

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**  
**Katedra učitelství a didaktiky chemie**



**CHEMIE VODY, VZDUCHU A PŮDY**  
**(SOUČÁST INTEGROVANÉ VÝUKY)**

**CHEMISTRY OF THE WATER, THE AIR AND THE SOIL**  
**(INTEGRATED EDUCATION)**

**Diplomová práce**

**Bc. Tereza Kudrnová**

**Vedoucí diplomové práce: RNDr. Renata Šulcová, Ph. D.**  
**Praha 2010**

**Klíčová slova:**

integrovaná výuka přírodovědných předmětů; hodnocení učebnic; PowerPointová prezentace; laboratorní práce; pracovní listy

**Key words:**

integrated education of nature sciences; evaluation of textbooks; PowerPoint presentation; laboratory work; work sheets

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím citované literatury uvedené v závěru. Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům.

V Praze dne

---

Bc. Tereza Kudrnová

Na tomto místě bych chtěla poděkovat své školitelce, RNDr. Renatě Šulcové, Ph.D. za ochotný, obětavý přístup, cenné rady a poskytnutí studijních materiálů. Dále bych chtěla poděkovat vedení Katedry učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity v Praze za zakoupení materiálů potřebných pro provedení laboratorních prací navržených v této diplomové práci. V neposlední řadě děkuji vedení Soukromého gymnázia Kladno za umožnění ověření navržených materiálů v praxi.

## OBSAH

Seznam použitých zkratk	5
1 Úvod a cíle	6
1.1 Úvod	6
1.2 Integrovaná výuka přírodovědných předmětů z hlediska Rámcového vzdělávacího programu	6
1.3 Cíle diplomové práce	8
2 Integrovaná výuka přírodovědných předmětů v České republice, v Evropě i ve světě	9
2.1 Výuka přírodovědných předmětů v Anglii	11
2.2 Výuka přírodovědných předmětů v Norsku	13
2.3 Výuka přírodovědných předmětů ve Španělsku	16
2.4 Výuka přírodovědných předmětů ve státech mimo Evropu	20
2.5 Cíle integrované výuky přírodovědných předmětů	23
2.6 Učitel integrovaného přírodovědného předmětu, výhody a nevýhody integrované výuky	23
2.7 Porovnání výsledků výuky integrovaných a separovaných přírodovědných předmětů	25
2.7.1 Projekt PISA	25
2.7.2 Projekt PISA 2006	26
2.7.3 Výsledky výzkumu PISA 2006	27
2.7.4 Výsledky výzkumu PISA 2006 hodnocené pomocí skóre	28
2.7.5 Výsledky výzkumu PISA 2006 hodnocené pomocí úrovní způsobilosti	29
2.8 Závěr	31
3 Učebnice pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů	33
3.1 Výběr učebnic	33
3.2 Kritéria pro hodnocení řady učebnic Člověk a příroda	33
3.3 Hodnocení řady učebnic Člověk a příroda	35
3.4 Další materiály pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů	36
4 Návrh realizace integrovaného přírodovědného předmětu	38
4.1 Úvod	38
4.2 Půda	38
4.2.1 Rozdělení témat do přírodovědných oblastí a časová organizace	39
4.2.2 PowerPointová prezentace	40
4.2.3 Laboratorní práce a pracovní listy	44
4.3 Voda	50
4.3.1 Rozdělení témat do přírodovědných oblastí a časová organizace	50
4.3.2 PowerPointová prezentace	53
4.3.3 Laboratorní práce a pracovní listy	59
4.4 Vzduch	68
4.4.1 Rozdělení témat do přírodovědných oblastí a časová organizace	68
4.4.2 PowerPointová prezentace	71
4.4.3 Samostatná práce žáků	75
4.5 Závěr	81
5 Ověření navržených materiálů v praxi	82
5.1 Úvod	82
5.2 Prostředí a podmínky školy, testování žáci, průběh testování	82
5.3 Dotazníky a diskuse k jejich výsledkům	84
5.4 Závěr	87
6 Diskuse a závěr	88
Shrnutí	90
Summary	91
Seznam citované a prostudované literatury a dalších zdrojů	92
Seznam použitých obrázků	95
Přílohy	98
Příloha č. 1: Pracovní listy a vybraná autorská řešení	98
Příloha č. 2: Fotografická dokumentace vypracování pracovních listů	112
Příloha č. 3: Fotografická dokumentace testování ve škole	115
Příloha č. 4: Ukázka pracovních listů vyplněných žáky	117
Příloha č. 5: Ukázka dotazníků vyplněných žáky	121



## Seznam použitých zkratk

<b>ATP.</b>	a tak podobně
<b>Č.</b>	číslo
<b>ČR</b>	Česká republika
<b>ESO</b>	Educación Secundaria Obligatoria (Povinné sekundární vzdělávání)
<b>EU</b>	Evropská unie
<b>GCSE</b>	General Certificate of Secondary Education (Obecný certifikát ze středoškolského vzdělávání)
<b>ISCED</b>	International Standard Classification of Education. (Mezinárodní standardní klasifikaci vzdělávání)
<b>K</b>	kelímek
<b>KO</b>	klíčové období
<b>KOL.</b>	kolektiv
<b>LOE</b>	Ley Orgánica de Educación (Ústavní zákon o vzdělání)
<b>LOGSE</b>	La Ley Orgánica General del Sistema Educativo (Ústavní zákon obecného vzdělávacího systému)
<b>LP</b>	laboratorní práce
<b>NC</b>	National Curriculum (Národní kurikulum)
<b>NF</b>	Nuffieldův fond
<b>OBR.</b>	obrázek
<b>OECD</b>	Organisation of Economic Cooperation and Development (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj)
<b>PISA</b>	Programme for international student assesment (Program pro mezinárodní hodnocení žáků)
<b>PV</b>	půdní vzorek
<b>ROČ.</b>	ročník
<b>RVP G</b>	Rámcový vzdělávací program pro gymnaziální vzdělávání
<b>RVP ZV</b>	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání
<b>TAB.</b>	tabulka
<b>TZN.</b>	to znamená
<b>TZV.</b>	tak zvaný
<b>UNESCO</b>	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (Organizace OSN pro výchovu, vědu a kulturu)
<b>URL</b>	Uniform Resource Locator (Jednotný lokátor zdrojů)
<b>USA</b>	United States of America (Spojené státy americké)
<b>VG</b>	Videregående skole (Vyšší sekundární vzdělávání)
<b>VH</b>	vyučovací hodina

# 1 Úvod a cíle

## 1.1 Úvod

Na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze studuji obor Učitelství chemie a biologie pro střední školy. Během svého studia si stále více uvědomuji provázanost těchto dvou oborů. Již ve své bakalářské práci jsem se snažila na tématu Bílkoviny poukázat, že žáci mohou při výuce využívat poznatků z více přírodovědných disciplín.

V Evropě i ve světě obecně není takto pojímaná výuka žádnou výjimkou ani novinkou. Na rozdíl od České republiky se např. v Anglii, Itálii, Norsku či některých státech USA na druhém stupni základní školy a střední škole nedělí přírodovědné disciplíny do zvláštních předmětů. Biologie, chemie, fyzika, zeměpis, geologie a ekologie jsou zde sjednoceny a vyučovány jako jeden celek. Přestože tyto celky vystupují v různých státech pod různými názvy, stále mluvíme o tzv. integrované výuce přírodovědných předmětů.

V současnosti probíhá v České republice reforma vzdělávacího systému. Školy učí podle rámcových vzdělávacích programů, a zvláště Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělání integrovanou výuku nejen přírodovědných předmětů do jisté míry podporuje. Proto se ve své diplomové práci zaměřím na možnosti realizace integrované výuky přírodovědných předmětů na vyšším stupni základních škol a nižším stupni gymnázia.

## 1.2 Integrovaná výuka přírodovědných předmětů z hlediska Rámcového vzdělávacího programu

Hlavními kurikulárními dokumenty České republiky jsou nyní rámcové vzdělávací programy (RVP), které vymezují závazné rámce vzdělávání pro jednotlivé etapy (pro předškolní, základní a školní vzdělávání). Další text se bude týkat **Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV)** [1].

Kromě určité úrovně znalostí a vědomostí vymezují RVP také dovednosti, kterými by měl být žák ukončující určitou úroveň vzdělání vybaven. Tyto dovednosti jsou v RVP ZV označovány jako klíčové kompetence:

- *kompetence k učení*
- *kompetence k řešení problémů*
- *kompetence komunikativní*
- *kompetence sociální a personální*
- *kompetence občanské*

- *kompetence pracovní [I]*

Rámcové vzdělávací programy pro gymnázia (RVP ZV) vymezují těchto osm vzdělávacích oblastí:

- *Jazyk a jazyková komunikace*
- *Matematika a její aplikace*
- *Člověk a příroda*
- *Člověk a společnost*
- *Člověk a svět práce*
- *Umění a kultura*
- *Člověk a zdraví*
- *Informatika a informační a komunikační technologie [I]*

Vzdělávací oblasti jsou dále diferencovány na vzdělávací obory. Vzdělávací oblast člověk a příroda je tedy dále členěna v těchto pět vzdělávacích oborů:

- *Fyzika*
- *Chemie*
- *Přírodopis*
- *Zeměpis (Geografie)*
- *Geologie [I]*

V RVP G má pak každý z těchto vzdělávacích oborů určené učivo a očekávané výstupy. Spolu s klíčovými kompetencemi jsou právě učivo a očekávané výstupy pro školy jedinými závaznými.

RVP tedy neurčuje předměty vyučované na školách, ale určuje pouze učivo, které musí být v průběhu školní docházky probráno a očekávané výstupy a klíčové kompetence, kterými by měl být každý žák uzavírající základní či střední vzdělání vybaven. Jednotlivé předměty jsou potom definovány ve Školním vzdělávacím programu (ŠVP), který si vytváří škola sama. RVP dává školám možnost uspořádat učivo vlastním systémem vyhovujícím požadavkům učitelů, žáků i jejich rodičů. Dává možnost zbavit se encyklopedičnosti (zejména v přírodovědných předmětech) a učit novým, moderním způsobem. Směřuji k tomu, že podle RVP není nutné přírodovědné předměty rozdělovat podle tradice, naopak je možné vyučovat je v integrovaném celku, jakým je např. právě vzdělávací oblast Člověk a příroda.

### 1.3 Cíle diplomové práce

Pro tuto diplomovou práci byly vytyčeny následující cíle:

- Bude vytvořen komplexní přehled užití integrované výuky přírodovědných předmětů v evropských státech a ve státech ostatních kontinentů.
- Budou zhodnoceny výhody a nevýhody integrované výuky přírodovědných předmětů vzhledem k tradici, systému a možnostem vzdělávání u nás.
- Bude provedena analýza učebnic speciálně vytvořených pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů.
- Bude navržen systém a výukové materiály v oblasti chemie pro integrované vyučování přírodovědných předmětů (učební texty, návody na pokusy, pracovní listy, vše včetně autorského řešení).
- Navržené materiály budou ověřeny a podle zjištěných negativ či pozitiv upraveny.

## 2 Integrovaná výuka přírodovědných předmětů v České republice, v Evropě i ve světě

Ačkoli RVP, díky nimž mohou školy realizovat integrovanou výuku, jsou záležitostí posledních let, v jisté formě existuje integrovaná výuka přírodovědných předmětů v České republice již desítky let. Mluvíme o prvním stupni základní školy, kde se žáci učí různými přírodovědnými disciplínami souhrnně v předmětu Přírodověda. Takováto integrace je prozatím v České republice na druhém stupni základní školy a středních školách spíše výjimkou. Naproti tomu je v mnoha zemích Evropy a ve světě zcela běžná a má svou tradici.

Komplexní přehled stavu integrované výuky přírodovědných předmětů v zemích Evropy poskytují následující dvě mapy. Obě jsou vytvořeny na základě programu **ISCED** (International Standard Classification of Education). Jedná se o **Mezinárodní standardní klasifikaci vzdělávání**, která byla vydána organizací **UNESCO** v roce 1976. Slouží ke shromažďování, zpracovávání a vyhodnocování vzdělávacích statistik jak v jednotlivých zemích tak v mezinárodním měřítku [upraveno podle 2]. *Program ISCED rozděluje šest základních úrovní vzdělávání:*

0. *preprimární vzdělávání (bez vzdělání)*
1. *primární vzdělávání*
2. *nižší sekundární vzdělávání*
3. *vyšší sekundární vzdělávání*
4. *postsekundární vzdělávání nižší než terciární*
5. *první stupeň terciárního vzdělávání*
6. *druhý stupeň terciárního vzdělávání [2]*

Na následujících mapách je vyznačeno vzdělávání v evropských zemích podle programu ISCED 1 a ISCED 2, které odpovídají první úrovni vzdělávání – primárnímu vzdělávání a druhé úrovni vzdělávání – nižšímu sekundárnímu vzdělávání. V České republice označujeme primární vzdělávání jako první stupeň základní školy, nižší sekundární vzdělávání jako druhý stupeň základní školy nebo nižší stupeň gymnázia.

Z těchto map vyplývá, že integrovaná výuka přírodovědných předmětů je na prvním stupni základní školy realizována ve všech státech Evropy, výjimkou je pouze Nizozemí. Na úrovni druhého stupně základní školy či nižšího stupně gymnázia je systém výuky přírodovědných předmětů v zemích Evropy méně jednotný. Jednou možností je oddělená výuka přírodovědných oborů, druhou možností je jejich integrace. Kromě České republiky využívá odděleného systému vyučování také Portugalsko, Francie, Irsko, Island, Belgie,

Nizozemí, Německo, Dánsko, Rakousko, Slovensko, Polsko, Rumunsko, Bulharsko, Řecko, Lotyšsko a Finsko. V některých zemích, jako je např. Španělsko, Skotsko, Maďarsko, Slovinsko, Litva či Švédsko, není systém výuky zcela vyhraněn – školy využívají jak odděleného, tak integrovaného vyučování přírodovědných předmětů. Výhradně integrovaná výuka přírodovědných předmětů je typická pro Norsko, Itálii a Anglii.



Obr. 1: Výuka přírodních věd v primárním vzdělávání (ISCED 1)



Obr. 2: Výuka přírodních věd v nižším stupni sekundárního vzdělávání (ISCED 2)



Dále bude podrobněji rozebrán integrovaný vzdělávací systém v oblasti přírodních věd v Anglii, Norsku, Španělsku a Kanadě. V Anglii a Norsku je integrovaný systém přírodovědné výuky jednotný pro celou zemi. Ve Španělsku a v Kanadě není, co se přírodovědných předmětů týče, utvořen jednotný vzdělávací systém, ale velké množství škol využívá integrované výuky. Anglie a Španělsko byly do studia integrovaného vzdělávacího systému zařazeny také proto, že v minulých letech byly na Katedře didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy zpracovány diplomové práce srovnávající vzdělávací systémy těchto zemí s Českou republikou. Jejich autorkami jsou Eva Zelená (Stručné srovnání vzdělávacích systémů v ČR a Anglii, DP 2004) a Jitka Čierná (Chemické vzdělávání v ČR a ve Španělsku, DP 2008). Obě diplomové práce jsou zdrojem informací

o systému integrovaného vyučování přírodovědných předmětů, ačkoli to není jejich primárním cílem.

## 2.1 Výuka přírodovědných předmětů v Anglii

Jednou z evropských zemí, pro které je integrovaný předmět naprosto typický a do jisté míry tradiční, je Anglie. V Anglii dala prvotní vznik integrované výuce přírodovědných předmětů reforma školství v 60. letech 20. století. Probíhala v závislosti na vývoji školství v USA. Největším impulsem ke změně byly projekty vypracované v tzv. **Nuffieldově fondu-NF**. *Projekt NF nevznikal jako zásadní reforma anglické školy. Zůstal systém Primary School a Secondary school s jedenáctiletou školní docházkou od pěti do šestnácti let. Změny se dotkly hlavně obsahu přírodovědného vzdělávání, při zachování tradičních způsobů výuky. Ty tvoří pro Anglii charakteristická experimentální problémová žákovská činnost. Žáci mají poznat, jaký význam má věda pro společnost, a to nejen prostřednictvím vhledu do přímého využívání jejích výsledků, ale i v její roli ovlivňujícího činitele celého společenského života [3].* Všechna přírodovědná odvětví se tedy v anglické škole vyučují v předmětu zvaném **Přírodní vědy**. K výuce tohoto předmětu byly záhy po reformě vydány učební texty, materiály a metodické příručky pro učitele.

*Další reforma, která významně ovlivnila podobu dnešního vzdělávacího systému v Anglii, přišla roce 1988. Tehdy vstoupilo v platnost **národní kurikulum (NC)**, závazné pro všechny státní základní a střední školy v Anglii a Walesu. Podle tohoto národního kurikula je jedenáctiletá povinná školní docházka rozdělena na čtyři klíčová období [4]:*

**Tab. 1: Školní povinná docházka v Anglii a Walesu [citováno podle 4]**

klíčové období	škola	věk žáků	rok povinné školní docházky
1.	základní	5-7 let	1.-2.
2.	základní	7-11 let	3.-6.
3.	střední	11-14 let	7.-9.
4.	střední	14-16 let	10.-11.

Následující tabulka ukazuje povinně vyučované předměty v rámci národního kurikula v jednotlivých klíčových obdobích (KO).

Tab. 2: Povinné vyučovací předměty v Anglii a Walesu [citováno podle 4]

	1. KO	2. KO	3. KO	4. KO
angličtina	x	x	x	x
matematika	x	x	x	x
přírodní vědy	x	x	x	x
design a technologie	x	x	x	x
informatika	x	x	x	x
historie	x	x	x	
zeměpis	x	x	x	
cizí jazyk			x	x
umění a design	x	x	x	
hudební výchova	x	x	x	
tělesná výchova	x	x	x	x
občanská výchova			x	x

Z uvedeného zastoupení povinných předmětů vyučovaných v jednotlivých klíčových obdobích vyplývá, že v Anglii je kladen velký důraz na výuku přírodovědných předmětů ve všech klíčových obdobích. Kromě matematiky a angličtiny musí žáci pro udělení GCSE (Obecného certifikátu ze středoškolského vzdělávání), který je srovnatelný s maturitou, projít zkouškou také z přírodních věd.

V národním kurikulu je každý předmět rozdělen na několik částí. Výuka přírodních věd je rozdělena na 4 části:

*Životní procesy a živá stvoření; biologická část*

*Látky a jejich vlastnosti; chemická část*

*Fyzikální procesy; fyzikální část*

*Vědecké zkoumání; prostupuje všemi třemi oblastmi, zahrnuje praktické obecně vědecké zkoumání prováděné žáky [4].*

Každá tato část je v národním kurikulu rozpracována ve dvou rozdílných dokumentech. Dokument nazvaný **Studijní program** stanovuje konkrétní obsah a rozsah učiva, který má být vyučován a osvojen studenty v daném klíčovém období. Výstupy a cíle jsou shrnuty v dokumentu **Cílové požadavky**, který je vytvořen pro každou část předmětu Přírodní vědy zvláště [upraveno podle 4].

Co však národní kurikulum pevně nestanovuje, je samotná organizace výuky předmětu přírodní vědy. Může být realizována v zásadě dvojím způsobem. První možností je **modulová výuka**. Učivo je rozděleno do modulů, které zahrnují ucelené kapitoly z jednotlivých přírodovědných předmětů, které však nejsou samostatně vymezeny. Druhou možností je



**koordinovaná výuka**, kde se striktně odděluje biologie, chemie a fyzika [upraveno podle 4]. Dle zdrojů však na většině anglických škol probíhá modulová výuka.

## 2.2 Výuka přírodovědných předmětů v Norsku

Norsko je jednou ze tří zemí Evropy, ve které probíhá výuka přírodovědných předmětů výhradně integrovaně. Školní docházka v Norsku je povinná pro žáky ve věku 6 až 16 let. Obsah této desetileté povinné školní docházky je definován v reformě z podzimu roku 2006, která v angličtině nese název **The National curriculum for the Knowledge Promotion**. V češtině bychom tento dokument tedy mohli nazvat **Národní kurikulum pro podporu vzdělávání**.

Norský vzdělávací systém je rozdělen (kromě univerzitního vzdělávání) na tři části. V rámci povinné školní docházky žáci absolvují primární vzdělávání (**Barneskole**) a poté následuje nižší sekundární vzdělávání (**Ungdomsskole**). Vyšší sekundární vzdělávání (**Videregående skole**) není již pro žáky povinné. Ročníky školní docházky a příslušný věk žáků ukazuje následující tabulka.

**Tab. 3: Školní docházka v Norsku** [převzato a přeloženo podle 5]

stupeň vzdělání	věk žáků	rok školní docházky
základní	6-13 let	1.-7.
nižší sekundární	13-16 let	8.-10.
vyšší sekundární	16-19 let	

Všechny přírodovědné obory se v Norsku, podobně jako v Anglii, vyučují souhrnně v předmětu, který má v angličtině název **Natural science**. Česky bychom ho tedy opět nazvali **Přírodní vědy**. Hlavní tématické oblasti, rámcový vzdělávací obsah a výstupy z tohoto předmětu jsou shrnuty v dokumentu **Natural science subjekt curriculum**, tedy v **Kurikulu předmětu Přírodní vědy** [5]. Toto kurikulum se týká desetileté povinné školní docházky a dále tzv. stupně **Vg1**, což je první ročník vyššího sekundárního vzdělávání všeobecného či odborného charakteru.

Předmět Přírodní vědy je rozdělen do šesti hlavních oblastí pro 1.-10. ročník a do šesti hlavních oblastí pro stupeň Vg1. Pro tyto hlavní oblasti jsou definovány cíle, kterých by měl žák dosáhnout po druhém, čtvrtém, sedmém a desátém roce výuky. Dále jsou definovány cíle,

kterých by měl žák dosáhnout po absolvování stupně Vg1. Z toho vyplývá, že všech šest hlavních oblastí se vyučuje cyklicky tak, aby žáci po dvou, čtyřech, sedmi a deseti letech výuky vždy dosáhli definovaných cílů.

Pro výuku Přírodních věd během povinné desetileté školní docházky bylo definováno těchto šest výukových oblastí [převzato a přeloženo podle 5] (překlad do češtiny je autorský):

#### 1. *The budding researcher – „Perspektivní badatel“*

Výuka v rámci této oblasti nespočívá pouze v předkládání informací. Je zde kladen důraz na získávání vědomostí prakticky, to znamená využitím nejrůznějších vědeckých metod. Žáci si vyzkouší vlastní vědeckou činnost na základě formulování hypotézy, dále např. systematické pozorování, diskusi, ale také kritické hodnocení, argumentaci, formulování výsledků a prezentaci.

Stejná oblast je vymezena též pro výuku Vg1.

#### 2. *Diversity in nature – „Přírodní rozmanitost“*

V této vzdělávací oblasti je třeba nejdříve se zaměřit na jistou znalost druhů rostlin, zvířat a zároveň na to, jakou mají tyto organismy úlohu v ekosystému. To je velmi důležité k dalším diskusím témat týkajících se přírodní rozmanitosti. Tato oblast se také zaměřuje na témata, jako jsou požadavky trvale udržitelného rozvoje, místo člověka v přírodě, či jak mohou lidské činnosti ovlivnit přírodní prostředí lokálně či globálně. Součástí této vzdělávací oblasti je také práce v terénu.

Na místě této oblasti je pro Vg1 definována oblast **Sustainable development**, tedy „**Trvale udržitelný rozvoj**“.

#### 3. *Body and health – „Tělo a zdraví“*

Tato oblast se zaměřuje na strukturu, funkci, ale také změny lidského těla v čase. Neméně důležité je naučit se být zodpovědný k vlastnímu tělu a pečovat o zdraví své i ostatních. Témata zdraví, životní styl, výživa, jsou často zmiňována též v médiích, proto by se žáci ve výuce měli naučit podrobit tyto informace z médií kritickému hodnocení.

Pro stupeň Vg1 je definována oblast se stejným názvem.

#### 4. *The universe – „Vesmír“*

Tato oblast se zaměřuje na znalosti o sluneční soustavě, Zemi a její poloze. Dále jsou žákům předkládány informace o nových výzkumech a technologiích, které se tohoto tématu týkají.

Pro stupeň Vg1 byla místo této oblasti definována oblast **Radiation and radioactivity**, tedy „**Záření a radioaktivita**“.

### 5. *Phenomena and substance/elements – „Jevy a látky“*

Z hlediska fyziky se v této vzdělávací oblasti žáci seznámí s tématy: zvuk, světlo, elektřina a magnetismus, energie a její zdroje. Oblast chemie se zaměřuje na struktury a reakce látek. Součástí výuky je také téma využívání různých jevů či látek člověkem.

Místo této oblasti je pro stupeň Vg1 definována oblast **Energy for the future**, tedy „**Energie v budoucnosti**“.

### 6. *Technology and design „Technologie a design“*

Součástí výuky této oblasti nejsou pouze přírodní vědy jako je fyzika či matematika, ale také umělecké předměty (výtvarná výchova) či manuální předměty (pracovní činnosti). Technologie a design se zaměřuje na projektování, vývoj a výrobu produktů, které jsou potřebné v každodenním životě.

Na stupni Vg1 je tato oblast nazývána **Biotechnology – „Biotechnologie“**.

Následující tabulka ukazuje počet hodin předmětu Přírodní vědy v rámci jednotlivých stupňů vzdělávání:

**Tab. 4: Počet hodin Přírodních věd v jednotlivých ročnících (Norsko)**  
[převzato a přeloženo podle 5]

stupeň vzdělání	rok školní docházky	počet hodin
primární	1.-7.	328
nižší sekundární	8.-10.	256
vyšší sekundární všeobecné studium (Vg1)	11.	140
vyšší sekundární odborné studium (Vg1)	11.	56
doplňkové studium k vyššímu vzdělávání (Vg3)	13.	84

V Kurikulu předmětu Přírodní vědy tedy není pevně stanoven počet hodin týdně pro jednotlivé ročníky, který lze pro představu orientačně vypočítat. Pro srovnání s Českou republikou, kde výuka některých přírodovědných předmětů, jako je fyzika či chemie, začíná až na druhém stupni, bude brán v úvahu počet hodin pro nižší sekundární vzdělávání. Školní rok v Norsku začíná na konci srpna a končí v polovině června. Výuka tedy trvá přibližně deset měsíců, stejně jako v České republice. Budeme-li uvažovat, že v rámci nižšího

sekundárního vzdělávání žák absolvuje 3 ročníky, připadá pak na jeden ročník asi 85 hodin Přírodních věd. Deset měsíců má asi 40 týdnů, na jeden týden tedy připadají 2 - 3 hodiny výuky Přírodních věd. Šest hlavních oblastí vymezených kurikulem zahrnuje zejména témata biologická, fyzikální a chemická. Budeme-li uvažovat pouze tyto tři předměty (bez zeměpisu, který často bývá řazen mezi vědy společenské), jsou 2 hodiny výuky Přírodních věd týdně oproti České republice velmi málo, ačkoli trvají 60 minut. Jednotlivé předměty ani počty hodin RVP ZV České republiky sice také nestanovuje, většina škol však vyučuje po dvou hodinách týdně jak přírodopis, tak fyziku od 7. ročníku a chemii od 8. ročníku. Čeští žáci mají tedy orientačně asi dvakrát více vyučovacích hodin přírodovědných předmětů než norští žáci.

### 2.3 Výuka přírodovědných předmětů ve Španělsku

Strukturu a uspořádání veškerého vzdělávání mimo vysokoškolský sektor definuje ve Španělsku zákon **LOGSE** a **LOE**. Ze znění zákona LOE vychází královské nařízení **Real Decreto 1631/2006**, které svým obsahem definuje minimální požadavky na obsah vzdělávání, cíle pro jednotlivé ročníky a kritéria hodnocení [upraveno podle 6].

Povinné školní vzdělávání ve Španělsku je ve srovnání s Českou republikou o rok delší a jinak strukturované.

Tab. 6: Povinná školní docházka ve Španělsku

stupeň vzdělání	věk žáků	rok povinné školní docházky
<b>povinné primární vzdělávání</b>	6-12 let	1.-6.
<b>povinné sekundární vzdělávání</b>	12-16 let	7.-10.

Povinné primární vzdělávání trvá tedy šest let a je rozděleno do tří dvouletých cyklů. Povinné sekundární vzdělávání (tzv. etapa **ESO**) je čtyřleté, rozdělené do dvou dvouletých cyklů. Cílem povinného vzdělávání je připravit žáky k dalšímu studiu nebo k životu samostatného, pracujícího člověka. Vstupním požadavkem pro vysokoškolské studium je nepovinný vyšší sekundární stupeň **Bachillerato**.

Dále bude popsána struktura vyučování přírodovědných předmětů v povinném sekundárním vzdělávání, které je paralelní k našemu druhému stupni základní školy či nižšímu stupni gymnázia. Jak již bylo zmíněno, v tomto období je učivo organizováno do dvou dvouletých cyklů. *V prvním cyklu (tedy v prvním a druhém ročníku povinného sekundárního vzdělávání) je učivo přírodních věd organizováno v jednom předmětu nazvaném **Přírodní vědy**. Ten lze rozdělit na dva bloky:*

## ***Biologie a geologie***

## ***Fyzika a chemie*** [6]

Předmět Přírodní vědy lze tedy vyučovat první dva ročníky povinného sekundárního vzdělávání zcela integrovaně nebo je možné ho rozdělit na dva integrované bloky. Biologii a geologii pak lze vyučovat v prvním ročníku, fyziku a chemii dále ve druhém ročníku. Na začátku dalšího cyklu, tedy ve třetím ročníku povinného sekundárního vzdělávání, je vyučování přírodních věd rozdělením do těchto dvou bloků obvyklé, ve čtvrtém, posledním ročníku pak povinné. Ve čtvrtém ročníku si žáci mohou a nemusí zvolit jeden z těchto dvou přírodovědných bloků.

