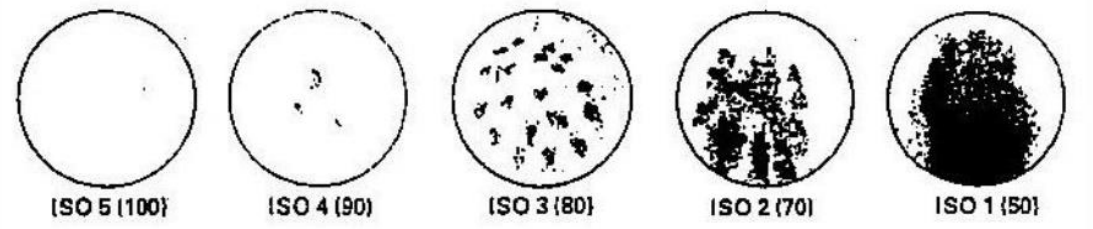
Otázka pro badatele: Která textilie byla ošetřena nepromokavou úpravou?

Pomůcky: neupravená textilie, textilie s nepromokavou úpravou, nůžky, aparatura na zkrápění, destilovaná voda

Pracovní postup:

1. Nastříhej si po jednom vzorku od každé textilie.
2. Každý vzorek upni do rámečku skrápěcí aparatury a zkrápěj je přibližně pod úhlem 45° 250 ml destilované vody po dobu přibližně 30 s.
3. Po zkrápění rámeček se vzorkem sejmi, otoč lícovou stranou dolů a dvakrát krátce udeř o stůl, aby se odstranily kapky vody na povrchu.
4. Porovnej vzorky se stupnicí hodnocení zkrápění.

Stupnice pro hodnocení nepromokavé úpravy:



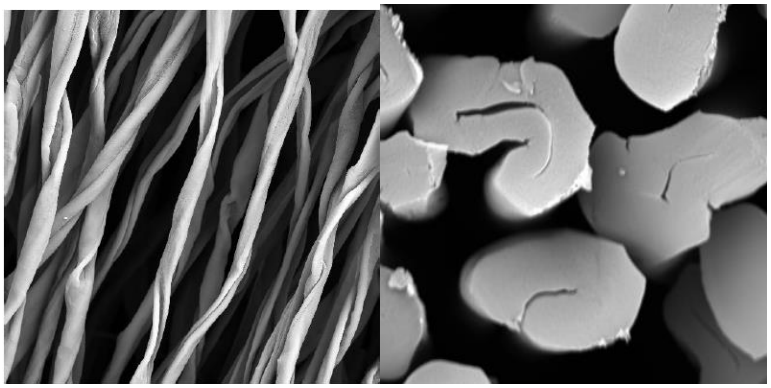
Vyhodnocení experimentu:

Vzorek	Stupeň nepropustnosti dle ISO	Upravená/neupravená
Vzorek 1		
Vzorek 2		

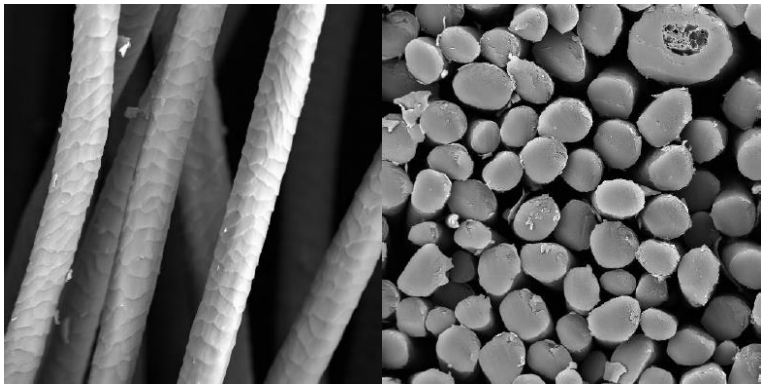
Své výsledky porovnej se spolužáky.

Úloha č. 3 Textilie pod mikroskopem

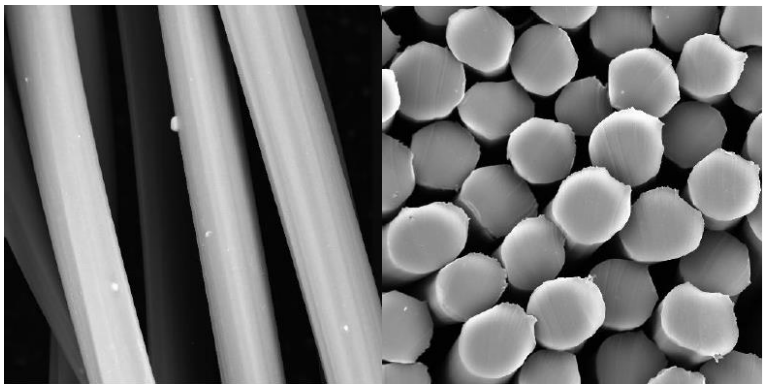
Komentář: Různé druhy textilních vláken mají odlišnou strukturu povrchu, na čemž velmi závisí i jejich funkční vlastnosti. Struktura však nelze rozeznat pouhým okem, proto se na rozdíly jednotlivých vláken podíváme pod zvětšovací optikou mikroskopu.



Podélný pohled a řez bavlněnými vlákny.



Podélný pohled a řez vlněnými vlákny.



