



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Moduly jako prostředek inovace v integraci výuky moderní fyziky a chemie
reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/28.0182

MODUL PROJEKTOVÁ VÝUKA PRŮŘEZOVÁ TÉMATA S PŘÍRODOVĚDNÝM ZAMĚŘENÍM

Marie Volná

Pavína Baizová

Pavína Ginterová

Joanna Znaleziona

Olomouc 2014

Oponenti: RNDr. Mgr. Jan Válek
RNDr. Renata Holubová, CSc.



Text vznikl za podpory projektu OPVK: Moduly jako prostředek inovace v integraci výuky moderní fyziky a chemie (CZ.1.07/2.2.00/28.0182).
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

1. vydání

Neoprávněné užití tohoto díla je porušením autorských práv a může zakládat občanskoprávní, správněprávní, popř. trestněprávní odpovědnost.

© Marie Volná, Pavlína Baizová, Pavlína Ginterová, Joanna Znaleziona, 2014
© Univerzita Palackého v Olomouci, 2014

ISBN 978-80-244-4177-1

OBSAH

1. O PROJEKTOVÉM VYUČOVÁNÍ	7
1.1. Počátek projektového vyučování – pragmatická pedagogika	7
1.2. Projekt, projektová metoda, projektové vyučování	7
1.3. Druhy projektového vyučování	9
1.4. Fáze projektového vyučování	10
1.4.1. Plánování projektu	10
1.4.2. Realizace projektu	10
1.4.3. Presentace projektu	11
1.4.4. Hodnocení projektu	11
1.5. Pozitiva a negativa projektové výuky	11
2.PROJEKT: MLÉKO A MLÉČNÉ VÝROBKY	12
2.1. Popis projektových aktivit	14
2.2. Realizační část	17
2.2.1. Složení kravského mléka a druhy mléka dle výroby	18
2.2.2. Zpracování mléka a mléčné výrobky	21
2.2.3. Jogurty	24
2.2.4. Chemické vlastnosti mléčných výrobků	28
2.2.5. Fyzikální vlastnosti mléčných výrobků	29
2.3. Praktická část – laboratorní návody	32
2.3.1. Senzorická analýza	32
2.3.2. Stanovení pH	33
2.3.3. Stanovení obsahu tuku (SŠ)	34
2.3.4. Stanovení povrchového napětí	36
2.3.5. Stanovení hustoty	38
2.3.6. Stanovení vodivosti	39
2.3.7. Stanovení viskozity (SŠ ve spolupráci s UP)	40

3.PROJEKT: POZNEJ SVOJE OKOLÍ	41
3.1. Odběry vzorků	41
3.1.1. Odběr vzorku půdy	42
3.1.2. Odběr vzorku vody	43
3.2. Stanovení základních parametrů vody a půdy	44
3.2.1. Hodnota pH půdy	44
3.2.2. Dusičnany v půdě	45
3.2.3. Humus	45
3.2.4. Hodnota pH vody	47
3.2.5. Barva vody	47
3.2.6. Konduktivita vody	48
3.2.7. Celková tvrdost vody	49
3.3. PRAKTICKÁ ČÁST projektu „Poznej svoje okolí“	50
Půda	50
3.3.1. Stanovení pH půdy	50
3.3.2. Potenciometrické stanovení dusičnanů ve vzorku půdy	51
3.3.3. Stanovení obsahu humusu ve vzorku půdy	52
Voda	53
3.3.4. Stanovení pH a konduktivity vody	53
3.3.5. Stanovení celkové tvrdosti vody	53
3.3.6. Spektrofotometrické stanovení skutečné barvy vody	54
4.HLUK	56
4.1. Zvuk a jeho vlastnosti.	58
4.2. Lidský hlas a jeho tvorba	60
4.3. O našem sluchu	66
4.4. Jak hluk poškozujze sluch?	68
4.5. Negativní dopad hluku na zdraví člověka.	73

4.1. AKTIVITY K PROJEKTOVÉ VÝUCE HLUK	74
Aktivita 1: Škodí hlasitá hudba našemu sluchu?	74
Aktivita 2: Opakování vstupních pojmů z fyziky a biologie	75
Aktivita 3: Jednoduché vyšetření sluchu	76
Aktivita 4: Vyhledávání informací a zpracování informací	80
Aktivita 5: Měření hluku v okolí pomocí hlukoměru nebo mobilního telefonu	81
Aktivita 6: Jakou hlasitost mají běžné zvuky?	84
Pracovní list k aktivitě 1	86
Pracovní list k aktivitě 3	87
Pracovní list k aktivitě 5	89

1. O projektovém vyučování

1.1. Počátek projektového vyučování – pragmatická pedagogika

Základy koncepce metody projektové výuky položil pragmatický pedagog JOHN DEWEY, který prosadil tzv. pragmatickou pedagogiku. Mezi základní kameny pragmatické pedagogiky patří teorie, že žák je centrem dění a má aktivně pracovat, řešit problémy a vzdělávat se pomocí svých zkušeností, které získává ve výuce. Dobrá pozitivní motivace je zárukou práce a pracovní činnosti žáka.

1.2. Projekt, projektová metoda, projektové vyučování

Termíny projekt, projektová výuka či projektové vyučování definovalo mnoho pedagogů, každý z nich však zdůraznil ve své definici něco jiného. Podívejme se tedy na některé z definic:

Za zakladatele projektové výuky je považován WILLIAM HEARD KILPATRICK, díky němuž pronikla do škol pragmatická pedagogika. William Kilpatrick vnímá projekt jako „*určitě a jasně navržený úkol, který můžeme předložit žáku tak, aby se mu zdál životně důležitý tím, že se blíží skutečné činnosti lidí v životě.*“¹

V našich zemích se pragmatická pedagogika dostala do škol zásluhou VÁCLAVA PŘÍHODY. Ten byl ovlivněn během svého pohybu v USA a za jeho pomoci se principy pragmatické pedagogiky dostaly do škol. Václav Příhoda tvrdí, že „*učení má být částí životního pochodu, nikoliv pouhou přípravou na život. Nestačí již jen činná škola, ale moderní škola se musí stát opravdovou školou pracovní, jež má přesně vytyčený cíl. Moderní škola pracovní zdůrazňuje činnost, zejména samočinnost, hledání, shánění, přemýšlení a citové reakce. Práce se tu jeví metodou, či principem, kterým se formuje všechno vyučování i samostatná výchova.*“² Základním kamen u Příhody byla činnost žáka, která vedla ke splnění zadaného úkolu.

¹VALENTA, J.: *Projektová metoda ve škole a za školou. Pohledy.* Praha: Ipos Arama, 1993. s. 4.

²PŘÍHODA, V.: *Reformní praxe školská.* Praha: Československá grafická unie, 1936. s. 160.

Jiná definice projektu, například od Stanislava Vrány, který definuje základní znaky projektu takto „*podnik žáka, za jehož výsledky žák bere odpovědnost a který jde za určitým cílem*“.³

Poslední definicí projektu je definice J. Kratochvílové, která píše, že „*projekt je komplexní úkol (problém), spjatý s životní realitou, s ním se žák identifikuje a přebírá za něj odpovědnost, aby svou teoretickou nebo praktickou činností dosáhl výsledného žádoucího produktu (výstupu) projektu, pro jehož obhajobu a hodnocení má argumenty, které vycházejí z nově získané zkušenosti.*“⁴

Projektová metoda výuky je podle Průchy: „*vyučovací metoda, v níž jsou žáci vedeni k samostatnému zpracování určitých projektů a získávají zkušenosti praktickou činností a experimentováním. Projekty mohou mít formu integrovaných témat, praktických problémů ze životní reality nebo praktické činnosti vedoucí k vytvoření nějakého výrobku, výtvarného, či slovesného produktu.*“⁵

Po prostudování jednotlivých definic můžeme říci, že každý z pedagogů prosazuje tyto znaky: v projektu je centrem všeho dění **žák**, který řeší **úkol spjatý s realitou** a že celou **zodpovědnost** při řešení problému **bere na sebe**.

Projektová metoda je tedy jednou z aktuálních metod výuky založená na **koncentraci učiva** kolem jednoho celku. Je to metoda, která obsahuje mnoho dalších vyučovacích metod a činností. Účelem při projektové výuce je koncentrovat se na jeden celek učiva a zabývat se jím z různých stran (předmětů). Projektové vyučování podporuje integraci učiva. Během výuky, odpadá škatulkování do předmětů a snaží se o podporu mezipředmětových vztahů.

Důležitým prvkem projektového vyučování je učení se na **skutečných problémech** z běžného života. Řešení reálných problémů je základním kamenem projektového vyučování. Projektové vyučování odstraňuje samoúčelné memorování vědomostí bez praktické zkušenosti a bourá umělý svět, který se staví za zdmi školy. Projektový úkol by měl vycházet z **potřeb žáků**.

³VRÁNA, S.: *Učebné metody*. Praha: Dědictví Komenského, 1938.

⁴KRATOCHVÍLOVÁ, J.: *Teorie a praxe Projektové výuky*. Brno: Masarykova univerzita, 2006. s. 36.

⁵PRŮCHA, J., VALTEROVÁ, E., MAREŠ, J.: *Pedagogický slovník*. 3. vydání, Praha: Portál, 2001. s. 184.

Čteme-li o projektovém vyučování v zahraniční literatuře, hovoří se zde o „project-based learning“ (PBL) nebo „project-based teaching“. Oba dva termíny jsou si podobné, jde o aktivitu žáka při řešení daného úkolu. Zdůrazňuje se aktivita, samostatnost, odpovědnost, spolupráce, komunikace a kritické myšlení.

1.3. Druhy projektového vyučování

Na projektové vyučování se můžeme dívat z mnoha pohledů rozdělovat je do skupin: podle délky trvání, místa konání, rozdělení do skupin, způsobu organizace nebo podle účelu. Podívejme se postupně na všechny z nich.

Délka trvání

- a) krátkodobý – určitý počet vyučovacích hodin
- b) dlouhodobý – na zpracování projektu mohou mít žáci i několik týdnů (i měsíců)

Místo konání

- a) školní – na projektu pracují žáci jen ve škole
- b) domácí – na projektu pracují žáci doma a prezentují ji ve škole
- c) spojitý – část projektu žáci tvoří ve škole a část doma
- d) mimo školu – žáci řeší projekt na výletě v zoologické zahradě a podobně

Rozdělení do skupin

- a) individuální projekty - každý žák odpovídá za svou práci a pracuje samostatně
- b) skupinové projekty – na projektu žáci pracují kolektivně a každý má svou úlohu

Způsob organizace

- a) v rámci jednoho předmětu
- b) v rámci příbuzných předmětů
- c) nepředmetové – řešené téma je v rámci průřezových témat

Účel – podle fáze vyučovací hodiny

- a) motivační
- b) expoziční

- c) fixační
- d) diagnostická
- e) aplikační

1.4. Fáze projektového vyučování

Projektové vyučování je mimořádně náročné na čas. Nejen na přípravu projektu, ale i na samotnou realizaci a jeho hodnocení. Důležité je, aby vše bylo promyšleno a přichystáno. Projektovou výuku můžeme rozdělit do čtyř částí: příprava, realizace, prezentace a hodnocení projektu. Podívejme se postupně na každou fázi.

1.4.1. Plánování projektu

Na plánování projektu si musíme vyhradit dostatek času, dobře naplánovaný projekt je zárukou úspěchu. V první řadě musíme definovat projekt, najít komplexní úkol, problém a jeho řešení. Důležité je žáky motivovat názvem.

Náměty pro projekt můžeme získat od žáků např. stylem: na lístky zapisovat otázky a postupně je věšet na nástěnku a poté hlasovat o jedné otázce, která se stane kořenem projektu. Tímto hlasováním se žáci učí toleranci, komunikaci a především ustoupit a podvolit se většině (komunikativní kompetence).

Pokud je téma zvoleno, je na učiteli, aby zvolil cíl projektu. Cíl projektu může učitel zvolit, aby byl vhodný, zajímavý a měl o něm hodně znalosti. Tedy ví o tématu hodně a umí děti pro řešení nadchnout. Cíl může zvolit tak, aby téma děti zajímalo nebo, aby se stal náplní nějakého předmětu, byl ve spojení s RVP a průřezovými tématy, aj.

Při plánování projektu je třeba naplánovat jeho strukturu, promyslet tyto body:

- a) co k řešení projektu potřebujeme,
- b) kolik času na řešení potřebujeme, jak často a jak dlouho se žáci budou projektu věnovat,
- c) co bude výsledkem práce,
- d) způsob hodnocení projektu.

1.4.2. Realizace projektu

V části realizace se jedná o vlastní práci žáků na projektu, řešení dílčích úkolů a práce na výstupech projektu. V této fázi se jedná především o sbírání infor-

mací z knih, internetu, zpracování informací, vyčlenění těch nevhodných a vytvoření výstupů projektu.

1.4.3. Prezentace projektu

Na konci každý účastník projektové činnosti musí prezentovat svou práci. Ať už je to jen ve třídě před spolužáky, rodiči, školou nebo ve formě posteru ve třídě.

1.4.4. Hodnocení projektu

Hodnocení projektu probíhá v průběhu řešení projektu, ne jen na závěr. Při hodnocení můžeme využít slovního hodnocení. Zde zhodnotíme, co žák vytvořil, jestli se zlepšil, co se naučil a jak spolupracoval ve své skupině.

1.5. Pozitiva a negativa projektové výuky

Největším pozitivem pro žáky v projektovém vyučování je to, že charakter učení není jen teoretický, ale součástí výuky je samotná činnost žáka. V průběhu žák získává, znalosti, dovednosti, postoje a hodnoty. Tento styl učení rozvíjí celou osobnost dítěte. Projektové vyučování je nenásilné vyučování, které je doprovázeno zájmem žáka, navozuje interakci mezi žákem a učitelem a rovněž také mezi žáky. Projektové vyučování integruje znalosti a dovednosti z různých oborů, ale centrem je jedno jediné téma. Toto téma se orientuje na potřeby žáka v běžném životě.

Velkým pozitivem projektové výuky je propojení školy s okolním světem. Výstupy projektů jsou prezentovány okolí. Projektové vyučování vede k zapojení rodičů do školy a k jejich zájmu o školu.

Mezi negativa projektového vyučování můžeme zahrnout odbourání systematickosti výuky a chybějící fáze výuky jako například procvičování a opakování. Projektové vyučování je také mnohdy náročnější na prostředí a materiální vybavení (finance). Z hlediska organizace výuky je důležité upravit rozvrh, nebo zařadit blokovou výuku.

Projektová výuka může lidi z okolního prostředí obtěžovat a může působit na okolí spíše jako hra a ne vyučovací proces.

2. Projekt: Mléko a mléčné výrobky

V dnešní době se setkáváme s množstvím potravin, které obsahují konzervační látky, kterými firmy nahrazují chybějící látky, zlevňují výrobu nebo úmyslně prodlužují trvanlivost. Děti nemají správné návyky zdravé výživy a zjišťováním informací o potravinách je můžeme ledacos přiučit o jejich fyzikálních a chemických vlastnostech a jaký vliv mají na naše zdraví.

Projekt je navrhnout pro 6 vyučovacích hodin s minimální domácí přípravou. Projekt je určen pro 9. ročník základní školy nebo nižší gymnázia. Projekt je navrhnout tak, aby posiloval mezipředmětové vazby mezi fyzikou, chemií a biologií a dále pak výchovy ke zdraví a informační a komunikační technologie.

Přínos projektu k rozvoji osobnosti žáka

- přispívá ke schopnosti přizpůsobit vlastní činnost potřebám a cílům týmu
- usiluje v rámci svých možností a zkušeností o aktivní podporu zdraví
- dává do souvislostí složení stravy a způsob stravování
- vytrvalosti a soustavnosti při plnění zadaných úkolů, k uplatňování tvořivosti a vlastních nápadů při pracovní činnosti a k vynakládání úsilí na dosažení kvalitního výsledku

Získané kompetence

- Kompetence k učení
 - vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení, propojení a systematizace je efektivně využívá v procesu učení, tvůrčích činnostech a praktickém životě,
 - samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává.
- Kompetence k řešení problému
 - vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky,
 - samostatně řeší problémy.
- Kompetence komunikativní

- rozumí různým typům textů a záznamů, obrazových materiálů, a jiných informačních a komunikačních prostředků, přemýšlí o nich, reaguje na ně a tvořivě je využívá ke svému rozvoji a k aktivnímu zapojení se do společenského dění,
- využívá získané komunikativní dovednosti k vytváření vztahů potřebných k plnohodnotnému soužití a kvalitní spolupráci s ostatními lidmi.
- Kompetence pracovní
 - používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky.

Oborové cíle

- Použití nabytých poznatků z vyučovacích hodin biologie, fyziky, chemie a výchovy ke zdraví.
- Propojení poznatků z jednotlivých předmětů (celistvý pohled na danou problematiku, mezipředmětové vztahy, vyhledávání a zpracování informací) pracuje s textem a obrázkem v textovém a grafickém editoru.

2.1. Popis projektových aktivit

ÚVODNÍ, MOTIVAČNÍ A ORGANIZAČNÍ ČÁST

Motivace žáků:

Motivace proběhne v rámci předmětu výchova ke zdraví, kde žáci budou ochutnávat různé mléčné výrobky a diskutovat o jejich kvalitě, chuťových vlastnostech.

Rozdělení skupin:

Žáky rozdělíme do pěti skupin losem. Ve skupině se zvolí dva posty: organizátor (bude zadávat a řídit práci) a komunikátor (řeší problémy za celou skupinu, nejasnosti s učitelem a konzultuje postup práce s učitelem). Na začátku projektu, můžeme s žáky prodiskutovat, co by v této problematice zajímalo a podle otázek zvolit témata. Zde jsou navržena témata pro žáky 8. a 9. ročníku

Témata teoretická

Složení mléka a druhy mléka podle výroby

Rozdíly mezi různými živočišnými mléky

Jogurty

Fyzikální vlastnosti mléčných výrobků

Chemické vlastnosti mléčných výrobků

Úkoly

Úkol 1: Ve skupině zpracovat materiál a prezentaci na dané téma.