V následující etapě vzdělávání Bachillerato se přírodní vědy vyučují opět v integrované formě, ve variantách **Přírodní vědy a Technologie**.

**Tab. 7: Výuka předmětů v jednotlivých cyklech vzdělávání (Španělsko)** [citováno podle 6]

předměty a oblasti	první cyklus		druhý cyklus	
	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník
povinné	Přírodní vědy Společenské vědy, zeměpis, dějepis Tělesná výchova Španělština a literatura Cizí jazyk Matematika			Společenské vědy, zeměpis, dějepis Eticko – občanská výchova Tělesná výchova Španělština a literatura Cizí jazyk Matematika
	Minimálně v jednom ročníku: Výtvarná výchova Hudba Technologie Výchova k občanství a lidským právům			<b>Studenti volí 3 oblasti z nabídky:</b> <b>Biologie a geologie</b> Výtvarná výchova <b>Fyzika a chemie</b> Informatika Latina Hudba Druhý cizí jazyk Technologie

Z uvedené tabulky vyplývá, že výuka přírodních věd v povinném sekundárním vzdělávání ve Španělsku hraje významnou úlohu. Pouze v posledním ročníku povinné školní docházky si studenti z nabídky nemusí zvolit žádnou z přírodovědných oblastí. Jistě stojí za povšimnutí, že žlutě zvýrazněný předmět Zeměpis, je jaksi vyčleněn z integrované výuky přírodovědných předmětů v 1.- 3. ročníku povinného sekundárního vzdělávání. Na rozdíl od červeně zvýrazněných předmětů biologie, geologie, fyziky a chemie, je však zeměpis ve 4. ročníku

povinného sekundárního vzdělávání vyučován povinně. Naproti tomu v České republice se předmět Zeměpis pohybuje na pomezí společenských, humanitních a přírodních věd, přestože studium geografie je tradičně záležitostí přírodovědeckých fakult. RVP ZV zařazují předmět Zeměpis do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, RVP G však zařazují předmět Zeměpis též do vzdělávací oblasti Člověk a společnost.

Také porovnáme-li hodinové dotace jednotlivých předmětů povinného sekundárního vzdělávání ve Španělsku, zjistíme, že předměty s nejvyšší hodinovou dotací jsou Španělština a literatura a matematika. Následuje Cizí jazyk a oblast Společenské vědy, zeměpis, dějepis a pokud si žák ve 4. ročníku zvolí jednu z přírodovědných oblastí, tak jsou to také přírodní vědy.

**Tab. 8: Počet vyučovacích hodin předmětů v jednotlivých ročnících (Španělsko)**  
[citováno podle 6]

oblasti a předměty	ročník / hodinová dotace			
	1.	2.	3.	4.
Španělština a literatura	4	4	4	4
Cizí jazyk	3	3	3	3
Matematika	4	4	4	4
Společenské vědy, zeměpis, dějepis	3	3	3	3
Tělesná výchova	2	2	2	2
Výchova k občanství a lidským právům	-	2	-	-
Eticko-občanská výchova	-	-	-	2
Přírodní vědy	3	4	-	-
Biologie a geologie	-	-	2	3
Fyzika a chemie	-	-	2	3
Výtvarná výchova	3	-	2	3
Hudba	3	-	2	3
Technologie	-	4	2	3
Informatika	-	-	-	3
Latina	-	-	-	3
Druhy cizí jazyk	-	-	-	3
Náboženství / Studijní činnost	1	2	1	2
Volitelné předměty	2	2	2	1
Třídnická hodina	1	1	1	1
<b>Celkem</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>

Podobně jako jsou výstupem českého rámcového vzdělávacího programu tzv. **klíčové kompetence**, výstupem španělského programu vzdělávání je dosahování tzv. **základních kompetencí** a dále **rozvíjení schopností**, se kterými žáci vstupují do vzdělávacího procesu, a které je potřeba rozvíjet.

*Na základě znění královského nařízení **Real decreto 1631/2006**, si výuka přírodních věd v etapě ESO klade za cíl rozvoj následujících schopností [6]:*

1. rozumět základním strategiím a konceptům přírodních věd a využívat je k interpretaci přírodních jevů, k analyzování a posuzování vlivu a významu vědecko-technologického rozvoje;
2. používat odpovídající vědecké metody a postupy při řešení problémů (například diskuse o významu předneseného problému, formulace hypotézy, vytváření strategií řešení problémů, analýza výsledků, návrh využití realizovaného studia...);
3. rozumět odborným textům a vytvářet je s využitím odpovídajícího vědeckého jazyka, interpretovat diagramy, grafy, tabulky a základní matematické formulace, poskytovat vysvětlení a argumenty;
4. využívat různé zdroje informací o odborných tématech, tyto informace posuzovat a využívat je jako základ odborných prací;
5. zaujmout kritický přístup při analyzování vědeckých a technologických otázek;
6. rozvíjet vhodné postoje a návyky v zájmu osobního zdraví i zdraví společnosti, upřednostňovat strategie, které umožní čelit společenským hrozbám spojeným s výživou, drogovými závislostmi, sexualitou...;
7. rozumět důležitosti využívání poznatků přírodních věd při uspokojování lidských potřeb, podílet se na rozhodování o místních i globálních problémech;
8. znát a posuzovat interakce mezi vědou a technikou, společností a životním prostředím;
9. brát na vědomí experimentální a tvůrčí charakter přírodních věd, jejich přínos k lidskému poznání v průběhu historie, oceňovat vítězství diskuse nad dogmatismem a přínos vědeckých revolucí [citováno podle 6].

Zároveň, stejně jako české Rámcové vzdělávací programy, obsahuje i španělské vzdělávací kurikulum tzv. průřezová témata. Pro výuku ESO je vymezeno osm následujících průřezových témat:

#### **Morální a občanská výchova**

**Výchova ke zdraví;** anatomie a fyziologie člověka, osobní hygiena, stravovací návyky a dieta, sport, nemoci

#### **Výchova k míru**

**Výchova spotřebitele;** zodpovědné využívání přírodních zdrojů (voda, nerostné suroviny, zdroje energie), kritika konzumního chování

#### **Výchova k rovnosti pohlaví**

**Environmetnální výchova**; ekologie, konkrétní problémy životního prostředí

**Sexuální výchova**; anatomie pohlavních orgánů člověka, osobní hygiena, metody kontroly porodnosti a asistované reprodukce

**Dopravní výchova** [citováno podle 6].

Červeně označená průřezová témata považuji za ta, kterými prostupuje předmět Přírodní vědy. Zároveň jsem k označeným průřezovým tématům připsala kapitoly týkající se výuky Přírodních věd.

Značné zastoupení výuky přírodovědných předmětů v povinném sekundárním vzdělávání ve Španělsku potvrzuje i fakt, že integrovaný předmět Přírodní vědy prostupuje nejméně čtyři z osmi průřezových témat.

Královské nařízení Real Decreto 1631/2006 definuje učivo přírodních věd. V prvním a druhém ročníku povinného sekundárního vzdělávání je výuka všech přírodovědných oblastí integrovaná. V prvním ročníku povinného sekundárního vzdělávání je učivo předmětu Přírodní vědy rozděleno do čtyřech obsahových bloků:

**Blok 1 – Společný obsah**

**Blok 2 – Země ve vesmíru**

**Blok 3 – Látky vyskytující se na Zemi**

**Blok 4 – Živé organismy a jejich rozmanitost** [citováno podle 6]

Ve druhém ročníku povinného sekundárního vzdělávání je učivo předmětu Přírodní vědy rozděleno do šesti obsahových bloků:

**Blok 1 – Společný obsah**

**Blok 2 – Hmota a energie**

**Blok 3 – Přenos energie**

**Blok 4 – Geologické přeměny způsobené vnitřní energií Země**

**Blok 5 – Život v činnosti**

**Blok 6 – Životní prostředí** [citováno podle 6]

Z uvedeného vyplývá, že v prvním ročníku je obsah předmětu Přírodní vědy zaměřen více na biologii, zeměpis a geologii. Naopak ve druhém ročníku převažuje výuka fyziky. Obecně málo je zastoupena výuka chemie.

## 2.4 Výuka přírodovědných předmětů ve státech mimo Evropu

Integrovaná výuka přírodovědných předmětů není samozřejmě pouze záležitostí Evropy. Své zastoupení má také např. v některých státech USA nebo v Kanadě.



Na americkém systému vzdělávání je zajímavý metodický postup, který pravděpodobně vychází z Piagetovy vývojové psychologie. Proces vzdělávání je tedy přizpůsoben zejména psychickému vývoji žákovy osobnosti. Americký model integrované výuky vychází z motivace – např. z vypravování, z filmu, ze situace z běžného života, která vede k formulování otázky a zadání úlohy. K vyřešení úlohy jsou poskytnuty studijní materiály, příslušné předměty, látky a přístroje. Před provedením úlohy se problém analyzuje, jsou navrženy a diskutovány možnosti realizace úlohy, následuje samotné provedení úlohy a popis pozorování. Po dokončení realizace úlohy následuje opět analýza a formulace výsledků. Tato empirická úroveň poznávání klade nároky nejen na intelekt žáků, ale také na jejich manuální dovednosti.

Vzdělávací systém v Kanadě není jednotný, liší se v jednotlivých provinciích a teritoriích, která mají svá samostatná ministerstva zabývající se vzděláváním. Základní kostra vzdělávání je ve všech provinciích a teritoriích stejná:

**Tab. 9: Povinná školní docházka v Kanadě**

<b>stupeň vzdělání</b>	<b>věk žáků</b>	<b>rok povinné školní docházky</b>
primární	6-12 let	1.-6.
intermediární	12-15 let	7.-9.
sekundární	15-17+ let	10.-12.+

Kanadské přírodovědné vzdělávání je zakotveno v kurikulu *Science and Technology – Přírodní vědy a technika* [7]. Je určen pro první až osmý ročník povinného vzdělávání. Zajímavý je hlavně tím, že obsahuje pět základních linií, rozvíjených od prvního do osmého ročníku. V následující tabulce je přehled tématických celků (jejichž překlad do češtiny je autorský), kterým se žáci v jednotlivých ročnících věnují:

Tab. 10: Tematické celky předmětu Přírodní vědy a technika (Kanada)  
[převzato a přeloženo podle 7]

ročník	<b>Živé systémy</b> Life systems	<b>Struktury a mechanismy</b> Structures and mechanisms	<b>Hmota a energie</b> Matter and energy	<b>Země a vesmír</b> Earth and Space
1.	<b>Charakteristika živých systémů</b> Needs and characteristics of Living things	<b>Hmota, struktura a její zákonitosti</b> Materials, objects, and Everyday Structures	<b>Energie v našem životě</b> Energy in Our Lives	<b>Denní a sezónní změny</b> Daily and Seasonal Changes
2.	<b>Růst a vývoj zvířat</b> Growth and Changes in Animals	<b>Pohyb a jeho zákonitosti</b> Movement	<b>Vlastnosti kapalných a pevných látek</b> Properties of Liquids and Solids	<b>Vzduch a voda v životním prostředí</b> Air and Water in the Environment
3.	<b>Růst a vývoj rostlin</b> Growth and Changes in Plants	<b>Pevné látky</b> Strong and Stable Structures	<b>Síly způsobující pohyb</b> Forces Causing Movement	<b>Půda v životním prostředí</b> Soils in the Environment
4.	<b>Prostředí a společenství</b> Habitats and communities	<b>Jednoduché stroje</b> Pulleys and Gears	<b>Světlo a zvuk</b> Light and Sound	<b>Horniny a minerály</b> Rocks and Minerals
5.	<b>Lidské tělo a orgánové soustavy</b> Human organ systems	<b>Síly působící na struktury a mechanismy</b> Forces Acting on Structures and Mechanisms	<b>Vlastnosti a změny hmoty</b> Properties of and changes in Matter	<b>Hospodaření s energií a přírodními zdroji</b> Conservation of Energy and Resources
6.	<b>Biodiverzita</b> Biodiversity	<b>Let a jeho zákonitosti</b> Flight	<b>Elektřina a elektrické stroje</b> Electricity and Electiracal Device	<b>Vesmír</b> Space
7.	<b>Vztahy v životním prostředí</b> Interaction in the Environmet	<b>Tvary těles a jejich vzájemné interakce</b> Form and funciton	<b>Čisté látky a směsi</b> Pure substance and Mixtures	<b>Teplo a jeho přeměny</b> Heat in the Environment
8.	<b>Buněčná biologie</b> Cells	<b>Činnosti systémů</b> Systems in Actions	<b>Kapaliny</b> Fluides	<b>Vodní soustavy</b> Water systems

V následujících ročnících nejsou přírodovědné předměty dále vyučovány integrovaným systémem. Jsou rozlišeny na předměty Biologie, Chemie, Fyzika a Vědy o Zemi a vesmíru.

V této kapitole jsem uvedla pouze několik příkladů různých způsobů integrovaného vyučování přírodovědných předmětů v několika zemích světa.

## **2.5 Cíle integrované výuky přírodovědných předmětů**

Vyhledáme-li slovo „integrace“ ve slovníku cizích slov, dozvíme se, že význam tohoto slova je sjednocení, ucelení, splynutí, proces spojování ve vyšší celek. V rámci přírodovědného vzdělávání jde o propojení obsahu jednotlivých předmětů. Proč vlastně takovou výuku realizovat a jaké cíle si integrovaná výuka přírodovědných předmětů pokládá?

Jedním z hlavních cílů je bezpochyby zvýšit motivaci žáků ke vzdělávání a práci v přírodních vědách. Integrovaná výuka, jak bylo již dříve zdůrazněno, je zaměřena především na získávání poznatků vlastními zkušenostmi, tedy empiricky. Žák, který na základě dříve získaných vědomostí a dovedností provede pokus, z něhož vyvodí závěry a nové poznatky, získává jistě větší vnitřní motivaci k učení. S tímto empirickým získáváním nových poznatků souvisí další cíl integrované výuky, a to odstranění encyklopedičnosti a pamětního učení. Integrovaná výuka bývá velmi často založena na řešení úloh problémového typu, provedení různého druhu pokusů nebo badatelsky orientované činnosti. Koná-li žák tyto činnosti sám, je nucen aktivně se zapojit do výuky, to znamená samostatně přemýšlet a pracovat. Ani skupinová práce není při integrovaném vyučování výjimkou. Potom žákům poskytuje možnost zlepšení komunikace mezi žáky samotnými či mezi žáky a učitelem.

Integrované vyučování obecně přináší žákovo uvědomění si mezipředmětových vztahů a souvislostí, zvyšování kreativity a vědecké přistupování k řešení problémů.

Z několika cílů, které jsou zde uvedeny, vyplývá, že realizací integrované výuky žáci nabývají nejméně čtyř ze šesti klíčových kompetencí: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní a kompetence pracovní.

## **2.6 Učitel integrovaného přírodovědného předmětu, výhody a nevýhody integrované výuky**

Chápání pojmu integrovaná výuka je různé. Neoddiskutovatelné je ve výuce základů přírodovědných předmětů spojení v jeden celek. Co je však v různých státech a na různých

školách pojmáno odlišnými způsoby, je počet vyučujících integrovaného přírodovědného předmětu a též klasifikace žáků.

Prvním typem integrované výuky je sice sloučení přírodovědných předmětů v jeden, ale na výuce se podílí více učitelů. Každý učitel připravuje a realizuje pouze tu část výuky, ve které je aprobován. Ve své části výuky také žáky klasifikuje. Může nastat situace, že žáci mají z jednoho předmětu více finálních známek, nebo jsou tyto dílčí oborové známky zprůměrovány v jednu. Tato myšlenka je u nás někdy realizována v podobě projektového vyučování.

Druhým typem je integrované vyučování, které připravuje a realizuje jeden jediný učitel, způsobilý a aprobovaný ve všech vyučovaných oblastech, který též nakonec sám žáky klasifikuje. Výsledkem takové výuky je pak jediná finální známka.

Oba typy výuky mají své výhody a nevýhody. Výhodou prvně jmenovaného typu je bezesporu větší odborná způsobilost učitelů. Na druhé straně příliš vysoká odbornost učitele v dané části oboru může vést k tomu, že žák získá hluboké solitérní poznatky a znalosti, neuvědomí si však obecnosti a souvislosti, mezipředmětové vztahy nebudou v popředí výuky. Pokud jeden předmět vyučuje více učitelů, stěžejní je zejména jejich domluva. Musí být předem naplánováno, co bude předmětem výuky, kolik hodin bude každému tématu věnováno a jak se obsahy jednotlivých oborů propojí.

Pakliže má výuku všech oblastí integrovaného předmětu na starosti jediný učitel, vyvstává především problém s jeho kvalifikací. Vezmeme-li v úvahu pouze přírodovědné předměty, musel by být učitel takového předmětu vzdělán v biologii, chemii, fyzice, geografii i geologii, nezbytně se musí orientovat též v matematice. Přestože v některých státech již existuje vzdělávání a příprava učitelů pro výuku integrovaného přírodovědného předmětu, toto široké spektrum učiva zvyšuje pravděpodobnost, že učitel nebude ve všech předmětech k výuce dostatečně kompetentní. Tedy jeho znalosti nemusí být ve všech jmenovaných oblastech tak odborné a hluboké, aby byl schopen žákům objasnit problematickou látku z různých aspektů. Na druhou stranu je takto připravený pedagog tou nejpovolanejší osobou k tomu, aby žáky naučil propojovat a aplikovat poznatky z jednotlivých vědních oborů. V České republice prozatím neexistuje taková instituce, která by učitele připravovala k takovéto komplexní výuce. Navíc je otázkou do diskuse, do jakého vzdělávacího stupně, do jakého věku žáků by vůbec byl učitel schopen kvalifikovaně učit takto široce integrovaný přírodovědný základ. Zkušenosti ukazují, že optimální doba výuky integrovaného přírodovědného předmětu je do třinácti až čtrnácti let žáka.

## 2.7 Porovnání výsledků výuky integrovaných a separovaných přírodovědných předmětů

Optimální možností, jak zjistit, který systém výuky přírodovědných předmětů je efektivnější, je porovnání výsledků mezinárodních výzkumů v zemích, kde probíhá výuka přírodovědných předmětů separovaně se zeměmi, kde probíhá výuka přírodovědných předmětů integrovaně. Pro toto srovnání bude využito výzkumů **PISA**.

### 2.7.1 Projekt PISA

**Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD – Organisation of Economic Cooperation and Development)** realizuje v rámci oblasti rozvoje lidských zdrojů, vzdělávání a školství projekt **Program pro mezinárodní hodnocení žáků (PISA – Programme for international student assessment)**. Cílem tohoto projektu je opakované zjišťování výsledků patnáctiletých žáků různých zemí v oblasti čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti. Výsledky výzkumu poskytují informace o úspěšnosti a efektivitě vzdělávacích systémů různých zemí. Kromě toho je výzkum koncipován tak, že poskytuje také srovnání jednotlivým školám, typům škol, či regionům [upraveno podle 8].

V rámci PISA jsou testováni žáci určitého věku, nikoli žáci určitého ročníku. Věk testovaných žáků je 15 let, neboť zhruba v tomto věku končí ve většině zemí OECD povinná školní docházka.

Oproti dříve realizovaným projektům, které se zaměřovaly spíše na zjištění úrovně školních vědomostí, se projekt PISA zaměřuje na dovednosti, které mají velký význam pro uplatnění žáků v dalším studiu nebo při jejich vstupu do světa práce.

Testování PISA se skládá ze dvou základních částí – žáci vypracovávají test a dotazník. Samotnému testování žáků předchází tzv. pilotní šetření, jehož hlavním úkolem je ověřit funkčnost testovaných nástrojů. V takto ověřeném testu jsou pak zastoupeny otázky s možností výběru jedné správné odpovědi, otázky s otevřenou nebo uzavřenou odpovědí či dichotomické otázky. Na vypracování testu má žák dvě hodiny. Další vypracování dotazníku trvá třicet minut. Žáci v něm poskytnou informace o sobě, prostředí, ve kterém žijí, o jejich škole a metodách, se kterými se zde setkali a v neposlední řadě zde vyjádří své názory a postoje.

Výzkum PISA probíhá v devítiletých cyklech. Sběr dat pro jeden cyklus probíhá jednou za tři roky. Je vždy zaměřen na jednu z oblastí gramotnosti. Prozatím byly realizovány

dva výzkumy PISA. První cyklus byl zahájen v roce 2000 a sběr dat pro tento cyklus je tedy kompletní. Druhý cyklus byl zahájen v roce 2009, kdy byl výzkum zaměřen na čtenářskou gramotnost. Výsledky tohoto posledního výzkumu budou zveřejněny až v prosinci roku 2010. V prvním cyklu byl výzkum PISA v roce 2000 zaměřen na čtenářskou gramotnost, v roce 2003 na matematickou gramotnost a v roce 2006 pak na přírodovědnou gramotnost. Pro porovnání výsledků výuky přírodovědných předmětů v zemích s integrovanou a separovanou výukou budou tedy využita data výzkumu PISA z roku 2006.

### 2.7.2 Projekt PISA 2006

Jak již bylo řečeno, v roce 2006 byl výzkum PISA zaměřen na zjišťování přírodovědné gramotnosti. Co to vlastně přírodovědná gramotnost je? PISA definuje **přírodovědnou gramotnost** jako schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a z daných skutečností vyvozovat závěry, které vedou k porozumění světu přírody a pomáhají v rozhodování o něm a o změnách působených lidskou činností [upraveno podle 9]. Výraz „přírodovědná gramotnost“ namísto „přírodní vědy“ zdůrazňuje to, že úkolem PISA je testovat aplikaci přírodovědných vědomostí v kontextu životních situací, oproti reprodukci tradičního školního učiva z oblasti přírodních věd. *Pro potřeby PISA 2006 byly do přírodovědné gramotnosti zahrnuty tyto složky:*

- *přírodovědné vědomosti a jejich využívání k rozpoznávání otázek, získávání nových vědomostí, vysvětlování přírodovědných jevů a vyvozování podložených závěrů o tématech vztahujících se k přírodním vědám*
- *znalost charakteristických rysů vědy jako formy lidského poznání a zkoumání*
- *povědomí o tom, jak přírodní vědy a technika utvářejí naše materiální, myšlenkové a kulturní prostředí*
- *ochota zabývat se myšlenkami a tématy souvisejícími s přírodními vědami a přemýšlet o nich [10]*

V definici přírodovědné gramotnosti byly dále rozlišeny čtyři vzájemně související složky, doplněné o jejich stručné charakteristiky:

- **kontext:** *rozpoznání životních situací, které obsahují prvky přírodních věd a techniky*
  - *na témata zdraví, přírodní zdroje, životní prostředí, rizika a hranice vědy a techniky žáci nahlíží v kontextu osobním, sociálním a globálním*

- **vědomosti:** porozumění světu přírody prostřednictvím přírodovědných vědomostí, mezi něž patří jak vědomosti o světě přírody, tak vědomosti o samotných přírodních vědách. Vědomosti z přírodních věd hodnocené ve výzkumu PISA 2006 jsou rozčleněny na:
  1. **Vědomosti z přírodních věd**
    - Neživé systémy
    - Živé systémy
    - Systémy Země a vesmíru
    - Technické systémy
  2. **Vědomosti o přírodních vědách**
    - Vědecký výzkum
    - Vědecká vysvětlení
- **kompetence:** prokázání kompetencí, k nimž řadíme rozpoznání přírodovědných otázek vysvětlování jevů pomocí přírodních věd a vyvozování závěrů na základě vědeckých důkazů. Přírodovědné kompetence hodnocené ve výzkumu PISA 2006 jsou:
  - rozpoznání přírodovědných otázek
  - vysvětlování jevů pomocí přírodních věd
  - používání vědeckých důkazů
- **postoje:** vyjádření zájmu o přírodní vědy, uznání hodnoty vědeckého výzkumu a motivace jednat odpovědně vůči přírodním zdrojům a životnímu prostředí. V rámci složky postoje zkoumá PISA 2006 tyto body:
  - zájem o přírodní vědy
  - uznání hodnoty vědeckého výzkumu
  - odpovědnost vůči zdrojům a životnímu prostředí [10]

Test přírodovědné gramotnosti je vytvořen tak, aby obsahoval přiměřeně vyvážený podíl otázek hodnotících různé složky.

### 2.7.3 Výsledky výzkumu PISA 2006

Ve výzkumu PISA jsou výsledky jednotlivých zemí prezentovány dvěma různými způsoby.

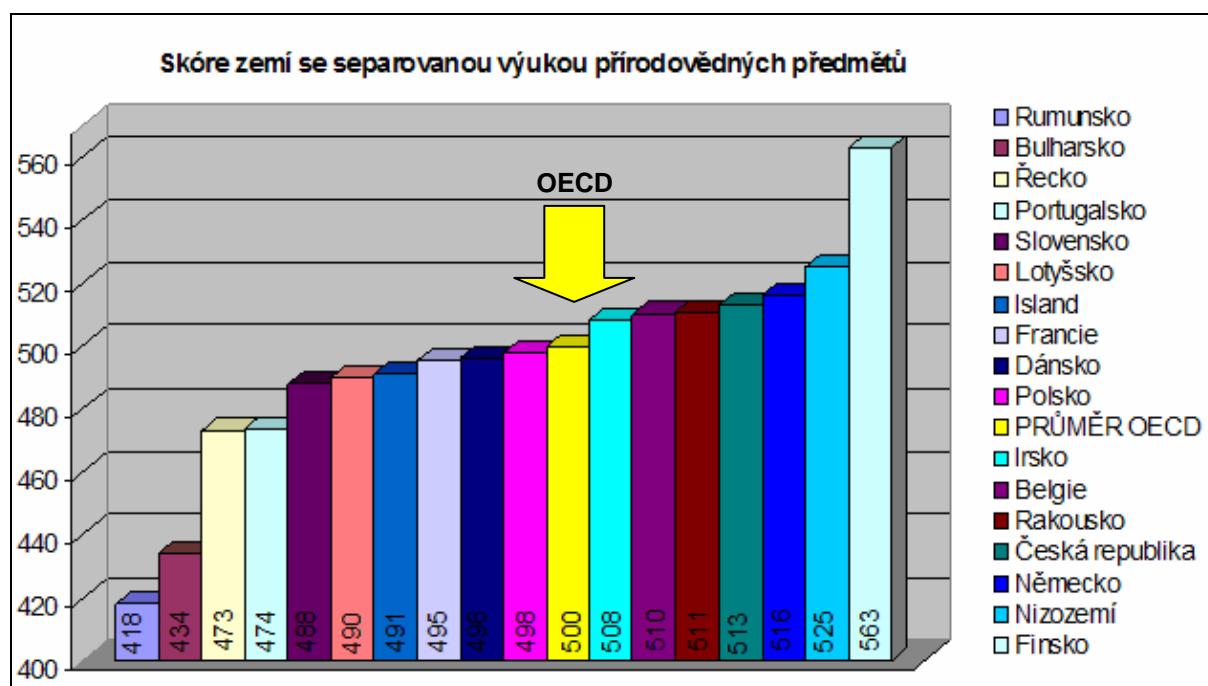
Prvním způsobem je hodnocení pomocí **skóru**, tedy počtu bodů [upraveno podle 11]. Dále bude využito průměrného výsledku žáků na jedné celkové přírodovědné škále.

Druhým způsobem je hodnocení pomocí šesti **úrovní způsobilosti**, přičemž žáci s úrovní způsobilosti 1 dosahují nejnižších výsledků a ovládají pouze nejjednodušší kompetence. Šestá úroveň naopak odpovídá nejlepším výsledkům a nejsložitějším kompetencí [upraveno podle 11].

## 2.7.4 Výsledky výzkumu PISA 2006 hodnocené pomocí skóre

V následujícím grafu je uvedeno porovnání výsledků výzkumu PISA 2006 ve státech s výhradně separovanou výukou přírodovědných předmětů na základě bodového hodnocení. Bodovým průměrem OECD v přírodovědné gramotnosti je 500 bodů [upraveno podle 11]. Z dat uváděných ve zdroji byly sestaveny následující grafy:

**Graf 1: Porovnání skóre zemí se separovanou výukou s průměrem OECD**  
[upraveno podle 11]



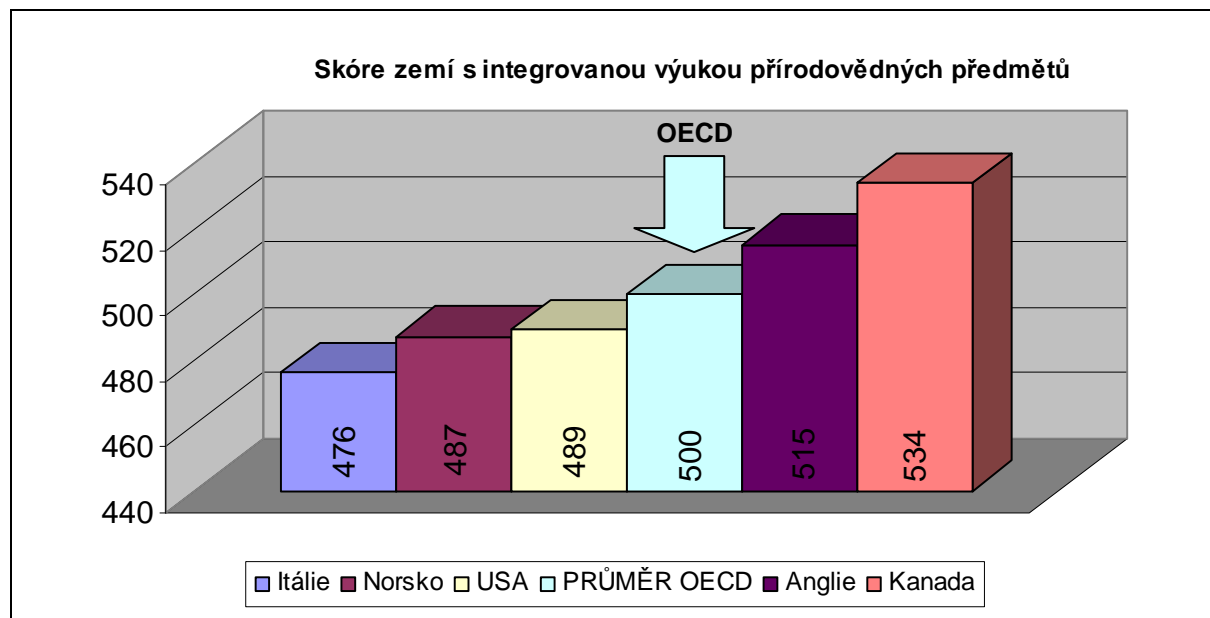
Z uvedených informací vyplývá, že sedm ze sedmnácti zemí, které vyučují přírodovědné předměty odděleně, mají lepší celkový bodový průměr přírodovědné gramotnosti než je bodový průměr přírodovědné gramotnosti OECD. Mezi tyto země patří také Česká republika. Zemí s nejlepším bodovým ziskem a separovanou výukou přírodovědných předmětů je Finsko. Naopak zemí s nejhorším bodovým průměrem v přírodovědné gramotnosti je Rumunsko.