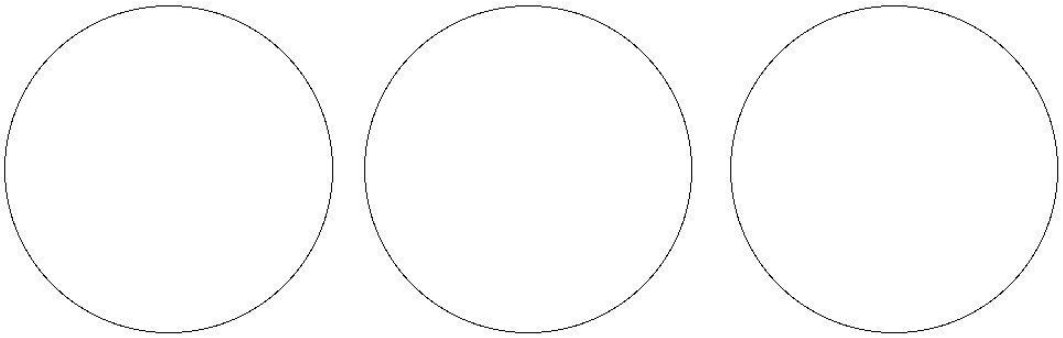
Podélný pohled a řez polypropylenovými vlákny.

Otázka pro badatele: Vlákna jakého typu se skrývají pod označením vzorek A, vzorek B, vzorek C?

Pomůcky: mikroskop, krycí sklíčka, podložní sklíčka, preparační nástroje, kádinka s vodou, kapátko, tužka, vzorky vláken

Pracovní postup:

1. Připrav si vzorky pod mikroskop (nastříhej každé vlákno na malé kousky, polož na podložní sklíčko, zakápni vodou a překryj krycím sklíčkem).
2. Připravené vzorky prozkoumej pod mikroskopem. Zaostřuj pomocí velkého šroubu.
3. Do připravených kroužků zakresli obrázky vláken, které jsi pozoroval pod mikroskopem.



Vyhodnocení experimentu:

Vzorek	Typ textilie
Vzorek A	
Vzorek B	
Vzorek C	

Výsledky diskutuj se svými spolužáky.

Úloha č. 4 Umělá vlákna

Komentář: Kromě přírodních vláken se v textilním průmyslu používají i umělá vlákna. Jsou to umělé materiály, které se dají tvarovat a drtivá většina z nich jsou polymery (sestávají se z velkého počtu spojených skupin molekul). Největší výhodou těchto umělých materiálů je snadná a levná výroba – právě proto je dnes najdeme všude, a to nejenom v oblasti textilního průmyslu, ale také ve stavebnictví, při výrobě obalů potravin, pití a v automobilovém průmyslu. Vše toto by neexistovalo nebýt jedné oblasti fyziky, a to fyziky polymerů. Polymer poznáme tak, že má ve svém názvu předponu „poly“.

Otázka pro badatele: Který plast je nejvhodnější pro výrobu oblečení?

Pomůcky: PET lahev, plastová miska z nízkohustotního polyethylenu (LDPE), sáček z vysokohustotního polyethylenu (HDPE), alobal, skleněné tyčinky, plotýnkový vařič

Pracovní postup:

1. Z alobalu vyrob tři mističky.
2. Nastříhej jednotlivé druhy plastu na menší kousky (1x1 cm) a ústřižky vlož do mističek.
3. Mističky polož na plotýnku vařiče a zahřej je, dokud se plasty neroztaví.
4. Do tajícího polymeru ponoř skleněnou tyčinku a pomalým pohybem tyčinky vzhůru vytahuj plastové vlákno. Kdo udělá nejdelší vlákno? Pozor! Vlákno může být ihned po vytažení velmi horké, proto jej nech chvilku ochladit na stole.
5. Do připravené tabulky zapiš výsledky tvého bádání.

Typ plastu	Povedlo se ti plast zvláknit?	Jak se chová vlákno, když na něj působíš tahem?	Použil bys tento materiál na výrobu textilií?
Miska LDPE			
Sáček z HDPE			
Láhev z PET			

Který plast bys doporučil na výrobu textilií z umělých vláken? Své výsledky zdůvodni a diskutuj s ostatními spolužáky.

Úloha č. 5 Výroba vláken tenčích než vlas

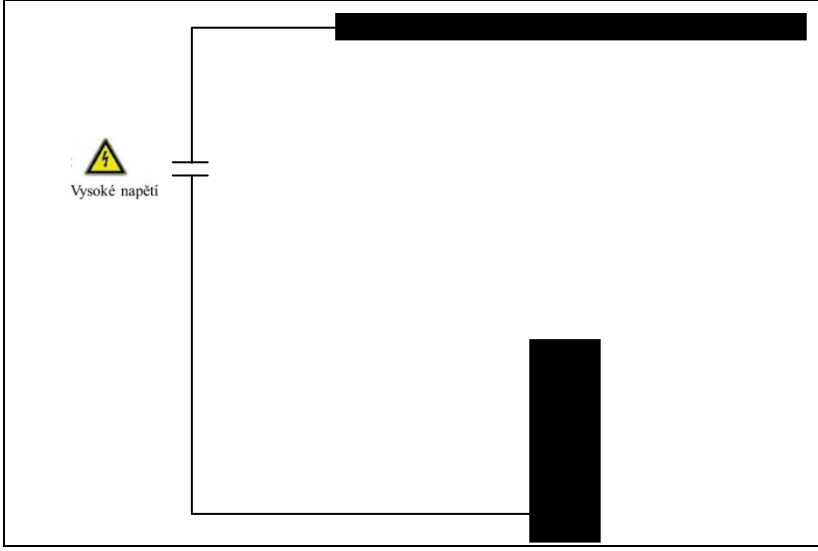
Komentář: Technická univerzita v Liberci se v nedávné minulosti proslavila patentem týmu prof. Jirsáka – metoda elektrostatického zvlákňování z volné hladiny (tzv. mokrý způsob). Tato metoda umožnila průmyslovou výrobu nanovlákenných vrstev na běžných textiliích a tím se výrazně zlepšila vlastnost obyčejných textilií. Princip výroby těchto úžasných vláken je až geniálně jednoduchý. Pojď ho prozkoumat!