Každý zpracuje písemnou formou svou část.

Úkol 2: Přednést prezentaci ostatním žákům.

Prezentace se účastní každý žák.

Úkol 3: Výroba jogurtu a následné experimentální měření v hodinách fyziky a chemie.

Skupina 1: Složení kravského mléka a druhy mléka podle výroby

Dílčí úkoly pro zpracování projektu:

- 1) Popište složení kravského mléka a význam jednotlivých složek v něm.
- 2) Rozdělení mléka podle zpracování (rozdíly, zpracování, úprava mléka pře prodejem).

Skupina 2: Druhy mléka podle savců, jejich vlastnosti a zpracování mléka

Dílčí úkoly pro zpracování projektu:

- 1) Vyhledejte savce produkující mléko, které se zpracovává na výrobu mléčných výrobků.
- 2) Popište složení mléka vybraných savců a jejich mléko má vlastnosti. Jaké produkty se vyrábějí z jednotkových mlék?
- 3) Jakou procedurou projde mléko, než se dostane k nám na stůl?

Skupina 3: Jogurty (jejich složení a druhy) mléka a mléčné výrobky

Dílčí úkoly pro zpracování projektu:

- 1) Vyhledejte si v literatuře nebo na etiketách informace týkající se různých druhů jogurtů.
- 2) Popište složení jogurtů.
- 3) Popište výrobu jogurtů.
- 4) Jaké jiné mléčné výrobky se vyrábějí?

Skupina 4: Fyzikální vlastnosti mléčných výrobků

Dílčí úkoly pro zpracování projektu „Mléko a mléčné výrobky“

- 1) Vyhledejte fyzikální vlastnosti mléčných výrobků, které se zkoumají při výrobě nebo testování kvality.
- 2) Stručně popište, jak se tyto vlastnosti měří.

Skupina 5: Chemické vlastnosti mléčných výrobků

Dílčí úkoly pro zpracování projektu

- 1) Vyhledejte chemické vlastnosti mléčných výrobků
- 2) Rozdělte si vlastnosti (hustota, kyselost, aj) mezi sebe, popište je, jak se dají zkoumat?

Zdroje informací:

Babička L.: Průvodce světem potravin, Ministerstvo zemědělství 2009.

<http://www.celostnimedicina.cz>

<http://www.bio-mleko.cz/>

http://eso.vscht.cz/cache_data/1207/www.vscht.cz/tmt/studium/chemie_mleka/P409_prn.

http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/11602/ad%C3%A1mkov%C3%A1_2010_bp.pdf?sequence=1

<http://www.viscojis.cz/teens> (Bezpečnost potravin, Není jogurt jako jogurt).

<http://www.chemievjidle.cz/prakticke-informace/vyroba-domaciho-jogurtu-clanek>

Klápová K.: Senzorická jakost jogurtů v závislosti na technologii výroby, Diplomová práce, České Budějovice 2011.

http://utbfiles.cepac.cz/moduly/M0029_mlekarenska_tecnologie/distančni_text/M0029_mlekarenska_tecnologie_distančni_text.pdf

2.2. Realizační část

První úkol:

Zpracovat materiál cca. 3–5 stran na dané téma jako skupina. Doba na vypracování – 14 dní (3 hodiny). V hodině informatiky zpracovat prezentaci.

Druhý úkol:

Přednést ostatním žákům vytvořenou prezentaci s otázkami do publika. Pokud je možností prezentace proběhnou podle tohoto návrhu:

1.–3. Téma prezentováno v hodinách výchovy ke zdraví (přírodopis),

4. téma v hodině fyziky a

5. téma v hodině chemie (během 1 týdne).

Třetí úkol:

Výroba jogurtu a následné experimentální měření v hodinách fyziky a chemie. Měření fyzikálních a chemických vlastností probíhá pomocí experimentální sady Vernier (1 týden).

HODNOCENÍ PROJEKTU

Vypracování materiálů (každý sám ze sebe)	10 bodů
Výstup s prezentací (skupina)	10 bodů
Práce při měření	10 bodů
Vypracované protokoly (každý sám za sebe)	10 bodů

Navržená KLASIFIKACE

Výborně	40–33
Chvalitebně	32–25
Dobře	24–17
Dostatečně	17–10
Nedostatečně	9 a méně

2.2.1. Složení kravského mléka a druhy mléka dle výroby

Tvorba mléka

Mléko se tvoří v mléčné žláze z krve a mízy. Tvorba mléka trvá různou dobu u různých savců od 150 do 300 dní.

Chemické složení mléka:

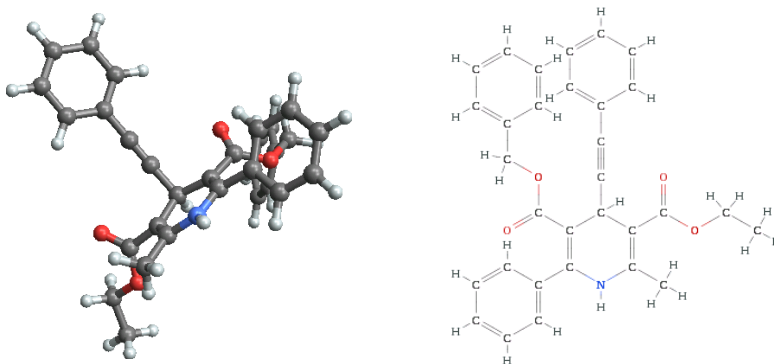
Mléko obsahuje ideální poměr všech potřebných živin (voda, tuk, bílkoviny, laktóza a minerální látky). Procentuální zastoupení živin je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1 Složení mléka

voda	87,5 %
tuk	3,8 %
bílkoviny	3,3 %
laktóza	4,7 %
minerální látky	0,7 %

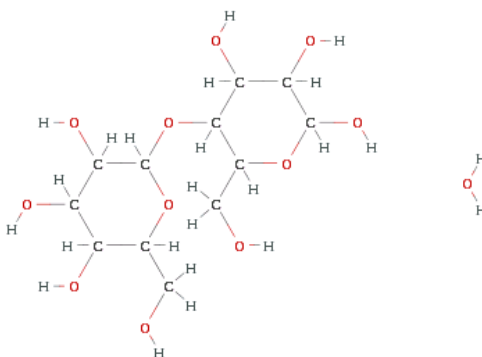
Mléčný tuk je mléce obsažen jako emulze, která objevuje na povrchu jako smetana. Přirozenou příměsí mléčného tuku je cholesterol.

Bílkoviny jsou zastoupeny v mléce 80 % **kaseinem**. Kasein je velmi významný zdroj aminokyselin, vápníku a fosfátů. Sportovci, zejména kulturisté, používají kasein při posilování z důvodu pomalého trávení. Pro trénující sportovce představuje kasein kvalitní a dlouhotrvající zdroj energie. Kasein má anti-katabolický efekt pro tělo (pomalé uvolňování aminokyselin do krevního oběhu) a znemožňuje poškození svalů. Kasein také ovlivňuje bílou barvu mléka. Na obrázku 1 můžeme vidět chemickou strukturu kaseinu.



Obr. 1 Struktura kaseinu⁶

Laktóza neboli mléčný cukr patří mezi disacharidy složený z galaktózy a molekul glukózy vázaný glukosidovou vazbou. Na obr. 2 můžeme vidět jeho strukturu.



Obr. 2. Struktura laktózy⁷

Z minerálních látek jsou v mléce obsaženy vápník, fosfor, sodík, hořčík, draslík a chlor. Mléko také obsahuje vitamíny skupiny B (zejména B2), dále vitamín A

⁶ www.wolframalpha.com

⁷ www.wolframalpha.com

a v menší míře D, E, K, a C. Mléko je také zdrojem mikroflóry, která se využívá při výrobě dalších mléčných produktů, jako jogurty, sýry atd.

Typy mléka a rozdíly

V našich zemích se pije zejména mléko kravské, kozí a ovčí. Kozí a ovčí mléka patří mezi mléka tučnější. Využívají se i mléka jiných savců, např. buvolí mléko se používá k výrobě sýru mozzarella. Rozdíly mezi kravským, kozím a ovčím mlékem jsou uvedeny v tabulce 2. Podle tučnosti můžeme mléka rozdělit do několika kategorií, podle toho kolik tuku obsahují (odtučněné, nízkotučné, polotučné, plnotučné, selské). Rozdělení je uvedeno v tabulce 3. Mléko můžeme rozdělit ještě podle trvanlivosti v tabulce 4.

Tabulka 2 Složení mléka

složení v %	kravské mléko	kozí mléko	ovčí mléko
voda/sušina	87,3/12,7	87,0/13,0	80,9/19,1
tuk	3,9	4,1	7,9
bílkoviny (syrovátky)	0,6 –0,7	0,7	0,9
kasein	2,6	2,7	4,9
laktóza	4,8	4,7	4,5
minerální látky	0,7	0,8	0,9

Tabulka 3 Typy mléka podle obsahu tuku

typ mléka	maximální obsah tuku v %
odtučněné	0,15
nízkotučné	1
polotučné	1,5–2
plnotučné	3,3
selské	3,6

Tabulka 4 Typy mléka podle doby trvanlivosti⁸

typ mléka	trvanlivost
čerstvé mléko	3 dny (při 4–6 °C)
pasterované čerstvé	10 dnů (při 4–6 °C)
mléko s prodlouženou trvanlivostí	45 dnů (při 4–6 °C)
trvanlivé	3–6 měsíců (při pokojové teplotě)

2.2.2. Zpracování mléka a mléčné výrobky

Cesta mléka od dojení až k nám na stůl

Dojení

Začátek cesty je v kravíně, kde již moderní přístroje dojí krávy. Mléko se dále filtruje přes síto, kde se zbaví nečistot. Mléko putuje do chladírny, kde se vychladí z 33 °C na 8 °C a odváží se do mlékáren k dalšímu zpracování.



Obr. 3 Dojení krav

⁸ <http://www.bio-mleko.cz/soubory/technologie-i.pdf>. [cit. 15-08-12]



Obr. 4 Odstředivka

Odstředění, standardizace

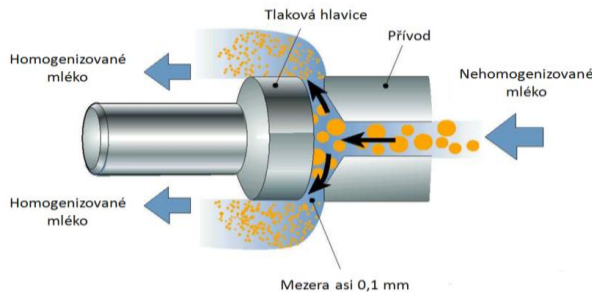
Mléko se odstředí a takto vznikne z mléka odstředěné mléko a smetana. Podle typu výroby mléka (tučnost) se do mléka přidá určité množství tuku (smetana).

Deaerace

Proces minimalizace obsahu vzduchu (zmenšení rizika oxidace). Dochází k rozstříknutí teplého mléka nebo smetany do komory s mírným vakuem, odstraní se tak většina vzduchu a těkavých pachových látek, které mohou nepříznivě ovlivňovat senzorkické vlastnosti mléka.

Homogenizace

Homogenizace se je způsob zpracování mléka, jehož cílem je zmenšit velikost tukových kuliček pod 1 μm , čímž se minimalizuje vystávání mléčné tuku při skladování mléka. Při procesu homogenizace je tuk v tekutém stavu (55–80 °C). Proces homogenizace probíhá tak, že se mléko protlačuje vysokým tlakem (5–25 MPa) úzkou štěrbinou (cca 0,1 mm), viz obr. 5. Ke třísnění kuliček dochází vlivem smykové rychlosti a náhlým poklesem rychlosti toku za štěrbinou. V mléce se zvýší obsah tukových kuliček 100 až 1000krát. Po procesu homogenizace má mléko plnější chuť, bělejší vzhled a vyšší viskozitu. Procesem homogenizace neprocházejí všechny typy mléka. Rozlišujeme homogenizované a nehomogenizované mléka.



Obr. 5 Proces homogenizace

Zdroj: Encyklopedie mléka. Dostupné z:
<http://tresen.vscht.cz/tmt/ESO/EM/4/42.htm>

Pasterace

Při procesu pasterace se mléko zahřeje na 100 °C na určitou dobu (podle druhu pasterace) a pak se opět zchladí na 5 °C. Při pasteraci se v mléce zničí většina bakterií, ale i menší množství živin. Po pasteraci má mléko delší trvanlivost až týden.

Chlazení

Balení

Mléčné výrobky

Smetana

Smetana se získává odstředováním mléka. Existuje mnoho druhů s rozdílnou tučností př. smetana do kávy 6 %, ke šlehání 33 %, sladká 12 %, zakysaná 18 %.

Máslo

Máslo je mléčný tuk získaný otloukáním smetany. Rozdělení: máslo čerstvé, stolní, pomazánkové, máslo s rostlinným tukem AB.

Kysané mléčné výrobky

Při výrobě se používají ušlechtilé druhy bakterií mléčného kysání. Výrobky jsou dobře stravitelné, mají velký význam ve výživě. Př. acidofilní, kefirové mléko, kysané mléko, bifido

tvaroh – mléčná bílkovina získaná kysáním mléka

měkký tvaroh – bez tuku, polotučný, tučný

tvrdý tvaroh – ke strouhání, bez tuku

sýry – výrobky z mléčné bílkoviny. Během výroby probíhá zrání a tím sýry získávají charakteristický vzhled, chuť a vůni. Jednotlivé druhy sýrů se liší způsobem výroby, tučností, obsahem vody a použitím.

Sortiment sýrů

Přírodní sýry

- měkké, čerstvé, krémový sýr (žervé), Imperiál, Kapiový, Lučina
- měkké zrající – Romadur, jihočeský pivní, tvarůžek, Blatácké zlato
- plíšňové – niva, hermelín
- tvrdé – eidamská cihla, moravský bochník, ementál, primátor, čedar
- z ovčího mléka – bryzna, oštěpek

Tavené sýry

- neochucené: Lipno, Apetito, Tomík
- ochucené: se šunkou, zeleninou, kořením

Mléčné zahuštěné výrobky

- konzervované, odpařuje se voda na 1/3 původního objemu
- neslazené TATRA
- slazené SALKO, Jesenka,

Sušené mléčné výrobky

– nepostradatelné v dětské výživě: sunar, feminar, v prodeji sušené mléko, sušená bílá káva, kakaové mléko

2.2.3. Jogurty

Mléko a mléčné výrobky jsou v dnešní době významnou součástí našeho jídelníčku. Hlavními spotřebními mléčnými produkty jsou především jogurty, kysané mléčné výrobky, sýry a smetany. Nedílnou součástí těchto produktů jsou bakterie mléčného kvašení, které pomáhají udržet správnou rovnováhu mikroflóry střev (povzbuzují imunitní systém a ochraňují před možnou infekcí) a jsou schopny produkovat ve střevním traktu vitamíny a další důležité látky (např. vitamín B, riboflavin, kyselinu listovou a kyselinu pantotenovou).

Jogurty jsou řazeny mezi fermentované mléčné výrobky, které jsou vyráběny převážně pomocí základní jogurtové kultury a můžou se od sebe lišit např.

obsahem tuku, délkou zrání a ochucením. Rozdělení jogurtů může být následující:

- **bílý přírodní jogurt** – obsahuje pouze mléko a čistou jogurtovou kulturu (obsah tuku více než 3,0 % hmotnosti).
- **smetanový jogurt** – obsah tuku více než 10,0 % hmotnosti.
- **jogurt se sníženým obsahem tuku** – obsah tuku v rozmezí od 0,5–3,0 % hmotnosti.
- **jogurt nízkotučný nebo odtučněný** – obsah tuku méně než 0,5 % hmotnosti.
- **jogurt ovocný nebo ochucený** – obsahuje např. ovoce, sirup, marmeládu, čokoládu, med, ořech a cereálie.
- **jogurtové mléko**
- **gelový jogurt**

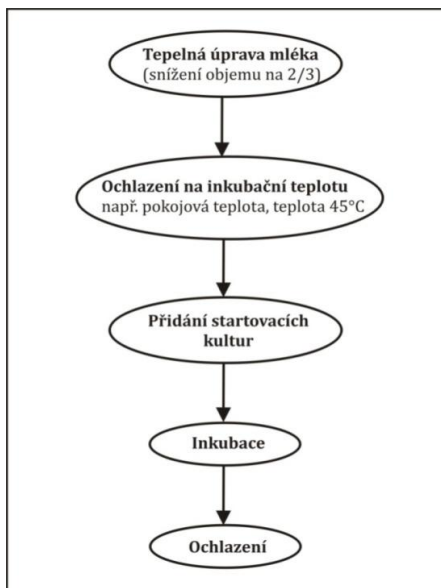
Dále se můžeme setkat se speciálními druhy jogurtů, kterými jsou např.:

- **jogurty pro diabetiky** – obsahují umělá sladidla
- **jogurty se sníženým množstvím laktózy** – určeny pro lidi trpící intolerancí laktózy
- **jogurty se sníženým obsahem energie** – tzv. light jogurty, které jsou určeny pro redukci váhy
- **jogurty s prebiotiky a probiotiky** – obsahují zdraví prospěšné kmeny bakterií
- **biojogurty** - vyráběné podle zásad ekologického zemědělství

Vzhledem k tomu, že má jogurt zklidňující účinek na organismus, je často používán např. k léčbě průjmů a jiných střevních onemocnění. Při využití jogurtů pro léčebné účely je však nutné dát si pozor na možná přidaná aditiva (např. látky sloužící ke zlepšení konzistence, aromatická barviva a konzervační látky), která mohou léčebné účinky jogurtů znehodnocovat. V tomto případě je nejvýhodnější konzumovat neochucené bílé jogurty.