Následující graf porovnává celkový bodový průměr přírodovědné gramotnosti zemí s integrovanou výukou přírodovědných předmětů s bodovým průměrem přírodovědné gramotnosti OECD. Z uvedených informací vyplývá, že jedinou evropskou zemí s výhradně integrovaným systémem výuky přírodovědných předmětů, která dosáhla v přírodovědné gramotnosti nadprůměrných výsledků, je Anglie. Naopak Norsko a Itálie dosáhla ve výzkumu PISA 2006 v přírodovědné gramotnosti pouze podprůměrných výsledků. Ze států s výhradně



integrovaným vyučováním přírodovědných předmětů dopadla nejlépe Kanada. Výsledek USA je oproti průměru OECD podprůměrný.

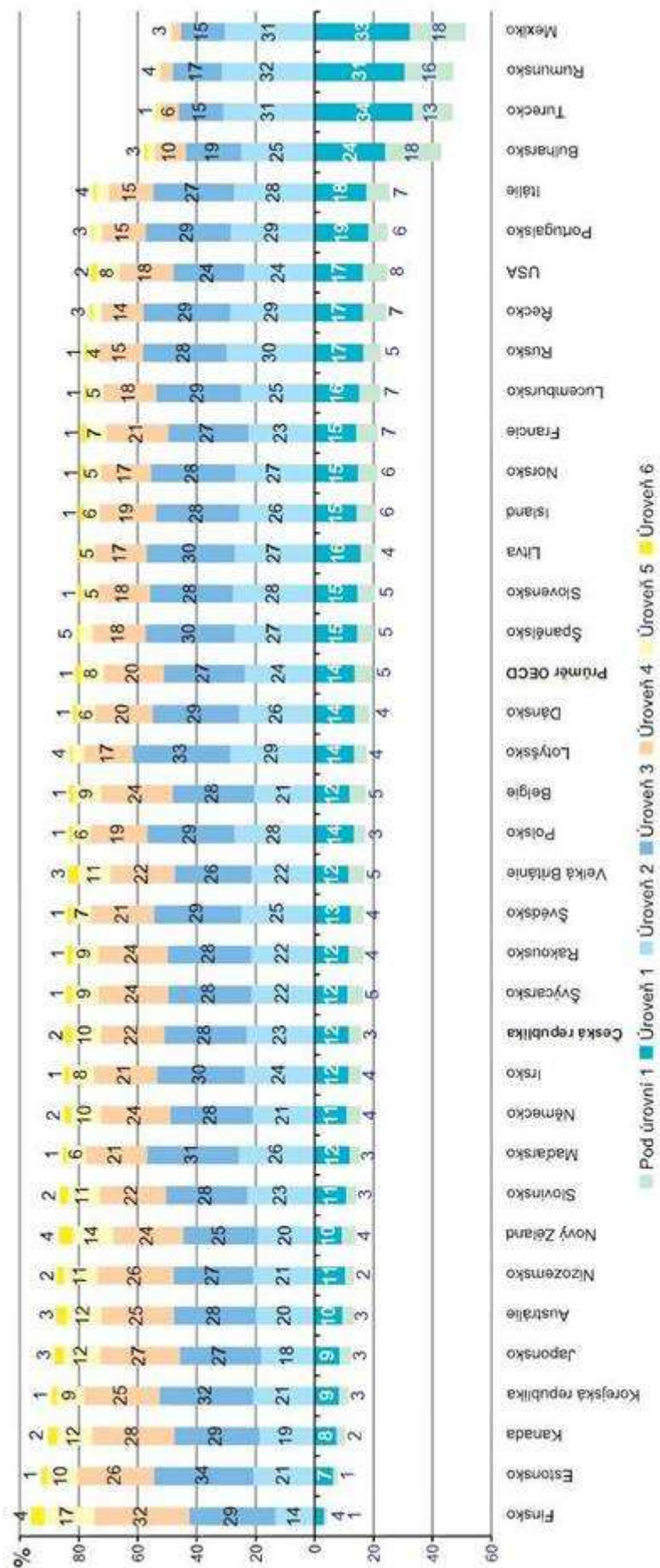
**Graf 2: Porovnání skóre zemí s integrovanou výukou s průměrem OECD**  
[upraveno podle 11]



### 2.7.5 Výsledky výzkumu PISA 2006 hodnocené pomocí úrovní způsobilosti

Druhým způsobem vyhodnocování výzkumu PISA je pomocí šesti úrovní způsobilosti. Podle následujícího grafu [Obr. 3, z 11] je zřetelné, jaké je procentuální zastoupení žáků na jednotlivých úrovních v testovaných zemích.

Zaměříme-li se opět na země s výhradně integrovanou výukou přírodovědných předmětů, zjistíme, že zhruba 5% italských žáků dosahuje nejvyšších dvou úrovní, ale zhruba 25% italských žáků dosáhlo nejnižších dvou úrovní. V Norsku dosahuje nejvyšších dvou úrovní asi 6% žáků, zatímco 21% žáků je v přírodovědné gramotnosti na nejhorších dvou úrovních. Ve Velké Británii, která v průměrném bodovém hodnocení přírodovědné gramotnosti dosáhla nejlepších výsledků ze zemí s integrovanou výukou přírodovědných předmětů, je asi 14% žáků na nejvyšších dvou úrovních přírodovědné gramotnosti. Naopak 17% britských žáků je na nejnižších dvou úrovních přírodovědné gramotnosti. Z neevropských států s integrovaným přírodovědným vyučováním dopadla lépe Kanada. Nejvyšších dvou úrovní dosahuje 14% kanadských a 10% amerických žáků, na nejnižších dvou úrovních je 10% kanadských a 25% amerických žáků.



Země jsou řazeny sestupně podle zastoupení žáků na úrovních 2, 3, 4, 5 a 6.

**Obr. 3: Rozdělení žáků podle úrovní způsobilosti v zemích OECD a EU (PISA 2006 – přirodovědná gramotnost)**

**Obr. 3:** Rozdělení žáků podle úrovní způsobilosti v zemích OECD a EU

Země, které dosáhly ve výzkumu PISA 2006 nejlepších výsledků, učí přírodovědné předměty v oddělených předmětech. Nejlepšího výsledku ze všech testovaných zemí dosáhlo Finsko. Nejvyšších dvou úrovní v oblasti přírodovědné gramotnosti dosahuje přes 20% finských žáků, což je výrazně více, než ve všech zemích s integrovanou přírodovědnou výukou. Naopak pouze 4% finských žáků jsou na nejnižších dvou úrovních, což je opět oproti státům s integrovanou přírodovědnou výukou významný rozdíl.

## 2.8 Závěr

Při popisu koncepce testu přírodovědné gramotnosti PISA 2006 bylo uvedeno, že testované vědomosti žáků jsou rozčleněny do těchto celků:

### 1. *Vědomosti z přírodních věd*

- *Neživé systémy*
- *Živé systémy*
- *Systémy Země a vesmíru*
- *Technické systémy*

### 2. *Vědomosti o přírodních vědách*

- *Vědecký výzkum*
- *Vědecká vysvětlení [10]*

Vrátíme-li se zpět ke kapitole, kde byly popsány jednotlivé tematické celky probírané v integrovaných přírodovědných předmětech v Anglii, Španělsku i v Kanadě, zjistíme, že tyto tematické celky v různých zemích s integrovanou výukou jsou velice příbuzné tematickým celkům, které testovala PISA 2006. Přesto však výsledky zemí s výhradně integrovanou výukou, pomineme-li Velkou Británii, takovému zvýhodnění neodpovídají. Naopak jsou výsledky Norska i Itálie vzhledem k bodovému průměru OECD podprůměrné.

Jednou z možných odpovědí na otázku, proč Velká Británie dosáhla ve výzkumu PISA 2006 výrazně lepších a vzhledem k průměru OECD nadprůměrných výsledků, na rozdíl od Norska a Itálie, je fakt, že integrovaná výuka přírodovědných předmětů má ve Velké Británii již téměř padesátiletou tradici. Za tuto dobu již mohly být odstraněny mnohé nedostatky tohoto uspořádání a naopak mohly být podpořeny a umocněny výhody integrace.

Dle výsledků výzkumu PISA 2006 přírodovědné gramotnosti patnáctiletých žáků v zemích OECD nelze tedy jednoznačně shrnout, zda je výhodnější vyučovat přírodovědné předměty separovaně či integrovaně. Jisté však je, že integrovaná výuka přírodovědných předmětů poskytuje řešení základních problémů současného nejen českého školství, tím je myšleno odstranění encyklopedičnosti a nepropojení poznatků z různých přírodovědných disciplín.

Naopak pro střední a vyšší střední vzdělávání se zdá být nezbytné rozdělit přírodovědné předměty podle oborů tak, aby mohly být vyučovány odborníky, učiteli vysoce kvalifikovanými pro tyto jednotlivé předměty. Ovšem i tito učitelé – specialisté by ve své přípravě měli získat zkušenosti s integrací přírodovědných oborů, aby byli schopni ve správný okamžik začlenit, provázat a komplexně vysvětlit integrované poznatky z pohledu jejich oborů.

### 3 Učebnice pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů

#### 3.1 Výběr učebnic

Vzhledem k tomu, že integrovaná výuka přírodovědných předmětů je pro Českou republiku poměrně novou záležitostí, není výběr učebnic vytvořených pro tento styl výuky nijak široký. Prakticky jedinou českou učebnicí integrované výuky přírodovědných předmětů je řada **Člověk a příroda**, která byla vydána nakladatelstvím Fraus v roce 2005 a je určena pro žáky základní školy a nižšího stupně gymnázia. Byla zpracována podle německého originálu **Naturwissenschaften** autorů **Ch. Bergstedta**, **V. Ditricha** a **K. Lieberse**. Tato řada učebnic má šest součástí nazvaných podle témat, kterými se zabývá: **Voda** [12], **Půda** [13], **Vzduch** [14], **Zdraví**, **Energie** a **Informace a komunikace**. Zároveň vyšla k této řadě učebnic brožura **Jak využívat integrované učební texty ve výuce** [15]. Ta velmi stručně popisuje didaktické postupy při využívání těchto učebnic a analyzuje využívání integrovaných učebních textů vzhledem k současným kurikulárním dokumentům, tedy vzhledem k RVP.



Obr. 4: Učebnice Voda



Obr. 5: Učebnice Půda



Obr. 6: Učebnice Vzduch

#### 3.2 Kritéria pro hodnocení řady učebnic Člověk a příroda

Z řady učebnic Člověk a příroda bude hodnoceno pouze vydání Voda, Půda a Vzduch. Pro tato témata budou dále vypracovány vlastní učební materiály. Vzhledem k tomu, že všechna tři vydání pochází ze stejné řady a tudíž mají stejnou grafiku a organizaci, budou většinou hodnoceny společně. V hodnocení navážu na vlastní bakalářskou práci **Bílkoviny v učivu chemie na základních a středních školách** [16] a použiji stejných či podobných metod. Stanovím kritéria, která dle mého názoru charakterizují správně vytvořenou učebnici:

### **1. kritérium – vizualizační prvek: Grafika**

V tomto kritériu je kladně ohodnoceno správné členění textu, dostatek místa, přehledné uspořádání do tabulek, samostatné panely a lišty pro doplňující otázky a úkoly. Jako negativní je vnímán zhuštěný text bez výrazného oddělování, nedostatek místa.

### **2. kritérium – vizualizační prvek: Obrázky doplňující text a názornost**

Obrázky doplňující text jsou důležité zejména kvůli snížení abstraktnosti učiva. Klíčové jsou např. u návodů na pokusy, kde by mělo být správně naznačeno, jak postavit aparaturu apod.

### **3. kritérium – informační aparát: Systém uspořádání učiva**

Logické uspořádání učiva znamená, že žáci na základě přečteného textu a získaných informací provedou pokus, kterým si takto získané znalosti ověří. Další možností je opačný postup, tedy vyvozování závěrů z provedené pokusu. Tento postup však předpokládá, že žáci v předchozích kapitolách získali dostatečné znalosti potřebné k provedení pokusu. Zároveň by měl být závěr, který žák vyvodil, ověřen v následujícím textu.

### **4. kritérium – Kontrolní otázky, úkoly a jejich řešení**

Během textu či na konci kapitoly je vhodné pokládat žákům otázky, které je nutí k zamyšlení nad problémem souvisejícím s probíraným tématem. Tyto otázky také mohou připravovat k testu či používání získaných vědomostí. Velmi důležitou součástí takových otázek je tzv. klíč, nebo-li správné odpovědi k zadaným otázkám. Ty lze uvést např. v metodické příručce pro učitele. Protože učebnici žák nepoužívá pouze ve škole, bylo by vhodnější, aby správné odpovědi byly uváděny přímo pod zadáním otázek či na konci učebnice. Bez správných odpovědí nesplňují kontrolní otázky svou úlohu. Pakliže je žák nucen k zamyšlení a již dopředu ví, že se nedozví správnou odpověď, může být demotivován a ztrácí pro něj smysl se takovými otázkami zabývat.

### **5. kritérium – Laboratorní pokusy a jejich vysvětlení, použitelnost ve výuce**

Důležitou součástí integrovaného vyučování přírodovědných předmětů jsou také pokusy, díky kterým si žáci prakticky vyzkouší vědecké postupy a metody. Samozřejmostí by mělo být objasnění principu pokusu. Hodnocena bude také proveditelnost uvedených pokusů ve výuce chemie, tzn. ekonomická a časová náročnost pokusu.

### **6. kritérium – Vyváženost témat z hlediska jednotlivých přírodovědných disciplín**

Výhodou integrovaného vyučování přírodovědných předmětů je, že žáci se naučí na přírodu a děje, které se v ní odehrávají, nahlížet uceleně, tedy tak, jak ve skutečnosti probíhají, nikoli z hlediska jednotlivých přírodovědných disciplín. Avšak v rámci plnění očekávaných výstupů RVP je třeba v učebnicích pro integrovanou výuku dodržovat určitou vyváženost témat.

### 3.3 Hodnocení řady učebnic Člověk a příroda

#### 1. kritérium – vizualizační prvek: Grafika

Učebnice je z grafického hlediska velmi moderní. Vyznačuje se barevností, přehledným členěním kontrolních otázek a úkolů do samostatných panelů, přítomností tabulek. Odstavce textu jsou od sebe zřetelně oddělovány. Toto kritérium je v učebnicích řady Člověk a příroda [12, 13, 14] naplněno zcela.

#### 2. kritérium – vizualizační prvek: Obrázky doplňující text a názornost

Text učebnice doprovází velké množství fotografií, obrázku, grafů či schémat. Také návody na pokusy jsou doprovázené obrázkem, který žákům znázorňuje samotné provedení pokusu. Toto kritérium je splněno zcela.

#### 3. kritérium – informační aparát: Systém uspořádání učiva

Učebnice je uspořádána tak, že před samotným textem kapitoly předchází pokusy. Jak bylo zmiňováno výše, na základě provedení pokusu může žák vyvodit závěry a získat tak nové poznatky díky vlastní činnosti. Tento postup je pro proces učení tím nejvhodnějším, ovšem má-li žák pro provedení pokusu a vyvození závěrů dostatek znalostí a vědomostí. Většina uvedených pokusů si však žádá závěry, které může žák vyvodit pouze při předchozím přečtení textu. Proto nepovažuji v tomto případě zvolené uspořádání učiva za logické a kritérium tudíž není zcela naplněno.

#### 4. kritérium – Kontrolní otázky, úkoly a jejich řešení

Samostatný panel s kontrolními otázkami a úkoly uzavírá vždy laboratorní část každé kapitoly. Otázky jsou tedy uvedeny před samotným textem. Považovala bych za vhodnější umístit tyto otázky až na závěr kapitoly, aby si žák mohl ověřit, co se v této kapitole naučil. Také zde nelze najít k otázkám správné odpovědi. Toto kritérium není naplněno zcela.

#### 5. kritérium – Laboratorní pokusy a jejich vysvětlení, použitelnost ve výuce

Velká část učebnice je věnována pokusům, které mohou žáci provádět jak při vyučování, tak sami doma. Časová náročnost naprosté většiny pokusů je pro použití ve výuce zcela odpovídající. Některé pokusy nejsou vhodně uvedeny, například po přečtení návodu není zcela zřejmé, jaké pomůcky budou k provedení pokusu potřeba. V některých pokusech jsou také používány pomůcky, které nejsou pro vybavení školní laboratoře standardní. Jedná se o různé části aparatury či chemikálie pro školy často ekonomicky nedosažitelné. Bylo by vhodné například v metodické příručce pro učitele uvést, kde a jak lze tyto pomůcky sehnat. Velkým problémem je neprůkaznost některých uvedených pokusů. Učebnice toto kritérium nesplňuje zcela.

## 6. kritérium – Vyváženost témat z hlediska jednotlivých přírodovědných disciplín

Nevyváženost témat z hlediska jednotlivých přírodovědných disciplín je v těchto učebnicích pro integrovanou výuku asi největším problémem. Většina témat v dílech Voda a Půda je věnována biologii, v díle Vzduch jsou nejvíce zastoupena chemická témata. Obecně nejmenší zastoupení mají ve všech třech hodnocených dílech témata zeměpisná. Je to pravděpodobně dáno tím, že učebnice řady Člověk a příroda [12, 13, 14] jsou přeloženy z německého originálu **Naturwissenschaften**. Německé kurikulum [17] totiž zařazuje zeměpis mezi společenské vědy, nikoli mezi přírodní vědy. Absence zeměpisných témat by mohla výuku integrovaného přírodovědného předmětu podle této řady učebnic zkomplikovat, proto není toto kritérium zcela naplněno.

Nejlépe je v učebnici splněno kritérium Grafika a Obrázky doplňující text a názornost. Vzhledem k absenci témat pro zeměpis považují tyto učebnice vhodné spíše pro projektové integrované vyučování přírodovědných předmětů.

### 3.4 Další materiály pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů

Kromě učebnic existují pro integrované vyučování přírodovědných předmětů i jiné učební texty. Jedním z nich je brožura **Voda v přírodě a vo výchovno – vzdělávacím procese** [18] a dále brožury **Půda** [19] a **Vzduch** [20] ze stejné edice. Autorkou těchto brožur je **M. Lichvárová a její kolektiv** a byly vydány na slovenské Univerzitě Mateja Bela v Banské Bystrici v letech 2004 a 2005.

Jedná se o doplňkové texty určené slovenským učitelům pro rozšíření nebo alternativu k tradiční výuce. Brožury jsou provedeny jako černobílé výtisky plné textu, kde je poměrně málo místa na poznámky. Obrázky či grafy, které zřídka doprovází text, jsou většinou skenované a jejich kvalita je velmi nízká, skenované tabulky jsou nečitelné. Nejsou zde uvedeny žádné kontrolní otázky a úkoly. Větším problémem je však nepoužitelnost některých pokusů, uvedených hlavně v brožure Půda. Jedná se zejména o důkazové reakce iontů v půdě. Tyto reakce nejsou ani částečně průkazné, což bylo zjišťováno vlastním opakovaným ověřením, a takové pokusy nejsou pro žáky příliš vhodné. Na druhou stranu texty brožur podávají čtenáři systematicky uspořádané, ucelené a podrobné informace k tématu. Text také obsahuje mnoho zajímavých údajů, týkajících se například životního prostředí. (Pro české žáky by mohlo být při čtení textu nemotivující, že se tyto údaje týkají pouze Slovenské republiky). Přesto však tyto texty mohou být dobrým doplňkovým studijním materiálem



pro studenty středních i vysokých škol či zajímavým námětem pro integrovanou výuku pro učitele.

## 4 Návrh realizace integrovaného přírodovědného předmětu

### 4.1 Úvod

V této kapitole bude vytvořen návrh realizace integrovaného přírodovědného předmětu na základní škole a nižším stupni gymnázia.

Stejně jako v kapitole 3.3, kde byly analyzovány učebnice, bude přírodovědné učivo rozděleno do tematických celků Voda, Půda a Vzduch. Dále bude navržena obsahová i časová organizace takovéto výuky, tj. učivo bude rozděleno do jednotlivých přírodovědných oblastí v souladu s RVP ZV [1] do určitého počtu hodin.

Při realizaci integrovaného přírodovědného předmětu zůstává otázkou, zda by takový předmět měl být vyučován jedním učitelem či více učiteli specializovanými ve svých oborech. Při studiu vybraných témat vyplynulo, jak těžkým úkolem pro učitele by bylo vyučovat žáky něčemu, co sám zná pouze okrajově. Proto byla při návrhu realizace integrovaného přírodovědného předmětu zvolena druhá možnost. Tedy v rámci tematických celků Voda, Půda a Vzduch budou témata rozdělena do jednotlivých vzdělávacích oborů, které by vyučovali aprobovaní učitelé postupně.

Podrobná pozornost bude věnována tématům, která jsme vymezili pro předmět chemie. Budou navrženy a vytvořeny prezentace v programu **Microsoft PowerPoint**, které by měly doprovázet výklad učitele ve vyučovací hodině. Dále bude připraven návrh práce žáků (laboratorní práce, domácí práce, práce s literaturou a internetem), která by v daném tématu měla vést k jejich samostatnému uvažování a vyvození nových poznatků.

Všechny navržené materiály jsou doplněny o autorská řešení. Pokusy, které jsou jejich součástí, byly provedeny, vyzkoušeny a byla posouzena jejich použitelnost. Konečné verze byly ověřeny při praktické výuce ve škole.

### 4.2 Půda

K tvorbě následujících materiálů (rozdělení témat do přírodovědných oblastí, PowerPointová prezentace, metodické pokyny pro učitele, příprava na laboratorní práci pro učitele návrhu laboratorní práce) byly prostudovány zdroje [1, 13, 19, 21, 22, 23, 24, 25].

#### 4.2.1 Rozdělení témat do přírodovědných oblastí a časová organizace

V RVP ZV [1] je pro toto téma vyhrazen prostor ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, jako součást vzdělávacího oboru Přírodopis. Učivo Půdy zde spadá pod tematický celek **Neživá příroda**, který má tyto očekávané výstupy:

Žák:

- *objasní vliv jednotlivých sfér Země na vznik a trvání života*
- *rozpozná podle charakteristických vlastností vybrané nerosty a horniny s použitím určovacích pomůcek*
- *rozlišuje důsledky vnitřních a vnějších geologických dějů, včetně geologického oběhu hornin i oběhu vody*
- *porovná význam půdotvorných činitelů pro vznik půdy, rozlišuje hlavní půdní typy a půdní druhy v naší přírodě*
- *rozlišuje jednotlivá geologická období podle charakteristických znaků*
- *uvede na základě pozorování význam vlivu podnebí a počasí na rozvoj a udržení života na Zemi [1]*

Učivo Půdy je v RVP ZV stanoveno těmito základními pojmy:

- *složení, vlastnosti a význam půdy pro výživu rostlin, její hospodářský význam pro společnost, nebezpečí a příklady její devastace, možnosti a příklady rekultivace [1]*

Tento obsah učiva, který je stanoven RVP ZV, dle analyzovaných učebních materiálů bude dále blíže specifikován, rozdělen do dalších vzdělávacích oborů. Vzdělávací obory jsou uvedeny postupně tak, jak je zde navržen jejich časový sled:

#### **Vzdělávací obor: PŘÍRODOPIS**

- definice pojmu Půda
- funkce půdy
- půdotvorný proces a půdní příkrov
- půdní profil a základní typy půd
- biologické vlastnosti půdy
  - půdní živočichové
  - rostliny a jejich výživa

### **Vzdělávací obor: CHEMIE**

- chemické vlastnosti půdy
  - půdní reakce a její vliv na životní podmínky půdních organismů
- chemické složení půdy
  - minerální podíl půdy, jeho vznik a význam ve výživě rostlin
  - organický podíl půdy, jeho vznik a význam
- znehodnocování půdy
  - důsledky znehodnocování půdy
  - zdroje znečištění a kontaminanty
  - rekultivace

### **Vzdělávací obor: FYZIKA**

- fyzikální vlastnosti půdy
  - struktura, měrná a objemová hmotnost, zrnitost, pórovitost, vzdušnost, teplota

### **Vzdělávací obor: ZEMĚPIS**

- vymezení pojmu geosféra, pedosféra
- eroze (vodní, větrná)
- zemědělská a nezemědělská půda v ČR i ve světě a jejich podíl
- zemědělství v ČR i ve světě

V oblasti chemie jsme navrhli rozdělit učivo tematického celku Půda do tří vyučovacích hodin (VH) a jedné dvouhodinové laboratorní práce (LP):

1. VH: Chemické vlastnosti půdy

2. VH: Chemické složení půdy

3. VH: Znehodnocování půdy

LP: Určení obsahu humusu v půdě

#### **4.2.2 PowerPointová prezentace**

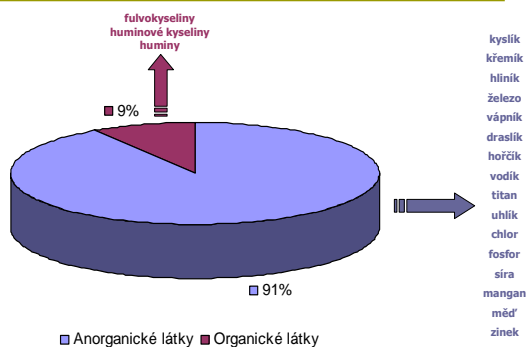
K navrženým tématům vyučovacích hodin vzdělávacího oboru chemie, byla vytvořena PowerPointová prezentace.

Jednotlivé snímky PowerPointové prezentace jsou očíslovány. Ke každému snímku jsou níže uvedeny metodické poznámky, stručná vysvětlení a rady pro učitele.



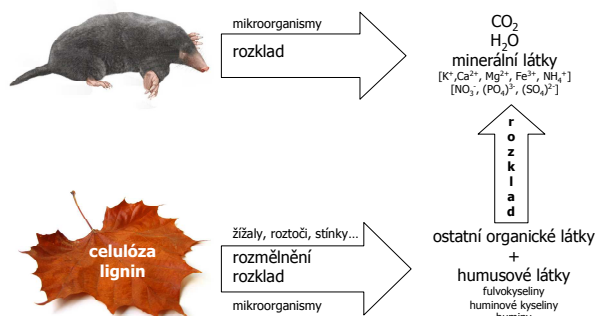
5)

## Chemické vlastnosti půdy Látkové složení



6)

## Rozklad organických látek, tvorba humusu

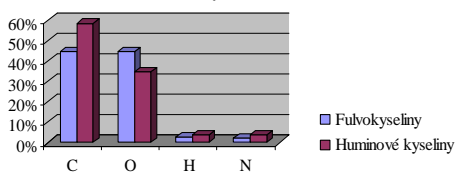


7)

## Vlastnosti humusových látek

	barva	molekulová hmotnost	rozpuštnost	odolnost vůči mikrobiálnímu rozkladu
FULVOKYSELINY	žlutá, žlutohnědá	•	voda, kyseliny	•
HUMINOVÉ KYSELINY	hnědá	••	zásady	••
HUMINY	černá	•••	-	•••

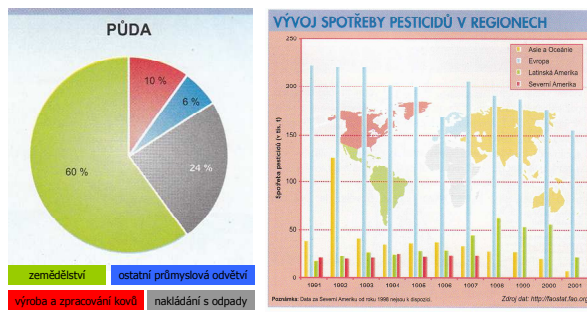
Složení humusových látek



8)

## Znečištění půdy

- problemy a důsledky znečištění půdy
- 10% degradované půdy



9)

## Studijní materiály

Člověk a příroda. Půda. Plzeň: Fraus 2005

Půda. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela 2005

časopis Dnešní svět. Znečištění (č.2, ročník 2006/2007)

časopis Dnešní svět. Země na Zemi (č.2, ročník 2007/2008)

Konec

Metodické pokyny pro učitele:

### **Snímek 1)**

Úvodní snímek, učitel seznámí žáky s obsahem učiva tematického celku Půda.

### **Snímek 2)**

Učitel řídí diskusi žáků o tom, co je to půda. Žáci využívají svých vědomostí z běžného života a znalostí z vyučovacích hodin přírodopisu. Žáci si formou diskuse připomenou, co to půda je, jak vzniká a jaké hlavní funkce má.