Otázka pro badatele: Dokážeš vytvořit vlastní nanovlákno?

Pomůcky: Wimshurstova indukční elektřina, 10 % roztok PVA (polyvinylalkohol), skleněná tyčinka, černá čtvrtka, svítilna, měděné vodiče, stojánek s elektrodami

Pracovní postup:

1. Pod horní elektrodu zasuň čistý ústřižek černé čtvrtky. Na spodní elektrodu nanes skleněnou tyčinkou jednu kapku 10 % roztoku PVA.
2. Toč kličkou Wimshurstovi indukční elektřiny ve směru šipky a svítilnou osvětluj prostor mezi elektrodami. Pozor, ať nesáhneš na kovovou část zařízení. Dostal bys malý elektrický šok (velikost elektrostatického pole nezávisí na rychlosti točení).
3. Pozoruj kapku polymeru, vír nanovláken i malé kužele, tvořící se na kapce (Tyalorova kužele, ze kterých se vytahují tenká vlákna).
4. Po provedení experimentu očisti spodní elektrodu od PVA hadříkem a vzorek vytvořených nanovláken si můžeš odnést.

Namaluj proces zvlákňování, který jsi pozoroval.


Dotkni se nanovlákenné vrstvy prstem. Co se děje s nanovlákny po doteku? Dokážeš vysvětlit, proč se tak děje?

Nanovlákenná vrstva má v sobě velmi malé otvory. Jedno rčení říká, že čím menší oka v síti máš, tím menší rybu chytíš. Dokázal bys vymyslet, k čemu se dají textilie s nanovlákennou vrstvou používat?

Úloha č. 6 Jak tlustý máš vlas?

Komentář: Lidský vlas je velice tenký a k změření jeho tloušťky nestačí běžně dostupná měřidla, jako je například pravítko. Dražšími měřidly, jako mikrometr, by se nám tloušťka vlasu mohla podařit změřit, ale přesnost takového měření by byla velmi malá. Pomocí běžně dostupných pomůcek můžeme použít metodu difrakce (ohybu) svazku koherentního, monochromatického záření (laseru).

Otázka pro badatele: Dokážeš si změřit průměr svého vlasu?

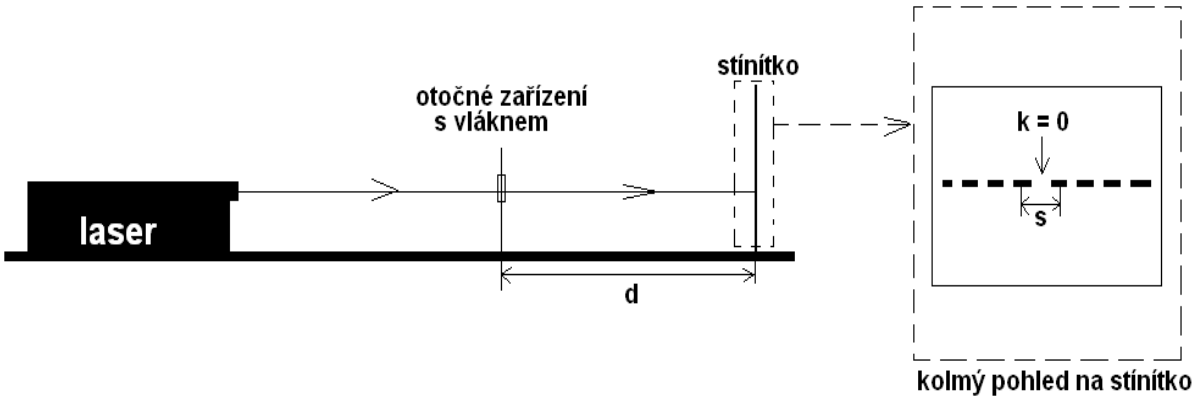
Pomůcky: laserové ukazovátko, pásové měřidlo, vlas, stínítko z milimetrového papíru, kalkulačka, izolepa, ochranné brýle proti laseru

Pracovní postup:

1. Připrav si vzorek tak, že do rámečku z tvrdého papíru vlepíš pomocí izolepy svůj vlas.
2. Namiř laserový paprsek přímo na vlas a nastav si stínítko tak, abys mohl dobře pozorovat interferenční obrazec (světlé a tmavé proužky).
3. Změř si potřebné parametry a vypočítej průměr vlasu pomocí vzorečku.
4. Pokud na vlas, jehož šířka je srovnatelná s vlnovou délkou světla, dopadá světelné vlnění, nastává ohyb světla. Koherentní světelné vlny spolu začnou interferovat (skládat se) a na stínítku za vláknem se objeví obrazec složený ze světlých a tmavých proužků (světelných maxim a minim). Pro určení průměru vlasu (vlákna) platí vztah:

$$prumer_vlasu = \frac{2.d.\lambda}{s}.10^{-6}[mm]$$

kde **s** je vzdálenost dvou minim stejného řádu (středu prvních tmavých míst na stínítku), **d** je vzdálenost vlákna od stínítka a **λ** vlnová délka použitého světla **λ = 532 nm**.