Výroba jogurtů

V první řadě je potřeba mléko, které je určeno pro další zpracování, tepelně ošetřit, aby došlo především k jeho zdravotní nezávadnosti a prodloužení trvanlivosti. Princip výroby jogurtů spočívá ve fermentaci (kvašení) mléka organismy (jogurtovými kulturami), kterými je směs dvou druhů bakterií, a to *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus bulgaricus* (v případě klasického bílého jogurtu) a to za stanovených podmínek (teplota, doba, typ výroby). Tradiční postup výroby jogurtu je popisuje obr. 4.



Obr. 6 Schéma tradiční výroby jogurtu

Nejčastěji je jogurt vyráběn z mléka kravského, v některých případech je však k jeho výrobě používáno taktéž mléko ovčí a kozí (především na farmách).

Samotná výroba jogurtu může být dvojího typu: klasická a tanková. V případě výroby klasické probíhá fermentace mléka přímo ve spotřebitelském obalu. Při použití výroby tankové probíhá fermentace ve velké nádrži.



Obr. 7 Ve výrobě jogurtů

Po fermentaci je jogurt promíchán, ochlazen a přemístěn do spotřebitelských obalů. Vzhledem k náročnosti výroby, je tedy výroba klasická technicky náročnější, a proto je většina komerčních jogurtů vyráběna metodou tankovou.

Domácí výroba jogurtu

Podle jednoduchého postupu je možné vyrobit si z čerstvého plnotučného mléka domácí jogurt, který je poté možno upravit si podle vlastní chuti. Kromě mléka je potřeba zakoupit čerstvý jogurt obsahující živou kulturu, který nám bude sloužit jako startér (startovací kultura). Při výrobě jogurtu je důležité po dobu inkubace (nejčastěji 4–8 hodin) udržovat teplotu v rozmezí 40–45 °C (teplota nesmí v žádném případě překročit hodnotu 55 °C) – k udržení teploty je možno použít jogurtovač, hrnec s dvojitým dnem či vodní lázeň. Trvanlivost jogurtu je přibližně 1 měsíc. Stručný postup výroby domácí jogurtu je uveden níže:

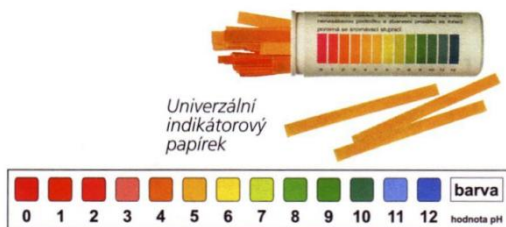
1. Do hrnce nalijeme mléko a ohřejeme na teplotu 85–90 °C
2. Zahřáté mléko ochladíme na teplotu 45 °C
3. Do mléka přimícháme startovací kulturu (jogurt obsahující živou kulturu)
4. Směs řádně promícháme a rozdělíme do sklenic, které přikryjeme víčky
5. Sklenice umístíme do připraveného inkubátoru (jogurtovač či hrnec) majícího teplotu 40–45 °C
6. Směs inkubujeme po dobu 4–8 hodin (doba inkubace má vliv na konzistenci jogurtu)
7. Vyndáme sklenice a uskladníme je v chladnu (4 °C)

2.2.4. Chemické vlastnosti mléčných výrobků

Kyselost (pH)

Hodnota pH souvisí s obsahem H_3O^+ iontů v roztoku.⁹

Aktivní kyselost závisí především na síle kyseliny přítomné v roztoku a hraje důležitou roli ve vlastnostech potravin. Především má vliv na kvalitu a chuť potravin. Hodnotu pH lze určit potenciometricky nebo kolorimetricky.



Obr. 8 Indikační papírky pro měření pH

Kyselost mléka, při 25 °C, odpovídá hodnotě pH 6,5–6,7. Pravidelná hodnota pro kravské mléko je v rozmezí 6,5–7,5. Kvašení laktózy způsobuje zvýšení kyselosti. Pokud je pH vyšší (6,8–7,1) je to pravděpodobně způsobeno zředěním vodou nebo nemocí zvířete aj.

Hustota

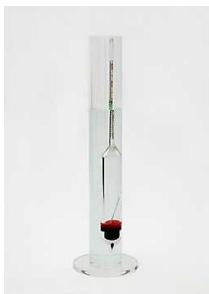
Hustotu ρ je veličina, která nám udává jaká hmotnost je obsažena v určitém objemu. Lze ji vypočítat vzorcem:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

kde m je hmotnost a V objem. Jednotka hustoty je $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Hustota kapalných látek je mění v závislosti na teplotě a tlaku. Roste-li teplota kapaliny, její hustota se zmenšuje. Hustotu kapalin můžeme měřit různým způsobem: pomocí pyknometru, Mohrových vážek nebo hustoměru.

⁹ Pro gymnázia: Hodnota pH je jako záporně vzatý dekadický logaritmus aktivity kationtů H_3O^+ .



Obr. 9 Hustoměr

Kravske mléko má hustotu v rozmezí 1 013–1 042 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Hustota mléka se stanovuje po 3–6 hodinách po nadojení. Změny v hustotě jsou způsobeny změnou fyzikálně-chemických vlastností mléka a závisí na druhu a množství všech součástí v něm.

Princip měření hustoty: Mléko se ohřeje na 35–40 °C a pak se rychle ochladí na 20 °C, naplní se válec, mléko se nesmí zpěnit. Do válce opatrně vpouštíme hustoměr, který necháme 2–3 min ustát. Hustotu určíme odečtením ze stupnice. Pro určení hustoty můžeme použít laktodenzimetr, což je hustoměr na mléko. Podle zákona je stanovena minimální hustota mléka hodnotou 1 028 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

při 20 °C.

Fyzikální a chemické znaky jakosti ¹⁰

- obsah tuku nejméně 33,0 $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (T),
- obsah bílkovin nejméně 28,0 $\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (B),
- bod mrznutí větší nebo rovno –0,515 °C (BM),
- kyselost mléka stanovena dle Soxhlet-Henkela 6,2–7,8.

2.2.5. Fyzikální vlastnosti mléčných výrobků

Viskozita ¹¹

Viskozita je klíčovou vlastností tekutin. Jednotkou viskozity je $\text{Pa} \cdot \text{s}$. Viskozita tekutin (nebo také tekutost) se určuje měřením pomocí viskozimetrů např. viskozimetru průtokového (Ostwaldův), viskozimetru tělískového (Stokesův), vibračního viskozimetru, aj.

Z vlastní zkušenosti víme, že tekutost mléčných výrobků se liší. Např. viskozita plnotučného mléka je vyšší než mléka odstředěného, což je způsobeno obsahem bílkovin a v menší míře tuků. Viskozita se zmenšuje zvyšující se teplotou, pravděpodobně kvůli spojování se tukových kapek.

¹⁰ Podle GAJDŮŠEK, S. Laktologie, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003

¹¹ Pro gymnázia

Tabulka 4. Srovnání viskozity mléka při 20 °C¹²

kapalina	viskozita [mPa·s]
voda	1,005
syrovátka	1,250
Plnotučné mléko	2,127

Povrchové napětí¹³

Povrchové napětí je výsledkem působení sil mezi molekulami kapaliny. V důsledku povrchového napětí se povrch kapaliny chová jako folie a snaží se zaujmout minimální plochu. Díky povrchovému napětí má kapalina zakřivený povrch. Fyzikální veličinu povrchové napětí σ vypočítáme, když sílu F dělíme délkou úsečky l na kterou působíme.

$$\sigma = \frac{F}{l}$$

Jednotkou povrchového napětí je $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$. Povrchové napětí závisí na druhu kapaliny a teplotě (s rostoucí teplotou klesá). Povrchové napětí lze měřit např. metodou odtrhávací, nebo kapkovou metodou.

Nejnižší hodnotu povrchového napětí má mléko ochlazené na teplotu 0–10 °C. Povrchové napětí $\sigma = 0,045\text{--}0,48 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$, pro vodu je povrchové napětí $0,072 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$.

Měrná vodivost

Elektrolytická vodivost je míra koncentrace ionizovatelných anorganických a organických součástí roztoku. Vodivost závisí na koncentraci iontů v roztoku. Jednotkou vodivosti (konduktance) je siemens a jednotkou měrné elektrické vodivosti je $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$.

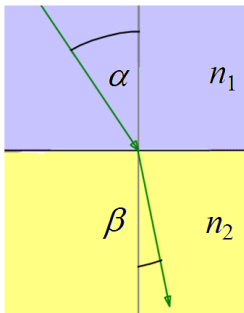
¹²

http://eso.vscht.cz/cache_data/1207/www.vscht.cz/tmt/studium/chemie_mleka/P409_scr.pdf, [cit. 15 08-12]

¹³ Jen pro gymnázia

Mléko je slabý elektrolyt. Zdravé mléko má měrnou vodivost okolo $0,4 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$. Podle změny vodivosti můžeme rozpoznat mléko mastitidních krav (mastitida – zánět vemene krav).

Index lomu světla



Index lomu světla se vyjadřuje jako poměr indexů lomů dvou prostředí n_1 a n_2 , úhlu dopadu α a úhlu lomu β . Lom světla na rozhraní dvou prostředí popisuje Snellův zákon lomu vztahem:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Obr. 10 Zákon lomu

Lom paprsku závisí na několika faktorech. Jedním z nich je vlnová délka použitého světla. S rostoucí vlnovou délkou se jeho hodnota zmenšuje. Index lomu světla se měří refraktometrem. Index lomu v mléce se pohybuje v rozmezí od 1,347 do 1,352 při 20 °C. Index lomu v mléce je nepatrně vyšší než index lomu čisté vody (1,33 při 20°C). Stanovení indexu lomu se využívá při soudních zkouškách při podezření na ředění mléka vodou.

2.3. Praktická část – laboratorní návody

2.3.1. Senzorická analýza

Pomůcky a přístroje: pomůcky potřebné k hodnocení (lžičky, kelímky, ubrousky), teploměr, kádinka.

Teorie:

Při sensorické analýze nejprve posuzujeme vzhled, konzistenci a pach. *Barva* normálního mléka bílá až slabě nažloutlá, jiné zbarvení může být vlivem znečištění nebo onemocněním mléčné žlázy. *Konzistence* normálního mléka je hustší než voda (změny mohou být způsobeny onemocněním). Nejčastější vady: mléko slizké, hlenovité, vodnaté, vločkovité, částečně ztlučené. Čerstvé mléko má slabě specifický *pach*. Mléko je velmi náchylné k přijímání cizích pachů z okolí (z krmiv, léků). Nejčastější vady: pach kyselý, syrovitý, hnilobný, po lécích.

Chemikálie: vzorky mléka a jogurtů

Pracovní postup:

1. Mléko teplotě 20 °C a nalijeme do čisté skleněné, bezbarvé nádoby
2. Při sensorické analýze budou hodnoceny následující znaky, v pěti bodové stupnici
(1 – výborný, 2 – velmi dobrý, 3 – spíše dobrý, 4 – spíše špatný, 5 – velmi špatný).

- příjemnost barvy
- konzistence (viskozita)
- textura
- celková příjemnost vůně
- intenzita kyselé chuti
- intenzita sladké chuti
- intenzita slané chuti
- intenzita pachutí
- celkový dojem

Vyhodnocení výsledků:

Dosažené výsledky hodnocení barvy, vůně, textury a konzistence zapíšeme do tabulky a slovně vyhodnotíme.

Časová dotace: 30min

VZOREK	příjemnost barvy	konzistence (viskozita)	textura	celková příjemnost vůně	intenzita kyselé chuti	intenzita sladké chuti	intenzita slané chuti	intenzita pachuti	celkový dojem
Hodnocení	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5	1 2 3 4 5
Mléko 1									
Mléko 2									
Mléko 3									
Jogurt domácí									
Jogurt z obchodu									

2.3.2. Stanovení pH

Úkol: Pomocí lakmusových papírků a pH metru zjistíte hodnoty pH předložených vzorků (vzorky mléka a jogurtů). Naměřené výsledky slovně porovnejte.

Pomůcky a přístroje: pH metr, lakmusové papírky, kádinka, stříčka, buničina

Chemikálie: reálné vzorky (mléko, jogurt), destilovaná voda, roztoky sloužící ke kalibraci pH metru

Pracovní postup:

1. Pomocí lakmusových papírků změříme přibližné pH předložených vzorků. Zjištěné hodnoty zaznamenáme do tabulky.
2. Provedeme kalibraci pH metru (pomocí kalibračních roztoků).
3. Změříme hodnoty pH předložených vzorků (pozn. před každým měřením důkladně opláchneme elektrodu destilovanou vodou a vysušíme pomocí buničiny).
4. Naměřené hodnoty zapíšeme do tabulky a slovně je porovnáme.

Časová dotace: 5 min/1 vzorek

Vyhodnocení:

Vzorek	Zjištěná hodnota pH	
	Lakmusový papírek	pH metr
Plnotučné mléko		
Polotučné mléko		
Odstředěné mléko		
Jogurt z kravského mléka		
Jogurt z kozího mléka		
Porovnání zjištěných hodnot (závěr)		

2.3.3. Stanovení obsahu tuku (SŠ)

Úkol: Pomocí butyrometru (dle Gerbera) stanovte obsahu tuku v předložených vzorcích (vzorky mléka). Naměřené výsledky slovně porovnejte.

Pomůcky a přístroje: butyrometr, pipety, balonek, centrifuga, vodní lázeň, stojan, svorky

Chemikálie: reálné vzorky (mléko), kyselina sírová, amylalkohol
(směs izomerů: 2-methylbutan-1-ol, 3-methylbutan-1-ol)

Pracovní postup:

1. Pomocí svorek umístíme butyrometr do stojanu.
2. Do butyrometru odpipetujeme 10 ml koncentrované kyseliny sírové (nutno používat ochranné pomůcky!)

3. Vzorek mléka vytemperujeme na teplotu 20 °C a jemně promícháme.
4. Pomocí pipety přidáme 11 ml mléka do butyrometru, tak aby nedošlo k promíchání s kyselinou (opatrně vypouštíme).
5. Přidáme 1 ml amylalkoholu (pomocí pipety)
6. Butyrometr uzavřeme zátkou a obsah intenzivně protřepeme (Pozor: uvolňuje se značné množství tepla)
7. Butyrometr vložíme do centrifugy a vzorek odstředíme po dobu 5 minut (1 000 rpm)
8. Připravíme si vodní lázeň a vzorek v butyrometru vytemperujeme na teplotu 65 °C
9. Po vytemperování odečteme hodnotu obsahu tuku a zaznamenáme do tabulky

Časová dotace: 20 min./1 vzorek

Vyhodnocení:

Vzorek	Zjištěná hodnota obsahu tuku (%)	
Plnotučné mléko		
Polotučné mléko		
Odstředěné mléko		
Porovnání zjištěných hodnot (závěr)		

2.3.4. Stanovení povrchového napětí

Úkol: Pomocí siloměru zjistíte povrchové napětí předložených vzorků (vzorky mléka a jogurtů). Naměřené výsledky slovně zdůvodněte.

Pomůcky a přístroje: siloměr (Vernier) spolu se senzorem síly, nádoba, špejle, nit, nůž

Chemikálie: reálné vzorky (mléko a jogurt)

Pracovní postup:

1. Do nádoby nalijeme předložený vzorek
2. Nařízneme konce špejle a pomocí niti vytvoříme uchycení k siloměru
3. Podle návodu nastavíme siloměr. Položíme špejli na hladinu, chvíli počkáme – než dojde k jejímu nasáknutí. Špejli zavěsíme na siloměr takovým způsobem, aby se nedotýkala hladiny
4. Vynulujeme hodnotu na siloměru.
5. Spustíme měření a opakovaně pokládáme špejli na hladinu a odtrháváme (pomalu, ne škubáním).
6. Ze získaného grafu odečteme maxima odpovídající velikosti síly potřebné k odtržení špejle od hladiny.
7. Provedeme výpočet povrchového napětí a vypočtenou hodnotu zaznamenáme do tabulky.
8. Změříme délku špejle a vypočítáme povrchové napětí.

$$\rho = \frac{F}{l}$$

Časová dotace: 10 min./1 vzorek

Vyhodnocení:

Výpočet povrchového napětí:

l ...délka špejle, F ... síla potřebná k odtržení špejle od hladiny

Vzorek	Vypočtená hodnota povrchového napětí ($\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$)	
Plnotučné mléko		
Polotučné mléko		
Odstředěné mléko		
Jogurt		
Porovnání zjištěných hodnot (závěr)		

2.3.5. Stanovení hustoty

Úkol: Stanovte hustotu předložených reálných vzorků (mléko a jogurt).

Naměřené výsledky slovně zdůvodněte.

Pomůcky: teploměr, váhy, odměrný válec.

Chemikálie: vzorky mléka

Pracovní postup:

1. Změřte objem vzorku pomocí odměrného válce.
2. Změřte hmotnost odměrného válce
3. Vypočítejte hustotu podle vzorce. (Počítejte v základních jednotkách.)
4. Porovnejte hodnoty s měřením hustoměrem (jestli je k dispozici).
5. Jakou průměrnou hustotu mělo vaší mléko? Existuje podezření na zředění mléka vodou? Proč?

Vyhodnocení výsledků:

Vzorek mléka	Naměřená hustota [$\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$]	Konstatace
č. 1		
č. 2		
č. 3		
jogurt		

Podle zákona je stanovena minimální hustota mléka hodnotou $1\,028 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ při $20\text{ }^\circ\text{C}$.

Časová dotace: 15 min

2.3.6. Stanovení vodivosti

Úkol: Stanovte vodivost předložených reálných vzorků (mléko a jogurt). Naměřené výsledky slovně zdůvodněte.