### **Snímek 3)**

Před promítnutím tohoto snímku žáci pod vedením učitele diskutují, v jakých skupenských stavech mohou být látky obsažené v půdě. Žáci dospějí k závěru, že půda je heterogenní, vícesložkový systém, ve kterém se nachází látky v pevném, kapalném i plynném stavu. Žáci mohou dále uvést příklady půdních látek v různých skupenských stavech. Učitel upozorní žáky, že složení půdy je závislé např. na druhu půdy. Žáci dále diskutují, která ze složek je nejvíce variabilní. Na závěr diskuse učitel zdůrazní, že nejméně proměnlivá je pevná složka půdy, nejvíce proměnlivá je kapalná a plynná složka půdy.

### **Snímek 4)**

Před promítnutím tohoto snímku položí učitel žákům otázku, jaká látka v kapalném stavu je v půdě nejvíce obsažena. Na příkladu disociace vody vysvětlí učitel žákům, co je to pH. Následuje diskuse o tom, co by mohlo pH půdy ovlivnit. Na závěr diskuse učitel zdůrazní, že pH půdy ovlivňuje výskyt různých druhů rostlin, a že přílišná kyselost půdy omezuje rozpustnost některých sloučenin, což vede ke zhoršeným životním podmínkám některých půdních organismů.

### **Snímek 5)**

Před promítnutím tohoto snímku žáci uvádí příklady prvků a jejich iontů, které mohou být přítomny v půdě. Využívají při tom znalosti z vyučovacích hodin přírodopisu, o rostlinách a jejich výživě. Učitel rozdělí půdní organické látky na fulvokyseliny, huminové kyseliny a huminy. Na závěr tohoto snímku se učitel žáků zeptá, jakým způsobem se tyto látky do půdy dostávají.

### **Snímek 6)**

V rámci diskuse nebo rozhovoru před promítnutím snímku žáci odvodí, že rozklad těl mrtvých živočichů a rostlin způsobují zejména mikroorganismy. Žáci si dále zapamatují, že z rostlinného materiálu (z celulózy a ligninu), vznikají kromě oxidu uhličitého, vody a minerálních látek také humusové látky.

### **Snímek 7)**

Žáci si zapamatují, že huminové kyseliny jsou na rozdíl od fulvokyselin bohatší na obsah uhlíku, dusíku a vodíku. Naproti tomu, fulvokyseliny obsahují více kyslíku než huminové kyseliny. Dále si žáci zapamatují, že huminy jsou huminové kyseliny s vázanými minerálními látkami. Žáci zhodnotí rozdíly mezi jednotlivými typy humusových látek na základě uvedené tabulky. Vysvětlivky k tabulce:

- nejméně
- více
- nejvíce

### **Snímek 8)**

Tento snímek uvede učitel diskusí žáků o tom, jakými způsoby je půda znečišťována. Žáci si zapamatují, že nejvíce kontaminantů půdy pochází ze zemědělství. Z grafu spotřeby pesticidů v regionech žáci odvodí, na kterém kontinentu se spotřebuje nejvíce pesticidů a dále jak se vyvíjí spotřeba pesticidů v posledních letech na jednotlivých kontinentech. Žáci sami navrhnou, jaké problémy a důsledky může přinést znečištění půdy: kontaminace podzemních vod, inhalace kontaminovaného prachu, absorpce toxických látek pokožkou, ovlivnění pH půdy a tím potažmo ovlivnění biodiverzity.

### **Snímek 9)**

Žáci byli seznámeni s tématy celku Půda z hlediska vzdělávacího oboru pouze okrajově. Pro žáky s hlubším zájmem o chemii životního prostředí je zařazen tento poslední snímek, který je odkazuje na další zdroje informací.

#### **4.2.3 Laboratorní práce a pracovní listy**

Motivačně zajímavé by pro žáky jistě bylo například na základě analytických důkazových reakcí zjistit, jestli vzorek půdy odebraný v blízkém okolí jejich domova obsahuje kontaminující látky či větší množství minerálních látek v důsledku používání hnojiv. Několik zajímavých reakcí navržených a popsáných v brožuře Půda (Lichvárová, M. Růžička, I. Univerzita Mateja Bela v Banské Bystrici, 2004) [19] jsem vyzkoušela v laboratoři, ale pro jejich neprůkaznost jsem je nemohla do laboratorních prací prováděných žáky zařadit.

Laboratorní práce na téma Půda je tedy orientována na určení obsahu humusu v půdě. Navržena je příprava učitele na tuto laboratorní práci, která obsahuje všechny důležité pokyny a upozornění pro provedení laboratorní práce i správné vyplnění pracovního listu žáky. Dále



jsou uvedena autorská řešení pracovního listu k laboratorní práci. Zadání pracovního listu pro žáky je uvedeno v příloze č. 1 na str. 98 a fotodokumentace provedení laboratorní práce je uvedena v příloze č. 2 na str. 112.

## Příprava na laboratorní práci

**Název LP:** Určení obsahu humusu v půdě

**třída:** 9. A

**počet žáků:** 14

**počet skupin/žáků:** 7/2

### Metodika:

- práce v laboratoři
- kontrola bezpečnosti žáků
- kontrola správného sestavení aparatury pro žíhání
- kontrola a diskuse výsledků

### Úvodní otázky:

časová dotace: 10 min.

**Co je to humus a jak vzniká?**

*Humus je soubor organických látek obsažených v půdě. Vzniká rozkladem tkání.*

**Jaká je jeho funkce?**

*Humus zvyšuje půdní úrodnost tím, že udržuje půdní vláhu a poutá živiny (např. huminy).*

**Z jakých prvků se skládá humus?**

*Hlavně C, H, O, N.*

**Jakým způsobem by se dal určit obsah humusu v půdě?**

*Vzhledem k tomu, že humus je z největší části složen z uhlíku, dá se obsah humusu v půdě určit jeho spalováním za současného vzniku CO<sub>2</sub>. Na základě úbytku hmotnosti zjistíme obsah humusu v půdě.*

### Pomůcky:

vzorek půdy z přírody, substrát pro pokojové rostliny, žíhací kelímek, trojúhelník, trojnožka, kahan, sirky, kleště, hodinové sklíčko, předvážky, lžička, hodinky, pracovní list, psací potřeby, kalkulačka

### Ochrana žáků při práci:

laboratorní plášť, ochranné brýle, rukavice, práce v digestoři

### Důležitá upozornění:

- Vzorky půdy je potřeba řádně vysušit. Vrstvu půdy (asi 2 cm) necháme 4 - 5 dní vyschnout (nikoli v laboratoři) na papíru. Pro urychlení je možné papír položit na topení.
- Kdyby se horký žíhací kelímek pokládal na předvážky, mohly by se zničit. Před vážením horkého žíhacího kelímku se vzorkem půdy tedy položíme na předvážky hodinové sklíčko a zmáčkneme tlačítko TARE (hodinové sklo může prasknout).

### Kontrolní otázky:

**Proč obsahuje substrát pro pokojové rostliny více humusu?**

*Humus vzniká rozkladem tkání a zvyšuje úrodnost půdy a lepší podmínky pro růst rostlin. Lesní rostliny mají na rozdíl od pokojových dostatek humusu z rozkladu těl odumřelých organismů. Proto se humus do substrátu pro pokojové rostliny ve vyšším množství přidává.*

**Na jakém principu je založeno určení obsahu humusu v půdě?**

*Na spalování uhlíku za současného uvolnění CO<sub>2</sub>. Obsah humusu v půdě se určí na základě úbytku hmotnosti půdního vzorku.*

**O jaký typ reakce se jedná při spalování uhlíku? Který prvek se oxiduje a který se redukuje?**

*Oxidace. Oxiduje se uhlík (0→IV), redukuje se kyslík (0→-II).*

*C + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> (ΔH = -393,51 kJ/mol). Uhlík na vzduchu hoří svítivým plamenem.*

# PŮDA

## Samostatná laboratorní práce Určení obsahu humusu v půdě

### 1. Odhad

Před zahájením pokusu se pokuste odhadnout, který vzorek půdy bude obsahovat více humusu. Svou odpověď zdůvodněte.

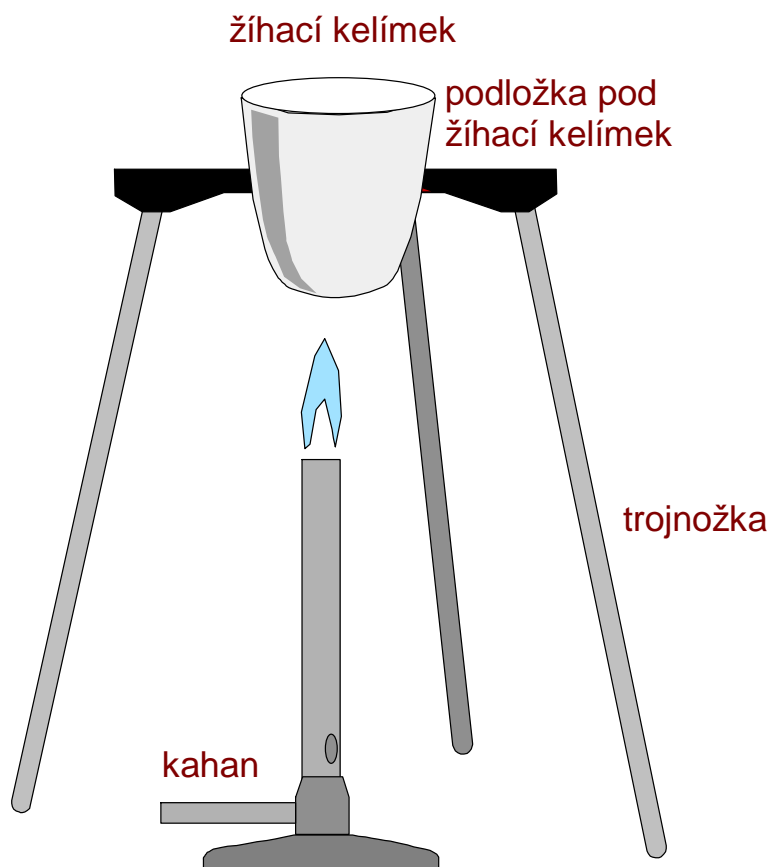
půdní vzorek z přírody < substrát pro pokojové rostliny

Myslím si, že větší množství humusu je obsaženo v substrátu pro pokojové rostliny. Minerální a humusové látky jsou důležité pro růst a vývoj rostliny. Do substrátů jsou přidávány ve větším množství zejména proto, že v pokojích nemohou vznikat přirozeným rozkladem z těl odumřelých živočichů a rostlin.

### 2. Stanovení obsahu humusu v půdních vzorcích

Nejjednodušší metodou stanovení obsahu humusu v půdě je zjištění úbytku hmotnosti žíháním. Z vysušeného vzorku půdy navažte přesně 10g do porcelánového kelímku. Zvažte půdní vzorek (PV) i s kelímkem (K). Ke vzorku přidejte 4 až 5 kapek kyseliny dusičné. Vyžíhejte vzorek do konstantní hmotnosti (opakovaně važte žíhaný vzorek i s kelímkem). V okamžiku, kdy je hmotnost konstantní, nechte půdní vzorek vychladnout a poté zjistíte hmotnost vyžíhaného půdního vzorku. Z rozdílu hmotnosti před a po žíhání vypočítejte množství humusu v půdě.

Nákres aparatury:



vzorek	$m_{PV+K}$ [g]	čas [min]	$m_{PV+K}$ [g]	$m_{PV}$ [g]
1.	36,82	5	32,31	3,27
		15	30,83	
		25	30,70	
		30	30,58	
		40	30,56	
2.	36,85	5	36,35	9,07
		15	36,23	
		25	36,20	
		30	36,17	
		40	36,15	

### Výpočet obsahu humusu v půdním vzorku 1:

$$m_{PV} \text{ (před žiháním)} = 10 \text{ g} \quad m_{PV} \text{ (po žihání)} = 3,27 \text{ g}$$

$$\text{obsah humusu} = m_{PV} \text{ (před žiháním)} - m_{PV} \text{ (po žihání)} = 10 - 3,27 = 6,73 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 10 \text{ g} \dots\dots\dots 100\% \\ 6,73 \text{ g} \dots\dots\dots x\% \end{array}$$

$$x = (6,73 / 10) \cdot 100 = 67,3 \%$$

### Výpočet obsahu humusu v půdním vzorku 2:

$$m_{PV} \text{ (před žiháním)} = 10 \text{ g} \quad m_{PV} \text{ (po žihání)} = 9,07 \text{ g}$$

$$\text{obsah humusu} = m_{PV} \text{ (před žiháním)} - m_{PV} \text{ (po žihání)} = 10 - 9,07 = 0,93 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} 10 \text{ g} \dots\dots\dots 100\% \\ 0,93 \text{ g} \dots\dots\dots x\% \end{array}$$

$$x = (0,93 / 10) \cdot 100 = 9,3 \%$$

### 3. Závěr

Zkoumali jste dva vzorky různých druhů půdy. Na základě vašich výsledků a tabulky shrnující odlišení půd dle obsahu humusu rozhodněte, jakými typy půd jsou vaše vzorky.

Obsah humusu v půdě	
< 1%	slabě humózní
1 – 2%	mírně humózní
2 – 3%	středně humózní
3 – 20%	humózní
> 20%	humusové

Experimentálně jsem zjistila, že substrát pro pokojové rostliny obsahuje 67,3% humusových látek. Jedná se tedy o humusovou půdu. Vzorek, který jsem odebrala v přírodě, obsahuje pouze 9,3% humusových látek. Jedná se o humózní půdu.

Porovnejte vypočítanou hodnotu obsahu humusu v substrátu pro pokojové rostliny s obsahem spalitelných látek na obalu.

Experimentálně jsem zjistila, že substrát pro pokojové rostliny obsahuje 67,3 % humusových látek. Na obalu tohoto substrátu je uvedeno, že obsah spalitelných látek je min. 70%. Experimentálně zjištěná hodnota se tedy s hodnotou uvedenou na obale shoduje, což potvrzuje, že experiment byl proveden správně.

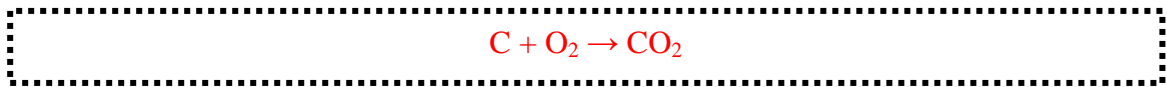
Pokud byl váš původní odhad na obsah humusu ve vzorcích jiný než výsledky, diskutujte, proč tomu tak je.

Můj počáteční odhad se shoduje s experimentálně zjištěnými výsledky.

Pokuste se vysvětlit, co zapříčinilo úbytek hmotnosti půdního vzorku.

Úbytek hmotnosti půdního vzorku zapříčinilo spalování humózních látek. Při žhání půdního vzorku bylo možné pozorovat únik plynu. Jedná se o spalování uhlíku za současného úniku oxidu uhličitého.

Své tvrzení doplňte vhodnou rovnicí možné reakce:



Jaké jevy tuto reakci doprovází?

Při této reakci se uvolňuje velké množství tepla.  
Uhlík hoří na vzduchu svítivým plamenem.

Úloha č. 2 byla modifikována dle pokusu 15 v [19].

Obrázek z pracovního listu je uveden v seznamu obrázků:

**Obr. 13:** Aparatura pro žhání

## 4.3 Voda

K tvorbě následujících materiálů (rozdělení témat do přírodovědných oblastí, PowerPointová prezentace, metodické pokyny pro učitele, příprava na laboratorní práci pro učitele a návrh laboratorní práce) byly prostudovány materiály [1, 12, 18, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43].

### 4.3.1 Rozdělení témat do přírodovědných oblastí a časová organizace

Tematický celek Voda je natolik obsáhlý, že ho v RVP ZV [1] nelze zařadit pouze do jednoho ze vzdělávacích oborů. Proto bylo z RVP ZV [1] vybráno učivo z různých vzdělávacích oborů, které se k tématu voda vztahuje.

#### Vzdělávací oblast Člověk a příroda

##### **Vzdělávací obor: PŘÍRODOPIS**

###### **Tematický celek: Biologie rostlin**

- **fyzologie rostlin** – základní principy fotosyntézy, dýchání, růstu, rozmnožování
- **systém rostlin** – poznávání a zařazování daných zástupců běžných druhů řas, mechorostů, kaprad'orostů (plavuně, přesličky, kapradiny), nahosemenných a krytosemenných rostlin (jednoděložných a dvouděložných); jejich vývoj a využití hospodářsky významných zástupců

###### **Tematický celek: Biologie živočichů**

- **vývoj, vývin a systém živočichů** – významní zástupci jednotlivých skupin živočichů – prvoci, bezobratlí (žahavci, ploštěnci, hlísti, měkkýši, kroužkovci, členovci), strunatci (paryby, ryby, obojživelníci, plazi, ptáci, savci)

###### **Tematický celek: Biologie člověka**

- **anatomie a fyziologie** – stavba a funkce jednotlivých částí lidského těla, orgány, orgánové soustavy (opěrná, pohybová, oběhová, dýchací, trávicí, vylučovací a rozmnožovací, řídící), vyšší nervová činnost, hygiena duševní činnosti
- **životní styl** – pozitivní a negativní dopad na zdraví člověka

###### **Tematický celek: Základy ekologie**

- **organismy a prostředí** – vzájemné vztahy mezi organismy, mezi organismy a prostředím; populace, společenstva, přirozené a umělé ekosystémy, potravní řetězce, rovnováha v ekosystému

### **Vzdělávací obor: CHEMIE**

#### **Tematický celek: Anorganické sloučeniny**

- **oxidy** – názvosloví, vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů

#### **Tematický celek: Směsi**

- **voda** – destilovaná, pitná, odpadní; výroba pitné vody; čistota vody

#### **Tematický celek: Chemie a společnost**

### **Vzdělávací obor: FYZIKA**

#### **Tematický celek: Látky a tělesa**

- **skupenství látek** – souvislost skupenství látek s jejich částicovou stavbou

#### **Tematický celek: Mechanické vlastnosti tekutin**

- **hydrostatický tlak** – souvislost mezi hydrostatickým tlakem, hloubkou a hustotou kapaliny
- **Archimédův zákon** – vztlková síla; potápění, vznášení se a plavání těles v klidných tekutinách

#### **Tematický celek: Energie**

- **přeměny skupenství** – tání a tuhnutí, skupenské teplo tání; vypařování a kapalnění, hlavní faktory ovlivňující vypařování a teplotu varu kapaliny

### **Vzdělávací obor: ZEMĚPIS**

#### **Tematický celek: Přírodní obraz Země**

- **krajinná sféra** – přírodní sféra, společenská a hospodářská sféra, složky a prvky přírodní sféry

### **Vzdělávací obor: DĚJEPIS**

#### **Tematický celek: Nejstarší civilizace. Kořeny evropské kultury**

#### **Tematický celek: Objevy a dobývání. Počátky nové doby**

- **český stát a velmoci v 15. – 18. století** [upraveno podle 1]

Učivo týkající se tématu Voda je tedy v RVP ZV [1] uvedeno v několika vzdělávacích oborech. Z učiva RVP ZV [1], které bylo uvedeno, není na první pohled jasně zřetelné, proč je k němu téma Voda přiřazeno. Tyto body budou dále doplněny či konkretizovány na

základě provedené analýzy učebnic a dalších učebních materiálů. Vzdělávací obory jsou uvedeny postupně tak, jak je navržen jejich časový sled:

### **Vzdělávací obor: PŘÍRODOPIS**

#### **Tematický celek: Biologie rostlin**

- **fyzilogie rostlin** – význam vody pro rostliny; vedení vody rostlinou
- **systém rostlin** – řasy a vyšší vodní rostliny

#### **Tematický celek: Biologie živočichů**

- **vývoj, vývin a systém živočichů** – význam vody pro živočichy; vodní živočichové; stavba a funkce dýchacích orgánů vodních živočichů

#### **Tematický celek: Biologie člověka**

- **anatomie a fyziologie** – voda v našem těle
- **životní styl** – vodní režim člověka

#### **Tematický celek: Základy ekologie**

- **organismy a prostředí** – vztahy organismů ve vodě (potravní řetězce, pyramidy, koloběh látek ve vodě)

### **Vzdělávací obor: CHEMIE**

#### **Tematický celek: Anorganické sloučeniny**

- **oxidy** – chemické vlastnosti vody; chemické složení vody

#### **Tematický celek: Směsi**

- **voda** – destilovaná, pitná, odpadní; výroba pitné vody; znečištění hydrosféry

### **Vzdělávací obor: FYZIKA**

#### **Tematický celek: Látky a tělesa**

- **skupenství látek** – fyzikální vlastnosti vody; skupenské stavy vody

#### **Tematický celek: Mechanické vlastnosti tekutin**

- **hydrostatický tlak** – souvislost mezi hydrostatickým tlakem, hloubkou a hustotou kapaliny
- **Archimédův zákon** – vztlková síla; potápění, vznášení se a plavání těles v klidných tekutinách; stavba těla a pohyb vodních organismů



### **Tematický celek: Energie**

- **přeměny skupenství** – tání a tuhnutí, skupenské teplo tání; vypařování a kapalnění, hlavní faktory ovlivňující vypařování a teplotu varu kapaliny

### **Vzdělávací obor: ZEMĚPIS**

- **krajinná sféra** – hydrosféra; vodstvo ČR a světové vodstvo; koloběh vody v přírodě

### **Vzdělávací obor: DĚJEPIS**

#### **Tematický celek: Nejstarší civilizace. Kořeny evropské kultury**

- **voda v historii** – počátky lidského osídlení v blízkosti vodních ploch a toků; antický svět - kanalizace; středověk – budování vodovodů do veřejných domů a do domů bohatších občanů; novověk – využití síly tekoucí vody k pohonu prvních strojů

#### **Tematický celek: Objevy a dobývání. Počátky nové doby**

- **český stát a velmoci v 15. – 18. století** – české rybníkářství a jeho významné postavy

V oblasti chemie je dále navrženo rozdělení učiva tematického celku Voda do tří vyučovacích hodin (VH) a jedné dvouhodinové laboratorní práce (LP):

1. VH: Chemické vlastnosti a složení vody
2. VH: Využití vody
3. VH: Znečištění hydrosféry

LP: Určení jakostní třídy tekoucích vod

### **4.3.2 PowerPointová prezentace**

Tematický celek Voda z chemického hlediska je rozvržen do tří vyučovacích hodin. Jako doprovodný materiál pro žáky i učitele byla k těmto tématům vytvořena PowerPointová prezentace. Za očíslovanými snímky jsou metodické poznámky a náměty pro učitele.

Následující obrázky použité v této PowerPointové prezentaci jsou uvedeny v seznamu obrázků:

**Snímek 2:** **Obr. 14:** Molekula vody

**Obr. 15:** Vodíkové můstky

**Snímek 3: Obr. 16: Rozpustnost tuhých látek ve vodě**

**Snímek 5: Obr. 17: Tvrdost vody v ČR**

**Snímek 6: Obr. 18: Získávání pitné vody**

**Snímek 8: Obr. 19: Zdroje znečištění vody**

**Snímek 9: Obr. 20: Znečištění hydrosféry organickými látkami**

**Snímek 10: Obr. 21: Ostrov odpadků**

1)

## VODA

---

Chemické vlastnosti a složení vody  
Využití vody  
Znečištění hydrosféry

2)

## Chemické vlastnosti vody

### Struktura vody

3)

## Chemické vlastnosti vody

### Voda jako rozpouštědlo

- polární rozpouštědlo
- rozpustnost tuhých látek ovlivňuje:
  - přítomnost stejného iontu
  - pH
  - teplota

4)

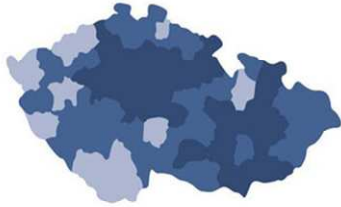
## Chemické složení vody

- **anorganické látky:**
  - $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$
  - $(\text{HCO}_3)^-$ ,  $(\text{SO}_4)^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$
- **organické látky (přírodního původu):**
  - rostlinné fenoly
  - třísloviny
  - lignin
  - huminové látky

5)

### Tvrdość vody

- o celkový obsah  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$
- o 1 mmol/dm<sup>3</sup>..... 5,61 [°N]

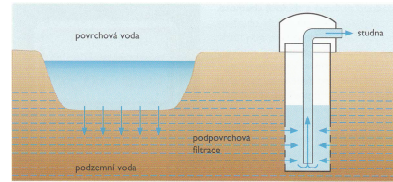


■ měkká voda < 1 mmol/l  
■ středně tvrdá 1 - 3 mmol/l  
■ tvrdá voda > 3 mmol/l

6)

### Využití vody

- o pitná voda



- o úprava pitné vody ve vodárnách
  - $\text{O}_3$ : oxidace → vložkování → filtrace
  - $\text{Cl}_2$ , UV: ničí bakterie
  - **aktivní uhlí**: absorpce uhlovodíků a jejich derivátů

7)

### Využití vody

- o užitková voda
  - zemědělství / průmysl
- o odpadní voda
  - komunální / průmyslová (chladicí voda)
  - vrací se zpět do přírodního oběhu
  - samočištění
  - čištění mechanické → biologické → chemické
- o destilovaná voda
  - chemicky čistá, deionizovaná

8)

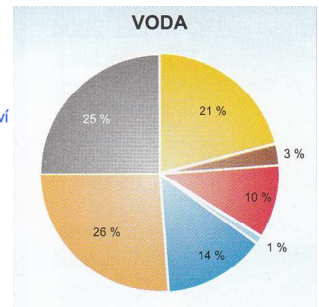
### Znečištění hydrosféry

- o zdroje znečištění

- chemický průmysl
- nakládání s odpady
- energetika
- ostatní průmyslová odvětví
- výroba a zpracování kovů
- zpracování nerostů
- potravinářský průmysl

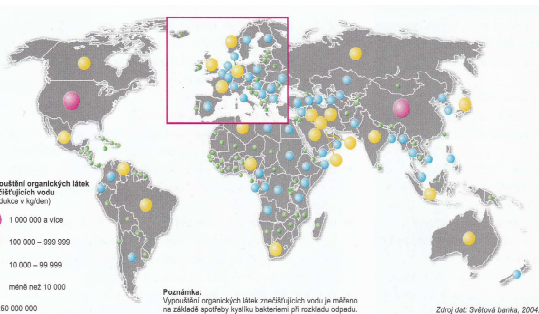
- o ropné látky

- doprava > havárie
- omezení fotosyntézy
- 6 miliónů t / rok
- 1 t / 6 km<sup>2</sup> vodní plochy



9)

### Znečištění hydrosféry Organické látky



10)

### Znečištění hydrosféry Ostrov odpadků

- o Tichý oceán
- o igelitové obaly, uzávěry, zapalovače, pneumatiky
- o **průměr:** 1600 km
- o **hmotnost:** 3 mil. t



11)

## Studijní materiály

*Člověk a příroda. Voda.* Plzeň: Fraus 2005

*Voda v přírodě a vo výchovno – vzdelávacom procese.*  
Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela 2004

časopis *Dnešní svět. Znečištění* (č.2, ročník 2006/2007)

časopis *Dnešní svět. Voda na Zemi* (č. 2, ročník 2005/2006)

# KONEC

Metodické pokyny pro učitele k uvedené PowerPointové prezentaci:

### **Snímek 1)**

Na úvod učitel seznámí žáky s chemickým obsahem tematického celku Voda.

### **Snímek 2)**

Žáci se seznámí se strukturou vody. Zapamatují si, že molekula vody je lomená. Dále odvodí, že molekula vody je slabě vázána na další molekuly vody. Učitel zdůrazní, že atomy vodíku jsou v molekule vody vázány kovalentní vazbou na atom kyslíku, zároveň jsou však jednotlivé polární molekuly vody mezi sebou vázány slabými vazebnými interakcemi a elektrostatickými silami. Žáci si zapamatují, že se jedná o tzv. vodíkové můstky, které jsou příčinou vysoké teploty varu vody.

### **Snímek 3)**

Před promítnutím tohoto snímku učitel se žáky zopakuje, jak dělíme typy vazeb z hlediska polaritity a následně žáci odvodí, že v molekule vody jsou polární vazby. Učitel zdůrazní, že v polárních látkách se rozpouští látky polární a iontové, a proto vodu označujeme jako polární rozpouštědlo. Učitel vede diskusi žáků na téma, co všechno může ovlivnit rozpustnost látek ve vodě. Z uvedeného grafu žáci odvodí, že rozpustnost většiny látek ve vodě se zvyšující se teplotou roste, (výjimečně klesá např. u hydroxidu vápenatého). Žáci si dále zapamatují, že rozpustnost chloridu sodného se zvyšující se teplotou roste jen velmi málo. Učitel zdůrazní, že rozpustnost anorganické látky ve vodě klesá v případě, že je již ve vodě přítomen stejný ion (u organických látek je tomu naopak).

#### **Snímek 4)**

Učitel uvede diskusi žáků o tom, zda je voda chemicky čistá látka tvořená pouze molekulami vody. Žáci odvodí, že ve vodě žijí živočichové a rostliny, které pro svůj růst a vývoj potřebují i jiné látky než vodu. Žáci uvádí příklady iontů, které mohou být ve vodě obsaženy a jakou úlohu plní v životě vodních organismů. Žáci si zapamatují, že ve vodě je přítomno mnoho organických látek, které, stejně jako na souši, vznikají rozkladem těl živočichů a rostlin.