Vlnová délka laseru λ [nm]	Vzdálenost vlasu od stínítka *d* [mm]	Vzdálenost prvních minim s [mm]	Průměr vlasu [mm]

Vzorec pro výpočet tloušťky vlasu:

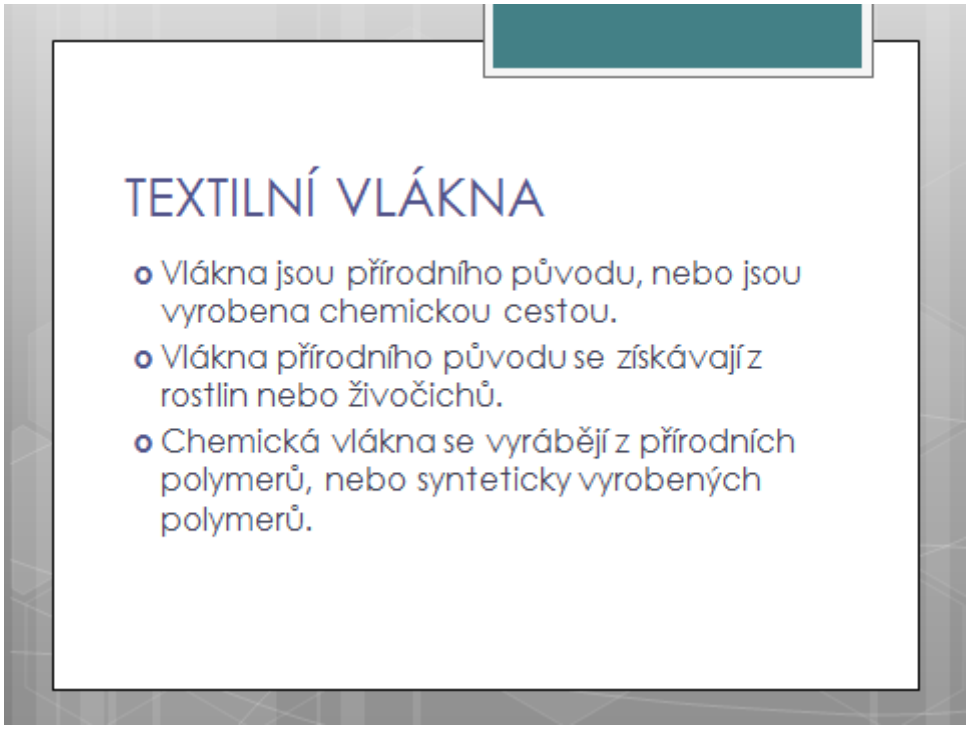
$$prumer_vlasu = \frac{2.d.\lambda}{s}.10^{-6}[mm] = _____ mm _____ \mu m$$

Bonusový úkol:

Povedlo se ti určit tloušťku tvého vlasu? Kolik nanovláken o průměru 500 nm bys musel položit vedle sebe, abys vyrovnal tloušťku tvého vlasu? (1 nm=1000 μm) Kolikrát je vlákno tenčí, než tvůj vlas?

Myslíš, že by touto metodou šel určit průměr i obyčejného textilního vlákna? Pokud ti zbude čas, proveď pokus znovu s vytvořeným vláknem z PET.

PŘÍLOHA B – Prezentace k lektorskému programu „Textil všude kolem nás“



DRUHY TEXTILNÍCH VLÁKEN

- **PŘÍRODNÍ VLÁKNA**
  - ***Rostlinná vlákna*** – ze semen, stonků, listů a plodů rostlin (bavlna, len, konopí…)
  - ***Živočišná vlákna*** – ze srsti a sekretu živočichů (ovce, koza, bourec morušový…)
  - ***Anorganická vlákna*** – azbest
- **CHEMICKÁ VLÁKNA**
  - ***Z přírodních polymerů*** – viskózová, acetátová
  - ***Ze syntetických polymerů*** – polyamid, polyester, polyuretan, polyvinylchlorid…
  - ***Nepolymerní vlákna*** – z kovů, nekovů

ÚPRAVY NA TEXTILIÍCH

- Slouží ke zlepšení vzhledu, funkčních vlastností a zvýšení hodnoty textilií.
- Textilní materiály změní svoje fyzikální a chemické vlastnosti.
- Na textilie se nanáší tzv. vrstva apretační hmoty – ve formě roztoku, vodné disperze, pasty nebo prášku, apod.
- Nejznámější úpravy: hydrofobní úprava, barvení, nemačkavá úprava, nehořlavá úprava, požehování…

HYDROFOBNÍ ÚPRAVA

- Nepromokavá úprava
- Na ošetřeném materiálu se vytvoří neviditelný film, který zaručuje materiálu schopnost odolávat vodě, na praveném materiálu se vytvoří „perličky“ tekutiny.
- Schopnost materiálu odolávat vodě se vyjadřuje výškou vodního sloupce – čím vyšší sloupec materiál udrží, tím více je schopen odolávat promoknutí, udává se v mm.
- Na bázi nanočástic, impregnace, sprej, aviváž…

UMĚLÁ VLÁKNA

- Získaná chemickým výrobním postupem z přírodních, syntetických polymerů nebo nepolymerních látek.
- Většina z nich jsou polymery – sestávají se z velkého počtu spojených skupin molekul, v názvu mají předponu „poly“.
- Polymery vznikají polymerizací nebo polykondenzací.
- *Vlastnosti*: elasticita, příjemný omak, lesk, odolnost vůči světlu, malá navlhavost.