Pomůcky a přístroje: kádinky, senzor vodivosti Vernier – LabQuest, buničina, stříčka

Chemikálie: reálné vzorky (mléko a jogurt), destilovaná voda

Pracovní postup:

1. Pomocí pokynů vedoucího cvičení a návodu zkalibrujeme elektrodu.
2. Vzorky nalijeme do kádinek.
3. Postupně proměříme vodivosti vzorků. Při každé změně vzorku je potřeba opláchnout elektrodu destilovanou vodou a vysušit ji pomocí buničiny.
4. Získané výsledky zapíšeme do tabulky a slovně vyhodnotíme.

Vyhodnocení:

Vzorek	Naměřená vodivost	Porovnání hodnot
č. 1		
č. 2		
jogurt		

Časová dotace: 5 min./1 vzorek, 5 min kalibrace přístroje

2.3.7. Stanovení viskozity (SŠ ve spolupráci s UP)

Úkol: Stanovte viskozitu předložených reálných vzorků (mléko a jogurt). Naměřené výsledky slovně zdůvodněte.

Pomůcky a přístroje: kádinky, stříčka, plastová lžička na míchání, ubrousky, vibrační viskozimetr, teploměr

Chemikálie: reálné vzorky (mléko a jogurt), destilovaná voda

Pracovní postup:

1. Podle pokynů vedoucího cvičení připravíme vibrační viskozimetr.
2. Podle návodu provedeme jednobodovou kalibraci přístroje (pomocí destilované vody).
3. Před každým měřením změříme teplotu měřeného vzorku (v případě nutnosti vytemperujeme na laboratorní teplotu).
4. Vzorek umístíme do nádoby na vzorky (výška hladiny musí být mezi ryskami)
5. Změříme viskozitu reálných vzorků.
6. Při změně roztoku opatrně opláchneme pacičky viskozimetru destilovanou vodou
7. Naměřené výsledky zapíšeme do tabulky a vyhodnotíme

Vyhodnocení výsledků:

Vzorek	Teplota [°C]	Naměřená viskozita [Pa·s]	Porovnání hodnot
č. 1			
č. 2			
jogurt			

Časová dotace: 10 min./1 vzorek

3. Projekt: Poznej svoje okolí

Projekt „Poznej svoje okolí“ si klade cíl ukázat žákům vlastnosti vody a půdy může zkoumat, co člověku prospívá, co škodí, jaké vlastnosti vody jsou pro člověka škodlivé a jak se jich vyvarovat. Tedy co z našeho okolí může škodit, nebo jak zabránit devastaci svého životního prostředí. Základním kamenem projektu je poznat své okolí a to především z hlediska půdy, vody.

Během projektu budou žáci přinášet do školy vzorky z okolí svého bydliště a analyzovat je. Projekt je rozdělen do dvou tematických celků: půda a voda. Každá část je rozdělena na část teoretickou a praktickou. V praktické činnosti jsou realizovány formou laboratorních měření s příslušným vybavením. V prvních krocích se žáci naučí, jak správně odebrat vzorky půda a vody. Poté se získanými vzorky pracují a analyzují je.

Projekt je plánován na dvě fáze. V první fázi projektu se řeší témata vody a půdy. Celá třída je rozdělena na dvě poloviny a ty pak na podskupiny. Jedna polovina třídy zpracovává informace o vodě a druhá polovina zpracovává informace o půdě. Jejich úkol je vytvořit plakát, kde třídě podají informace o vlastnostech půdy a vody. Tyto plakáty jsou po celou dobu projektu přítomny ve třídě, kde žáci pracují, aby ve průběhu praktické části mohli s informacemi pracovat. V části skript 3.2 a 3.3 jsou shrnuty základní informace o vodě o půdě a část 3.4 obsahuje praktickou část projektu.

3.1. Odběry vzorků

Odběr samotného vzorku je velice důležitým prvkem všech rozborů. Způsob odběru a jeho následné úpravy závisí především na fyzikální povaze analyzovaného materiálu (kapalina, tuhá látka, plynná látka). Odběr se provádí tzv. vzorkováním (náhodné a systematické vzorkování), což je obvykle vícestupňový proces začínající odběrem primárního vzorku. Následně je zmenšována velikost (např. kvartací či děličem vzorků) primárního vzorku, a to až k dosažení vzorku laboratorního, ze kterého potřebnými úpravami vzniká vzorek analytický, který je podroben analýze.

Při vzorkování vzorku může docházet k několika chybám, kterými jsou např. diskriminační vzorkování, chyba vzorkovacího zařízení a špatné skladování odebraného vzorku. V případě diskriminačního vzorkování se jedná o vzorkování ze subjektivních důvodů, při kterém se přednostně odebírá určitá část

odebíraného materiálu. Chyba vzorkovacího zařízení může být způsobena volbou nevhodného zařízení ve spojení s odebíraným vzorkem. Zařízení není například schopné zachytit částice o určité velikosti apod. Během skladování vzorku musíme mít na paměti, že se mohou měnit vlastnosti vzorkovaného materiálu. Může docházet např. k oxidaci vzorku, odpaření, adsorpce na stěnu nádoby apod. Z tohoto důvodu je nutné dbát na použití správných skladovacích nádob a podmínek.

Před samotným odběrem vzorku musíme brát v úvahu následující okolnosti:

- zastoupení sledované látky ve vzorku – zda se jedná o látku hlavní, vedlejší nebo stopovou složku,
- požadovaná přesnost výsledku,
- požadavky analytické metody,
- parametry analytické metody,
- minimální množství materiálu, kterého bude potřeba na analýzu – vzhledem k úpravě vzorku a použité metodě,
- nezbytný počet odebraných vzorků,
- typ materiálu a jeho homogenita (vzorek homogenní či heterogenní),
- skladování vzorku.

3.1.1. Odběr vzorku půdy

Vzorky půdy se odebírají buď sondážními tyčemi, nebo z kopací sondy (pomocí rýče se vyhloubí díra, ze které se následně odebere vzorek půdy). Průměrný vzorek se skládá z minimálně 30 odběrových míst. Hloubka odběru je závislá především na typu pěstovaných plodin. Plocha odběru je volena podle druhu odebírané půdy. Nejčastěji se odebírá 0,5 až 1 kg půdy.

Odběr vzorků zemědělských půd je řízen Vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 275/1998 Sb., o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků.

Vzorkovnice používající se na odběr musí být z materiálu, který neovlivní složení vzorku. Dále musí odpovídat velikosti vzorku, musí být neprodyšně uzavíratelné, suché a čisté. Odebrané vzorky půdy se umísťují do papírových či plastových obalů. Pro většinu rozborů se nechávají obeschnout na vzduchu a následně se zbaví hrubších částí skeletu a rostlinných zbytků. Poté je vzorek podroben sítové analýze, která umožňuje rozdělení částic na základě jejich

velikosti. Podle potřeby je poté analyzována tzv. jemnozem I (propad přes síto s průměrem oka 2 mm) nebo tzv. jemnozem II (propad přes síto s průměrem oka 0,25 mm).

Každý vzorek musí být po odběru označen datem a místem odběru spolu s uvedením typu vzorku a údaji potřebnými pro laboratorní účely. Dále musí označení obsahovat informace o metrologických podmínkách, podmínkách skladování a v neposlední řadě jméno odebírajícího.

3.1.2. Odběr vzorku vody

Analyzovaný vzorek vody musí zastupovat jakost vody v místě, v bodu a také době odběru vzorku. Vzhledem k tomu, že rozmanitost podmínek, na které je potřeba brát ohled, je široká, nelze sestavit podrobný a jednotný předpis pro odběr vzorků vod, který by vyhovoval všem případům. Způsob odběru závisí především na druhu vody, místních podmínkách, účelu odběru a potřebného množství vzorku.

Vzorky jsou odebírány přímo do vzorkovnice nebo je možné použít tzv. vzorkovače. Vzorkovače jsou zařízení, které jsou schopny buď jednorázově, nebo opakovaně odebírat vzorky vody. Může se jednat např. o hlubinné vzorkovače (využívají se v místech, ke kterým není snadný přístup) nebo vzorkovače automatické (bez přítomnosti obsluhy). V případě použití vzorkovnic je potřeba mít na paměti, že je nutné zvolit druh vzorkovnice podle toho, jaké ukazatele vody budou stanovovány. Může se jednat především o vzorkovnice skleněné nebo plastové.

Vzhledem k tomu, že během skladování může vzorek podléhat různým změnám, je potřeba některé parametry vody stanovit bezprostředně po vlastním odběru vzorku. Ihned po odběru vzorku by měly mít stanoveny následující parametry: barva, pach, teplota, konduktivita, pH, Fe, Cl₂, kyselá neutralizační kapacita (KNK), zásadová neutralizační kapacita (ZNK), formy CO₂. Podle stanovovaných parametrů je nutné zvolit skladovací teplotu vzorku: vzorky mohou být skladovány bez úpravy teploty (např. stanovení zákalu, fluoridů, chloridů atd.), při teplotě 2–5 °C (např. stanovení konduktivity, dusičnanů, dusitanů, síranů) nebo při teplotě – 20 °C (např. stanovení chemické spotřeby kyslíku). Podle potřeby je také nutné provést konzervaci vzorku, která je schopna zabránit změnám hodnot sledovaných ukazatelů. Může se jednat o konzervaci spočívající v úpravě vzorku vody úpravou jeho pH, a to např. kyselinou sírovou, kyselinou dusičnou a kyselinou chlorovodíkovou.

3.2. Stanovení základních parametrů vody a půdy

Půda

Půda se vyvíjí na rozhraní atmosféry, hydrosféry, biosféry a litosféry a určuje řadu jak biologických tak nebiologických koloběhů a toků látek a taktéž energie. Dále reguluje biotické procesy, ovlivňuje chemickou, teplotní a vlhkostní bilanci atmosféry a řídí hydrologické toky v krajině a chemické složení vod.

Chemické složení půdy závisí především na klimatu, půdní hornině (ze které vznikla), procesech probíhajících v půdě a v neposlední řadě na činnosti člověka. Půda je složena z pevné části (zhruba 50 %), z pórů, děr a půdního edafonu (organismy žijící v půdě). Pevná část je tvořena minerálním podílem (asi 45 %) a podílem organickým (procentuální složení je proměnlivé). Póry a díry jsou vyplněny vzduchem a vodou (20–30 %).

Fyzikální vlastnosti jsou do značné míry ovlivněny vztahy mezi pevnou fází půdy, vzduchem a vodou. Můžeme je rozdělit do několika skupin, kterými jsou:

- základní vlastnosti – zrnitost, pórovitost, struktura půdy atd.
- hydrofyzikální a aerační vlastnosti – vodní kapacita, propustnost, vlhkost atd.
- teplotní vlastnosti – teplota půdy, tepelná vodivost atd.
- fyzikálně mechanické vlastnosti – soudržnost, přilnavost atd.

V rámci experimentální části zaměřené na analýzu půdy se žáci seznámí se stanovením pH, stanovením dusičnanů a stanovením humusu ve vzorku půdy.

3.2.1. Hodnota pH půdy

Hodnota pH půdy je důležitým parametrem charakterizujícím kyselost (aciditu) půdy (např. vliv kyselých dešťů). Hodnota pH půdy je dána především ionty vodíku, které jsou absorbovány půdními koloidy. Za určitých podmínek je možné uvolnění těchto iontů do půdního roztoku, což způsobí zvýšení kyselosti půdy. Hodnota pH vyšší než 9 a nižší než 3 má za následek úhyn rostlin.

Kyselost půdy je často snižována jejím vápněním. Podle kyselosti můžeme půdu rozdělit do tří skupin, kterými jsou:

- Kyselá půda – hodnota pH 4,0–6,6
- Neutrální půda – hodnota pH 6,7–7,3
- Zásaditá půda – hodnota pH 7,4–8,5

V případě vzorku půdy dochází ke stanovení výměnného pH půdy, které je možné stanovit několika metodami. Nejjednodušším způsobem je použití lakmusových papírků (slouží pouze ke stanovení orientační hodnoty pH). Nejčastěji a nejpřesněji se hodnota pH stanovuje potenciometricky (pomocí pH metru).

3.2.2. Dusičnany v půdě

Celkový obsah dusíku v půdě je tvořen sloučeninami, které jsou chemicky i mikrobiologicky těžce rozložitelné. Z tohoto důvodu je jeho obsah v půdě poměrně stálý. Dusík podporuje růst rostlin a je nutný pro tvorbu rostlinných bílkovin a chlorofylu.

Dusík se do půdy dostává např. z posklizňových zbytků, z hnojení (zelené hnojení, stájový hnůj, umělé hnojiva) a z likvidace odpadů. V půdě se dusík vyskytuje v několika formách, nejběžnějšími jsou amonné soli a dusičnany. V poslední době dochází vlivem vysokého hnojení ke zvýšení obsahu dusičnanů v půdě, což souvisí i s jeho zvýšeným obsahem v potravinách.

Obsah dusičnanů v půdním vzorku je nejčastěji stanovován spektrofotometricky. Další možnou metodou je přímá potenciometrie využívající iontově selektivní elektrodu (ISE). Potenciometrie je elektrochemická metoda využívající měření rovnovážného napětí článku. Článek je složen s měrné (indikační) a srovnávací (referenční) elektrody. Při přímé potenciometrii se koncentrace studované látky měří přímo jako potenciál elektrody. Vyhodnocení se provádí metodou kalibrační křivky.

3.2.3. Humus

Humus (neživá organická složka půdy) ovlivňuje úrodnost půdy, a proto je důležitý pro produkci kulturních plodin. Obsah humusu v půdě by měl být minimálně 2,5 %. Podstatnou roli však hraje především kvalita humusu, která může být posuzována např. podle poměru huminových kyselin a fulvokyselin. Význam humusu spočívá zejména ve zlepšování fyzikálně-chemických vlastností půdy. Humus poutá vláhu v půdě, zvyšuje jímavost vody a živin, zvyšuje záhřevnost půdy, podporuje mikrobiální činnost a je zásobníkem dusíku.

Humus můžeme rozdělit do několika skupin, kterými jsou:

- Humusové kyseliny
 - fulvokyseliny (nižší sorpční kapacita, vyšší acidita a pohyblivost, rozpustné ve vodě)
 - huminové kyseliny (nerozpustné ve vodě, vysoká sorpční schopnost)
 - humatomelanové kyseliny (ve vodě nerozpustné deriváty huminových kyselin)
- Humáty – soli humusových kyselin (soli Ca, Mg, Na, K)
- Huminy – komplexy humusových látek obsahující jílovité minerály
- Humusové uhlí (vysoký obsah uhlíku a dusíku)

Stanovení organických látek v půdě je založeno na stanovení uhlíku, který je v humusu obsažen. Stanovení je založeno na totální oxidaci kyselinou chromovou za přítomnosti kyseliny sírové. Nespoteřebovaná kyselina chromová je poté stanovena titrací odměrným roztokem síranu železnato-amonného na indikátor ferrouin.

Voda

Voda je jednou z nejdůležitějších složek života. Vodu můžeme rozdělit podle několika parametrů, kterými jsou výskyt (atmosférické, povrchové a podzemní vody), původ (přírodní a odpadní vody) a využití (pitné, užitkové, provozní a odpadní vody).

Chemické složení vody je ovlivněno vlivem příměsí přítomných v daných vodách, z čehož vyplývá, že každý zdroj vody má jinou kvalitu. Kvalitu vody zjišťujeme chemickým a mikrobiologickým rozbohem. Při chemickém rozboru jsou stanovovány parametry vody. Mezi základní parametry patří organoleptické (senzorické) vlastnosti, pH, konduktivita, tvrdost vody a koncentrace rozpuštěných a nerozpuštěných látek (anorganické a organické látky) ve vodě. Mezi organoleptické vlastnosti vody patří teplota, barva, zákal, pach a chuť. Parametry, se kterými se studenti seznámí v experimentální části, jsou pH, konduktivita, celková tvrdost vody a barva vody.

3.2.4. Hodnota pH vody

Měření hodnoty pH se provádí u všech druhů vod a má zásadní význam pro další posuzování vlastností analyzované vody. Hodnota pH vzorků vod je silně závislá na jejím chemickém a biologickém znečištění a také na teplotě, při které je měřena. Hodnota pH je např. významným ukazatelem jakosti pitné vody. Nejvhodnější hodnota pH pitné vody je v rozmezí 6,5–7,5. Mezní hodnota pH stanovená pro pitnou vodu je 6,5–9,0.

Stupnice pH nabývá hodnot 0 až 14 a charakterizuje do jaké míry je daný vzorek kyselý či zásaditý. Destilovaná voda (neobsahující oxid uhličitý) má hodnotu pH rovnu 7, což je hodnota neutrální. Čím je hodnota nižší (oproti pH 7), tím je roztok kyselější a naopak čím je hodnota vyšší (oproti pH 7), tím je roztok zásaditější.

Hodnotu pH je možné stanovit různými metodami. Nejjednodušším způsobem je použití lakmusových papírků. Dále je možno využít kolorimetrických metod využívajících barevnou změnu acidobazických indikátorů. Tyto metody však slouží pouze k orientačnímu stanovení pH. Nejčastěji a nejpřesněji se hodnota pH stanovuje potenciometricky (pomocí pH metru). Tuto metodu lze používat u vzorků všech druhů vod, i odpadních.

3.2.5. Barva vody

Barva čisté vody se v průhledu světla do dostatečné hloubky jeví jako světle modrá. Zbarvení přírodních vod může být způsobeno například obsahem látek huminového charakteru, obsahem železa, koloidními částicemi jílu apod. Vody v přírodních vodních nádržích mohou v období jarní a podzimní cirkulace získat zabarvení ze zvěřeného sedimentu.