#### **Snímek 5)**

Žáci diskutují, jestli je voda tekoucí z domácího vodovodu chemicky čistá látka. Odvodí, že obsahuje minerály z geologického podloží, kterým protéká. Žáci uvedou příklady minerálů, které může voda obsahovat a učitel zdůrazní, že celkový obsah vápníku a hořčíku ve vodě označujeme jako tvrdost vody. Žáci dále diskutují, jestli ze zdravotního hlediska dáváme přednost vodě měkké, středně tvrdé či tvrdé. Odvodí, že vápník a hořčík jsou minerály pro naše tělo potřebné, a proto dáváme přednost tvrdší vodě. Zároveň si žáci zapamatují, že příliš tvrdá voda je závadná nejen pro spotřebiče (způsobuje vodní kámen), ale je závadná i ze zdravotního hlediska. Příliš tvrdá voda způsobuje vysušování kůže a tím zvyšuje riziko některých kožních onemocnění. Žáci si mohou zjistit míru tvrdosti vzorku vody přinesené z domova indikátorovým proužkem. Dále přepočítají tvrdost vody uvedenou německých stupních °N na jednotku mmol/dm<sup>3</sup> nebo naopak.

#### **Snímek 6)**

Učitel vede rozhovor se žáky či jejich diskusi o tom, kde všude a jak se voda využívá. Žáci dále charakterizují vlastnosti pitné vody (bezbarvá, bez chuti a zápachu). Žáci z obrázku odvodí, že zdrojem pitné vody u nás je voda povrchová nebo podzemní (asi 44 %). Učitel dále stručně popíše cestu a úpravu pitné vody: Povrchová voda se vsakuje a stává se podzemní vodou, která se čerpá do studně vyvrtané v blízkosti vodního toku. Při průchodu do studně půdou se rozpuštěné látky vážou na povrch pískových a půdních zrn, čímž vzniká filtrovaná voda. Organické látky jsou rozkládány půdními mikroorganismy. Následuje úprava ve vodárnách. Žáci sami odvodí, že voda musí být zdravotně nezávadná a tedy zbavená choroboplodných zárodků, k čemuž se využívá chlor nebo UV záření. Žáci si dále zapamatují, že k úpravě vody ve vodárnách se používá ozon, který způsobí oxidaci nežádoucích látek, které se následně vyfiltrují. K absorpci uhlovodíků a jejich derivátů se používá aktivní uhlí.

#### **Snímek 7)**

Žáci diskutují o použití užitkové vody v zemědělství. Odvodí, že se používá pro zavlažování polí či v chovech zvířat. Učitel zdůrazní, že taková voda nemusí dosahovat kvality pitné vody, pro využití v chovech zvířat však musí být zbavena choroboplodných zárodků. Žáci dále

uvedou využití vody v průmyslu – používá se jako čisticí prostředek, rozpouštědlo či v energetice jako chladicí voda. Učitel žáky upozorní na ekologické riziko vypuštění chladicí vody do povrchových vod: chladicí voda zde odevzdá své teplo, což vede ke zvýšení teploty povrchové vody a potažmo snížení obsahu kyslíku či rychlému růstu řas. Žáci uvedou důsledky přemnožení řas, tedy eutrofizace vody (snížení obsahu kyslíku v důsledky rozkladu těl a tedy velké úhyny ryb). Učitel dále zdůrazní, že nespotřebovaná voda se vrací zpět do koloběhu v přírodě, je však nutné ji vyčistit. Žáci dále mohou diskutovat nad pojmem „samočištění“. Dojdou k závěru, že voda obsahuje organismy, které různými způsoby látky obsažené ve vodě zpracovávají a tím ji čistí (houby a bakterie rozkládají tuky, cukry, bílkoviny; nálevníci se živí organickými látkami a bakteriemi; rostliny přijímají anorganické látky jako soli fosforu, síry a dusíku). Učitel uvede, že čistička odpadních vod je založena na mechanickém, následně biologickém a naposledy chemickém čištění. Žáci sami odvodí, že mechanické čištění je zbavení vody větších nečistot (např. zachycení plastů v česlech), že biologické čištění je podobné samočištění probíhající v přírodě a chemické čištění je založeno na použití látek, které vytváří nerozpustné sloučeniny s nežádoucími látkami, které se následně z vody vyfiltrují. Žáci si zapamatují, že destilovaná voda, kterou používají v laboratoři, je chemicky čistá, deionizovaná voda.

### **Snímek 8)**

Žáci z grafu odvodí, že největšími zdroji znečištění vody je chemický průmysl, nakládání s odpady a energetika. Učitel uvede diskusi o tom, co může způsobit jednorázové větší znečištění vody. Žáci si mohou připravit kratší referát týkající se havárií např. v chemickém průmyslu a úniku chemikálií do vody či ropných havárií a jejich následků v oceánech. Učitel zdůrazní, že únik ropy do oceánů způsobuje vytvoření ropné vrstvy na hladině, která zamezuje výměně plynů a fotosyntéze. Žáci si zapamatují, že více než havárie způsobuje ropné znečištění samotná loďná doprava.

### **Snímek 9)**

Žáci si dle mapy zapamatují, že nejvíce organických látek (asi 1 mil. kg denně) je do vody vypouštěno Spojenými státy americkými a Čínou. Žáci uvedou, které evropské země vypouští do vody největší množství organických látek (Francie, Německo, Velká Británie, Norsko). Žáci dále odvodí, že nejméně organických látek vypouští do vody rozvojové země.

### **Snímek 10)**

Učitel řídí diskusi žáků o třídění odpadu v jejich domácnosti. Upozorní žáky na to, že i když je třídění odpadu pro mnoho domácností a firem dnes samozřejmostí, existuje tzv. „ostrov odpadků“, který se pohybuje Tichým oceánem [upraveno podle 22].

### **Snímek 11)**

Pro žáky, kteří se zajímají o téma Voda z chemického či ekologického hlediska více, jsou na posledním snímku uvedené zdroje s podrobnými informacemi.

#### **4.3.3 Laboratorní práce a pracovní listy**

Vzhledem k probíranému učivu a použití znalostí v jiných předmětech a běžném životě, jsem se rozhodla zaměřit laboratorní práci na téma Voda ekologicky a některé její části propojit s učivem zeměpisu, kterému je ve většině učebních materiálů pro integrovanou výuku věnován jen velmi malý prostor, oproti např. přírodopisu.

Laboratorní práce je zaměřena na určení jakostní třídy tekoucích vod, tedy určení míry znečištění vodního toku. K provedení této laboratorní práce je zapotřebí použít speciální kolorimetrické sady pro měření koncentrace látek znečišťujících vodní toky. V žádném z učebních materiálů, které byly hodnoceny, není uvedeno, které konkrétní sady jsou k takovému měření nejvhodnější, či kde je může učitel zakoupit. Po důkladném prozkoumání trhu jsme jako nejvhodnější pro provedení této laboratorní práce shledali kompletní soupravu činidel pro rychlou semikvantitativní analýzu vody **AQUANAL – EKOTEST** od dodavatele **ML chemica** [44].



**Obr. 22: Aquanal – ekotest**

Činidly a pomůckami, které tato sada obsahuje, můžeme stanovit obsah amonných iontů, dusitanů, dusičnanů, fosfátů, celkovou tvrdost vody a pH. Obsah činidel je určen pro maximálně 60 testů na každý parametr, což je vzhledem k počtu žáků a ceně sady (2 688 Kč) poměrně málo.

Nesnadná finanční dostupnost této pomůcky by se pro školy mohla stát překážkou k provedení laboratorní práce, proto jsem se snažila tuto kompletní soupravu určenou přímo



pro účely navržené laboratorní práce nahradit levnějšími pomůckami, jejichž použití je založeno na stejném principu. Pro měření obsahu amoniakálního dusíku a celkového obsahu fosforu byly nalezeny finančně dostupnější soupravy od dodavatele **AQUACON** [45]. Test může být opakován maximálně osmdesátkrát. Tyto soupravy jsem měla možnost získat díky Katedře učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.



**Obr. 23: Sada pro měření amonných iontů**



**Obr. 24: Sada pro měření fosforečnanů**

Sada pro měření obsahu amoniakálního dusíku je pro provedení laboratorní práce svou citlivostí zcela odpovídající. Nevýhodou sady pro určení celkového obsahu fosforu je její malá citlivost. Měří v rozsahu koncentrace 1 – 20 mg/dm<sup>3</sup>, přičemž při hodnotě 1 mg/dm<sup>3</sup> se testovaný vzorek vody zbarví nejsvětleji. Pokud bude analyzovaný vzorek vody pocházet z neznečištěné řeky, nezbarví se a nelze přesně určit celkový obsah fosforu. Pokud však analyzovaný vzorek zůstane čirý, lze napsat, že obsah celkového fosforu ve vodě se blíží nule a voda je neznečištěná. Dále učitel může předejít nepřesnému určování tím, že vybere vzorek takového toku, který je znečištěný a při analýze se zbarví. Obdobný problém může nastat u používání levnější varianty indikačních proužků pro určení obsahu dusičnanového dusíku např. od dodavatele **I & CS spol. s r.o.** [46]. Důležitým faktem je, že při použití levnějších pomůcek zůstává princip provedení práce stejný a žáci se tak naučí provést orientační analýzu vody se stejnou efektivitou.

Z hlediska finanční dostupnosti pro školy byly k autorskému řešení laboratorní práce použity levnější testovací pomůcky. Problémům s nižší citlivostí testů jsme předešli opatřením vzorku vody ze znečištěného toku z centra města a prováděním srovnávacích zkoušek. Pokyny a náměty k provedení laboratorní práce jsou uvedeny dále v metodické přípravě učitele na laboratorní práci. Zadání pracovního listu pro žáky je



uvedeno v příloze č.1 na str. 98 a fotodokumentace provedení laboratorní práce je uvedena v příloze č. 2 na str. 112.

## Příprava na laboratorní práci

**Název LP:** Určení jakostní třídy tekoucích vod

**třída:** 9. A

**počet žáků:** 14

**počet skupin/žáků:** 7/2

### Metodika:

- práce v laboratoři nebo speciálně upravené třídě
- kontrola bezpečnosti žáků
- kontrola a diskuse výsledků
- chemické složení činidel není výrobcem uvedeno
- princip reakce na odhad kyslíku ve vodě:
  - 1) **bílá sraženina:** vznik  $\text{Mn}(\text{OH})_2$  – není přítomen kyslík, neprobíhá oxidace  $\text{MnCl}_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 + 2 \text{Na}^+ + 2 \text{Cl}^-$
  - 2) **žlutá sraženina:** vznik  $\text{Mn}(\text{OH})_3$  – kyslík oxiduje  $\text{Mn}^{\text{II}}$  na  $\text{Mn}^{\text{III}}$
  - 3) **hnědá sraženina:** vznik  $\text{Mn}(\text{OH})_3$  – vysoká koncentrace kyslíku způsobí oxidaci  $\text{Mn}^{\text{II}}$  na  $\text{Mn}^{\text{IV}}$  (vznik  $\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )

### Úvodní otázky:

**časová dotace:** 10 min.

Co se vám vybaví, když se řekne „voda“ ? **BRAINSTORMING**

Co je voda za sloučeninu? Z jakých prvků se skládá? *Z vodíku a kyslíku.*

Jak vypadá molekula vody? *Je lomená, úhel je  $104,45^\circ$ .*

Jsou molekuly vody volné nebo navzájem asociované? *Jsou asociované, atom vodíku je vázán v molekule vody kovalentně na atom kyslíku a elektrostatickou silou se váže k další molekule vody opět na kyslík. Vytváří tak vodíkové můstky, které jsou příčinou vysoké teploty varu vody.*

Je voda chemicky čistá látka? *Ne, obsahuje anorganické látky, které jsou potřebné pro růst a vývoj vodních organismů a organické látky, které jsou většinou produkty vodních organismů či rozkladu jejich těl.*

Co je to jakost vody? *Kvalita vody označující míru jejího znečištění.*

### Pomůcky:

14x pracovní list + 1x autorské řešení, 7x okopírované barevné stupnice, 7x mapa vodstva ČR, 7x mapy jakostí vodních toků ČR, pastelky v barvě jakostí, lístečky na losování toků; váhy, 7x zkumavka, 7x kapátko, 7x lékovka, 7x skleněná tyčinka; vzorky vody,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$ , destilovaná voda, amoniakální tester, dusičnanový tester, fosforový tester, 10%  $\text{NH}_4\text{OH}$ , 40%  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ , nasycený roztok  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ;

### Ochrana žáků při práci:

$\text{NaOH}$  je žíravý, žáci pracují v rukavicích a ochranných brýlích!

### Důležitá upozornění:

Žáci musí po každém testu lékovku, kádinku či zkumavku a kapátko řádně umýt! Zejména po provedení srovnávacích zkoušek by mohly být výsledky analýzy vzorku vody zkreslené!

### Kontrolní otázky:

Jak se dostává kyslík do vody? *Zejména fotosyntézou.*

Na jakém principu funguje důkaz kyslíku ve vodě? *Důkaz kyslíku ve vodě je založen na oxidaci manganu.*

Jak se do vody dostávají amonné ionty? *Rozkladem mrtvých organismů.*

Co se s nimi dále děje? *Mění se na dusičnany důležité pro růst rostlin a dusitany*

*nebezpečné rybám (oxidují železo v hemoglobinu a znemožňují vazbu kyslíku).*

**Jak se do vody dostává fosfor?** *Z pracích prostředků a hnojiv.*

**Co způsobuje vysoký obsah fosforu ve vodě?** *Způsobuje přemnožení řas, jejichž následný rozklad spotřebovává hodně kyslíku, což způsobuje velké úhyny ryb.*

**Jakou metodou lze orientačně zjistit jakost vody?** *Kolorimetrií.*

**Jaký je princip této metody?** *Porovnání barvy roztoku o známé koncentraci s barvou roztoku o neznámé koncentraci.*

## VODA

### Skupinová laboratorní práce Určení jakostní třídy tekoucích vod

#### 1. Obsah kyslíku ve vodě

Dle koncentrace kyslíku ve vodě zjistíme, zda ve vodě převládají destruenti (tj. organismy, které rozkládají těla mrtvých rostlin a živočichů a při tom kyslík spotřebovávají), či producenti (tj. organismy schopné fotosyntézy, při které se kyslík uvolňuje).

Zjistěte koncentraci kyslíku ve vodě. Zkumavku naplňte vzorkem vody. Přidejte 1 cm<sup>3</sup> MnCl<sub>2</sub> (40%) a 1,5 cm<sup>3</sup> NaOH (40%). Směs protřepejte a pozorujte vznik sraženiny. Poté dle tabulky určete koncentraci kyslíku ve vodě a napište závěr. V dostupných zdrojích informací vyhledejte, o jaké sloučeniny (sraženiny) se jedná. Vezměte v úvahu, že princip určení množství kyslíku ve vodě je založen na oxidaci manganu. Svou odpověď v závěru zdůvodněte.

#### Výpočet přípravy 40% MnCl<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} V &= 10 \text{ cm}^3 \rightarrow m \sim 10 \text{ g} \\ w &= 0,4 \\ w &= m_x / m_c \\ m_x &= w \cdot m_c = 0,4 \cdot 10 = \underline{4 \text{ g}} \\ m_{\text{vody}} &= 10 - 4 = \underline{6 \text{ g}} \\ \underline{4 \text{ g MnCl}_2 + 6 \text{ cm}^3 \text{ vody}} \end{aligned}$$

#### Výpočet přípravy 40% NaOH

$$\begin{aligned} V &= 10 \text{ cm}^3 \rightarrow m \sim 10 \text{ g} \\ w &= 0,4 \\ w &= m_x / m_c \\ m_x &= w \cdot m_c = 0,4 \cdot 10 = \underline{4 \text{ g}} \\ m_{\text{vody}} &= 10 - 4 = \underline{6 \text{ g}} \\ \underline{4 \text{ g NaOH} + 6 \text{ cm}^3 \text{ vody}} \end{aligned}$$

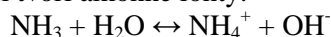
Odhad obsahu kyslíku ve vodě pomocí barvy sraženiny		
sraženina	míra O <sub>2</sub>	koncentrace O <sub>2</sub>
bílá	bez kyslíku	< 0,75 mg/dm <sup>3</sup>
světle žlutá	málo kyslíku	3-6 mg/dm <sup>3</sup>
hnědá	hodně kyslíku	9-12 mg/dm <sup>3</sup>

#### Závěr:

Po přidání 40% MnCl<sub>2</sub> a 40% NaOH do vzorku vody se vytvořila světle žlutá sraženina. Jedná se o hydroxid manganitý. Mangan byl oxidován kyslíkem z vody z oxidačního čísla +II na +III. U hladiny vzorku se vzápětí začala tvořit hnědá sraženina, což bylo způsobeno téměř okamžitou oxidací hydroxidu manganitého na hydratovaný oxid manganičitý hnědé barvy. Přítomnost žluté sraženiny prokazuje, že ve vodě je obsaženo malé množství kyslíku a tudíž voda obsahuje málo producentů kyslíku.

#### 2. Obsah amoniakálního dusíku ve vodě

Při rozkladu mrtvých těl rostlin a živočichů dochází jednak k vazbě kyslíku a za druhé ke vzniku amoniaku. Ten ve vodním prostředí tvoří amonné ionty:



Jejich přítomnost ve vodě ukazuje na znečištění rozkládajícími se organickými látkami.

Nejprve proveďte srovnávací zkoušku s 10% roztokem  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Kádinku naplňte  $5 \text{ cm}^3$  roztoku. Přidejte 2 kapky činidla A a promíchejte. Poté přidejte 1 kapku činidla B a promíchejte. Po deseti minutách stání přiložte kádinku na barevnou škálu a určete koncentraci amonných iontů v 10% roztoku  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Zapište své pozorování.

Kádinku několikrát propláchněte analyzovanou vodou a proveďte test s analyzovaným vzorkem vody stejným způsobem jako v předchozím případě. Odhadněte koncentraci amoniakálního dusíku v analyzované vodě. Opět zapište své pozorování a závěr.

Vliv amoniakálního dusíku na jakost vody	
obsah amoniakálního dusíku	voda
$< 0,3 \text{ mg/dm}^3$	neznečištěná
$0,3-0,7 \text{ mg/dm}^3$	mírně znečištěná
$0,7-2 \text{ mg/dm}^3$	znečištěná
$2-4 \text{ mg/dm}^3$	silně znečištěná
$4 \text{ mg/dm}^3$ a více	velmi silně znečištěná

#### Pozorování a závěr:

Srovnávací vzorek 10%  $\text{NH}_4\text{OH}$  se po deseti min. zbarvil tmavě oranžově. Koncentrace amoniakálního dusíku je tedy ve vzorku vyšší než  $4 \text{ mg/dm}^3$ . Vzorek

analyzované vody se po deseti minutách zbarvil žlutooranžově. Koncentrace amoniakálního dusíku v analyzované vodě je menší asi  $1 \text{ mg/dm}^3$ , což znamená, že voda je znečištěná.

### 3. Obsah dusičnanového dusíku ve vodě

Amoniak, který vzniká při rozkladu mrtvých těl organismů, je mikroorganismy dále rozkládán hlavně na dusičnany. Ty jsou nepostradatelné pro růst vodních rostlin. Zároveň se do vody mohou dostávat hnojivy spláchnutými z polí. Dusičnany se také mohou přeměnit na jedovaté dusitany, které jsou nebezpečné zejména pro některé citlivé druhy ryb.

Určete koncentraci dusíku v dusičnanových aniontech ve vodě. Asi  $20 \text{ cm}^3$  odebraného vzorku vody vlijte do malé kádinky a ponořte reakční zónu dusičnanového testovacího proužku. Po několika minutách porovnejte zbarvení reakční zóny s barevnou stupnicí. Výsledek zapište do závěru. Ke srovnávací zkoušce použijte 40%  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ .

#### Pozorování a závěr:

Testovací proužek se po ponoření do 40%  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  zbarvil sytě růžově. Byla prokázána vysoká koncentrace dusičnanového dusíku. Testovací proužek se po ponoření do analyzovaného vzorku zbarvil velmi slabě růžově, koncentrace dusičnanového dusíku v analyzované vodě se tedy pohybuje okolo  $10 \text{ mg/dm}^3$ .

### 4. Celkový obsah fosforu ve vodě

Na rozdíl od dusičnanů představují fosforečnany ve vodě faktor pro růst vodních organismů omezující. Fosforečnany se dostávají do vody ze zemědělských hnojiv a z odpadních vod domácností. Vysoká koncentrace fosforečnanů ve vodě vede k masovému rozvoji řas. Rozklad jejich odumřelých těl pak spotřebuje vysoké množství kyslíku, což vede k velkému úhynu ryb.

Stanovte koncentraci fosforečnanů ve vodě. Do malé kádinky dejte  $5 \text{ cm}^3$  vašeho vzorku vody. Přidejte 4 kapky činidla A a promíchejte. Poté přidejte 4 kapky činidla B, promíchejte a čekejte deset minut. Nasadte kádinku na barevnou stupnici a z ní odečtěte koncentraci fosforečnanů v analyzované vodě. Proveďte srovnávací zkoušku s nasyceným roztokem  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ .

## Pozorování a závěr:

Roztok  $Mg_3(PO_4)_2$  ve srovnávací zkoušce se zbarvil slabě modře. Koncentrace fosforečnanů v roztoku tedy odpovídala asi  $1 \text{ mg/dm}^3$ . Modrý odstín analyzovaného vzorku po pěti minutách odpovídal druhému stupni barevné škály, tedy asi  $2 \text{ mg/dm}^3$ . Koncentrace fosforečnanů vysoká a způsobuje znečištění vody.

## 5. Kolorimetrie

V úlohách 2, 3 a 4 jsme zjišťovali koncentraci určité látky (resp.) iontů na základě metody, které se říká **kolorimetrie**. Pokuste se princip této metody na základě svých zkušeností nyní popsat:

Kolorimetrie je metoda založená na porovnávání intenzity zabarvení roztoku o neznámé koncentraci s roztokem téže látky o známé koncentraci.

## 6. Závěr

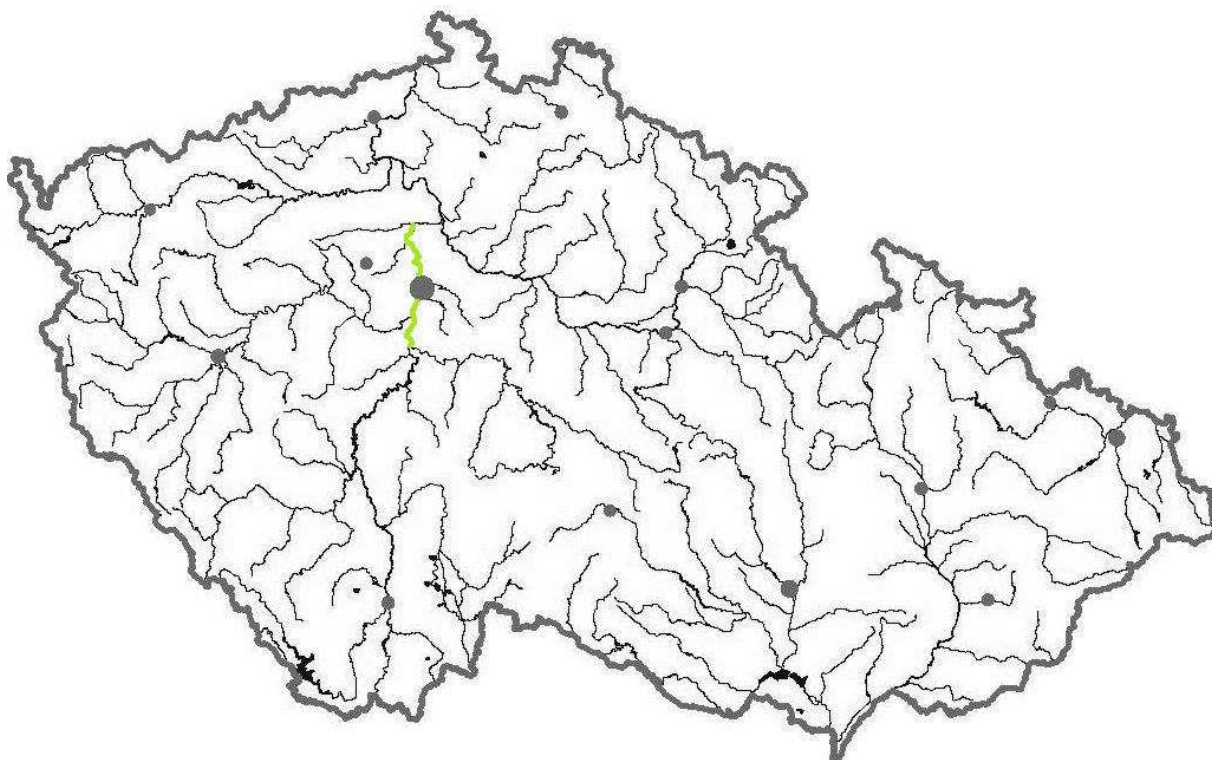
V následující tabulce jakostních tříd tekoucích vod označte ty hodnoty, které se nejvíce blíží vašemu měření.

Jakostní třídy tekoucích vod					
třída	míra znečištění	O <sub>2</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ]	N (NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg/dm <sup>3</sup> ]	N (NO <sub>3</sub> ) [mg/dm <sup>3</sup> ]	P [mg/dm <sup>3</sup> ]
I	neznečištěná	>7,5	< 0,3	< 3	< 0,05
II	mírně znečištěná	7,5-6,5	0,3-0,7	3-6	0,05-0,15
III	znečištěná	6,5-5	0,7-2	6-10	0,15-0,4
IV	silně znečištěná	5-3	2-4	10-13	0,4-1
V	velmi silně znečištěná	< 3	> 4	> 13	> 1

Dle označených hodnot určete jakostní třídu toku, ze kterého pochází analyzovaný vzorek.

Většina kolorimetrických testů ukázala, že vzorek pochází ze znečištěného toku III. jakostní třídy. Vysoká koncentrace fosforečnanů je nejspíše dána tím, že vzorek byl odebrán v centru Prahy, kde může být tok znečištěn odpadní vodou z domácností.

Prohlédněte si mapy jakostí toků ČR z let 1991-1992 a 2006-2007. Do slepé mapy vodstva ČR zakreslete, jak by dle vaší analýzy na mapě jakostí vod pro tento rok byl označen tok, ze kterého pochází analyzovaný vzorek.



V závěru porovnejte výsledky vaší analýzy s odbornými měřeními v letech 1991-1992 a 2006-2007. Pokud se vaše výsledky od odborných liší diskutujte, zda se kvalita vody změnila a jak.

Analyzovaný vzorek vody pochází z Prahy z řeky Vltavy. V letech 1991-1992 byla Vltava tokem III. až V. jakostní třídy, tedy tokem znečištěným a místy až velmi silně znečištěným. Odborné měření v letech 2006-2007 ukázalo, že jakost Vltavy se zlepšila a náleží do I. až III. jakostní třídy. Výsledek našeho zkoumání se podle mapy jakostí vod ČR z let 2006-2007 shoduje s posledním odborným měřením. Dle provedené kolorimetrické analýzy vody bych Vltavu i v letošním roce zařadila mezi znečištěné toky III. jakostní třídy.

Úlohy č. 1, 2, 3 a 4 v tomto pracovním listu byly modifikovány dle pokusů 3/16, 3/10, 3/11 a 3/12 z [12].

Obrázek z pracovního listu je uveden v seznamu použitých obrázků:

**Obr. 25:** Slepá mapa vodstva ČR

## 4.4 Vzduch

K tvorbě následujících materiálů (rozdělení témat do přírodovědných oblastí, PowerPointová prezentace, metodické pokyny pro učitele, příprava na vyučovací hodinu pro učitele a návrh samostatné práce žáků) byly prostudovány materiály [1, 3, 14, 20, 22, 24, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 47, 48, 49].

### 4.4.1 Rozdělení témat do přírodovědných oblastí a časová organizace

Učivo tematického celku Vzduch je poměrně rozličné a v RVP ZV [1] je zařazeno do více vzdělávacích oborů:

#### *Vzdělávací obor: FYZIKA*

##### *Tematický celek: Pohyb těles, Síly*

- *pohyb těles* – pohyb a klid těles
- *tlaková síla a tlak* – vztah mezi tlakovou silou, tlakem a obsahem plochy, na níž síla působí

##### *Tematický celek: Mechanické vlastnosti tekutin*

- *hydrostatický a atmosférický tlak* – souvislost mezi hydrostatickým tlakem, hloubkou a hustotou kapaliny; souvislost atmosférického tlaku s některými procesy v atmosféře

##### *Tematický celek: Energie*

- *obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie*

#### *Vzdělávací obor: CHEMIE*

##### *Tematický celek: Směsi*

- *vzduch* - složení; čistota ovzduší, smog; teplotní inverze

##### *Tematický celek: Částicové složení látek*

- *prvky* – názvy, značky, vlastnosti a použití nejobvyklejších prvků

##### *Tematický celek: Anorganické sloučeniny*

- *oxidy* – názvosloví nejobvyklejších oxidů, vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů

##### *Tematický celek: Chemie a společnost*

- *chemický průmysl v ČR* - výrobky; recyklace surovin



## **Vzdělávací obor: PŘÍRODOPIS**

### ***Tematický celek: Biologie rostlin***

- ***stavba, tvar a funkce rostlin*** - stavba a význam jednotlivých částí těla vyšších rostlin (kořen, stonek, list, květ, semeno, plod); principy fotosyntézy, dýchání, růst, rozmnožování

### ***Tematický celek: Biologie živočichů***

- ***stavba a funkce jednotlivých částí těla*** – živočišná buňka, tkáně, orgány, orgánové soustavy, organismy jednobuněčné a mnohobuněčné, rozmnožování
- ***vývoj, vývin a systém živočichů*** – významní zástupci jednotlivých skupin živočichů – prvoci, bezobratlí; obratlovci

### ***Tematický celek: Biologie člověka***

- ***anatomie a fyziologie*** – stavba a funkce jednotlivých částí lidského těla, orgány, orgánové soustavy (opěrná, pohybová, dýchací, trávicí, vylučovací, rozmnožovací, řídicí), vyšší nervová činnost, hygiena duševní činnosti

### ***Tematický celek: Neživá příroda***

- ***podnebí a počasí ve vztahu k životu organismů***

### ***Tematický celek: Základy ekologie***

- ***ochrana přírody a životního prostředí*** – globální problémy a jejich řešení, chráněná území

## **Vzdělávací obor: ZEMĚPIS**

### ***Tematický celek: Přírodní obraz Země***

- ***krajinná sféra*** – přírodní sféra a její základní složky a prvky, přírodní oblasti Země, podnebné pásy [upraveno podle 1]

Na základě provedeného hodnocení učebnic bylo stanoveno učivo tematického celku Vzduch, které bude dále zařazeno do jednotlivých vzdělávacích oborů. Tím budou upraveny, konkretizovány či doplněny oblasti či body učiva, které jsou k tematickému celku Vzduch stanoveny v RVP ZV [1]. Vzdělávací obory jsou uvedeny v pořadí, v jakém je navržen jejich časový sled.