NANOVLÁKNA

- Textilní vlákna, jejichž průměr se pohybuje v rozsahu desítek až stovek nanometrů.
- Výroba zvlákňováním – rozptylování kapalin pomocí vysokého napětí.
- Výzkumná činnost a patent na TUL – prof. Oldřich Jirsák a jeho tým.
- Využití v medicíně, elektronice, automobilovém průmyslu – materiály třetího tisíciletí.

LASER

- Princip laseru fyzikálně popsal Albert Einstein, ale první laser vznikl až v roce 1960.
- Optická zdroj elektromagnetického záření, tj. světla v širším smyslu.
- Světlo je vyzařováno ve formě úzkého svazku.

PŘÍLOHA C – Vyplněné pracovní listy k lektorskému programu „Textil všude kolem nás“

Úloha č. 1 Spalovací zkouška

Komentář: V dnešní době se v textilním průmyslu velmi často setkáváme s napodobeninami různých přírodních materiálů, které mají za úkol snížit cenu finálního výrobku. Je naše tričko opravdu vyrobeno z bavlny nebo jde pouze o věrohodnou napodobeninu? Jednoduchou metodou, jak odhalit druh použitých vláken, je spalovací zkouška. Při poznávání druhu textilního vlákna prostřednictvím spalovací zkoušky se využívá lidských smyslů, zejména čichu. Při spalovací zkoušce je důležité věnovat pozornost:

- rychlost spalování
- změně skupenství
- zápachu při spalování
- vzhledu po shoření

Otázka pro badatele: Jaký druh vláken se skrývá pod vzorky A, B, C?

Pomůcky: nehořlavá podložka, kahan, sirky, pinzeta nádoba s vodou, ochranné pomůcky, vzorky vláken, vyhodnocovací tabulka

Vyhodnocovací tabulka

Druh vláken	Rychlost spalování	Zápach	Spalování	Zbytek pro shoření
Přírodní P **vlákna**	hoří rychle, světlý dým	po spáleném papíru	shoří na popel	jemně šedobílý popel
Živočišná C **vlákna**	hoří pomalu, prská, světlý dým	po spálených vlasech a nehtech	škvaří se na křehký škvarek	černý škvarek, který lze rozmělnit
Syntetická A **vlákna**	hoří plamenem, černý dým	po taveném asfaltu	taví se a později tvoří volně tuhnoucí plastickou hmotu	po vychladnutí tvoří černou kuličku

Pracovní postup:

1. Na nehořlavou podložku umísti kahan a nádobu s vodou. Připrav si vlákna neznámých vzorků a pinzetu.
2. Od každého vzorku si připrav menší svazeček vláken, kdy vlákna by měla být dlouhá několik centimetrů. Zapal kahan a pomalu vkládej pomocí pinzety svazeček do plamene. Pozoruj chování vláken při přiblížení k plamenu a jejich následné hoření.
3. Průběh spalovací zkoušky si zaznamenej do tabulky a nakonec své výsledky porovnej s vyhodnocovací tabulkou a urči druh každého vzorku.

STRÁNKA 1

Vlákno	Rychlost spalování, dým,	Zápach	Spalování	Zbytek pro shoření
Vzorek A	RYCHLE, ŠEDÝ DÝM	ASFALT	TAVÍ SE	ČERNÁ KULIČKA
Vzorek B	POMALU, ~~PAPÍR~~	~~PAPÍR~~	PLAMEN	POPEL
Vzorek C	RYCHLE, M. DÝM	VLASY	PLAMEN, PRSKÁ	ŠKVAREK

Výsledek spalovací zkoušky:

Jaká vlákna se skrývají pod jednotlivými vzorky?
VZOREK A SYNTETIKA VZOREK B PŘÍRODNÍ, VZOREK C ŽIVOČIŠNÉ,

Bonusový úkol:

Vytrhni si nitku (nejsnadněji to jde z vnitřního švu) ze svého oblečení a podrob jí spalovací zkoušce. Z jakého materiálu je tvoje tričko vyrobeno?
VZOREK Z VESTY PLAMENEM, RYCHLE, SVĚTLÝ DÝM, ZÁPACH PO PAPÍRU

Úloha č. 2 Nepromokavá úprava

Komentář: Na trhu se objevuje stále více takzvaného funkčního oblečení, které má kromě základních vlastností i další přidané vlastnosti. Mezi nejznámější úpravu patří nepromokavá úprava (hydrofobní úprava).

Otázka pro badatele: Která textilie byla ošetřena nepromokavou úpravou?

Pomůcky: neupravená textilie, textilie s nepromokavou úpravou, nůžky, aparatura na zkrápění, destilovaná voda

Pracovní postup:

1. Nastříhej si po jednom vzorku od každé textilie.
2. Každý vzorek upni do rámečku skrápěcí aparatury a zkrápěj je přibližně pod úhlem 45° 250 ml destilované vody po dobu přibližně 30 s.
3. Po zkrápění rámeček se vzorkem sejmi, otoč lícovou stranou dolů a dvakrát krátce udeř o stůl, aby se odstranily kapky vody na povrchu.
4. Porovnej vzorky se stupnicí hodnocení zkrápění.