Při hodnocení barvy se rozlišuje barva zdánlivá (v původním vzorku je možné ji odstranit filtrací) a skutečná (není možné ji odstranit filtrací). Zdánlivá barva je způsobena koloidními a suspendovanými nerozpuštěnými látkami. Skutečná barva je způsobena rozpuštěnými látkami (např. barviva v odpadních vodách z textilního průmyslu). Při vlastním analytickém hodnocení barvy vody je možné vlastní barvu vody zanedbat.

Objektivní hodnocení skutečné barvy vody je možné získat měřením celého spektra ve viditelné oblasti záření (400–780 nm). Pro měření skutečné barvy vody je potřeba odstranit zdánlivou barvu filtrací. Vzorek se filtruje membránovým filtrem o velikosti pórů 0,45 μm . Barevný odstín často závisí na hodnotě

pH a teplotě, a proto se tyto hodnoty uvádějí v protokolu výsledků stanovení skutečné barvy.

3.2.6. Konduktivita vody

Konduktivita vody vyjadřuje koncentraci rozpuštěných disociovaných látek (iontů) ve vodě. Pomocí konduktivity můžeme vyjádřit přibližný obsah minerálních látek, které jsou ve vodě obsaženy. Konduktivita je nejčastěji uváděna v jednotkách $\mu\text{S/cm}$. Pokud naměřenou hodnotu konduktivity vynásobíme 0,8krát, získáme přibližnou hodnotu rozpuštěných látek v mg/l . Hodnoty konduktivity se pro destilovanou vodu pohybují v rozmezí od 0,5 do 3,0 $\mu\text{S/cm}$ a v případě pitné vody má konduktivita průměrnou hodnotu okolo 400 $\mu\text{S/cm}$.

Tabulka 6 Hodnoty konduktivity a koncentrace iontů vybraných druhů vod

Druh vody	Konduktivita ($\mu\text{S/cm}$)	Koncentrace iontů (mg/l)	
Destilovaná voda	0,5–3	0,4–2,4	
Pitná voda	mezí hodnota	1 250	1 000
	optimální hodnota	250–500	200–400
	průměrná hodnota	400	320
Kojenecká a stolní voda: mezí hodnota	1 000	800	
Povrchová a podzemní voda	50–500	40–400	

Konduktivitu můžeme měřit podle typu přístroje nejen v laboratoři, ale s použitím přenosných měřičů je možné provádět měření přímo v terénu. Konduktivita se měří co nejdříve po odběru vzorku vody. K odběru se nesmí používat vzorkovnice ze sodného skla, vhodné jsou polyethylenové vzorkovnice. Vzorky musí být před měřením vytemperovány na laboratorní teplotu (25 °C).

3.2.7. Celková tvrdost vody

Tvrdost vody můžeme rozdělit na tvrdost přechodnou (způsobena hydrogenuhlíčitany vápníku a hořčíku) a tvrdost trvalou (způsobena sírany vápenatým a hořečnatým). Součtem tvrdosti přechodné a trvalé získáme **tvrdost celkovou**. Voda, která má hodnotu celkové tvrdosti do 0,7 mmol/l je považována za velmi měkkou, nad hodnotu 3,75 mmol/l usuzujeme vodu velmi tvrdou.

Tabulka 7 Celková tvrdost vody

Tvrdost vody	Koncentrace $Mg^{2+} + Ca^{2+}$ (mmol/l)
<i>velmi tvrdá</i>	> 3,76
<i>tvrdá</i>	2,51–3,75
<i>středně tvrdá</i>	1,26–2,5
<i>měkká</i>	0,71–1,25
<i>velmi měkká</i>	< 0,7

Stanovení tvrdosti vody je možno provést chelatometrickou titrací. Principem chelatometrie je reakce stanovovaného kationu kovu s odměrným činidlem (Chelatonem III), při níž vzniká málo disociovaný, ve vodě rozpustný komplex. Indikace bodu ekvivalence je prováděna vizuálně pomocí indikátorů, které tvoří se stanovovaným kationem barevný komplex.

3.3. PRAKTICKÁ ČÁST projektu „Poznej svoje okolí“

Půda

Úkol: Stanovte vybrané parametry předloženého vzorku (půda). Ke každé úloze vypracujte protokol o provedené práci zahrnující obecný princip metody, stručný pracovní postup, získané výsledky spolu s výpočty, závěr (se slovním komentářem).

3.3.1. Stanovení pH půdy

Úkol: Z předloženého vzorku půdy připravte vodní výluh a stanovte jeho pH

Potřebné pomůcky a přístroje: pH metr se skleněnou kombinovanou elektrodou, ultrazvuková lázeň, elektromagnetická míchačka, elektromagnetické míchadlo, váhy, kádinky, stříčka, navažovací sklíčko.

Chemikálie: Chlorid draselný (koncentrace 1 mol/l), kalibrační roztoky nutné pro kalibraci pH metru, destilovaná voda, vzorek půdy

Pracovní postup:

- Do kádinky o objemu 150 ml se naváží 20 g půdního vzorku, přidá se 50 ml chloridu draselného o koncentraci 1 mol/l a kádinka se umístí na 1,5 hodiny do ultrazvukové lázně.
- Podle pokynů vedoucího cvičení se připojí skleněná kombinovaná elektroda k pH metru a pomocí kalibračních roztoků se provede jeho kalibrace.
- Kádinka se po vytažení z ultrazvuku umístí na elektromagnetickou míchačku, do kádinky se vloží elektromagnetické míchání a roztok se začne pozvolna míchat.
- Do kádinky se vloží elektroda a to tak, aby se nedotýkala stěny kádinky ani elektromagnetického míchadla.
- Půdní výluh se míchá 2 minuty a poté se zaznamená jeho hodnota pH.
- Hodnota se zapíše a slovně se zdůvodní do protokolu.

3.3.2. Potenciometrické stanovení dusičnanů ve vzorku půdy

Úkol: Pomocí přímé potenciometrie stanovte obsah dusičnanů v předloženém vzorku půdy

Potřebné pomůcky a přístroje: potenciometr vybavený měrnou a srovnávací elektrodou, ultrazvuková lázeň, váhy, vaříč, filtrační aparatura, Erlenmayerova baňka, kádinka, navažovací lodička, lžička, stříčka

Chemikálie: 1 % roztok síranu draselného, chloroform, kalibrační sada roztoků obsahující potřebné koncentrace dusičnanů, vzorek půdy, destilovaná voda

Pracovní postup:

- Do Erlenmayerovy baňky o objemu 100 ml se naváží 15 g vzorku půdy, přidá se 75 ml 1 % roztoku síranu draselného.
- Baňka se umístí na 1 hodinu do ultrazvukové lázně.
- Připraví se filtrační aparatura, na vaříč se dá zahřívát voda nutná pro promytí filtru.
- Po vytažení z ultrazvukové lázně se suspenze filtruje přes skládaný filtr předem promytý horkou vodou.
- Vzniklý filtrát se konzervuje několika kapkami chloroformu a použije se pro potenciometrické stanovení obsahu dusičnanů.
- Podle pokynů vedoucího cvičení se připojí elektrody k potenciometru.
- Nejprve se proměří sada kalibračních roztoků, poté připravený vzorek – vždy je nutné počkat 1 minutu pro ustálení potenciálu.
- Pomocí naměřených hodnot elektromotorického napětí se sestrojí kalibrační křivka (závislost elektromotorického napětí na logaritmu koncentrace dusičnanů) a vypočte se obsah dusičnanů v předloženém vzorku půdy.
- Vypočtená hodnota se slovně zdůvodní v protokolu.

3.3.3. Stanovení obsahu humusu ve vzorku půdy

Úkol: Stanovte obsah organických látek (humusu) v předloženém vzorku půdy

Potřebné pomůcky a přístroje: sušárna, titrační aparatura (stojan, svorky, byreta, nálevka), titrační baňky, pipeta, hodinové skla, lžička

Chemikálie: síran železnato-amonný, indikátor ferroin, dichroman, kyselina sírová, vzorek půdy

Pracovní postup:

- Do titrační baňky o objemu 100 ml se naváží 0,2 g vzorku půdy.
- Přidá se 10 ml roztoku dichromanu v kyselině sírové (roztok je předem připraven) a obsah se promíchá takovým způsobem, aby půda nezůstala na stěnách baňky.
- Připraví se slepý pokus – do tří titračních baněk se odměří 10 ml roztoku dichromanu v kyselině sírové.
- Baňky se přikryjí hodinovým sklem a vloží se do sušárny vyhřáté na 125 °C.
- Vzorky se v sušárně ponechají 45 minut.
- Připraví se filtrační aparatura.
- Po vychladnutí titračních baněk se roztoky titrují odměrným roztokem síranu železnato-amonného na indikátor ferroin.
- Titrace se ukončí při dosažení červeno-hnědého zbarvení, zapíše se spotřeba odměrného roztoku.
- Podle vzorce (kde V_1 – průměrná hodnota spotřeby odměrného roztoku na slepý pokus) se vypočítá obsah organického uhlíku respektive humusu v předloženém vzorku.
- Vypočtená hodnota se slovně zdůvodní v protokolu.

Voda

Úkol: Stanovte vybrané parametry předloženého vzorku (voda). Ke každé úloze vypracujte protokol o provedené práci zahrnující obecný princip metody, stručný pracovní postup, získané výsledky spolu s výpočty, závěr (se slovním komentářem).

3.3.4. Stanovení pH a konduktivity vody

Úkol: Stanovte pH a konduktivitu předloženého vzorku vody

Potřebné pomůcky a přístroje: pH metr se skleněnou kombinovanou elektrodou, konduktometr, kalibrační pufrы potřebné pro kalibraci pH metru, lakmusové papírky, stříčka

Chemikálie: vzorek vody, kalibrační pufrы potřebné pro kalibraci pH metru, destilovaná voda

Pracovní postup:

- Nejprve změříme pomocí lakmusových papírků přibližné pH předloženého vzorku vody, zjištěnou hodnotu zapíšeme.
- Podle pokynů vedoucího cvičení připojíme kombinovanou skleněnou elektrodu k pH metru a pomocí kalibračních roztoků provedeme kalibraci přístroje.
- Změříme pH předloženého vzorku vody a zjištěnou hodnotu zapíšeme, zjištěnou hodnotu slovně zdůvodníme v protokolu.
- Podle pokynů vedoucího cvičení změříme konduktivitu předloženého vzorku vody, hodnotu zapíšeme a slovně zdůvodníme v protokolu.
- Pro porovnání můžeme změřit pH a konduktivitu destilované vody a hodnoty následně porovnat a slovně odůvodnit.

3.3.5. Stanovení celkové tvrdosti vody

Úkol: Chelatometrickou titrací stanovte celkovou tvrdost předloženého vzorku vody

Potřebné pomůcky a přístroje: titrační aparatura (stojan, svorky, byreta, nálevka), titrační baňky, odměrný válec, pipeta

Chemikálie: vzorek vody, Schwarzenbachův pufr, indikátor eriochromčern T, odměrný roztok Chelaton III o koncentraci 0,05 mol/l

Pracovní postup:

- Do titrační baňky napipetujeme 50 ml vzorku vody.
- Pomocí odměrného válce přidáme 5 ml Schwarzenbachova pufru a indikátor eriochromčern T (na špičku špachtle).
- Roztok titrujeme odměrným roztokem Chelatonu III o koncentraci 0,05 mol/l.
- Sledujeme změnu roztoku z vínově červené na modrou, zapíšeme spotřebu Chelatonu III.
- Titraci provedeme stejným způsobem 3krát.
- Zjištěné hodnoty spotřeby odměrného činidla zprůměrujeme a vypočteme celkovou tvrdost vody.
- Podle vypočtené hodnoty tvrdosti vody vzorek zařadíme do příslušné kategorie a výsledek slovně zdůvodníme v protokolu.

3.3.6. Spektrofotometrické stanovení skutečné barvy vody¹⁴

Úkol: Spektrofotometricky stanovte skutečnou barvu předloženého vzorku vody

Potřebné pomůcky a přístroje: spektrofotometr (umožňující měření při vlnových délkách 432 nm, 525 nm a 620 nm), kyvety, stříkačkové mikrofiltry, stříkačky

Chemikálie: vzorek vody, destilovaná voda

Pracovní postup

- Destilovanou vodu a vzorek vody přefiltrujeme přes stříkačkový mikrofiltr.
- Podle pokynů přístroje si připravíme spektrofotometr.
- Nastavíme vlnovou délku na hodnotu 432 nm.

¹⁴ pro SŠ

- Změříme absorbanci proti opticky čisté vodě (destilovaná voda přefiltrovaná přes mikrofiltr).
- Změříme absorbanci i při vlnových délkách 525 nm a 620 nm.
- Vypočítáme hodnoty spektrálních absorpčních koeficientů pro použité vlnové délky, a to podle vztahu

$$\alpha(\lambda) = (A(\lambda) / d) \cdot 100,$$

kde A je absorbance vzorku a d je optická dráha v cm.

- Vypočtené hodnoty slovně zdůvodníme v protokolu.

Použitá literatura

Patnaik P.: Handbook of Environmental Analysis: Chemical Pollutants in Air, Water, Soil, and Solid Wastes, CRC Press, Boca Raton, 2010.

Šťulík K. a kol.: Analytické separační metody, Karolinum Praha, 2005.

Zýka J. a kol.: Analytická příručka, 1. díl, SNTL Praha, 1988.

Harvey D.: Modern Analytical Chemistry, The McGraw-Hill Companies USA, 2000.

Tomášek M.: Půdy, Česká geologická služba, Praha, 2007.

Pitter P.: Hydrochemie, VŠCHT Praha, 2009.

Horáková M. a kol.: Analytika vody, VŠCHT Praha, 2003.

Manahan S. E.: Environmental chemistry. CRC Press, Boca Raton 2005.

Kegley S. E., Andrews J.: The chemistry of water. University Science Book, Kalifornie 1998.

Snoeying V. L., Jenkins D.: Water chemistry. John Wiley and Sons, New York 1980.

4. Hluk

Projekt hluk je také zaměřen na kvalitu našeho životního prostředí, ve kterém žijeme. Projekt zahrnuje část zabývající je hlukem z fyzikálního hlediska, biologického hlediska a z hlediska ochrany životního prostředí.

Projekt je navržen pro 2. ročník gymnázia, tak aby posiloval mezipředmětové vazby mezi fyzikou, biologií a ochranou životního prostředí. Předpokládá se, že účastníci projektu jsou již seznámeni s mechanickým vlněním, s pojmy a vztahy pro šíření zvuku a s pojmy jako intenzita hlasitost a parametry zvuku. Dále z biologie jsou seznámeni s anatomií sluchového a hlasového aparátu.

Projekt je rozčleněn do sedmi aktivit. Z nichž každá má jiný charakter:

- Aktivita 1 – motivace
- Aktivita 2 – opakování vstupních pojmů
- Aktivita 3 – motivace prostřednictvím jednoduchého vyšetření sluchu
- Aktivita 4 – práce s informacemi – třídění a hodnocení
- Aktivita 5 – praktické měření pomocí hlukoměru a mobilního telefonu v okolí školy a doma
- Aktivita 6 – upevňování informací o velikosti hluku

Každá aktivita je časově omezena, tento projekt je plánován na 8 vyučovacích hodin.

Přínos projektu k rozvoji osobnosti žáka

- vede k uvědomování si podmínek života a možností jejich ohrožování,
- přispívá ke schopnosti přizpůsobit vlastní činnost potřebám a cílům týmu,
- usiluje v rámci svých možností a zkušeností o aktivní podporu zdraví,
- vytrvalosti a soustavnosti při plnění zadaných úkolů, k uplatňování tvořivosti a vlastních nápadů při pracovní činnosti a k vynakládání úsilí na dosažení kvalitního výsledku

Získané kompetence

- Kompetence k učení
 - vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení, propojení a systematizace je efektivně využívá v procesu učení, tvůrčích činnostech a praktickém životě
- Kompetence k řešení problému
 - vyhledá informace vhodné k řešení problému, nachází jejich shodné, podobné a odlišné znaky
- Kompetence komunikativní
 - rozumí různým typům textů a záznamů, obrazových materiálů a jiných informačních a komunikačních prostředků, přemýšlí o nich, reaguje na ně a tvořivě je využívá ke svému rozvoji
 - využívá získané komunikativní dovednosti k vytváření vztahů potřebných k plnohodnotnému soužití a kvalitní spolupráci s ostatními lidmi
- Kompetence pracovní
 - používá bezpečně a účinně materiály, nástroje a vybavení, dodržuje vymezená pravidla, plní povinnosti a závazky,

Oborové cíle

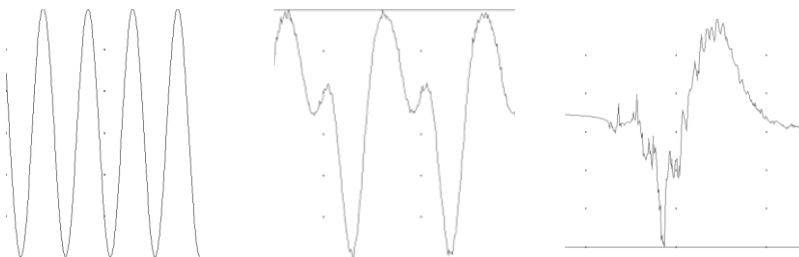
- použití nabytých poznatků z vyučovacích hodin biologie, fyziky, chemie a výchovy ke zdraví
- propojení poznatků z jednotlivých předmětů (celistvý pohled na danou problematiku, mezipředmětové vztahy, vyhledávání a zpracování informací)
- pracuje s textem a obrázkem v textovém editoru
- hodnotí životní prostředí, ve kterém žije

V následujících kapitolách 4.1–4.6 jsou shrnuty základní informace o daném projektovém tématu. V části 4.7 jsou popsány projektové aktivity a pracovní listy.