## **Vzdělávací obor: ZEMĚPIS**

### **Tematický celek: Přírodní obraz Země**

- **krajinná sféra** – atmosféra: vývoj, složení, vrstvy

## **Vzdělávací obor: CHEMIE**

### **Tematický celek: Směsi**

- **vzduch** - složení; čistota ovzduší, smog; teplotní inverze

### **Tematický celek: Částicové složení látek**

- **prvky** – názvy, značky, vlastnosti a použití kyslíku, dusíku a vzácných plynů

### **Tematický celek: Anorganické sloučeniny**

- **oxidy** – názvosloví, vlastnosti a použití oxidů, které jsou složkami vzduchu

### **Tematický celek: Chemie a společnost**

- **chemický průmysl v ČR** - znečišťování ovzduší

## **Vzdělávací obor: FYZIKA**

### **Tematický celek: Fyzikální vlastnosti látek**

- **vzduch** – tlak, teplota a vlhkost vzduchu; využití fyzikálních vlastností vzduchu v praxi

### **Tematický celek: Pohyb těles**

- **pohyb těles** – let

### **Tematický celek: Energie**

- **obnovitelné a neobnovitelné zdroje energie** – získávání energie pomocí vzduchu

## **Vzdělávací obor: PŘÍRODOPIS**

### **Tematický celek: Biologie rostlin**

- **stavba, tvar a funkce rostlin** - principy fotosyntézy, dýchání

### **Tematický celek: Biologie živočichů**

- **stavba a funkce jednotlivých částí těla** – adaptace k pasivnímu a aktivnímu letu; křídlo hmyzu a ptáků
- **vývoj, vývin a systém živočichů** – hmyz; ptáci

### **Tematický celek: Biologie člověka**

- **anatomie a fyziologie** – dýchání a dýchací orgány člověka

### **Tematický celek: Neživá příroda**

- **podnebí a počasí ve vztahu k životu organismů**

### **Tematický celek: Základy ekologie**

- **ochrana přírody a životního prostředí** – kyselý déšť; skleníkový efekt

Pro výuku tematického celku Vzduch navrhujeme rozdělení vzdělávacího oboru do pěti vyučovacích hodin, včetně samostatné práce žáků a didaktické hry **Znečištění ovzduší**, která pochází z multimediální ročenky životního prostředí **Vítejte na Zemi** [47].

V této hře, která je spíše animovaným testem, se žáci seznámí s hlavními zdroji současného znečištění – a to jak „venkovního ovzduší“, tak také vnitřního prostředí našich domovů [upraveno podle 47]. Součástí této hry je simulace krajiny, ve které jsou znázorněny zdroje znečištění ovzduší (průmysl, malá sídla, vytápění domácností, zemědělství, motorová doprava, energetika, kyselý déšť) a dále prostředí a organismy, jejichž život je znečištěním ovzduší ovlivněn (hory, stromy, člověk). Žáci odpovídají na osmnáct otázek, které se zobrazují pod simulací krajiny, označením některého ze zdroje znečištění ovzduší, prostředí či organismu. Každá odpověď je vyhodnocena, žáci se dozví správné řešení.

1. a 2. VH: Složení vzduchu; chemické vlastnosti jednotlivých složek vzduchu
3. a 4. VH: Znečištění ovzduší; samostatná práce: Mapování kvality ovzduší v ČR a její příčiny
5. VH: Didaktická hra: **Znečištění ovzduší** [47]

#### **4.4.2 PowerPointová prezentace**

PowerPointová prezentace, která byla pro tento účel vytvořena, je doprovodným materiálem pro učivo tematického celku Vzduch z chemického hlediska. Metodické poznámky a náměty pro učitele jsou uvedeny za očíslovanými snímky.

Následující obrázky použité v PowerPointové prezentaci jsou uvedeny v seznamu obrázků:

**Snímek 3:**     **Obr. 24:** Příprava kyslíku

**Obr. 25:** Důkaz kyslíku

**Snímek 4:**     **Obr. 26:** Carl Wilhelm Scheele

**Obr. 27:** Joseph Priestley

**Obr. 28:** Molekula kyslíku

**Obr. 29:** Molekula ozonu

- Snímek 5:** Obr. 30: Daniel Rutherford  
 Obr. 31: Vazba v molekule dusíku  
 Obr. 32: Molekula dusíku
- Snímek 6:** Obr. 33: Henry Cavendish
- Snímek 7:** Obr. 34: Molekula oxidu uhličitého  
 Obr. 35: Vazby v molekule oxidu uhličitého
- Snímek 8:** Obr. 36: Příprava vodíku  
 Obr. 37: Důkaz vodíku
- Snímek 9:** Obr. 38: Zdroje znečištění ovzduší

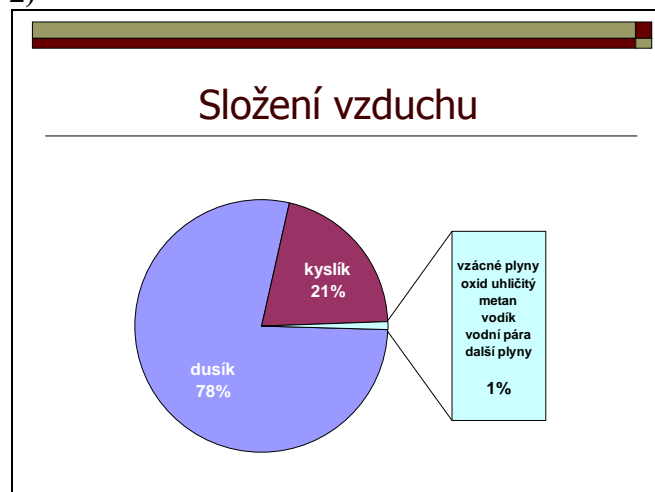
1)

**Vzduch**

---

Složení vzduchu  
 Chemické vlastnosti složek vzduchu  
 Znečištění ovzduší

2)



3)

**Chemické vlastnosti**  
 Příprava a důkaz kyslíku

---

$2 \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$

4)

**Chemické vlastnosti**  
 Kyslík

---

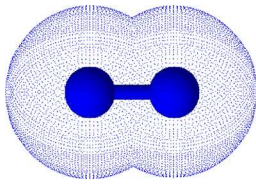
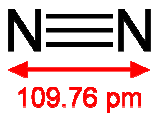
□ Carl Wilhelm Scheele, Joseph Priestley (1771-1772)

- bezbarvý plyn, bez zápachu
- podporuje hoření
- málo rozpustný ve vodě
- za vyšších teplot reaguje s prvky za vzniku oxidů

5)

## Chemické vlastnosti Dusík

- Daniel Rutherford (1772)



- bezbarvý plyn, bez zápachu
- není jedovatý
- nehoří
- málo reaktivní
- použití: udržuje chlad v nádobách na spermie

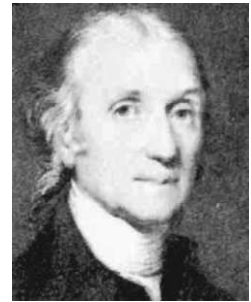
6)

## Chemické vlastnosti Vzácné plyny

- Henry Cavendish (1785)

- bezbarvé plyny, bez zápachu
- málo reaktivní
- netvoří molekuly

- použití:
  - náplně do žárovek
  - He: náplň balónů
  - Rn: léčba rakoviny

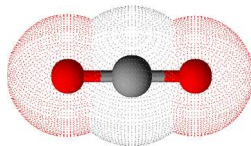


7)

## Chemické vlastnosti Oxid uhličitý

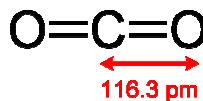
- bezbarvý plyn, bez zápachu

- vzniká:
  - $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
  - $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$
  - $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



- příprava:  $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- použití: výroba chemikálií  
výroba perlivých nápojů  
náplň do hasicích přístrojů

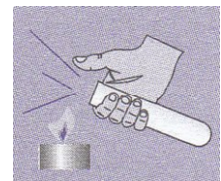
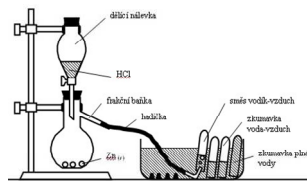


- skleníkový efekt

8)

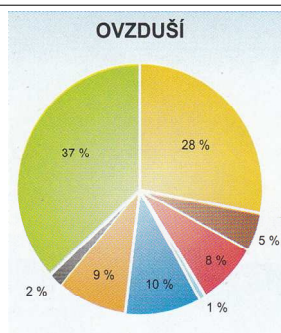
## Chemické vlastnosti Vodík

- bezbarvý plyn, bez chuti a zápachu
- hořlavý
- ve směsi s kyslíkem silně výbušný
- redukční vlastnosti:  $\text{CuO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
- reaguje téměř se všemi prvky (zvýšená t)
- příprava:  $\text{Zn} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$



9)

## Znečištění ovzduší



- zemědělství
- energetika
- ostatní průmyslová odvětví
- chemický průmysl
- výroba a zpracování kovů
- zpracování nerostů
- nakládání s odpady
- potravinářský průmysl
- smog
- fotochemický
- londýnský
- freony
- oxidy – samostatná práce

10)

## Studijní materiály

Člověk a příroda. Vzduch. Plzeň: Fraus 2005

Vzduch. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela 2004

časopis Dnešní svět. Znečištění (č.2, ročník 2006/2007)

# KONEC

Metodické pokyny pro učitele k uvedené PowerPointové prezentaci:

### **Snímek 1)**

Na úvod učitel seznámí žáky s učivem tematického celku Vzduch z chemického hlediska.

### **Snímek 2)**

Učitel popíše chemické složení vzduchu. Zahájí diskusi žáků o tom, jak jednotlivé složky vzduchu v přírodě vznikají. Žáci si zopakují poznatky z minulých hodin, kdy se dozvěděli, že kyslík vzniká fotosyntézou a dusík vzniká přeměnou dusíkatých látek z mikrobiálního rozkladu tkání.

### **Snímek 3)**

Učitel demonstračně provede přípravu kyslíku a jeho důkaz zapálením doutnající třísky.

### **Snímek 4)**

Žáci na základě pozorování najímaného plynu popíší chemické vlastnosti kyslíku (je bezbarvý, bez zápachu, podporuje hoření – zapálil doutnající třísku). Žáci si připomenou vlastnosti kyslíku z vyučovacích hodin na téma Voda, kdy se učili o malé rozpustnosti kyslíku ve vodě.

Učitel uvede objevitele kyslíku (švédského chemika Carla Wilhelma Scheeleho a Angličana Josepha Priestleyho), nebo si žáci mohou připravit krátký referát o těchto dvou chemících a jejich pokusech vedoucích k objevu kyslíku. Žáci určí postavení kyslíku v periodické soustavě prvků. Odvodí strukturu molekuly kyslíku a ozonu. Učitel vede diskusi žáků o tom, k čemu je v atmosféře potřebný ozon. Učitel zdůrazní, že ozonová vrstva je důležitá pro zachycení UV záření.

Učitel demonstruje vysokou reaktivitu kyslíku na příkladech reakcí, které žáci zapisují a vyčíslují na tabuli (např.  $C + O_2 \rightarrow CO_2$  atp.).

### **Snímek 5)**

Učitel či žákovský referát uvede objevitele dusíku, skotského chemika Daniela Rutherforda. Žáci popíší umístění dusíku v periodickém systému. Odvodí a zapamatují si strukturu molekuly dusíku. Učitel zahájí diskusi žáků o tom, proč je dusík málo reaktivní. Žáci odvodí, že příčinou nízké reaktivity molekuly dusíku je trojná vazba.

### **Snímek 6)**

Učitel či žákovský referát uvede objevitele vzácných plynů, Angličana Henryho Cavendishe. Žáci vyjmenují vzácné plyny, jejich značky a postavení v periodickém systému. Učitel popíše vlastnosti vzácných plynů a vede diskusi žáků o využití vzácných plynů.

### **Snímek 7)**

Učitel vede rozhovor se žáky o tom, co z běžného života a médií vědí o oxidu uhličitém. Učitel zdůrazní, že o oxidu uhličitém se mluví v souvislosti s globálními problémy a skleníkovým efektem, který je předmětem učiva přírodopisu. Učitel dále popíše chemické vlastnosti oxidu uhličitého, žáci společně sestaví rovnice vzniku oxidu uhličitého a odvodí, že tyto reakce probíhají při spalování fosilních paliv či biomasy.

### **Snímek 8)**

Učitel demonstračně provede přípravu vodíku a jeho důkaz přiblížením ústí zkumavky s najímaným plynem k plameni kahanu a následným „štěknutím“. Žáci na základě pozorování najímaného plynu popíší vlastnosti vodíku. Z důkazu přítomnosti vodíku odvodí, že vodík je ve směsi s kyslíkem výbušný, a proto je ho v atmosféře jen velmi malé množství.

### **Snímek 9)**

Žáci si po prohlédnutí grafu zapamatují, že výrazně největšími znečišťovateli ovzduší je zemědělství a energetika. Učitel dále uvede pojmy smog, freony a další látky, kterými je ovzduší znečišťováno. Žáci si zapamatují, že slovo smog vzniklo spojením anglických slov smoke (kouř) a fog (mlha), a že se jedná o zvýšené množství nečistot v ovzduší vytvářejících se v blízkosti elektráren, velkých měst a průmyslových závodů. Učitel uvede dva typy smogu – fotochemický a londýnský. Složky fotochemického smogu (hlavně oxidy dusíku) vznikají ze spalovacích motorů. Londýnský smog vzniká hlavně v zimě, při zvýšených koncentracích oxidu siřičitého a jeho hlavními složkami jsou aerosolové části kouře a mikroskopické kapičky kyseliny sírové. Učitel dále uvede pojem freony. Vysvětlí, že se jedná o halogenované uhlovodíky, které jsou součástí chladících médií a hnacích plynů ve sprejích a poškozují ozonovou vrstvu. Učitel dále zdůrazní, že důležitými složkami znečišťujícími ovzduší jsou různé oxidy a uvede tím samostatnou práci žáků (níže).

### **Snímek 10)**

Závěrečný snímek odkazuje žáky s hlubším zájmem o tematický celek Vzduch na zdroje informací.

#### **4.4.3 Samostatná práce žáků**

Experimenty týkající se přípravy plynů, které jsou součástí atmosféry, vyžadují určité zkušenosti žáků se sestavováním aparatur, tedy určitou manuální zručnost žáků a též zachování přísných bezpečnostních opatření. Proto je na základní škole nezbytné, aby tyto pokusy prováděl učitel demonstračně. Vzhledem k tomu, že experimenty k tematickému celku

Vzduch žáci uvidí ve vyučovacích hodinách, nebude věnována jejich praktická činnost laboratorní práci, ale samostatné práci s literaturou a internetem, zaměřená na mapování kvality ovzduší ČR a její příčiny. Pokyny a doporučení učitelům k provedení této samostatné práce jsou navrženy v přípravě na vyučovací hodinu. Dále je uvedeno autorské řešení této samostatné práce. Zadání pro žáky je uvedeno v příloze č. 1 na str. 98.



## Příprava na samostatnou práci žáků

**Název LP:** Mapování kvality ovzduší v ČR a její příčiny

**třída:** 9. A

**počet žáků:** 28

**individuální práce**

### Metodika:

- práce v počítačové učebně s přístupem na internet nebo samostatná domácí práce
- práce s odbornou literaturou
- kontrola a diskuse výsledků

### Úvodní otázky:

**časová dotace:** 10 min.

**Z jakých složek se skládá vzduch? Jaké je jejich procentuální zastoupení?**

*78% dusíku, 21% kyslíku, 1% vzácných plynů, oxidu uhličitého, metanu, vodíku a vodní páry.*

**Jak vzniká v přírodě kyslík?**

*Fotosyntézou.*

**Jak vzniká v přírodě dusík?**

*Přeměnou dusíkatých sloučenin z mikrobiálního rozkladu tkání.*

**Jakými antropogenními činnostmi vzniká oxid uhličitý?**

*Spalováním fosilních paliv či biomasy.*

**Proč je v médiích hodně diskutována koncentrace oxidu uhličitého ve vzduchu?**

*Kvůli skleníkovému efektu a globálnímu oteplování.*

**Které odvětví je největším znečišťovatelem ovzduší?**

*Zemědělství.*

### Pomůcky:

28x pracovní list

počítač s přístupem na internet

literatura (učebnice Člověk a příroda: Vzduch, časopis Dnešní svět č. 2, ročník 2006/2007, M. Lichvárová: Vzduch)

### Důležitá upozornění:

Žáci potřebují k provedení samostatné práce počítač s přístupem na internet!

Mapovaná data se mění, proto je důležité, aby žáci zapsali datum provedení práce!

Práci lze začít ve VH, žáci ji mohou samostatně dopracovat doma!

### Kontrolní otázky:

**Které plyny jsou pro měření kvality ovzduší stěžejní?**

*Oxid siřičitý, oxid dusičitý, oxid uhelnatý a ozon.*

**Jakou přírodní a antropogenní činností se do ovzduší dostává oxid siřičitý?**

*Sopečnou činností a spalováním fosilních paliv.*

**Jakou přírodní a antropogenní činností se do ovzduší dostává oxid dusičitý?**

*Bakteriální a sopečnou činností, bouřkami a spalováním fosilních paliv.*

**Jakou přírodní a antropogenní činností se do ovzduší dostává oxid uhelnatý?**

*Jakýmkoli nedokonalým spalováním uhlíku.*

**Jak vzniká ozon?**

*Vzniká z oxidů dusíku a těkavých organických látek za přítomnosti slunečního záření a kyslíku.*

**Co jsou to chemicky fosilní paliva?**

*Uhlovodíky.*

**Jak je možné, že se při jejich spalování dostávají do ovzduší oxidy síry a dusíku?**

*Obsahují příměsi s dusíkem a sírou.*

**Čím se zabývají firmy, které jsou největšími znečišťovateli uvedených plynů?**

**Podívejte se zpět na graf znečišťování ovzduší na posledním snímku prezentace.**

**Shoduje se vaše zjištění s grafem?**

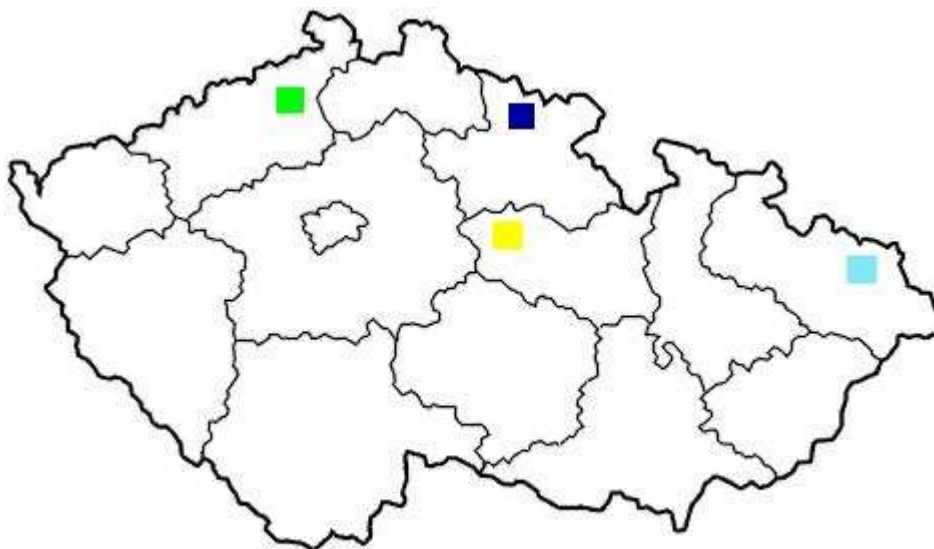
# VZDUCH

## Samostatná domácí práce Mapování kvality ovzduší v ČR a její příčiny

### 1. Koncentrace emisních plynů v ovzduší

Na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz) vyhledejte pod záložkou Čistota ovzduší tabulku s názvem **Informace o kvalitě ovzduší v ČR**. Zjistěte, které plyny jsou pro měření kvality ovzduší stěžejní. U každého z tohoto plynů zjistěte, kde je jeho koncentrace v ovzduší největší a toto místo zakreslete do slepé mapy ČR. Označte jej příslušnou barvou (kterou plyn označíte v tabulce) a hodnotou.

PLYN	HODNOTA	MÍSTO
SO <sub>2</sub>	25,3 1h [µg/m <sup>3</sup> ]	Pardubice, Dukla
NO <sub>2</sub>	129,1 1h [µg/m <sup>3</sup> ]	Ústí nad Labem, Všebořická
CO	1493,3 8h [µg/m <sup>3</sup> ]	Ostrava, Českobratrská
O <sub>3</sub>	91,4 1h [µg/m <sup>3</sup> ]	Krkonoše, Rýchory



### 2. Přírodní procesy a lidské činnosti ovlivňující znečištění ovzduší

U každého z předchozích plynů uveďte, jakými přírodními procesy či lidskými činnostmi se mohou dostávat do ovzduší, jehož kvalitu snižují. Pokud je to možné, uveďte také rovnici chemické reakce, kterou při tomto procesu či činnosti uvedený plyn vzniká.

SO <sub>2</sub>	
sopečná činnost spalování fosilních paliv	$S + O_2 \rightarrow SO_2$

NO <sub>2</sub>	
bakteriální činnost sopečná činnost bouřky spalování fosilních paliv	$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}$ $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$

CO	
jakékoli nedokonalé spalování uhlíku požáry kouření	$2 \text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{CO}$ $\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2 \text{CO}$

O <sub>3</sub>	
nemá vlastní významný zdroj emisí, vzniká z kyslíku působením oxidů dusíku a těkavých organických látek za přítomnosti slunečního záření	$\text{O}_2 + h\nu \rightarrow \text{O} + \text{O}$ $\text{O}_2 + \text{O} \rightarrow \text{O}_3$

### 3. Konkrétní zdroje znečištění

Na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz) najdete sekci **ochrany čistoty ovzduší**. Zde naleznete zdroje znečišťování ovzduší ve všech krajích České republiky. Z údajů, které zde naleznete, se pokuste zjistit, který útvar, či přímo která lidská činnost by mohla být příčinou nejvyšší koncentrace určitého plynu v oblasti, kterou jste označili v první úloze.

PLYN	HODNOTA	ÚTVAR	ČINNOST
SO <sub>2</sub>	5275,19385 t	International Power Opatovice, a.s. Elektrárna Opatovice	výroba elektřiny
NO <sub>2</sub>	1827,08704 t	Dalkia Česká republika, a.s. Teplárna Trnice	výroba a rozvod tepelné energie
CO	48933,91016 t	ArcellorMittal Ostrava a.s. - závod 12 Vysoké pece	výroba železa, oceli, feroslitin a plochých výrobků, tváření výrobků za tepla

Obrázek použitý v tomto pracovním listu je uveden v seznamu obrázků:

**Obr. 41:** Slepá mapa krajů ČR

## 4.5 Závěr

V této kapitole bylo zmapováno učivo tematických celků Půda, Voda a Vzduch v RVP ZV.

Dále bylo na základě hodnocených učebnic a učebních materiálů stanoveno učivo, které při výuce těchto tematických celků lze považovat za stěžejní. Vzhledem k tomu, že aprobace pro učitele integrovaného přírodovědného předmětu dnes v České republice ještě prakticky neexistuje a příprava učitele neaprobovaného ve všech vzdělávacích oborech by na takovýto typ výuky byla příliš náročná, rozhodli jsme se učivo rozdělit do jednotlivých vzdělávacích oblastí. Integrace této výuky je tedy založena na sjednocení tématu vyučovacích hodin jednotlivých vzdělávacích přírodovědných oborů. Takováto integrace musí být řízená pečlivou domluvou učitelů.

Učivo pro tematické celky Půda, Voda a Vzduch bylo více konkretizováno pro vzdělávací obor Chemie. Jako doprovodný vzdělávací materiál byly vytvořeny PowerPointové prezentace s metodickými poznámkami a doporučeními pro učitele.

Pro každý tematický celek byly vytvořeny návrhy samostatné práce žáků. Pro tematické celky Půda a Voda se jedná o návrh laboratorní práce, pro tematický celek Vzduch o návrh samostatné práce žáků s literaturou a internetem. Návrhy všech prací jsme se snažili co nejvíce přizpůsobit možnostem škol. Také byly doplněny metodickými pokyny formou vhodnou pro přípravu učitele, autorskými řešeními a fotografickou dokumentací k provedení laboratorních prací, která je uvedena v příloze č. 2 na str. 112.

## 5 Ověření navržených materiálů v praxi

### 5.1 Úvod

Materiály, přesněji řečeno laboratorní práce, které byly navrženy pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů, jsme se rozhodli ověřit v praxi.

Provedením navržené laboratorní práce se žáky lze zjistit, zda jsou všechna zadání srozumitelně zformulována, zda je časová náročnost a samotná problematika úlohy pro žáky adekvátní. Po provedení laboratorní práce žáci vyplní dotazník, který odhalí, zda jsou žáci k práci motivováni a vnímají-li práci tohoto typu jako smysluplnou.

### 5.2 Prostředí a podmínky školy, testování žáci, průběh testování

Testování navržených materiálů bylo provedeno ve čtyřletém Soukromém gymnáziu Kladno, které je součástí sítě soukromých škol EDUCAnet.



Obr. 42: Soukromé gymnázium Kladno

Prostory gymnázia jsou pouze pronajaté od základní školy, s níž je gymnázium spojeno. To znemožňuje vhodně upravit pronajaté prostory pro potřeby žáků, učitelů a zkvalitnění samotné výuky. Není v možnostech školy, aby například zřídila učitelům kabinety. Učitelé se scházejí pouze ve sborovně, kde má každý svůj stůl. Vzhledem k těmto okolnostem není škola vybavena ani vhodnou učebnou přírodovědných předmětů, natož

školní chemickou laboratoří. Veškeré chemikálie, nádobí a pomůcky bylo tedy potřeba pro provedení laboratorní práce zajistit na vlastní náklady ve spolupráci s Katedrou učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Z materiálů, které byly navrženy a uvedeny v minulé kapitole, byla pro testování vybrána laboratorní práce s názvem Určení jakostní třídy tekoucích vod. Při výběru práce jsme zohlednili zejména vybavení potřebné pro provedení práce, probírané učivo a stávající dovednosti žáků.

Na návrh vyučující chemie bylo testování provedeno ve dvou třídách zároveň, a to v 1. A a 2. A čtyřletého gymnázia. Laboratorní práci provedlo celkem 14 žáků, z toho 7 žáků z 1. A a 7 žáků ze 2. A. Spojení a provedení testování v obou třídách zároveň umožnilo lepší porovnání úrovně znalostí žáků z nižšího a vyššího ročníku. Testování žáci se s metodou kolorimetrie, která je podstatou navržené laboratorní práce, nikdy nesetkali, a tak nebylo překážkou, že materiály jsou primárně určeny žákům druhého stupně základní školy a nižšího gymnázia.

Příprava na laboratorní práci byla provedena dle návrhu uvedeného v minulé kapitole. Na úvod bylo zopakováno téma Voda formou brainstormingu a dále rozhovoru, ve kterém byly kladeny otázky cílené jednotlivým žákům. Žáci prvního ročníku právě dokončili témata Vodík a Kyslík a ukázalo se, že jejich znalosti o vodě, přestože dosahovaly spíše úrovně základní školy, jsou lepší, než u žáků druhého ročníku. Problémem jak v prvním, tak ve druhém ročníku byly i značky prvků, chemické vzorce a základní chemické výpočty.

Před úvodem do samotné laboratorní práce jsme rozdělili žáky do pěti skupin, přičemž v jedné skupině byly vždy žáci ze stejného ročníku. Žáci dali lavice proti sobě tak, aby kolem nich seděla celá skupina. Vzhledem k tomu, že žáci se dosud s žádnou prací v laboratoři nesetkali, byli seznámeni s bezpečností práce a ukázkami chemického nádobí a pomůcek, které později použili. Chemické nádobí a pomůcky jsme rozdělili do jednotlivých skupin, chemikálie byly k dispozici na jedné z lavic.

Na úvod jsme vysvětlili samotný název laboratorní práce a zejména slovo „jakost“. Zástupce z každé skupiny si vylosoval papírek s názvem řeky, jejíž jakost žáci určovali. Dvě skupiny zkoumaly vzorek Vltavy, dvě skupiny vzorek Skalice a jedna skupina vzorek Otavy. Ačkoli úkoly byly prováděny ve skupině vždy jednou, každý žák ve skupině vyplňoval vlastní pracovní list. Vzhledem k tomu, že žáci nebyli zvyklí samostatně pracovat v laboratoři, byla vždy provedena jedna úloha, výsledky jsme zkontrolovali a následně si je žáci zapsali.