Stupnice pro hodnocení nepromokavé úpravy:

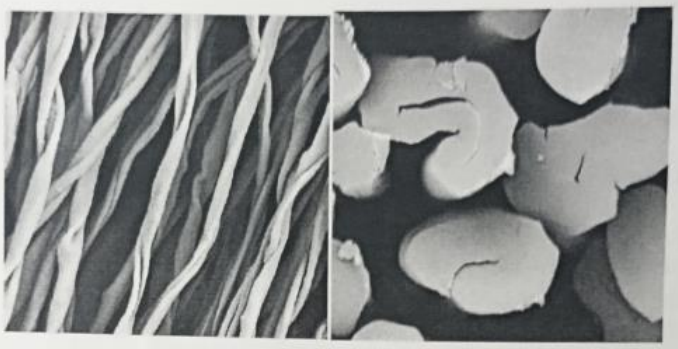
Vyhodnocení experimentu:

Vzorek	Stupeň nepropustnosti dle ISO	Upravená/neupravená
Vzorek 1 MODRÝ	~~ISO 4 (90)~~ ISO 2 (70)	NEUPRAVENÁ
Vzorek 2 ZELENÝ	ISO 5 (100)	UPRAVENÁ

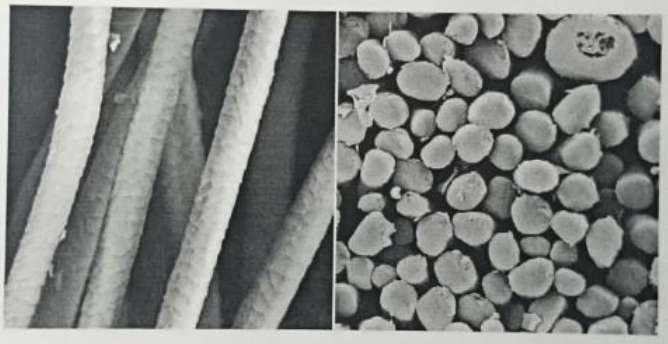
Své výsledky porovnej se spolužáky.

Úloha č. 3 Textilie pod mikroskopem

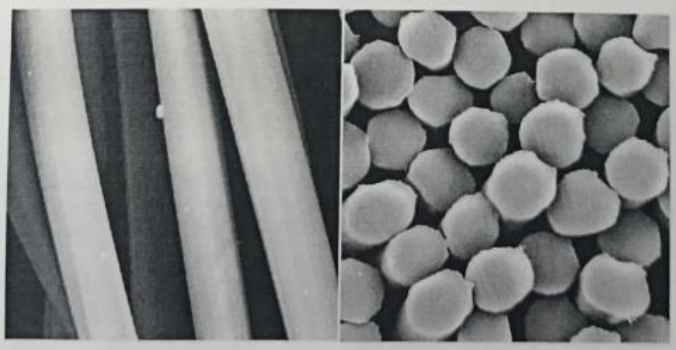
Komentář: Různé druhy textilních vláken mají odlišnou strukturu povrchu, na čemž velmi závisí i jejich funkční vlastnosti. Struktura však nelze rozeznat pouhým okem, proto se na rozdíly jednotlivých vláken podíváme pod zvětšovací optikou mikroskopu.



Podélný pohled a řez bavlněnými vlákny.



Podélný pohled a řez vlněnými vlákny.



Podélný pohled a řez polypropylenovými vlákny.

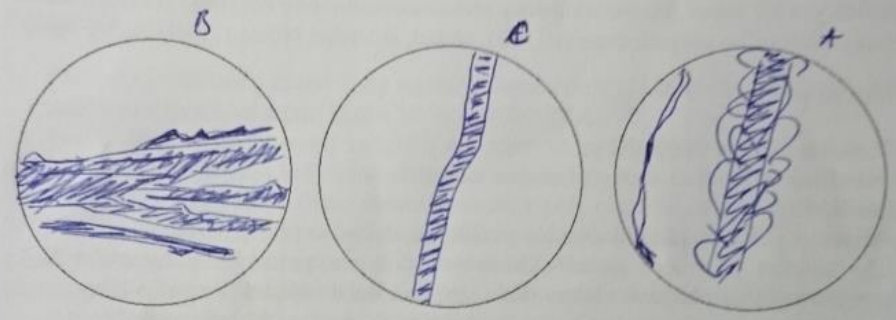
STRÁNKA 4

Otázka pro badatele: Vlákna jakého typu se skrývají pod označením vzorek A, vzorek B, vzorek C?

Pomůcky: mikroskop, krycí sklíčka, podložní sklíčka, preparační nástroje, kádinka s vodou, kapátko, tužka, vzorky vláken

Pracovní postup:

1. Připrav si vzorky pod mikroskop (nastříhej každé vlákno na malé kousky, polož na podložní sklíčko, zakápni vodou a překryj krycím sklíčkem).
2. Připravené vzorky prozkoumej pod mikroskopem. Zaostřuj pomocí velkého šroubu.
3. Do připravených kroužků zakresli obrázky vláken, které jsi pozoroval pod mikroskopem.