4.1. Zvuk a jeho vlastnosti.

Věda zabývající se zvukem, jeho šířením a vnímáním se nazývá akustika, v souvislosti se sluchovým orgánem mluvíme o fyziologické akustice. Každé mechanické vlnění v látkovém prostředí, které vyvolává v lidském uchu sluchový vjem, nazýváme zvukem. Původcem zvukového vlnění (vysílačem) je chvějící se pružné těleso, které právě svým chvěním vysílá do prostředí mechanické kmity (např. kytarová struna, chvění membrány reproduktoru, chvění lidských hlasivek). Mechanické kmity se šíří jen v prostředí s částicemi, tedy ne ve vakuu. Zvuk je přijímán přijímačem, např. lidským uchem, mikrofonem. Zvukem nazýváme mechanické vlnění o frekvenci v rozmezí od 20 Hz do 20 000 Hz. V oblasti frekvence menší než 20 Hz je mechanické vlnění nazýváno infrazvuk, v oblasti větší než 20 000 Hz je to ultrazvuk. Sluchové orgány živočichů se liší schopností vnímat různé frekvence, např. pes má citlivější ucho než člověk a zaslechne i zvuk o frekvenci 46 kHz.

Zvuky můžeme rozdělit podle periodicity na periodické a neperiodické. Mezi periodické zvuky patří jednoduchý tón. Jednoduchý tón se vyznačuje harmonickým průběhem (funkce sinus) a obsahuje jen jednu frekvenci. Periodický složený tón má složitější průběh a je složený z více harmonických kmitů. Mezi tyto periodické zvuky můžeme zařadit i samohlásky /a/, /e/, /i/, /o/, /u/. Příkladem neperiodických zvuků je např. tlesknutí, lupnutí, chrápání či šum, který doprovází sluchové vjemy aj.



Obr. 11 průběh periodického, složeného periodického a neperiodického zvuku (tlesknutí)

Šíření zvuku v různých prostředích

K popisu šíření zvuku v prostředí používáme tyto fyzikální veličiny: frekvence mechanického kmitání f , $[f] = \text{Hz}$, rychlost šíření v , $[v] = \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ a vlnovou délku λ , $[\lambda] = \text{m}$. Mezi těmito veličinami platí následující vztah:

$$v = \lambda f$$

Jak už bylo řečeno, zvuk potřebuje k šíření pružné látkové prostředí (vzduch, voda, pevná látka). Pro dané prostředí je charakteristická rychlost šíření zvuku, která závisí především na teplotě. Pro rychlost šíření zvuku ve vzduchu platí vztah

$$v = (331 + 0,61t) \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

kde t je teplota vzduchu v $^{\circ}\text{C}$.

Parametry zvuku

Zvuk charakterizujeme třemi základními parametry: výškou, barvou a hlasitostí. Tyto vlastnosti můžeme vyjádřit fyzikálními veličinami.

Výška

Parametrem určujícím výšku tónu je frekvence. Tóny o nízké frekvenci vnímáme jako hluboké a naopak, tóny jejichž základní frekvence dosahuje vysokých hodnot, vnímáme právě jako tóny vysoké.

Barva tónu

Při stejné výšce se tóny mohou lišit svým zabarvením. Barvu tónu určují vyšší harmonické frekvence, které jsou ve zvuku obsaženy. Vlivem barvy zvuku jsme schopni od sebe rozpoznat sluchem různé hudební nástroje nebo hlasy jednotlivých osob.

Hlasitost

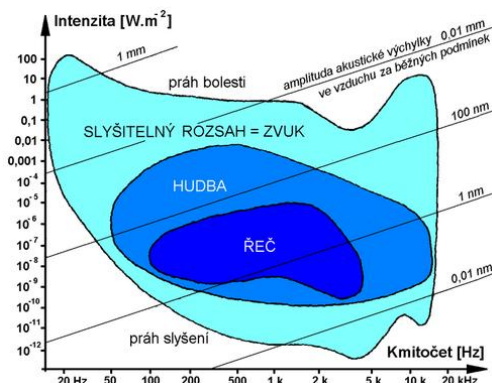
Pro určení hlasitosti je pomocnou fyzikální veličinou intenzita zvuku. Intenzitu zvuku definujeme jako energii E prošlou za čas t plochou S kolmo orientovanou:

$$I = \frac{E}{St}$$

Normální hodnota prahové slyšitelné intenzity pro lidské ucho při frekvenci 1 000 Hz je $10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Hlasitost zvuku je však subjektivní veličina a každý jedinec ji vnímá jinak. Vnímání hlasitosti zvuku je závislé na sluchových schopnostech ucha jedince. Měřitelnou veličinou je hladina intenzity zvuku, značíme L , v jednotkách decibel [dB]. Hladinu intenzity zvuku definujeme takto

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Kde I_0 je smluvní vztažná intenzita $I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ a I je intenzita zvuku.



Obr. 12 Vnímání zvuku člověkem¹⁵

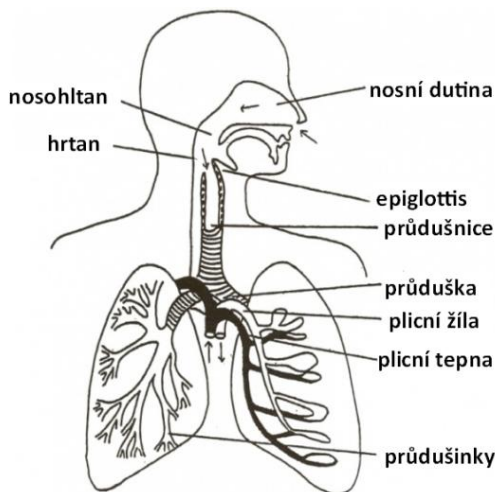
4.2. Lidský hlas a jeho tvorba

Fonetika je věda zabývající se generováním zvuku z hlediska anatomie hlasového ústrojí. Již první lidé se dorozumívali pomocí zvuků a skřeků, které daly základ k vytváření hlásek, slabik a slov. Ke tvorbě zvuku využíváme hlasové ústrojí, které při generování zvuku využívá parametrů vydechaného vzduchu, tj. tlaku, proudění a energie.

¹⁵ Tzbinfo. *Fyziologické vymezení zvuku* [online]. 2001. vyd. [cit. 2014-04-09]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb/fyziologicke-vymezeni-zvuku>

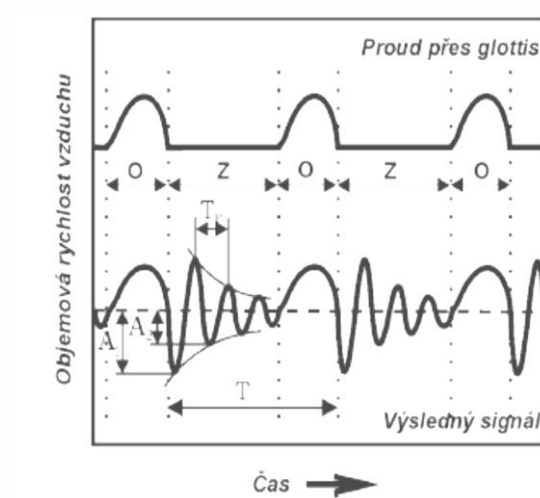
Hlasové ústrojí

Lidský hlas je vytvářen hlasovým aparátem, který je součástí dýchací soustavy (obr. 13). Hlasový aparát se skládá ze tří základních částí. První částí jsou plíce jako zásobník vzduchu. Dále hrtan, ve kterém jsou umístěny hlasivky. Poslední částí je vokální trakt tvořený dutinou hrdelní, ústní, nosní a retní. Z plic proudí vzduch přes průdušky a průdušnici do hrtanu, kde jsou v jeho zúžené části umístěny hlasivky. Díky přítomnosti překážek vzniklých přiblížením hlasivek k sobě se procházející vzduch modifikuje čímž je zajištěna různorodost zvuků. Kmity hlasivek vytvářejí akustický signál, který se dále šíří do dutiny ústní. Změnami tvaru dutiny ústní lze poté vytvářet velké množství různých zvuků. Jiné dutiny, např. dutina nosní se podílí na tvorbě nosových samohlásek např. ve francouzštině.



Obr. 13 Dýchací ústrojí¹⁶

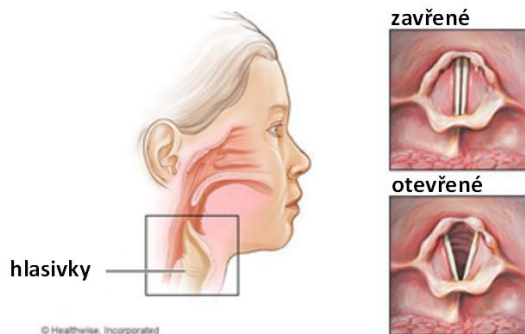
¹⁶ *Vše kolem mě ...* [online]. [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://adykacer.blog.cz/0811/dychaci-soustava>



Obr. 14 Ilustrace formování akustického signálu hlasu. V horní části modulace akustické vlny vlivem otevírání a uzavírání hlasivek. V dolní části akustický signál po průchodu rezonanční prostorem¹⁷

Zdrojem lidského hlasu jsou kmity hlasivek, které přerušují vzduchový proud a tak vytvářejí prvotní akustický signál. Po uzavření hlasivek unikají molekuly vzduchu směrem od hlasivek a vznikají oscilace v rezonančních dutinách, naopak otevřením hlasivek se oscilace utlumí. Jinými slovy je tvorba hlasu podmíněna pohybem a změnou tvaru hlasivkové štěrbiny (stahování a uvolňování svalů hlasivek). Dutina ústní tvoří nad hlasivkami rezonanční prostor, kde se akustický signál dále mění.

¹⁷ ŠVEC, Jan. *Studium mechanicko-akustických vlastností lidského hlasu*. (Dizertační práce), Olomouc: Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, Katedra experimentální fyziky, 1996.



Obr. 15 Uložení hlasové ústrojí, zavřené a otevřené hlasivky¹⁸

Charakteristika lidského hlasu

Tvar rezonanční dutiny a vlastnosti hlasivek se různí, proto je pro každého jedince charakteristický jiný hlas. U lidského hlasu hodnotíme základní parametry¹⁹:

- výšku,
- hlasitost,
- barvu,
- kvalitu,
- flexibilitu,
- znělost a neznělost.

Výška hlasu je závislá na materiálových charakteristikách hlasivek (délka hlasivek a struktura). Základní výška hlasu je dána základní frekvencí. Průměrná výška mužského hlasu je asi 110 Hz, u žen 220 Hz a u dětí 330 Hz. V tabulce 8 jsou uvedeny hodnoty základních frekvencí pro jednotlivé skupiny. Tato základní frekvence je přítomna při tvorbě všech znělých zvuků, tj. samohlásek a znělých souhlásek.

¹⁸ Výuka zpěvu [online]. [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://vyukaspevu.weblahko.sk/Vyuka-spevu.html>

Tabulka 8 Základní frekvence u mužů, žen a dětí¹⁹

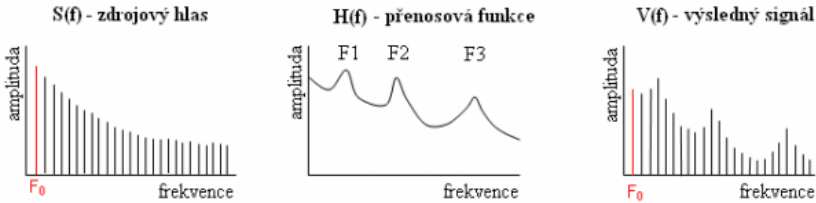
	základní frekvence f_0		
	průměrná f_0	minimální f_0	maximální f_0
muži	330	200	500
ženy	220	150	350
děti	110	80	200

Hladina intenzity (hlasitost) se při konverzaci pohybuje od 20 dB (šepot) do 50 dB (přednes). Změna hladiny intenzity je způsobena měnění se aktivitou plíc. *Barva hlasu* je důsledkem rezonance v dutině ústní a počtu vyšších harmonických frekvencí. Díky vyšším harmonickým frekvencím obsažených v hlasu, dokážeme rozeznat od sebe osoby sluchem. Barva hlasu je podmíněna také vrozeně, ale i mluvicí nebo pěveckou technikou, či psychickým rozpoložením. *Kvalita hlasu* je dána poměrem amplitudy užitečného tónu k celkovému akustickému šumu. *Flexibilita* je celistvý vjem ostatních parametrů, tj. výšky, intenzity, barvy a kvality. Do této charakteristiky patří i řečové tempo, které je dáno počtem vyslovených slabik za jednotku času. Poslední charakteristikou je *znělost a neznělost*. Zvuk neznělý se vytváří, pokud jsou hlasivky v klidové poloze, jsou pootevřeny. Naopak všechny znělé samohlásky mají původ ve vibracích hlasivek.

Frekvenční složky hlasu

Lidský hlas obsahuje frekvenční složky dvojího typu a to zdrojový hlas hlasivek a rezonanční frekvence vokálního traktu. Základní akustický signál vycházející z hlasivek se skládá ze základní frekvence f_0 a určitého počtu vyšších harmonických složek. Frekvence f_0 vzniká pomocí fonace, kdy dochází ke vzniku hrtanového hlasu. Tento hlas nelze měnit, je vlastní každému člověku.

¹⁹ MIŠUN, Vojtěch. *Tajemství lidského hlasu*. 1. vyd. Brno: VUTIUUM, 2010, 391 s. ISBN 978-80-214-3499-8.



Obr. 16 Formování frekvenčního spektra²⁰

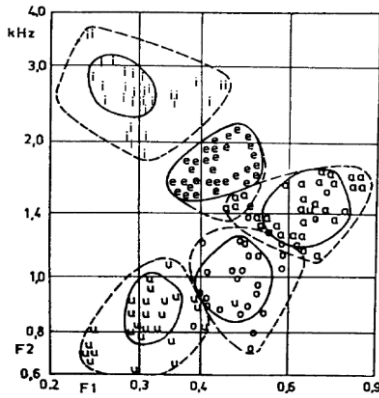
Formování frekvenčního spektra samohlásek je přibliženo na obr. 16. Harmonické spektrum primárního akustického signálu zdroje je ilustrováno vlevo. Harmonické složky zdroje vykazují monotónně klesající amplitudu ve směru k vyšším frekvencím. Na obr. 16 uprostřed je znázorněna přenosová funkce vokálního traktu, podle které se modifikuje spektrum primárního tónu.

Rezonanční oblasti se objevují na přenosové funkci jako rezonanční maxima. Můžeme zde rozeznat tři rezonanční maxima - formanty, které jsou označeny jako F1 až F3. Polohou těchto formantů je definována každá samohláska. Výsledný signál (vpravo) je kombinací příspěvků jak od zdroje, tak od rezonančních dutin. Tato rezonanční maxima můžeme ovlivňovat artikulací, změnou velikosti a tvaru dutin, tvarem a mírou otevření úst. Takto dochází k rozlišování jednotlivých samohlásek.

Tvorba samohlásek

Pro tvorbu českých samohlásek je důležitá hrtanová a ústní dutina – vokální trakt. Samohlásky jsou definovány *formanty*. Z hlediska akustické definice jsou pro samohlásky důležité první tři formanty, značíme F1, F2, F3. Polohu prvního a druhého formantu českých samohlásek lze vyčíst z grafu na obrázku 17, kde na vodorovné osy nanášíme hodnotu formantu F1 a na svislou osu hodnotu formantu F2. Poloha jedné samohlásky je určena oblastí, ne jedním bodem, protože formanty závisí na tvaru a velikosti rezonančních dutin, lze jednu samohlásku vyslovit s jiným frekvenčním posuvem.

²⁰ GILÁNIOVÁ, Tereza. *Analýza náhradních zdrojových hlasů po laryngektomii* [online]. Brno, 2009 [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18784. Diplomová práce. Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Vojtěch Mišun.



Obr. 17 Poloha prvního a druhého formantu samohlásek²¹

4.3. O našem sluchu

Jedním z našich pěti smyslů je sluch. Sluch je smysl, který je společný pro vyšší živočichy. Smyslovým orgánem pro slyšení je ucho. V lidském uchu se nacházejí receptory registrující změny mechanické energie (tlaku), která se šíří vzduchem pomocí akustických vln. Tlakové receptory se nacházejí i na kůži, ale nejsou tak citlivé jako v uchu. Ucho je někdy označováno jako receptor jemného hmatu. Ucho je receptor, který mění přijatou mechanickou energii na elektrický signál, který je veden dále do mozku. Ucho je také statokineticickým receptorem, vnímá změny polohy a změny zrychlení. Ve vnímání zvuků uchem jsou mezi lidmi rozdíly, které se prohlubují se zvyšujícím se věkem.²²

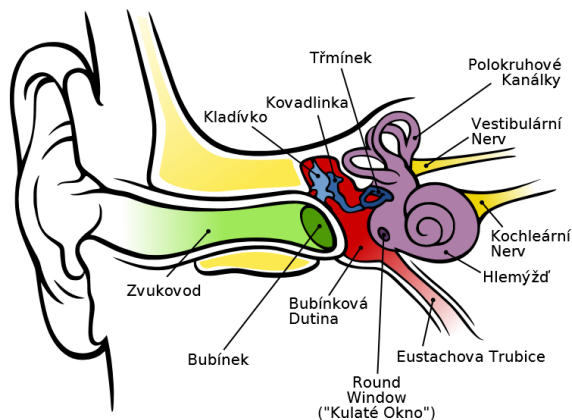
Anatomie sluchového orgánu

Ucho se skládá ze tří částí: vnější ucho, střední ucho a vnitřní ucho. Vnější ucho je tvořeno boltcem a zvukovodem zakončeným bubínkem. Střední ucho začíná bubínkem. Prostor středního ucha je vyplněn vzduchem, ve kterém jsou umístěny sluchové kůstky (kladívko, kovádlínka, třmínek), které převádějí zvuk do vnitřního ucha. Eustachova trubice, která vede do středního ucha, spojuje bu-

²¹ Výuka zpěvu [online]. [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://vyukaspevu.weblahko.sk/Vyuka-spevu.html>

²² NAVRÁTIL, Leoš. *Medicinská biofyzika*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2005, 524 s. ISBN 80-247-1152-4.

bílkovou dutinu a nosohltan a vyrovnává takto tlak ve středním uchu s tlakem v okolním prostředí. Tuto funkci ucha poznáme, když stoupáme nebo klesáme rychle s nadmořskou výškou. Vnitřní ucho je uloženo v kostěném labyrintu, ve kterém se nachází blanitý labyrint, který se skládá z dvou váčků (vejčítý a kulovitý), tří polokruhovitých kanálků a hlemýždě. Blanitý labyrint je vyplněn perilymfou, která má stejné složení jako extracelulární tekutina. V hlemýždi se nachází Cortiho orgán, který je tvořen sluchovými vláskovými buňkami.²³



Obr. 18 Anatomie ucha²⁴

Vedení zvuku

Zvuk z vnějšího prostředí přichází k uchu ušním boltcem a dále zvukovodem až k bubínku. Změny akustického tlaku rozkmitají bubínek, který přenáší kmity na sluchové kůstky. Sluchové kůstky přenášejí kmity na oválné okénko umístěné na hlemýždi. Úkolem kladívka, kovadlinky a třmínku je přenos kmitů ze ztrát z prostředí vzduchového do prostředí kapalného (prostředí o jiné impedanci). Tato změna impedance znamená, že tlak se zesílí. Pokud chybí zesílení, nastává

²³ SILBERNAGL, S. a DESPOPOULOS, A. *Atlas fyziologie člověka*. 6. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2004, XII, 435 s. ISBN 80-247-0630-X.