Žáci si nebyli většinou jisti v identifikaci odstínu na barevné škále a vyžadovali konzultaci. Provedení laboratorní práce proběhlo bez obtíží a je zdokumentováno v příloze č. 3 a 4 na str. 115.

### 5.3 Dotazníky a diskuse k jejich výsledkům

Po provedení laboratorní práce a vyplnění pracovního listu žáci obdrželi dotazník, který zjišťuje přednosti a nedostatky navržené laboratorní práce, spokojenost žáků či motivaci k další podobné činnosti. Dotazník obsahoval pět otázek. U každé žáci vybrali možnou odpověď, která by se nejvíce blížila jejich vlastní. Dále jsou uvedeny otázky a četnost odpovědí žáků, z čehož jsou odvozeny závěry důležité pro případnou úpravu navržených učebních materiálů.

Graf 3: Porozumění pokynům



Pro devět žáků ze čtrnácti bylo zadání většinou srozumitelné, čtyři žáci pak neměli se zadáním žádné problémy a nemuseli se ptát na postup práce. Pro třináct žáků ze čtrnácti tedy bylo zadání úloh vyhovující a jeho znění nebylo proto dále měněno.

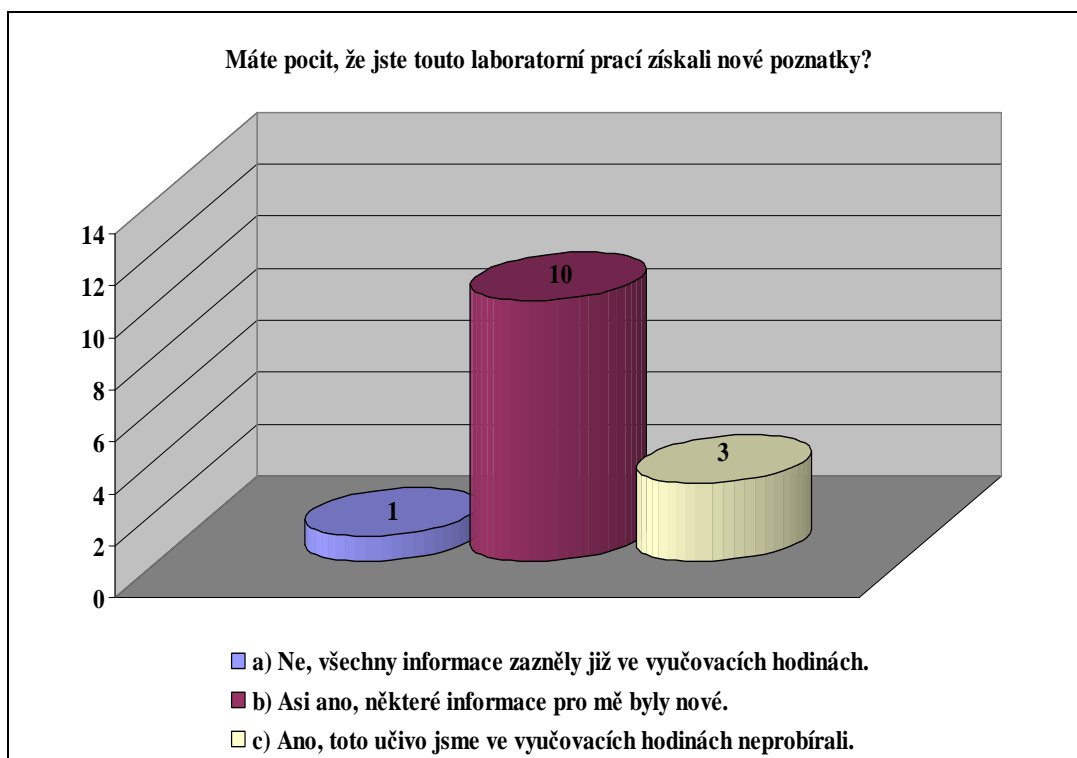


Graf 4: Časová náročnost



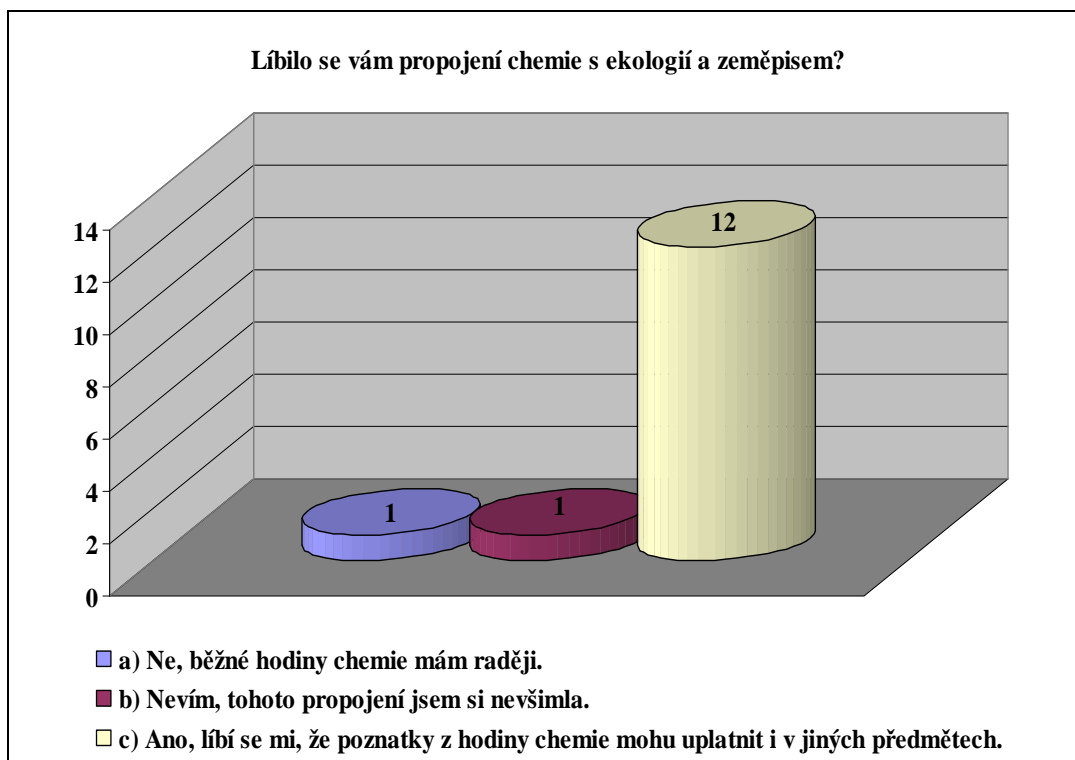
Pro třináct žáků ze čtrnácti bylo množství úloh a čas potřebný k provedení laboratorní práce adekvátní. Počet ani čas vyměřený k laboratorní práci nebyl tedy změněn.

Graf 5: Získané poznatky



Pro tři žáky ze čtrnácti bylo učivo probírané před a i během samotné laboratorní práce zcela nové. Pro deset žáků byly nové pouze některé informace, jiné pro ně byly opakováním a v hodinách chemie již dříve zazněly. Většina informací, které nebyly pro žáky nové, zazněly při opakování před zahájením laboratorní práce. Informace, které pro ně byly nové, se dozvěděli během laboratorní práce a vyplňování pracovního listu.

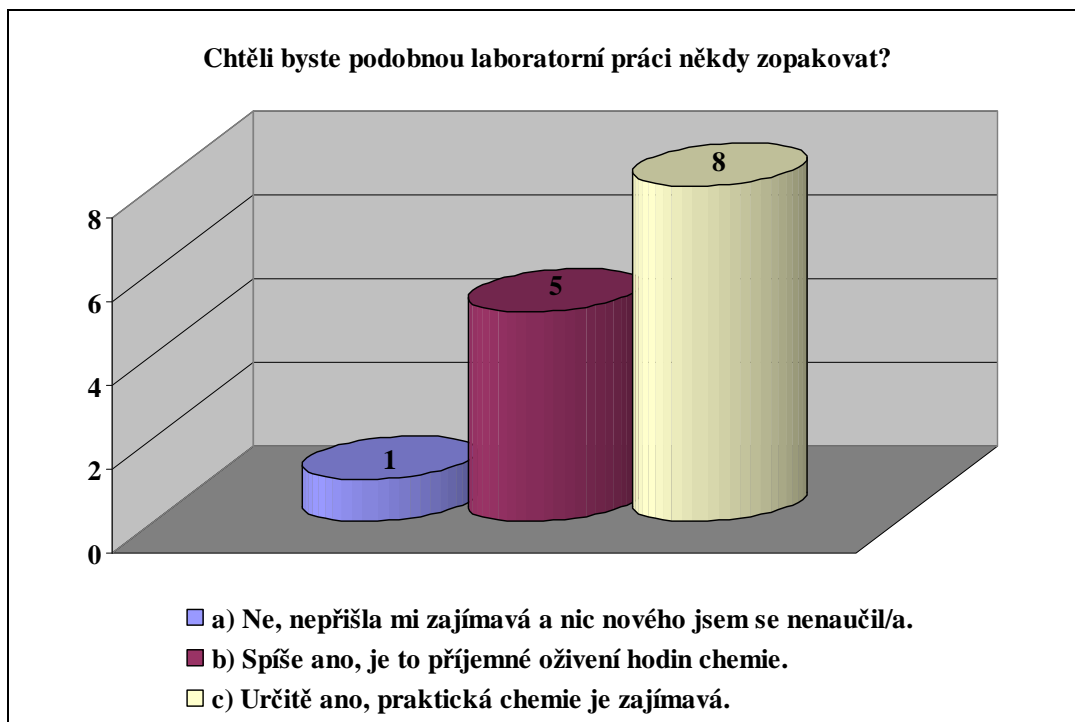
**Graf 6: Spojení předmětů**



Žáci nebyli před provedením laboratorní práce ani vyplněním dotazníku upozorněni na pojem „integrovaná výuka“. Pouze jeden žák ze čtrnácti si propojení více předmětů neuvědomil. Pro dvanáct žáků ze čtrnácti je propojení chemie s jinými předměty, v tomto případě zeměpisem a ekologií, příjemné i přínosné.

Graf 7 vyjadřuje celkový názor žáků na provedenou laboratorní práci a jejich motivaci k další podobné činnosti.

**Graf 6: Motivace žáků k další podobné laboratorní práci**



Graf 7 ukazuje, že kromě jednoho žáka je ve třídě velká motivace k aplikaci poznatků z hodin chemie a provedení další podobné laboratorní práce.

#### **5.4 Závěr**

Skupinám, které určovaly jakost vzorků stejných řek, vyšly stejné či velmi podobné výsledky, což je důkazem toho, že ačkoliv je z ekonomických důvodů pro provedení laboratorní práce použito levnějších kolorimetrických sad, jsou výsledky práce poměrně přesné.

Dle dotazníku, který žáci vyplnili pro provedení laboratorní práce, lze usuzovat, že navržená laboratorní práce a pracovní list k ní jsou pro žáky adekvátní a pro jejich použití není potřeba je dále upravovat.

Díky testování a na základě odpovědí v dotazníku jsme zjistili, že žáci jeví zájem o integrované vyučování a je pro ně důležité využívat znalosti a dovednosti z chemie také v jiných předmětech a zejména v praktickém životě.

## 6 Diskuse a závěr

Ačkoli současný RVP dovoluje integrování předmětů jednotlivých vzdělávacích oborů, integrace přírodovědných předmětů je stále předmětem k diskusi.

V kapitole 2, kde jsme se zaměřili na integrované vyučování přírodovědných předmětů v zahraničí, byly uvedeny a popsány části národních kurikul, které se týkají přírodních věd. Z tohoto průzkumu vyplynulo, že učitel integrovaného přírodovědného předmětu musí být poměrně podrobně vzdělán v oblastech biologie, chemie, fyziky a geologie. V České republice řadíme podle RVP ZV do oblasti Člověk a příroda také zeměpis. Ten však dle RVP G spadá též do oblasti Člověk a společnost. Za společenskovední předmět je pravděpodobně považován také v zemích, jejichž národní kurikula byla v souvislosti s integrovaným vyučováním přírodovědných předmětů zmíněna. Ať by učitel v rámci integrovaného přírodovědného předmětu vyučoval čtyři vzdělávací obory nebo pět vzdělávacích oborů včetně zeměpisu, v obou případech je to hodně. Jisté je, že v současné době v České republice nejsou pedagogové pro integrovaný typ přírodovědného vyučování připravováni a vzděláváni.

Z uvedených částí národních kurikul vybraných zemí s integrovaným přírodovědným vyučováním však také vyplývá, že žáci touto výukou získají komplexní poznatky, které nemusí dělit do jednotlivých vzdělávacích oborů. Integrovaná výuka se snaží žáky naučit nahlížet na problematiku s přírodovědným charakterem globálně.

V kapitole 3 jsou hodnoceny získané možné učebnice a učební materiály pro integrovanou výuku přírodovědných předmětů tematických celků Půda, Voda, Vzduch. Učebnice a učební materiály, které zde uvádím, jsou prakticky jediné pro školy dostupné pomůcky pro tento typ výuky. Uvedené učebnice a brožury bohužel popisují i některé pokusy nepoužitelné pro neprůkaznost. Z toho důvodu se může stát, že by učitel byl velmi často odkázán na vlastní kreativitu a dostatek času při vymýšlení a vyhledávání vhodných úloh pro žáky.

V kapitole 5 je popsána realizace a ověření navržených materiálů pro integrované vyučování přírodovědných předmětů tematického celku Voda v praxi. Z dotazníkového průzkumu, který proběhl po vlastní realizaci laboratorní práce vyplývá, že žáci pokládají propojení přírodovědných předmětů za přínosné a zábavné. Dá se tedy říci, že je pro žáky určitou motivací.

Na druhé straně vezmeme v úvahu závěr kapitoly 2.8, kde jsou porovnávány výsledky žáků zemí s integrovanou a separovanou výukou přírodovědných předmětů. Výsledky žáků

v zemích s integrovaným vyučováním přírodovědných předmětů jsou většinou nižší než je průměr OECD a nejlepší výkony naopak podali žáci ze zemí, kde se přírodovědné předměty dosud vyučují separovaně. Svědčí to o faktu, že systém integrovaného přírodovědného vyučování není pravděpodobně ještě kvalitně propracován.

Integrované vyučování bylo v této práci doposud pojímáno v rozměru základní školy. Faktem je, že pokud žák projde integrovaným vyučováním na základní škole, mělo by smysl, aby stejným systémem výuky prošel také na škole střední. Na to však není připraven systém výuky v České republice, pedagogové ani učební pomůcky. Například učebnice či materiály pro integrovanou přírodovědnou výuku na střední škole bychom v České republice sháněli velmi těžko.

Motivace žáků k učení a poznání je však pro každého učitele důležitá. Jak vyplynulo z dotazníků, žákům se model integrovaného přírodovědného vyučování líbí, a proto bych přes veškeré sporné či negativní body, na které jsem zde v diskusi upozornila, integrovanou přírodovědnou výuku na školách realizovala. Pravděpodobně ne však ve formě běžné vyučovací hodiny, ale například jako projektovou výuku. Názor učitelů na integrovanou výuku v České republice nejlépe vyjadřuje výzkum **Mgr. Michala Šíby** a **doc. RNDr. Heleny Klímové, Csc**: *Jedním z cílů výzkumu je zjistit, jaké formě integrované výuky by dávali učitelé přednost, popřípadě s jakou z nich již mají zkušenosti. Jak vyplývá z dílčích výsledků v Jihočeském, Jihomoravském, Pardubickém, Moravskoslezském, Karlovarském a Královéhradeckém kraji a kraji Vysočina (celkem 70 respondentů), většina učitelů (61%) se kloní k názoru, že nejvhodnější způsob realizace je začlenit společné prvky přímo do obsahu výuky konkrétního přírodovědného předmětu. 33% z respondentů se domnívá, že nejvýhodnější metodou výuky integrovaných témat je projektové vyučování. Pouze minimum učitelů (6%) by preferovalo vytvoření samostatného volitelného interdisciplinárního předmětu [50].*

Cíle a úlohy stanovené v úvodu diplomové práce byly naplněny. Téma integrovaného vyučování je obsáhlou otázkou a hodlám toto téma dále propracovat a rozšířit.

## **Shrnutí**

**Přírodovědecká fakulta**  
Katedra učitelství a didaktiky chemie  
Hlavova 8, Praha 2

### **Chemie vody, vzduchu a půdy (Součást integrované výuky na ZŠ a SOŠ)**

***Bc. Tereza Kudrnová***  
terka.kudrnova@email.cz

V této diplomové práci byl vymezen pojem integrovaná výuka. Dále byly popsány systémy integrovaného přírodovědného vyučování v Anglii, Norsku, Španělsku a Kanadě. Tyto země byly vybrány na základě dostupných zdrojů. Byly zhodnoceny výhody, nevýhody a možnosti integrovaného přírodovědného vyučování. Byla provedena analýza učebnic a dalších učebních materiálů speciálně vytvořených pro integrované vyučování přírodovědných předmětů v rámci tematických celků Půda, Voda, Vzduch. Pro integrovanou výuku tematických celků Půda, Voda, Vzduch byly navrženy prezentace v programu Microsoft PowerPoint včetně metodických poznámek pro učitele. K jednotlivým tematickým celkům byly dále navrženy pracovní listy k laboratorním pracím a jedné samostatné (domácí) práci žáků, včetně autorského řešení. Ke každému z těchto návrhů byla vytvořena ukázka přípravy učitele k příslušné vyučovací hodině (laboratorní práci). Všechny laboratorní a samostatné domácí práce byly vyzkoušeny a vyřešeny. Jedna laboratorní práce byla ověřena ve škole se žáky.

## Summary

**Přírodovědecká fakulta**  
Katedra učitelství a didaktiky chemie  
Hlavova 8, Praha 2

### **Chemistry of the water, the air and the soil (Integrated education)**

***Bc. Tereza Kudrnová***  
terka.kudrnova@email.cz

In this thesis it was defined the conception „integrated education“. It was described the system of education in England, Norway, Spanish and Canada. These countries were chosen based on available origins. In this thesis were evaluated the advantages, disadvantages and the possibilities of integrated education. It was made an analysis of textbooks and the other materials for integrated education and the themes The Soil, The Water and The Air. For these themes there were made the presentations in the computer programme Microsoft PowerPoint, including methodical notes for teachers. For these themes were also proposed laboratory works, individual works and the job sheets related with this. All proposed materials include author's solutions and the teacher's preparing for lesson. All laboratory and individual works were implemented. One laboratory work was proved in school with the pupils.

## Seznam citované a prostudované literatury a dalších zdrojů

- [1] KOLEKTIV. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s přílohou*. Praha: VÚP 2007. [online 15. 4. 2009] dostupné z URL:  
<[http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV\\_2007-07.pdf](http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf)>
- [2] *Mezinárodní standardní klasifikace vzdělávání – ISCED*.  
[online 1. 11. 2009] dostupné z URL:  
<[http://www.czso.cz/csu/klasifik.nsf/i/mezinarodni\\_standardni\\_klasifikace\\_vzdelavani\\_isced\\_](http://www.czso.cz/csu/klasifik.nsf/i/mezinarodni_standardni_klasifikace_vzdelavani_isced_)>
- [3] BÍLEK, M., RYCHTERA, J. SLABÝ, A. *Integrovaná výuka přírodovědných předmětů*.  
[online 1. 11. 2009] dostupné z URL:  
<<http://esfmoduly.upol.cz/elearning/integr/kestazeni.pdf>>
- [4] ZELENÁ, E. *Stručné srovnání vzdělávacích systémů v ČR a Anglii (se zaměřením na výuku chemie na středních školách)*. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2004.
- [5] *Natural science subject curriculum*. [online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<[http://www.udir.no/Artikler/\\_Lareplaner/\\_english/Common-core-subjects-in-primary-and-secondary-education/](http://www.udir.no/Artikler/_Lareplaner/_english/Common-core-subjects-in-primary-and-secondary-education/)>
- [6] ČIERNÁ, J. *Chemické vzdělávání v ČR a ve Španělsku*. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2008.
- [7] *The Ontario Curriculum Science and Technology*. [online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<<http://www.edu.gov.on.ca/eng/curriculum/elementary/scientec18currb.pdf>>
- [8] *PISA 2006 – OECD Program pro mezinárodní hodnocení žáků*.  
[online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<[www.uiv.cz/clanek/240/1869](http://www.uiv.cz/clanek/240/1869)>
- [9] KŮLOVÁ, A. *Zapojení škol do mezinárodních projektů hodnocení výuky přírodovědných předmětů s ohledem na výuku přírodopisu na ZŠ a biologie na SŠ*. Praha: VÚP, Učitel'ské noviny č.38/2002. [online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<[www.ucitelskonoviny.cz/obsah\\_clanku.php?vydani=38&rok=02&odkaz=zapojeni.html](http://www.ucitelskonoviny.cz/obsah_clanku.php?vydani=38&rok=02&odkaz=zapojeni.html)>
- [10] KOLEKTIV. *Koncepce přírodovědné gramotnosti ve výzkumu PISA 2006*. Praha: ÚIV 2006. [online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<<http://www.uiv.cz/clanek/205/1593>>
- [11] PALEČKOVÁ, J. A KOL. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006*. Praha: ÚIV 2007.  
[online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<<http://www.uiv.cz/clanek/205/1595>>
- [12] BERGSTEDT, CH., DITRICH, V., LIEBERS, K. *Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Voda*. Plzeň: Fraus 2005.
- [13] BERGSTEDT, CH., DITRICH, V., LIEBERS, K. *Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Půda*. Plzeň: Fraus 2005.
- [14] DITRICH, V., MEDEROW, K., BERGSTEDT, CH., LIEBERS, K. *Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Vzduch*. Plzeň: Fraus 2005.
- [15] PODROUŽEK, L. *Člověk a příroda. Jak využívat integrované učební texty ve výuce*. Plzeň: Fraus 2005.



- [16] KUDRNOVÁ, T. *Bílkoviny v učivu chemie na základních a středních školách*. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2008.
- [17] KONRÁDOVÁ, Z. *Koncepce výuky chemie na středních školách v SRN a ČR*. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2007.
- [18] LICHVÁROVÁ, M. A KOLEKTIV. *Voda v přírodě a vo výchovno – vzdělávacím procese*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici 2004.
- [19] LICHVÁROVÁ, M., RUŽIČKA, I. *Pôda*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici 2005.
- [20] LICHVÁROVÁ, M A KOLEKTIV. *Vzduch*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici 2005.
- [21] MARŠÍKOVÁ, I., JAKOBOVÁ, Z. *Les a půda. Pracovní listy. Doplnující pracovní listy k projektu Les ve škole – škola v lese*. Praha: Sdružení Tereza 2005.
- [22] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Znečištění na Zemi*, roč. 2006/2007, č. 2.
- [23] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Země na Zemi*, roč. 2007/2008, č. 2.
- [24] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Ochrana přírody na Zemi*, roč. 2006/2007, č. 6.
- [25] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Lesy na Zemi*, roč. 2005/2006, č. 4.
- [26] ŠULCOVÁ, R., PISKOVÁ, D. *Přírodovědné projekty pro gymnázia a střední školy*. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2008.
- [27] GANAJOVÁ, M., KALAFUTOVÁ, J., MITROVÁ, M., KOŽURKOVÁ, M. *Teória a praxe projektového vyučovania v chémii k téme trvalo udržateľný rozvoj*. Košice: Equilibria 2008.
- [28] ŠULCOVÁ, R., KOLKOVÁ, J. Projekt na téma Voda (1) a (2). *Biologie-chemie-zeměpis 2003*, roč. 12, č. 3 a 4.
- [29] ŠULCOVÁ, R., KOLKOVÁ, J., ŠACHOVÁ, A. Projektové vyučování a jeho význam. *Výuka projektového řízení na vysokých školách – EDU 2004 PM*. Brno: VUT 2004.
- [30] GREENWOOD, N., EARNSHAW, A. *Chemie prvků I*. Praha: Informatorium 1993.
- [31] MIČKA, Z., LUKEŠ, I. *Anorganická chemie II – Systematická část*. Skriptum. Praha: Karolinum 1998.
- [32] ROSICKÝ, J. *Anorganická chemie II – Systematický část*. Skriptum. Praha: Karolinum 1994.
- [33] MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia (1. díl)*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc 1998.
- [34] VACÍK, J. A KOLEKTIV. *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN 1990.
- [35] BENEŠOVÁ, M., SATRAPOVÁ, H. *Odmaturuj z chemie*. Brno: Didaktik 2002.
- [36] BEKOVÁ, H. *Voda kolem nás*. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2004.
- [37] ŠIMONOVÁ, P., VOTÁPKOVÁ, D. *Voda. Pracovní listy pro děti. Metodika pro učitele*. Praha: Sdružení Tereza 2006.
- [38] GLIEROVÁ, B., LAZAR, J. *Voda. Projekt pro základní školy středních Čech*. Eko Gymnázium Poděbrady 2007. [online 15.7. 2010] dostupný z URL: <[www.ekopodebrady.cz/files/cevv/Projekt-Voda.doc](http://www.ekopodebrady.cz/files/cevv/Projekt-Voda.doc)>

- [39] KORENKOVÁ, K., ŠIVCOVÁ, L., A KOLEKTIV. *Minerálne vody okolia Šváboviec a Gánoviec*. ZŠ a MŠ Švábovce 2007. [online 15.7. 2010] dostupný z URL:  
<[www.zssvabovce.edu.sk/Projekty/Pramene/projekt\\_min\\_vody.doc](http://www.zssvabovce.edu.sk/Projekty/Pramene/projekt_min_vody.doc)>
- [40] SOLÁROVÁ, M., JANIŠOVÁ, J. *Interdisciplinárni využití pojmu „voda“ ve výuce chemie*. Ostrava: Ostravská univerzita. [online 15.7. 2010] dostupný z URL:  
<[http://pf.ujep.cz/files/\\_konferenceKPG/KPG\\_konference2prisp08.pdf](http://pf.ujep.cz/files/_konferenceKPG/KPG_konference2prisp08.pdf)>
- [41] KLOUČKOVÁ, J. *Aktivizace žáků v přírodovědném vzdělávání pomocí projektové výuky*. Rigorózní práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2008.
- [42] ANDREJSKOVÁ, J., ZÁKOSTELNÁ, B. *Voda ze všech stran – náměty pro integrované vzdělávání. Projektové vyučování v chemii – Sborník z konference*. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2009.
- [43] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Voda na Zemi*, roč. 2005/2006, č. 2.
- [44] ML CHEMICA. [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.ucebnipomucky.net/AQUANAL-ekotest.html>>
- [45] AQUACON. [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<[www.aquacon.cz](http://www.aquacon.cz)>
- [46] I & CS SPOL. S R.O. [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<[www.meteostanice.cz](http://www.meteostanice.cz)>
- [47] KOLEKTIV. *Vítejte na Zemi. Multimediální ročenka životního prostředí*. Praha: CENIA 2008. [online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<<http://vitejtenazemi.cenia.cz/index.html>>
- [48] ČTRNÁCTOVÁ, H., HALBYCH, J. *Didaktika a technika chemických pokusů*. Praha: Karolinum 1997.
- [49] ČTRNÁCTOVÁ, H. A KOLEKTIV. *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. Praha: Prospektrum 2000.
- [50] ŠÍBA, M., KLÍMOVÁ, H. *Integrovaná výuka ve vzdělávání v chemii*. Praha: Univerzita Karlova v Praze 2010. [online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<<http://everest.natur.cuni.cz/konference/2010/prispevek/siba.pdf>>

## Seznam použitých obrázků

- Obr. 1:** Výuka přírodních věd v primárním vzdělávání (ISCED 1),  
[online 1.11. 2009] dostupný z URL:  
<[http://ucitelskenoviny.cz/obsah\\_clanku.php?vydani=35&rok=06&odkaz=vyuka.htm&HPSESSID=086bfe](http://ucitelskenoviny.cz/obsah_clanku.php?vydani=35&rok=06&odkaz=vyuka.htm&HPSESSID=086bfe)>
- Obr. 2:** Výuka přírodních věd v nižším sekundárním vzdělávání (ISCED 2),  
[online 1.11. 2009] dostupný z URL:  
<[http://ucitelskenoviny.cz/obsah\\_clanku.php?vydani=35&rok=06&odkaz=vyuka.htm&HPSESSID=086bfe](http://ucitelskenoviny.cz/obsah_clanku.php?vydani=35&rok=06&odkaz=vyuka.htm&HPSESSID=086bfe)>
- Obr. 3:** Rozdělení žáků podle úrovně způsobilosti v zemích OECD a EU,  
[11] PALEČKOVÁ, J. A KOL. *Hlavní zjištění výzkumu PISA 2006*. Praha: ÚIV 2007.  
[online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<<http://www.uiv.cz/clanek/205/1595>>
- Obr. 4:** Učebnice Voda, [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<<http://ucebnice.fraus.cz/ucebnice-pro-integrovanou-vyuku/>>
- Obr. 5:** Učebnice Půda, [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<<http://ucebnice.fraus.cz/ucebnice-pro-integrovanou-vyuku/>>
- Obr. 6:** Učebnice Vzduch, [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<<http://ucebnice.fraus.cz/ucebnice-pro-integrovanou-vyuku/>>
- Obr. 7:** Zemská kůra, [online 23. 3. 2010] dostupný z URL:  
<[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Průřez\\_Zemí.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0e/Průřez_Zemí.png)>
- Obr. 8:** Barevná škála pH, [online 23. 3. 2010] dostupný z URL:  
<<http://zoohygiena.xf.cz/Pristroje%20fotky/NH3%20papierky.jpg>>
- Obr. 9:** Krtek, [online 23. 3. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.moleandpestcontrol.net/Images/Mole10.jpg>>
- Obr. 10:** List, [online 23. 3. 2010] dostupný z URL:  
<<http://unbridaledaustin.files.wordpress.com/2009/10/fall-leaf.jpg>>
- Obr. 11:** Zdroje znečištění půdy  
[22] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Znečištění na Zemi*, roč. 2006/2007, č. 2.
- Obr. 12:** Vývoj spotřeby pesticidů v regionech  
[22] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Znečištění na Zemi*, roč. 2006/2007, č. 2.
- Obr. 13:** Aparatura pro žíhání, vytvořen v programu ChemSketch,  
[online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>>
- Obr. 14:** Molekula vody  
[43] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Znečištění na Zemi*, roč. 2005/2006, č. 2.
- Obr. 15:** Vodíkové můstky, [online 9. 7. 2010] dostupné z URL:  
<[http://web.natur.cuni.cz/studiumchemie/materialy/Martin\\_Bojkovsky/diplomka\\_www/O\\_brazky/vodikova\\_vazba\\_obrazky/vodikova\\_vazba\\_2.jpg](http://web.natur.cuni.cz/studiumchemie/materialy/Martin_Bojkovsky/diplomka_www/O_brazky/vodikova_vazba_obrazky/vodikova_vazba_2.jpg)>
- Obr. 16:** Rozpustnost tuhých látek ve vodě  
[18] LICHVÁROVÁ, M. A KOLEKTIV. *Voda v přírodě a vo výchovno – vzdělávacím procese*. Banská Bystrica: Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici 2004.