Vyhodnocení experimentu:

Vzorek	Typ textilie
Vzorek A	VLNĚNÉ VLÁKNO
Vzorek B	POLYPROPYLENOVÉ VLÁKNO
Vzorek C	BAVLNĚNÉ VLÁKNO

Výsledky diskutuj se svými spolužáky.

Úloha č. 4 Umělá vlákna

Komentář: Kromě přírodních vláken se v textilním průmyslu používají i umělá vlákna. Jsou to umělé materiály, které se dají tvarovat a drtivá většina z nich jsou polymery (sestávají se z velkého počtu spojených skupin molekul). Největší výhodou těchto umělých materiálů je snadná a levná výroba – právě proto je dnes najdeme všude, a to nejenom v oblasti textilního průmyslu, ale také ve stavebnictví, při výrobě obalů potravin, pití a v automobilovém průmyslu. Vše toto by neexistovalo nebýt jedné oblasti fyziky, a to fyziky polymerů. Polymer poznáme tak, že má ve svém názvu předponu „poly".

Otázka pro badatele: Který plast je nejvhodnější pro výrobu oblečení?

Pomůcky: PET lahev, plastová miska z nízkohustotního polyethylenu (LDPE), sáček z vysokohustotního polyethylenu (HDPE), alobal, skleněné tyčinky, plotýnkový vařič

Pracovní postup:

1. Z alobalu vyrob tři mističky.
2. Nastříhej jednotlivé druhy plastu na menší kousky (1x1 cm) a ústřižky vlož do mističek.
3. Mističky polož na plotýnku vařiče a zahřej je, dokud se plasty neroztaví.
4. Do tajícího polymeru ponoř skleněnou tyčinku a pomalým pohybem tyčinky vzhůru vytahuj plastové vlákno. Kdo udělá nejdelší vlákno? Pozor! Vlákno může být ihned po vytažení velmi horké, proto jej nech chvilku ochladit na stole.
5. Do připravené tabulky zapiš výsledky tvého bádání.

Typ plastu	Povedlo se ti plast zvláknit?	Jak se chová vlákno, když na něj působíš tahem?	Použil bys tento materiál na výrobu textilií?
Miska LDPE	NE	/	NE
Sáček z HDPE	ANO	PRASKÁ	NE
Láhev z PET	ANO	ODOLÁVÁ	ANO

Který plast bys doporučil na výrobu textilií z umělých vláken? Své výsledky zdůvodni a diskutuj s ostatními spolužáky.

VLÁKNO PET JE NEJVHODNĚJŠÍ, PROTOŽE MÁ VELKOU PEVNOST V TAHU A STEJNOMĚRNOU TLOUŠŤKU.

STRÁNKA 6

Úloha č. 5

Výroba vláken tenčích než vlas

Komentář: Technická univerzita v Liberci se v nedávné minulosti proslavila patentem týmu prof. Jirsáka – metoda elektrostatického zvlákňování z volné hladiny (tzv. mokrý způsob). Tato metoda umožnila průmyslovou výrobu nanovlákenných vrstev na běžných textiliích a tím se výrazně zlepšila vlastnost obyčejných textilií. Princip výroby těchto úžasných vláken je až geniálně jednoduchý. Pojď ho prozkoumat!

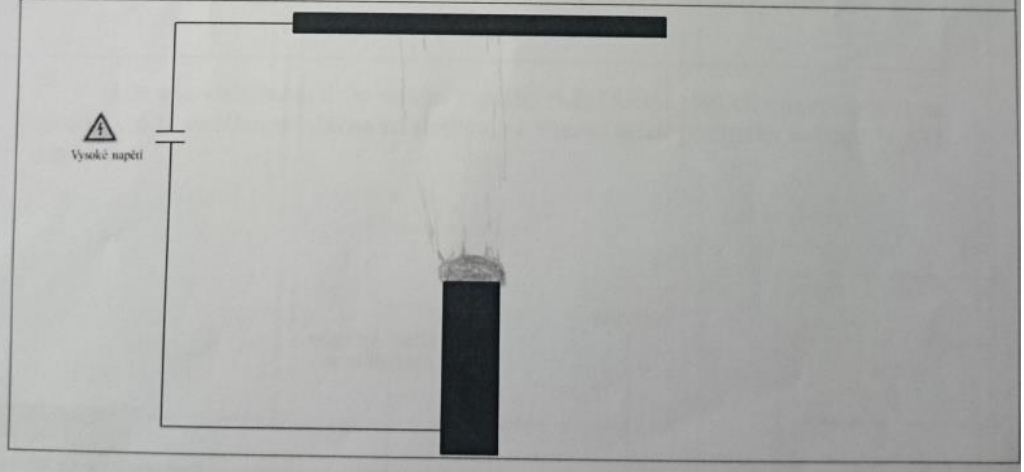
Otázka pro badatele: Dokážeš vytvořit vlastní nanovlákno?

Pomůcky: Wimshurstova indukční elektřina, 10 % roztok PVA (polyvinylalkohol), skleněná tyčinka, černá čtvrtka, svítilna, měděné vodiče, stojánek s elektrodami

Pracovní postup:

1. Pod horní elektrodu zasuň čistý ústřižek černé čtvrtky. Na spodní elektrodu nanes skleněnou tyčinkou jednu kapku 10 % roztoku PVA.
2. Toč kličkou Wimshurstovi indukční elektřiny ve směru šipky a svítilnou osvětluj prostor mezi elektrodami. Pozor, ať nesáhneš na kovovou část zařízení. Dostal bys malý elektrický šok (velikost elektrostatického pole nezávisí na rychlosti točení).
3. Pozoruj kapku polymeru, vír nanovláken i malé kužele, tvořící se na kapce (Tyalorovi kužele, ze kterých se vytahují tenká vlákna).
4. Po provedení experimentu očisti spodní elektrodu od PVA hadříkem a vzorek vytvořených nanovláken si můžeš odnést.