²⁴ BROCKMANN C. L. *Anatomy of the Human Ear* [online]. 2010. vyd. [cit. 2014-02-11]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d2/Anatomy_of_the_Human_Ear_cs.svg

porucha sluchu. Třmínek a kladívko jsou řízeny dvěma úpony, které regulují intenzitu zvuku a tím chrání před příliš hlasitým zvukem, nebo opačně, redukuje šelesty. Vibrace membrány oválného okénka způsobují chvění perilymfy. Sekundární smyslové buňky jsou uloženy v Cortiho orgánu (vláskové buňky). Pohyb vláskových buněk způsobují otevírání a zavírání kanálku a přenos iontů přes membránu. Vytváří se tak biopotenciál, který je nervem veden do mozku a dále zpracováván.

Zpracování zvukové informace

Při zpracovávání zvukové informace je zvuk dekodován. Zaměřujeme se na určení frekvence, intenzity, směru zvuku a vzdálenost zdroje zvuku. Rozpoznávání různých frekvencí je realizováno různými sluchovými drahami a vlákna pro vnímání jednotlivých frekvencí jsou od sebe oddělena. Intenzita zvuku se rozlišuje podle akustického tlaku, pro hlasitější vjem je zapojeno více akčních potenciálů než pro vnímání tiššího zvuku. Pro rozeznávání směru zvuku je nutné slyšení oběma ušima. Princip vnímání směru zvuku je založen na zpoždění zvuku u odvráceného ucha. Odchylka směru zvuku 3° znamená zpoždění zvuku přibližně o $3 \cdot 10^{-5}$ s, kterou jsme schopni registrovat. Zevní ucho pomáhá rozlišit, zda zvuk přichází zepředu, zezadu, shora, zdola. Vzdálenost zdroje zvuku rozpoznáme tak, že jsou ztlumeny vysoké frekvence více než nízké. Rozdíl můžeme pozorovat např. při hromu bouřky. Při větší vzdálenosti bouřky se více utlumí vysoké frekvence.

4.4. Jak hluk poškozujel sluch?

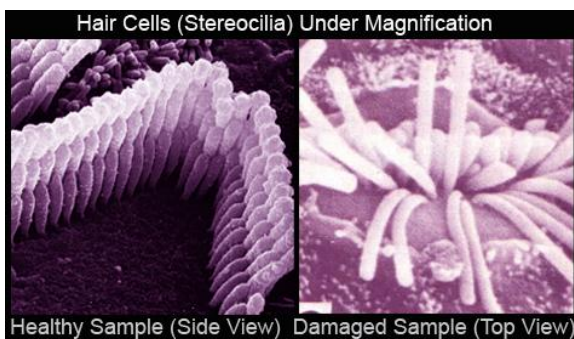
Náš sluch poškozujel nežádoucí zvuk, který vyvolává nepříjemné pocity. Tento zvuk (hluk) vnímáme jako rušivý vjem. Ve společnosti kolujel několik mýtů o hluk jako např.

- co neslyším, to mi neublíží,
- na hluk si zvykne me a pak už nám neublíží,
- jen hlasitý zvuk je škodlivý hluk,
- hluk jen subjektivní pocit.

Lidský sluch je velmi citlivý a lehce zranitelný smysl. Vystavování se nadměrnému hluku, např. v práci, koncertech, může způsobit dočasnou poruchu sluchu. Dočasná porucha sluchu je způsobena přerušením nervového spojení mezi vláskovými buňkami ve vnitřním uchu a sluchovým nervem, dočasně se nám posune hodnota prahu slyšení. Porucha sluchu se pomalu vytratí, když přejde-

me na klidnější místo. Ovšem návrat sluchu může někdy trvat od několika hodin po několik. Posun prahu slyšení se objevuje při hluku překračující 80 dB.

Při vystavení dlouhodobému intenzivnímu hluku může dojít až ke zničení vláskových buněk a posunu sluchového prahu. Toto poškození sluchu je trvalé, protože sluchové vláskové buňky nemají schopnost regenerace. Zničení vláskových buněk je jedna z příčin poruchy sluchu, kdy je narušen přenos zvuku z vnitřního ucha do sluchového nervu. Na obr. 19 můžeme vidět zdravé a poškozené vláskové buňky



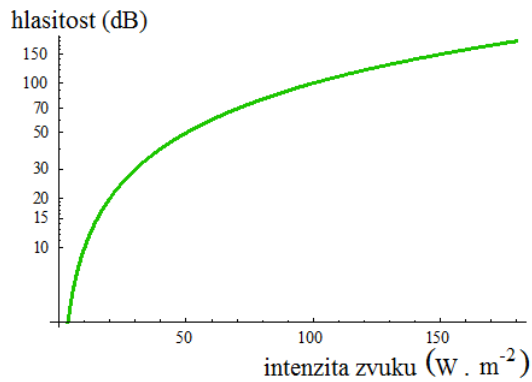
Obr. 19 Vlevo na obrázku jsou zdravé vláskové buňky, vpravo vláskové buňky poškození sluchem²⁵

Prvním signálem únavy sluchového ústrojí je zvýšení prahu slyšení, po nějaké hlučné události. Proces ztráty sluchu je pozvolný a nebolestivý, takže si ani neuvědomujeme, že sluch ztrácíme. Prvním příznakem je povšimnutí, že už špatně slyšíte či vám zvoní v uších. V těchto případech je však poškození sluchu nevratné.

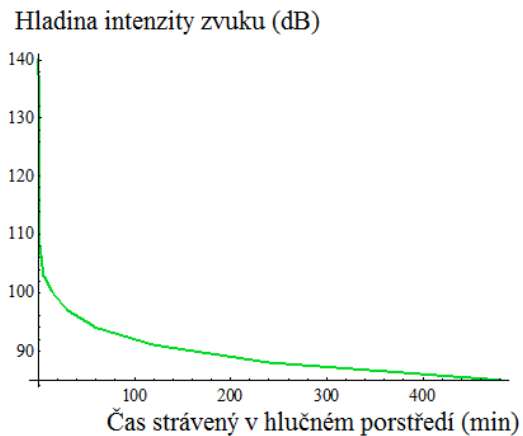
Kolik decibelů škodí?

Decibel (značíme dB) je jednotka hladiny intenzity zvuku. Poškození sluchu je závislé na hladině intenzity zvuku a době, které jsme hluku vystavováni. Graf na obr. 20 zobrazuje růst hlasitosti v závislosti na intenzitě zvuku. Graf obr. 21 ukazuje závislost doporučeného stráveného času v hlučném prostředí o dané hlasitosti a tabulka 9 doplňuje orientační časové intervaly

²⁵ www.auris-audio.cz



Obr. 20 Závislost intenzity zvuku na hlasitosti



Obr. 21 Graf závislosti doporučeného času stráveného v hlučném prostředí na velikosti hladiny intenzity

Tabulka 9. Limity vystavení nechráněného sluchu hluku, hodnoty z Národního ústavu pro bezpečnost práce a zdraví USA (NIOSH).²⁶

Hladina akustického tlaku [dB]	Limit pro vystavení nechráněného sluchu		
	hodiny	minuty	sekundy
85	8		
88	4		
91	2		
94	1		
97		30	
100		15	
103		7	30
106		3	45
109		1	53
↓	↓	↓	↓
130–140			<1

Z tabulky 9 je vidět, že doba bezpečného pohybu v hlučném prostředí se s rostoucí hladinou akustického tlaku rychle zkracuje. Zvláštní nebezpečí pro sluch představuje impulzní neboli rázový hluk. Jde o krátce trvající velmi hlasité zvuky, trvající méně než jednu sekundu, následované intervalem s nízkým hlukem (např. výstřel, úder buchardu, nýtovačky, aj.). Lidský sluch není schopen přizpůsobit se těmto zvukům a tyto zvuky mohou být pro člověka velmi bolestivé

Hluk je všudypřítomný a ne všichni si uvědomují, jakému riziku poškození sluchu se denně vystavují při každodenních činnostech doma nebo v práci, či sportu.

²⁶Tabulka je převzatá z webu Národního ústavu pro bezpečnost práce a zdraví USA (NIOSH).

Tabulka 10. Hladina hlasitosti při běžných činnostech²⁷

Typ činnost	Hladina akustického tlaku[dB]
Tryskové letadlo (50 m)	140
Práh slyšení	130
Práh nepříjemnosti	120
Diskotéka (1 m od reproduktoru)	100
Chodník rušné ulice	80
Vysavač (1 m)	70
Běžný hovor (1 m)	60
Tichá knihovna	40
Tichá ložnice	30
Vzdálený šum listí	10
Práh slyšení	0

Chrániče sluchu by se tedy měli používat nejen v zaměstnání, kde je ochrana sluchu povinná ze zákona (NV 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací), ale i ve svém volném čase, při všech rizikových činnostech.

Jsou to například: hudební akce – koncerty, technoparty, diskotéky, hudební festivaly, noční kluby atp.; motosport – jízda na motorce, čtyřkolce, sledování závodů atp. sportovní události, létání, parašutismus, střelba a lov, kovoobrábění, práce se dřevem, sekání trávy, poslech reprodukováné hudby atd.

²⁷ <http://www.kytara.net/hrajeme/slys-a-poslouchej>

4.5. Negativní dopad hluku na zdraví člověka

Hluk má negativní účinek na náš sluchový orgán, důsledkem hluku jsou následující problémy:

- poškození sluchu,
- ztížení komunikace,
- poruchy spánku,
- fyziologické reakce (zvýšený krevní tlak, zvýšený tep, dechové změny, zvýšené svalové napětí, zhoršení trávení, bolesti hlavy),
- duševní zdraví,
- pracovní výkon (potíže se soustředěním),
- sociální chování,
- emocionální reakce.

Hluk tedy může způsobit řadu zdravotních problémů, ne jen samotou hluchotu ale i psychické problémy.

Jak chránit svůj sluch?

Chrániče sluchu používejte vždy, když okolní hluk překračuje 80 dB. Pokud nemáte u sebe přístroj na měření hluku, použijte jakoukoli mobilní aplikaci, nebo Vám postačí fakt, že můžete bez problému komunikovat s ostatními lidmi kolem sebe. Jestliže jste nuceni křičet na člověka vzdáleného 2 metry je hladina zvuku vyšší než 80 dB.

Po používání chráničů sluchu nevyjímejte je ani na dobu několika minut, je nutné je mít po celou dobu pobytu v hlučném prostředí. V extrémním hluku je doporučeno kombinovat zátkové chrániče sluchu s mušlovými sluchátky nebo protihlukovými přílbami, které omezují i kostní vedení zvuku.

4.1. Aktivity k projektové výuce. Hluk

Aktivita 1: Škodí hlasitá hudba našemu sluchu?

Časová dotace: 15 min

Naše ucho je velmi citlivý orgán, který nám dává informace o našem okolí. Mezi lidmi však kolují mýty o našem sluchu. Jeden z mnoha mýtu je mýtus o adaptabilitě sluchu „Člověk si na hlasitou hudbu může zvyknout a vycvičit si sluchu pro poslech hlasité hudby.“ Opak je však pravdou. Na hlasitou hudbu si lidské ucho zvyknout nemůže. V naší republice trpí problémy se sluchem 10 % populace, tj. cca 1 milión lidí. Podívejme se, co radí Dr. Andrew Ordon v pořadu The Doctors TV pianistce Kim, která má problémy se zvoněním v uších

O videu:

Kim je učitelka hry na piano a také člen kapely. S poslední době mívá pocit zvonění v uších, který je doprovázen tlakem v uších. Navštívila audiologa a krčního specialistu. Podívejme se, jaká je její diagnóza.

Odkaz na video:

Kim popisuje své problémy: <http://www.thedoctorstv.com/videolib/init/7365>

Dr. Andrew Ordon radí: <http://www.thedoctorstv.com/videolib/init/7366>

Jiná možnost videa v českém znění:

<http://www.ceskatelevize.cz/porady/1095946610-diagnoza/173-poruchy-sluchu/video/>

Otázky po poslechu videa 1:

1. Jaké problémy má Kim?

Zvonění v uších.

2. Kde Kim pracuje?

Pracuje jako učitelka hry na klavír a hraje v kapele.

3. Jak často bychom měli chodit testovat náš sluch?

Jednou ročně.

Otázky k poslechu videa 2:

4. Jak dlouho má Kim příznaky?

Kim zvoní v uších dva roky a opakuje se to každé dva týdny.

5. Ve které části ucha má Kim problém?

Vnitřní ucho, ztráta sluchu nízkých frekvencí.

6. Co doktor Ordon radí?

Neposlouchat hlasitou hudbu.

Otázky viz pracovní list 1

Aktivita 2: Opakování vstupních pojmů z fyziky a biologie

Časová dotace: 30 minut

Pro další pokračování projektu je nutné zopakovat fyzikální pojmy z oblastí mechanického vlnění a pojmy týkající se sluchu a anatomie ucha.

Fyzika

- Mechanické vlnění, zvuk, akustika,
- typy zvuků,
- rychlost zvuku v různých prostředích, frekvence zvuku,
- hlasitost, hladina intenzity zvuku (decibel).

Biologie

- Anatomie ucha - stavba ucha (vnější ucho, střední ucho, vnitřní ucho) a její funkce,
- vnímání zvuku (přeměna mechanické energie a přenos signálu),
- jiná funkce ucha (statokinetický orgán),
- zpracování zvukové informace.

Aktivita 3: Jednoduché vyšetření sluchu

Časová dotace: 15–25 minut

K vyšetření našeho sluchu používají lékaři různé metody. Jednoduché vyšetření sluchu (nedoslýchavosti) lze provést i ve třídě či tělocvičně. Místnost by měla mít délku nejméně 6 m a ne akusticky „živá“ (dozvuk by neměl být delší než 1s).

Motivace

- ❓ Kdo z vás poslouchá denně hudbu?
- ❓ Jak hlasitě posloucháte hudbu?

Výzkumy říkají, že dvacetiletí lidé, kteří poslouchají denně hudbu, mají sluch jako důchodci, kteří nebyli vystavováni hluku během života.

- ❓ Jaká je jednotka hlasitosti?
- ❓ Kolik decibelů škodí? Od jaké hladiny hlasitosti je třeba používat ochranné prostředky? (50 dB)
- ❓ Jaká je příčina, že si mladí lidé kazí sluch?
- ❓ Škodí poslech hudby sluchátky?
Např. pecky – neizolují zvuk z vnějšího okolí, a proto si hudbu používáme hlasitěji, což je pro naše ucho nebezpečné.

Poškození a ztráta sluchu

Při narození je dán člověku sluch, který se nemůže zlepšit. Tato vlastnost je daná konečným počtem sluchových buněk. S věkem sluchových buněk ubývá a dále se již žádné neobnovují. Nedoslýchavost starých lidí je dána prostřední, ve kterém žijí a hlukem, kterým se během svého života vystavovali. U lidí pracujících v hlučném prostředí se nedoslýchavost může objevit již v produktivním věku. Proto podle zákona musí zaměstnanci nosit ochranné protihlukové prostředky, pokud hluk na pracovišti přesahuje 50 dB. Starý člověk je schopen slyšet lidskou řeč, ale špatně jí rozumí a to zvláště za ztížených podmínek (při hovoru více lidí, okolním hluku). Slyšitelnost čistých tónů bývá často zachována. Stárnutí sluchu je nejprve doprovázeno oslabeným vnímáním

vysokých tónů (8 000 až 4 000 Hz, oblast vysokých slov). Významné je zhoršení sluchu v rozmezí frekvencí 2 000 až 1 000 Hz, protože člověk má problémy s porozuměním lidské řeči. Nízké (hluboké) frekvence jsou postiženy nejméně. Starý člověk tedy snadněji rozumí muži s hlubokým hlasem, než ženě s vysokým hlasem. Slyšíme-li špatně v raném věku hluboká slova, znamená to, že chyba je v převodním systému sluchového ustrojí. Slyšíme-li špatně vysoká slova, pravděpodobně je náš sluch poškozen akustickým smogem, poslechem hlasité hudby, životem v hlučném prostředí. Ve věci ochrany sluchu je tedy důležitější prevence, životospráva a vyvarování se pobytu v hlučném prostředí než léčba.