Namaluj proces zvlákňování, který jsi pozoroval.



Dotkni se nanovlákenné vrstvy prstem. Co se děje s nanovlákny po doteku? Dokážeš vysvětlit, proč se tak děje?

ROZTRŽÍ SE VÍNÁ FORMULUJ

Nanovlákenná vrstva má v sobě velmi malé otvory. Jedno rčení říká, že čím menší oka v síti máš, tím menší rybu chytíš. Dokázal bys vymyslet, k čemu se dají textilie s nanovlákennou vrstvou používat?

VE ZDRAVOTNICTVÍ
- NA OPERAČNÍCH SÁLECH (SNÍŽENÉ RIZIKO PROSTUPU BAKTERIÍ)
- JEDNORÁZOVÉ ODĚVY

Úloha č. 6 Jak tlustý máš vlas?

Komentář: Lidský vlas je velice tenký a k změření jeho tloušťky nestačí běžně dostupná měřidla, jako je například pravítko. Dražšími měřidly, jako mikrometr, by se nám tloušťka vlasu mohla podařit změřit, ale přesnost takového měření by byla velmi malá. Pomocí běžně dostupných pomůcek můžeme použít metodu difrakce (ohybu) svazku koherentního, monochromatického záření (laseru).

Otázka pro badatele: Dokážeš si změřit průměr svého vlasu?

Pomůcky: laserové ukazovátko, pásové měřidlo, vlas, stínítko z milimetrového papíru, kalkulačka, izolepa, ochranné brýle proti laseru

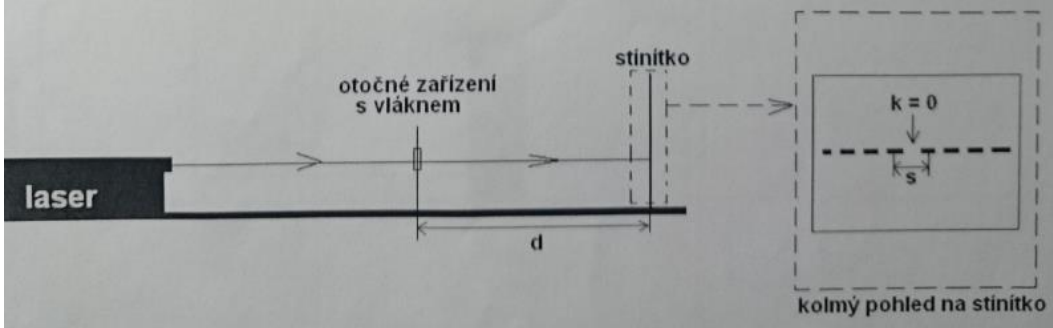
Pracovní postup:

1. Připrav si vzorek tak, že do rámečku z tvrdého papíru vlepíš pomocí izolepy svůj vlas.
2. Namiř laserový paprsek přímo na vlas a nastav si stínítko tak, abys mohl dobře pozorovat interferenční obrazec (světlé a tmavé proužky).
3. Změř si potřebné parametry a vypočítej průměr vlasu pomocí vzorečku.

Pokud na vlas, jehož šířka je srovnatelná s vlnovou délkou světla, dopadá světelné vlnění, nastává ohyb světla. Koherentní světelné vlny spolu začnou interferovat (skládat se) a na stínítku za vláknem se objeví obrazec složený ze světlých a tmavých proužků (světelných maxim a minim). Pro určení průměru vlasu (vlákna) platí vztah:

$$prumer_vlasu = \frac{2.d.\lambda}{s}.10^{-6}[mm] \quad = \quad \frac{2 \cdot 180 \cdot 532}{46} \cdot 10^{-6} \quad 0,006476,5 \cdot 10^{-6}$$

kde **s** je vzdálenost dvou minim stejného řádu (středu prvních tmavých míst na stínítku), **d** je vzdálenost vlákna od stínítka a **λ** vlnová délka použitého světla **λ = 532 nm**.



STRÁNKA 9

Vlnová délka laseru λ [nm]	Vzdálenost vlasu od stínítka *d* [mm]	Vzdálenost prvních minim s [mm]	Průměr vlasu [mm]
532	2800	46	0,065

Vzorec pro výpočet tloušťky vlasu:

$$prumer_vlasu = \frac{2.d.\lambda}{s}.10^{-6}[mm] = 0,065\ mm\ __65__\ \mu m$$

Bonusový úkol:

Povedlo se ti určit tloušťku tvého vlasu? Kolik nanovláken o průměru 500 nm bys musel položit vedle sebe, abys vyrovnal tloušťku tvého vlasu? ~~(1 nm=1000 μm)~~ Kolikrát je vlákno tenčí, než tvůj vlas?

Myslíš, že by touto metodou šel určit průměr i obyčejného textilního vlákna? Pokud ti zbude čas, proveď pokus znovu s vytvořeným vláknem z PET.

1000 nm = 1 μm

130 VLÁKEN SE VEJDE DO 1 VL