Vyšetření sluchu

Pomůcky: nehlukné prostředí, nejméně 6 m dlouhá místnost (můžeme provádět v tělocvičně nebo klidné třídě), správný výběr slov

Pracovní postup:

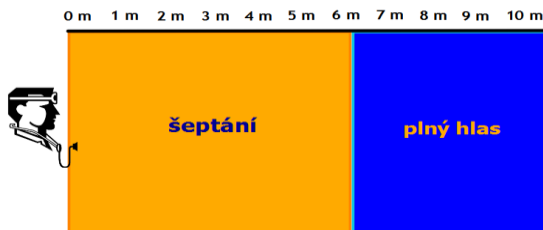
1. Pro vyšetření sluchu vybereme správná slova. Slova dělíme s ohledem na to, jaké samohlásky obsahují. Z hlediska frekvence můžeme slova rozdělit na tři typy slov; *nízká (hluboká)*, *střední* a *vysoká*. Pro vyšetření sluchu použijeme jen hluboká slova a vysoká slova.
 - nízká slova (“u“) – hůl, auto, ucho
 - střední slova (“a“, “o“) – voda, kabát, okno
 - vysoká slova (“i“, “e“ a se sykavkami) – měsíc, tisíc, číslice

Tabulka 10 Databáze slov

hluboká (nízká) slova	vysoká slova
hůl, auto, ucho, kůra, dům, úpon, nula, zvuk, úmysl, hluk, tlukot, humor, kufr, nouze, nuda, puk, vůl, vstup	měsíc, mžik, tisíc, číslice, písmeno, léčba, čist, cítit, cíl, píle, špička, skřítek, šíje, miska, místo, víla, šíp

2. Vyšetření provádíme pro každé ucho zvlášť. Žáci stojí vyšetřovaným uchem k učiteli, který říká slova. Důležité je, aby se nedívali na učitele a neodezírali ze rtů.

3. Nejlépe je začít ve vzdálenosti 10 m od učitele a učitel šeptá slova „hůl, auto, ucho“. (Pokud jsme v tělocvičně, ve vzdálenosti od 7 do 10 m učitel říká slova plným hlasem, ve vzdálenosti od 6 m učitel slova šeptá, viz diagram níže)



4. Jestli žáci slovo neslyšeli, přiblíží se o 1 m (1 krok) blíže k učiteli a učitel slova zopakuje.

Tabulka 11 Použitelná slova pro první skupinu

vzdálenost	hluboká slova	vysoká slova		
	levé ucho	pravé ucho	levé ucho	pravé ucho
10 m	Ucho	Noha	Měsíc	Mžik
9 m	Auto	Nula	Tisíc	Číslice
8 m	Doba	Hluk	Písmeno	Číst
7 m	Zvuk	Kufr	Cítit	Cíl
6 m	Humor	Auto	Pocit	Šíje
5 m	Noha	Vstup	Píle	Víla
4 m	Nula	Súl	Síla	Díra
3 m	Hůl	Kůra	Měsíc	Mžik
2 m	Auto	Úpon	Tisíc	Číslice
1 m	Ucho	Nula	Písmeno	Číst

Tabulka 12 Použitelná slova pro druhou skupinu

vzdálenost	hluboká slova	vysoká slova		
	levé ucho	pravé ucho	levé ucho	pravé ucho
10 m	Vstup	Nuda	Miska	Místo
9 m	Vůl	Tlukot	Víla	Šíp
8 m	Dům	Kůra	Šíje	Číslice
7 m	Nula	Auto	Špička	Písmeno
6 m	Zvuk	Úmysl	Měsíc	Mžik
5 m	Hůl	Doba	Tisíc	Léčba
4 m	Doba	Sůl	Síla	Díra
3 m	Hůl	Kůra	Měsíc	Mžik
2 m	Auto	Úpon	Tisíc	Číslice
1 m	Ucho	Nula	Písmeno	Číst

5. Do tabulky v pracovním listu si žák запиše, vzdálenost v jaké slova slyšel a jaká slova slyšel pro pravé a levé ucho zvlášť. Stejný postup opakujeme pro vysoká slova.

Vyhodnocení sluchového vyšetření:

Sluchová porucha se začíná projevovat od slov s vyšší frekvencí (tj. od vysokých slov k hlubokým). Nejprve se projevuje ztráta sluchu vysokých slov, poté středních a nakonec hlubokých. Jestliže jste tedy měli problémy slyšet slova vysoká ze vzdálenosti menší než 6 m, máte problémy se sluchem a svůj sluch byste si měli více chránit. Pokud jste neslyšeli ani vysoká ani hluboká slova ve vzdálenosti 6 metrů váš sluch je poškozena a trpíte nedoslýchavostí. Pokud nastala situace, že jste lépe slyšeli slova vysoká, pravděpodobně máte poruchu někde v převodním systému sluchového aparátu, sluchové kůstky na sebe nedoléhají, poškození nervu, aj. Sluchovou poruchu odhalí jiná složitější vyšetření.

V tabulce níže si můžete vyhledat, zda váš sluch je v pořádku, nebo jakým typem nedoslýchavosti trpíte.

Tabulka 13 Typy sluchových poruch v závislosti na slyšení slov

sluchová porucha	podrobnosti
normální sluch	slyší všechna slova ze vzdálenosti 6 m v šepotu, plný hlas 30–40 m
lehká nedoslýchavost	slyší šepot ve vzdálenosti 4–6 m
středně těžká nedoslýchavost	slyší šepot ve vzdálenosti 2–4 m
těžká nedoslýchavost	slyší šepot ve vzdálenosti 1–2 m
velmi těžká nedoslýchavost	slyší šepot ve vzdálenosti 1 m
praktická hluchota	slyší zvuk, ale nerozumí slova
úplná hluchota	neslyší žádný zvuk

Aktivita 4: Vyhledávání informací a zpracování informací

Časová dotace: 3 vyučovací hodiny

V rámci této aktivity rozdělíme žáky do skupin. V rámci jedné skupiny mají žáci za úkol prezentovat téma, které si vyberou: formou hry, divadla, prezentace, posteru, reklamních letáků, aj.

Slyší i ryby?

Zjistit, jak je vyvinut sluch u zvířat. Která skupina živočichů má vyvinut první sluchový orgán a jak se dále vyvíjel. (Hmyz, Obratlovci, Ryby, Savci, Obojživelníci, Plazi, Ptáci)

Jak hluk poškozuje sluch?

Co je to hluk? Jaká hlasitost zvuku může člověku ublížit a poškodit sluch. Jaká hlasitost nám škodí? Jaké jsou příčiny ztráty sluchu?

Negativní dopad hluku na člověka

Co je důsledkem života v hlučném prostředí? Jaký negativní dopad má hluk na naše zdraví, nejen sluchového aparátu ale i psychiky. Hluk na koncertech. Hluk v našem okolí, jaké prostředky hluk v našem městě odstraňují? Vyhledat zajímavé události, které se udály v minulosti v důsledku nadměrného hluku. Např. Slepý zabil hluchého kvůli televizi (www.idnes.cz)

Jak chránit sluch?

Kdy chránit sluch? Jak poznat hlučné prostředí? Prostředky pro ochranu sluchu v zaměstnání, na koncertech. Protihluková opatření v okolí měst.

Stáří a sluch, hlučné životní prostředí

Ztráta sluchu ve stáří. Jak zabránit ztrátě sluchu. Tinnitus. Co způsobuje v dnešní době hluk v našem okolí, který je nezdravý? Přírodní hluk versus civilizační hluk.

Recenze sluchátek na poslech hudby na trhu

Prozkoumat trh se sluchátky na poslech hudby (způsoby užívání, výhody a nevýhody, vhodné, nebo zdraví škodlivé). Bezdrátová sluchátka.

Nemoci a vady sluchového ústrojí

Zánět středního ucha, zánět zevního zvukovodu, ušní zátka, poškození bubínku, hlukové trauma, převodní a percepční nedoslýchavost.

Aktivita 5: Měření hluku v okolí pomocí hlukoměru nebo mobilního telefonu

Časová dotace: 1 vyučovací hodina

Aktivita měření hluku probíhá ve škole během vyučovací hodiny, přestávka ve školní jídelně, v okolí školy a doma. Aktivita má za úkol naučit žáky využívat dostupné aplikace mobilního telefonu. K měření můžeme použít i jiné hlukoměry, které máme k dispozici ve škole. Žáci si během měření (ve škole či venku na procházce) zaznamenávají hodnoty hlasitosti a okolnosti za jakých hluk měřili.

Tabulka 14. Příklady měření

měřený jev	podmínky měření (vzdálenost)	naměřená hlasitost
tekoucí voda	10 cm	40 dB
rušná silnice	u silnice při plném provozu	55 dB
za ochranou bariérou u rušné silnice		30 dB
v autobuse	stojící autobus na zastávce	35 dB
v autobuse	jedoucí autobus	45 dB
ve škole	na chodbě při hodině	25 dB
ve škole	na chodbě při přestávce	33 dB
tichá místnost		10 dB
šepot	10 cm–20 cm	35 dB/20 dB

jiné nápady: otevřené okno na rušnou ulici, otevřené okno na rušnou ulici, hluk při hodině tělocviku, hluk ve školní jídelně

doma: vaření v kuchyni, smažení řízků, rychlovarná konvice, vysavač, motorová pila, chrápání, maximální/minimální zvuk televize (rádia), zvuk ze sluchátek, zvuk ze sluchátek ve sklenici, hlasitost výtahu, hlasitost motoru auta.

Pro měření mobilním telefonem s operačním systémem Android lze použít tyto volně dostupné aplikace, např. Noise Meter²⁸, Sound Meter²⁹

²⁸ Aplikace umožňuje měření hlasitosti, která se zobrazuje se na digitálním displeji, změnu vzorkovací frekvence od 8000 vzorků/s až na 48 000 vzorků/s, nastavení 0 dB, filtrovat určité frekvence (Digital filter), upozornění na překročení nastavené hodnoty hlasitosti, nebo naopak upozornění, že hlasitost klesla po zadanou úroveň.

²⁹ Aplikace umožňuje jen měření hlasitosti na stupnici od 0 dB do 100 dB.



Obr. 22 Mobilní aplikace (shora Sound meter, Noise Meter, Noise Meter)

Vyhodnocení měření a diskuse

Na interaktivní tabuli zapiše každá skupina (žák) své tři nejlepší měření a poté se všechna měření seřadí od nejhluchnějšího k nejtiššímu. Diskutujeme, co by se v okolí našeho obydlí nemělo vyskytovat.

Aktivita 6: Jakou hlasitost mají běžné zvuky?

Časová dotace: 15 minut

Úkol žáků je seřadit následující zvuky od nejhlučnějšího po nejtišší a přiřadit jim hodnoty hlasitosti. K této aktivitě můžeme použít prezentaci v program ActiveInspire, viz následující obrázky.



Použité zdroje:

Vše kolem mě ... [online]. [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://adykacer.blog.cz/0811/dychaci-soustava>

Výuka zpěvu [online]. [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://vyukaspevu.weblahko.sk/Vyuka-spevu.html>

ŠVEC, Jan. *Studium mechanicko-akustických vlastností lidského hlasu*. (Dizertační práce), Olomouc: Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, Katedra experimentální fyziky, 1996.

MIŠUN, Vojtěch. *Tajemství lidského hlasu*. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2010, 391 s. ISBN 978-80-214-3499-8.

GILÁNIOVÁ, Tereza. *Analýza náhradních zdrojových hlasů po laryngektomii* [online]. Brno, 2009 [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=18784. Diplomová práce. Fakulta strojního inženýrství. Vedoucí práce Vojtěch Mišun.

MERHAUT, Josef. *Základy fyziologické akustiky a teorie přirozených akustických signálů*. 1. vyd. Praha: Čes. vys. učení techn., 1972. 36 s.

SILBERNAGL, S. a DESPOPOULOS, A. *Atlas fyziologie člověka*. 6. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2004, XII, 435 s. ISBN 80-247-0630-X.

NAVRÁTIL, Leoš. *Medicínská biofyzika*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2005, 524 s. ISBN 80-247-1152-4.

Anatomie ucha [online]. [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: http://tichysvet.wz.cz/anatomie_ucha.htm

Understanding Hearing Test Results. [online]. [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://hearingaidinsider.com/articles/understanding-hearing-test-results-audiogram>

BAJER, Jiří. *Mechanika 1. 2., rozš. a dopl. vyd.* Olomouc: Vladimír Chlup, 2007, vi, 345 s. ISBN 978-80-903958-0-0.

MILLER, Donald Gray. *Resonance in singing: voice building through acoustic feedback*. Princeton, NJ: Inside View Press, 2008, viii, 130 p. ISBN 09-755-3075-5.

Základy otorinolaryngologie a foniatrie pro studenty speciální pedagogiky. ŠLAPÁK, Ivo. [online]. 2009 [cit. 2012-12-04]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/pedf/js09/orl/web/index.html>

Pracovní list k aktivitě 1

Otázky k poslechu videa „The Doctors“

Video 1

1. Jaké problémy má Kim?

2. Kde Kim pracuje?

3. Jak často bychom měli chodit testovat náš sluch?

Video 2:

4. Jak dlouho má Kim příznaky?

5. Ve které části ucha má Kim problém?

.

6. Co doktor Ordon radí?

Pracovní list k aktivitě 3

Poškození a ztráta sluchu

Při narození je dán člověku sluch, který se nemůže zlepšit. Tato vlastnost je daná konečným počtem sluchových buněk. S věkem sluchových buněk ubývá a dále se již žádné neobnovují. Nedoslýchavost starých lidí je dána prostřední, ve kterém žijí a hlukem, kterým se během svého života vystavovali. U lidí pracujících v hlučném prostředí se nedoslýchavost může objevit již v produktivním věku. Proto podle zákona musí zaměstnanci nosit ochranné protihlukové prostředky, pokud hluk na pracovišti přesahuje 50 dB. Starý člověk je schopen slyšet lidskou řeč, ale špatně jí rozumí a to zvláště za ztížených podmínek (při hovoru více lidí, okolním hluku). Slyšitelnost čistých tónů bývá často zachována. Stárnutí sluchu je nejprve doprovázeno oslabeným vnímáním vysokých tónů (8 000 Hz – 4 000 Hz/oblast vysokých slov). Významné je zhoršení sluchu v rozmezí frekvencí 2 000 až 1 000 Hz, protože člověk má problémy s porozuměním lidské řeči. Nízké (hluboké) frekvence jsou postiženy nejméně. Starý člověk tedy snadněji rozumí muži s hlubokým hlasem, než ženě s vysokým hlasem. Slyšíme-li špatně v raném věku hluboká slova, znamená to, že chyba je v převodním systému sluchového ušního ustrojí. Slyšíme-li špatně vysoká slova, pravděpodobně je náš sluch poškozen akustickým smogem, poslechem hlasité hudby, životem v hlučném prostředí. Ve věci ochrany sluchu je tedy důležitější prevence, životospráva a vyvarování se pobytu v hlučném prostředí než léčba

Vyšetření sluchu:

typy slov	pravé ucho	levé ucho		
	vzdálenost od učitele	slyšená slova	vzdálenost od učitele	slyšená slova
<i>hluboká slova</i>				
<i>vysoká slova</i>				

Vyhodnocení vyšetření sluchu: Sluchová porucha se začíná projevovat od slov s vyšší frekvencí (tj. od vysokých slov k hlubokým). Nejprve se projevuje ztráta sluchu vysokých slov, poté středních a nakonec hlubokých. Jestliže jste tedy měli problémy slyšet slova vysoká ze vzdálenosti menší než 6 m, máte problémy se sluchem a svůj sluch byste si měli více chránit. Pokud jste neslyšeli ani vysoká ani hluboká slova ve vzdálenosti 6-ti metrů váš sluch je poškozena a trpíte nedoslýchavostí. Pokud nastala situace, že jste lépe slyšeli slova vysoká, pravděpodobně máte poruchu někde v převodním systému sluchového aparátu, sluchové kůstky na sebe nedoléhají, poškození nervu, aj. Sluchovou poruchu odhalí jiná složitější vyšetření. V tabulce níže si můžete vyhledat, zda váš sluch je v pořádku, nebo jakým typem nedoslýchavosti trpíte.

typ poruchy	podrobnosti
normální sluch	slyší všechna slova ze vzdálenosti 6 m v šepotu, plný hlas 30–40 m
lehká nedoslýchavost	slyší šepot ve vzdálenosti 4–6 m
středně těžká nedoslýchavost	slyší šepot ve vzdálenosti 2–4 m
těžká nedoslýchavost	slyší šepot ve vzdálenosti 1–2 m
velmi těžká nedoslýchavost	slyší šepot ve vzdálenosti 1 m
praktická hluchota	slyší zvuk, ale nerozumí slova
úplná hluchota	neslyší žádný zvuk

Pracovní list k aktivitě 5

Úkol: Změřte hlasitost hluku ven škole během hodiny i mimo ni pomocí hlučkoměru nebo mobilního telefonu. Zaznamenejte do tabulky podmínky měření a naměřenou hlasitost

Např. tekoucí voda – vzdálenost 10 cm–40 dB

měřený jev	podmínky měření (vzdálenost)	naměřená hlasitost

Mgr. Marie Volná
RNDr. Pavlína Baizová, Ph.D.
Mgr. Pavlína Ginterová
Mgr. Joanna Znaleziona, Ph.D.

Modul Projektová výuka

Průřezová témata s přírodovědným zaměřením

Výkonný redaktor prof. RNDr. Zdeněk Dvořák, DrSc.
Odpovědná redaktorka Mgr. Jana Kopečková
Technická redakce doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.
Grafické zpracování obálky Jiří Jurečka

Vydala a vytiskla Univerzita Palackého v Olomouci,
Křížkovského 8, 771 47 Olomouc
www.vydavatelstvi.upol.cz
www.e-shop.upol.cz
vup@upol.cz

1. vydání

Olomouc 2014

Ediční řada – Studijní opora

ISBN 978-80-244-4177-1

Neprodejná publikace

VUP 2014/538