- Obr. 17:** Tvrdost vody v ČR, [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<[http://www.tvujdum.cz/userdata/images/17874v\\_domestos2.jpg](http://www.tvujdum.cz/userdata/images/17874v_domestos2.jpg)>
- Obr. 18:** Získávání pitné vody  
[12] BERGSTEDT, CH., DITRICH, V., LIEBERS, K. *Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Voda.* Plzeň: Fraus 2005.
- Obr. 19:** Zdroje znečištění vody  
[22] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Znečištění na Zemi*, roč. 2006/2007, č. 2.
- Obr. 20:** Znečištění hydrosféry organickými látkami  
[22] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Znečištění na Zemi*, roč. 2006/2007, č. 2.
- Obr. 21:** Ostrov odpadků  
[22] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Znečištění na Zemi*, roč. 2006/2007, č. 2.
- Obr. 22:** Aquanal – ekotest, [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.ucebnipomucky.net/AQUANAL-ekotest.html>>
- Obr. 23:** Sada pro měření amonných iontů, vlastní fotografie
- Obr. 24:** Sada pro měření fosforečnanů, vlastní fotografie
- Obr. 25:** Slepá mapa vodstva ČR, [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<[http://www.zemepis.com/images/slmapy/reky4\\_small.jpg](http://www.zemepis.com/images/slmapy/reky4_small.jpg)>
- Obr. 26:** Příprava kyslíku  
[14] DITRICH, V., MEDEROW, K., BERGSTEDT, CH., LIEBERS, K. *Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Vzduch.* Plzeň: Fraus 2005.
- Obr. 27:** Důkaz kyslíku  
[14] DITRICH, V., MEDEROW, K., BERGSTEDT, CH., LIEBERS, K. *Člověk a příroda. Učebnice pro integrovanou výuku. Vzduch.* Plzeň: Fraus 2005.
- Obr. 28:** Carl Wilhelm Scheele, [online 2. 5. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.nndb.com/people/492/000095207/carl-wilhelm-scheele-1-sized.jpg>>
- Obr. 29:** Joseph Priestley, [online 2. 5. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.shiga-med.ac.jp/~koyama/pain/Priestley.jpg>>
- Obr. 30:** Molekula kyslíku, [online 2. 5. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.o2.sk/images/dioxygen.png>>
- Obr. 31:** Molekula ozonu, [online 2. 5. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.o2.sk/images/ozone.png>>
- Obr. 32:** Daniel Rutherford, [online 2. 5. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.kjemi.uio.no/periodesystemet/media/N/bilder/rutherford.JPG>>
- Obr. 33:** Vazba v molekule dusíku, [online 2. 5. 2010] dostupný z URL:  
<[http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Nitrogen\\_Molecule\\_Formula\\_png](http://www.globalwarmingart.com/wiki/File:Nitrogen_Molecule_Formula_png)>
- Obr. 34:** Molekula dusíku, vytvořen v programu ChemSketch  
[online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>>
- Obr. 35:** Henry Cavendish, [online 2. 5. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.nndb.com/people/030/000083778/henry-cavendish-1.jpg>>

- Obr. 36:** Molekula oxidu uhličitého, vytvořen v programu ChemSketch  
[online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<<http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>>
- Obr. 37:** Vazby v molekule oxidu uhličitého, [online 2. 5. 2010] dostupný z URL:  
<[http://www.globalwarmingart.com/images/1/12/Carbon\\_Dioxide\\_Molecule\\_Formula.png](http://www.globalwarmingart.com/images/1/12/Carbon_Dioxide_Molecule_Formula.png)>,
- Obr. 38:** Příprava vodíku, [online 2. 5. 2010] dostupný z URL:  
<[http://www.bgml.chytrak.cz/aparatury/jimani\\_vodiku.jpg](http://www.bgml.chytrak.cz/aparatury/jimani_vodiku.jpg)>
- Obr. 39:** Důkaz vodíku  
[35] BENEŠOVÁ, M., SATRAPOVÁ, H. *Odmaturuj z chemie*. Brno: Didaktik 2002.
- Obr. 40:** Zdroje znečištění ovzduší  
[22] KOLEKTIV. *Dnešní svět. Znečištění na Zemi*, roč. 2006/2007, č. 2.
- Obr. 41:** Slepá mapa krajů ČR, [online 9. 7. 2010] dostupný z URL:  
<[http://opi.sfzp.cz/images/mapa\\_CZ.jpg](http://opi.sfzp.cz/images/mapa_CZ.jpg)>
- Obr. 42:** Soukromé gymnázium Kladno, [online 9. 6. 2010] dostupné z URL:  
<<http://kladno.educanet.cz/showimg.php?type=medium&item=2666.000000>>
- Obr. 43:** Stanovení obsahu humusu v půdních vzorcích – aparatura, vlastní fotografie
- Obr. 44:** Stanovení obsahu kyslíku ve vodě (Otava), vlastní fotografie
- Obr. 45:** Stanovení obsahu kyslíku ve vodě (Vltava), vlastní fotografie
- Obr. 46:** Stanovení amonných iontů (Otava), vlastní fotografie
- Obr. 47:** Stanovení amonných iontů (Vltava), vlastní fotografie
- Obr. 48:** Stanovení dusičnanových iontů (Otava), vlastní fotografie
- Obr. 49:** Stanovení dusičnanových iontů (Vltava), vlastní fotografie
- Obr. 50:** Stanovení dusičnanových iontů (srovnávací vzorek), vlastní fotografie
- Obr. 51:** Stanovení fosforečnanů (Otava), vlastní fotografie
- Obr. 52:** Stanovení fosforečnanů (Vltava), vlastní fotografie
- Obr. 53:** Opakování tématu Voda, úvod laboratorní práce, vlastní fotografie
- Obr. 54:** Určení amonných iontů ve vzorku vody, vlastní fotografie
- Obr. 55:** Práce žáků, vlastní fotografie
- Obr. 56:** Práce žáků, vlastní fotografie

## **Přílohy**

### **Příloha č. 1: Pracovní listy a vybraná autorská řešení**

# PŮDA

## **Samostatná laboratorní práce** **Určení obsahu humusu v půdě**

### **1. Odhad**

Před zahájením pokusu se pokuste odhadnout, který vzorek půdy bude obsahovat více humusu. Svou odpověď zdůvodněte.

<

---

---

---

---

### **2. Stanovení obsahu humusu v půdních vzorcích**

Nejjednodušší metodou stanovení obsahu humusu v půdě je zjištění úbytku hmotnosti žíháním. Z vysušeného vzorku půdy navažte přesně 10g do porcelánového kelímku. Zvažte půdní vzorek (PV) i s kelímkem (K). Ke vzorku přidejte 4 až 5 kapek kyseliny dusičné. Vyžíhejte vzorek do konstantní hmotnosti (opakovaně važte žíhaný vzorek i s kelímkem). V okamžiku, kdy je hmotnost konstantní, nechte půdní vzorek vychladnout a poté zjistěte hmotnost vyžíhaného půdního vzorku. Z rozdílu hmotnosti před a po žíhání vypočítejte množství humusu v půdě.

**Nákres aparatury:**

vzorek	$m_{PV+K}$ [g]	čas [min]	$m_{PV+K}$ [g]	$m_{PV}$ [g]
1.				
2.				

**Výpočet obsahu humusu v půdním vzorku 1:**

$m_{PV}$  (před žiháním) = 10 g       $m_{PV}$  (po žihání) = \_\_\_ g  
**obsah humusu** =  $m_{PV}$  (před žiháním) -  $m_{PV}$  (po žihání) = \_\_\_ - \_\_\_ = (\_\_\_) g

10 g ..... 100%  
 (\_\_\_) g ..... x %  
 x = \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ %

**Výpočet obsahu humusu v půdním vzorku 2:**

**3. Závěr**

Zkoumali jste dva vzorky různých druhů půdy. Na základě vašich výsledků a tabulky shrnující odlišení půd dle obsahu humusu rozhodněte, jakými typy půd jsou vaše vzorky.

Obsah humusu v půdě	
< 1%	slabě humózní
1 – 2%	mírně humózní
2 – 3%	středně humózní
3 – 20%	humózní
> 20%	humusové



---

---

---

---

Porovnejte vypočítanou hodnotu obsahu humusu v substrátu pro pokojové rostliny s obsahem spalitelných látek na obalu.

---

---

---

---

Pokud byl váš původní odhad na obsah humusu ve vzorcích jiný než výsledky, diskutujte, proč tomu tak je.

---

---

---

---

Pokuste se vysvětlit, co zapříčinilo úbytek hmotnosti půdního vzorku.

---

---

---

---

Své tvrzení doplňte vhodnou rovnicí možné reakce:

Jaké jevy tuto reakci doprovází?

---

---

---

---

# VODA

## Skupinová laboratorní práce Určení jakostní třídy tekoucích vod

### 1. Obsah kyslíku ve vodě

Dle koncentrace kyslíku ve vodě zjistíme, zda ve vodě převládají destruenti (tj. organismy, které rozkládají těla mrtvých rostlin a živočichů a při tom kyslík spotřebovávají), či producenti (tj. organismy schopné fotosyntézy, při které se kyslík uvolňuje).

Zjistěte koncentraci kyslíku ve vodě. Zkumavku naplňte vzorkem vody. Přidejte 1 cm<sup>3</sup> MnCl<sub>2</sub> (40%) a 1,5 cm<sup>3</sup> NaOH (40%). Směs protřepejte a pozorujte vznik sraženiny. Poté dle tabulky určete koncentraci kyslíku ve vodě a napište závěr. V dostupných zdrojích informací vyhledejte, o jaké sloučeniny (sraženiny) se jedná. Vezměte v úvahu, že princip určení množství kyslíku ve vodě je založen na oxidaci manganu. Svou odpověď v závěru zdůvodněte.

#### Výpočet přípravy 40% MnCl<sub>2</sub>

#### Výpočet přípravy 40% NaOH

Odhad obsahu kyslíku ve vodě pomocí barvy sraženiny		
sraženina	míra O <sub>2</sub>	koncentrace O <sub>2</sub>
bílá	bez kyslíku	< 0,75 mg/dm <sup>3</sup>
světle žlutá	málo kyslíku	3-6 mg/dm <sup>3</sup>
hnědá	hodně kyslíku	9-12 mg/dm <sup>3</sup>

**Závěr:**

---

---

---

---

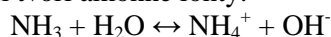
---

---

---

### 2. Obsah amoniakálního dusíku ve vodě

Při rozkladu mrtvých těl rostlin a živočichů dochází jednak k vazbě kyslíku a za druhé ke vzniku amoniaku. Ten ve vodním prostředí tvoří amonné ionty:



Jejich přítomnost ve vodě ukazuje na znečištění rozkládajícími se organickými látkami.

Nejprve proveďte srovnávací zkoušku s 10% roztokem  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Kádinku naplňte  $5 \text{ cm}^3$  roztoku. Přidejte 2 kapky činidla A a promíchejte. Poté přidejte 1 kapku činidla B a promíchejte. Po deseti minutách stání přiložte kádinku na barevnou škálu a určete koncentraci amonných iontů v 10% roztoku  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Zapište své pozorování.

Kádinku několikrát propláchněte analyzovanou vodou a proveďte test s analyzovaným vzorkem vody stejným způsobem jako v předchozím případě. Odhadněte koncentraci amoniakálního dusíku v analyzované vodě. Opět zapište své pozorování a závěr.

Vliv amoniakálního dusíku na jakost vody	
obsah amoniakálního dusíku	voda
$< 0,3 \text{ mg/dm}^3$	neznečištěná
$0,3-0,7 \text{ mg/dm}^3$	mírně znečištěná
$0,7-2 \text{ mg/dm}^3$	znečištěná
$2-4 \text{ mg/dm}^3$	silně znečištěná
$4 \text{ mg/dm}^3$ a více	velmi silně znečištěná

**Pozorování a závěr:**

---



---



---



---



---



---

### 3. Obsah dusičnanového dusíku ve vodě

Amoniak, který vzniká při rozkladu mrtvých těl organismů, je mikroorganismy dále rozkládán hlavně na dusičnany. Ty jsou nepostradatelné pro růst vodních rostlin. Zároveň se do vody mohou dostávat hnojivy spláchnutými z polí. Dusičnany se také mohou přeměnit na jedovaté dusitany, které jsou nebezpečné zejména pro některé citlivé druhy ryb.

Určete koncentraci dusičnanového dusíku ve vodě. Asi  $20 \text{ cm}^3$  odebraného vzorku vody vlijte do malé kádinky a ponořte reakční zónu dusičnanového testovacího proužku. Po několika minutách porovnejte zbarvení reakční zóny s barevnou stupnicí. Výsledek zapište do závěru. Ke srovnávací zkoušce použijte 40%  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ .

**Pozorování a závěr:**

---



---



---



---

### 4. Celkový obsah fosforu ve vodě

Na rozdíl od dusičnanů představují fosforečnany ve vodě faktor pro růst vodních organismů omezující. Fosforečnany se dostávají do vody ze zemědělských hnojiv a z odpadních vod domácností. Vysoká koncentrace fosforečnanů ve vodě vede k masovému rozvoji řas. Rozklad jejich odumřelých těl pak spotřebuje vysoké množství kyslíku, což vede k velkému úhynu ryb.

Stanovte koncentraci fosforečnanů ve vodě. Do malé kádinky dejte  $5 \text{ cm}^3$  vašeho vzorku vody. Přidejte 4 kapky činidla A a promíchejte. Poté přidejte 4 kapky činidla B, promíchejte a čekejte deset minut. Nasadte kádinku na barevnou stupnici a z ní odečtěte koncentraci fosforečnanů v analyzované vodě. Proveďte srovnávací zkoušku s nasyceným roztokem  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ .

## Pozorování a závěr:

---

---

---

---

## 5. Kolorimetrie

V úlohách 2, 3 a 4 jsme zjišťovali koncentraci určité látky (resp.) iontů na základě metody, které se říká **kolorimetrie**. Pokuste se princip této metody na základě svých zkušeností nyní popsat:

---

---

---

## 6. Závěr

V následující tabulce jakostních tříd tekoucích vod označte ty hodnoty, které se nejvíce blíží vašemu měření.

Jakostní třídy tekoucích vod					
třída	míra znečištění	O <sub>2</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ]	N (NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg/dm <sup>3</sup> ]	N (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [mg/dm <sup>3</sup> ]	P [mg/dm <sup>3</sup> ]
I	neznečištěná	>7,5	< 0,3	< 3	< 0,05
II	mírně znečištěná	7,5-6,5	0,3-0,7	3-6	0,05-0,15
III	znečištěná	6,5-5	0,7-2	6-10	0,15-0,4
IV	silně znečištěná	5-3	2-4	10-13	0,4-1
V	velmi silně znečištěná	< 3	> 4	> 13	> 1

Dle označených hodnot určete jakostní třídu toku, ze kterého pochází analyzovaný vzorek.

---

---

---

---



## VZDUCH

### Samostatná domácí práce Mapování kvality ovzduší v ČR a její příčiny

#### 1. Koncentrace emisních plynů v ovzduší

Na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz) vyhledejte pod záložkou Čistota ovzduší tabulku s názvem **Informace o kvalitě ovzduší v ČR**. Zjistěte, které plyny jsou pro měření kvality ovzduší stěžejní. U každého z tohoto plynů zjistěte, kde je jeho koncentrace v ovzduší největší a toto místo zakreslete do slepé mapy ČR. Označte jej příslušnou barvou (kterou plyn označíte v tabulce) a hodnotou.

PLYN	HODNOTA	MÍSTO



#### 2. Přírodní procesy a lidské činnosti ovlivňující znečištění ovzduší

U každého z předchozích plynů uveďte, jakými přírodními procesy či lidskými činnostmi se mohou dostávat do ovzduší, jehož kvalitu snižují. Pokud je to možné, uveďte také rovnici chemické reakce, kterou při tomto procesu či činnosti uvedený plyn vzniká.





### 3. Konkrétní zdroje znečištění

Na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu [www.chmi.cz](http://www.chmi.cz) najdete sekci **ochrany čistoty ovzduší**. Zde naleznete zdroje znečišťování ovzduší ve všech krajích České republiky. Z údajů, které zde naleznete, se pokuste zjistit, který útvar, či přímo která lidská činnost by mohla být příčinou nejvyšší koncentrace určitého plynu v oblasti, kterou jste označili v první úloze.

PLYN	HODNOTA	ÚTVAR	ČINNOST

## VODA

### Skupinová laboratorní práce Určení jakostní třídy tekoucích vod

#### 1. Obsah kyslíku ve vodě

Dle koncentrace kyslíku ve vodě zjistíme, zda ve vodě převládají destruenti (tj. organismy, které rozkládají těla mrtvých rostlin a živočichů a při tom kyslík spotřebovávají), či producenti (tj. organismy schopné fotosyntézy, při které se kyslík uvolňuje).

Zjistěte koncentraci kyslíku ve vodě. Zkumavku naplňte vzorkem vody. Přidejte 1 cm<sup>3</sup> MnCl<sub>2</sub> (40%) a 1,5 cm<sup>3</sup> NaOH (40%). Směs protřepejte a pozorujte vznik sraženiny. Poté dle tabulky určete koncentraci kyslíku ve vodě a napište závěr. V dostupných zdrojích informací vyhledejte, o jaké sloučeniny (sraženiny) se jedná. Vezměte v úvahu, že princip určení množství kyslíku ve vodě je založen na oxidaci manganu. Svou odpověď v závěru zdůvodněte.

#### Výpočet přípravy 40% MnCl<sub>2</sub>

$$\begin{aligned} V &= 10 \text{ cm}^3 \rightarrow m \sim 10 \text{ g} \\ w &= 0,4 \\ w &= m_x / m_c \\ m_x &= w \cdot m_c = 0,4 \cdot 10 = \underline{4 \text{ g}} \\ m_{\text{vody}} &= 10 - 4 = \underline{6 \text{ g}} \\ &\underline{4 \text{ g MnCl}_2 + 6 \text{ cm}^3 \text{ vody}} \end{aligned}$$

#### Výpočet přípravy 40% NaOH

$$\begin{aligned} V &= 10 \text{ cm}^3 \rightarrow m \sim 10 \text{ g} \\ w &= 0,4 \\ w &= m_x / m_c \\ m_x &= w \cdot m_c = 0,4 \cdot 10 = \underline{4 \text{ g}} \\ m_{\text{vody}} &= 10 - 4 = \underline{6 \text{ g}} \\ &\underline{4 \text{ g NaOH} + 6 \text{ cm}^3 \text{ vody}} \end{aligned}$$

#### Odhad obsahu kyslíku ve vodě pomocí barvy sraženiny

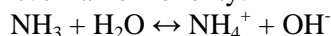
sraženina	míra O <sub>2</sub>	koncentrace O <sub>2</sub>
bílá	bez kyslíku	< 0,75 mg/dm <sup>3</sup>
světle žlutá	málo kyslíku	3-6 mg/dm <sup>3</sup>
hnědá	hodně kyslíku	9-12 mg/dm <sup>3</sup>

#### Závěr:

Po přidání 40% MnCl<sub>2</sub> a 40% NaOH do vzorku vody se vytvořila světle žlutá sraženina. Jedná se o hydroxid manganitý. Mangan byl oxidován kyslíkem z oxidačního čísla +II na +III. U hladiny vzorku se vzápětí začala tvořit hnědá sraženina, což bylo způsobeno téměř okamžitou oxidací hydroxidu manganitého na hydratovaný oxid manganitý hnědé barvy. Přítomnost žluté sraženiny prokazuje, že ve vodě je obsaženo malé množství kyslíku a tudíž málo producentů kyslíku.

#### 2. Obsah amoniakálního dusíku ve vodě

Při rozkladu mrtvých těl rostlin a živočichů dochází jednak k vazbě kyslíku a za druhé ke vzniku amoniaku. Ten ve vodním prostředí tvoří amonné ionty:



Jejich přítomnost ve vodě ukazuje na znečištění rozkládajícími se organickými látkami.

Nejprve proveďte srovnávací zkoušku s 10% roztokem NH<sub>4</sub>OH. Kádinku naplňte 5 cm<sup>3</sup> roztoku. Přidejte 2 kapky činidla A a promíchejte. Poté přidejte 1 kapku činidla B a promíchejte. Po deseti minutách stání přiložte kádinku na barevnou škálu a určete koncentraci amonných iontů v 10% roztoku NH<sub>4</sub>OH. Zapište své pozorování.



Kádinku několikrát propláchněte analyzovanou vodou a proveďte test s analyzovaným vzorkem vody stejným způsobem jako v předchozím případě. Odhadněte koncentraci amoniakálního dusíku v analyzované vodě. Opět zapište své pozorování a závěr.

Vliv amoniakálního dusíku na jakost vody	
obsah amoniakálního dusíku	voda
< 0,3 mg/dm <sup>3</sup>	neznečištěná
0,3-0,7 mg/dm <sup>3</sup>	mírně znečištěná
0,7-2 mg/dm <sup>3</sup>	znečištěná
2-4 mg/dm <sup>3</sup>	silně znečištěná
4 mg/dm <sup>3</sup> a více	velmi silně znečištěná

**Pozorování a závěr:**

Srovnávací vzorek 10% NH<sub>4</sub>OH se po deseti min. zbarvil tmavě oranžově. Koncentrace amoniakálního dusíku je tedy ve vzorku vyšší než 4 mg/dm<sup>3</sup>. Vzorek

analyzované vody se po deseti minutách zbarvil velmi slabě žlutě. Koncentrace amoniakálního dusíku v analyzované vodě je menší než 0,25 mg/dm<sup>3</sup>, což znamená, že voda je neznečištěná

**3. Obsah dusičnanového dusíku ve vodě**

Amoniak, který vzniká při rozkladu mrtvých těl organismů, je mikroorganismy dále rozkládán hlavně na dusičnany. Ty jsou nepostradatelné pro růst vodních rostlin. Zároveň se do vody mohou dostávat hnojivy spláchnutými z polí. Dusičnany se také mohou přeměnit na jedovaté dusitany, které jsou nebezpečné zejména pro některé citlivé druhy ryb.

Určete koncentraci dusičnanového dusíku ve vodě. Asi 20 cm<sup>3</sup> odebraného vzorku vody vlijte do malé kádinky a ponořte reakční zónu dusičnanového testovacího proužku. Po několika minutách porovnejte zbarvení reakční zóny s barevnou stupnicí. Výsledek zapište do závěru. Ke srovnávací zkoušce použijte 40% Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>.

**Pozorování a závěr:**

Testovací proužek se po ponoření do 40% Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> zbarvil sytě růžově. Byla prokázána vysoká koncentrace dusičnanového dusíku. Testovací proužek se po ponoření do analyzovaného vzorku téměř nezbarvil. Z toho usuzuji, že koncentrace dusičnanového dusíku v analyzované vodě je velmi nízká a voda je neznečištěná.

**4. Celkový obsah fosforu ve vodě**

Na rozdíl od dusičnanů představují fosforečnany ve vodě faktor pro růst vodních organismů omezující. Fosforečnany se dostávají do vody ze zemědělských hnojiv a z odpadních vod domácností. Vysoká koncentrace fosforečnanů ve vodě vede k masovému rozvoji řas. Rozklad jejich odumřelých těl pak spotřebuje vysoké množství kyslíku, což vede k velkému úhynu ryb.

Stanovte koncentraci fosforečnanů ve vodě. Do malé kádinky dejte 5 cm<sup>3</sup> vašeho vzorku vody. Přidejte 4 kapky činidla A a promíchejte. Poté přidejte 4 kapky činidla B, promíchejte a čekejte deset minut. Nasad'te kádinku na barevnou stupnici a z ní odečtete koncentraci fosforečnanů v analyzované vodě. Proveďte srovnávací zkoušku s nasyceným roztokem Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

**Pozorování a závěr:**

Roztok Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> ve srovnávací zkoušce se zbarvil slabě modře. Koncentrace fosforečnanů v roztoku tedy odpovídala asi 1 mg/dm<sup>3</sup>. Analyzovaný vzorek vody zůstal i po uplynutí deseti minut zcela čirý. Voda má tedy velmi nízkou koncentraci fosforečnanů a je neznečištěná.

## 5. Kolorimetrie

V úlohách 2, 3 a 4 jsme zjišťovali koncentraci určité látky (resp.) iontů na základě metody, které se říká **kolorimetrie**. Pokuste se princip této metody na základě svých zkušeností nyní popsat:

Kolorimetrie je metoda založená na porovnávání intenzity zabarvení roztoku o neznámé koncentraci s roztokem téže látky o známé koncentraci.

## 6. Závěr

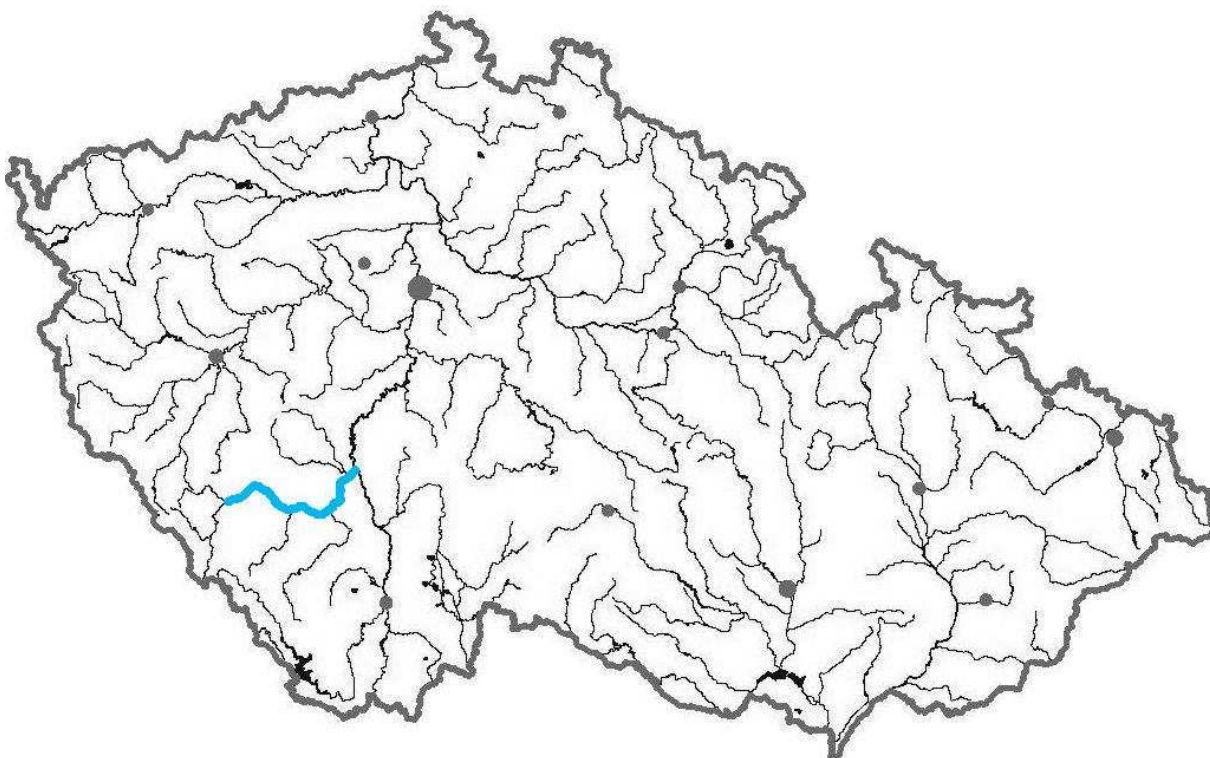
V následující tabulce jakostních tříd tekoucích vod označte ty hodnoty, které se nejvíce blíží vašemu měření.

Jakostní třídy tekoucích vod					
třída	míra znečištění	O <sub>2</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ]	N (NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg/dm <sup>3</sup> ]	N (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [mg/dm <sup>3</sup> ]	P [mg/dm <sup>3</sup> ]
I	neznečištěná	>7,5	< 0,3	< 3	< 0,05
II	mírně znečištěná	7,5-6,5	0,3-0,7	3-6	0,05-0,15
III	znečištěná	6,5-5	0,7-2	6-10	0,15-0,4
IV	silně znečištěná	5-3	2-4	10-13	0,4-1
V	velmi silně znečištěná	< 3	> 4	> 13	> 1

Dle označených hodnot určete jakostní třídu toku, ze kterého pochází analyzovaný vzorek.

Většina kolorimetrických testů ukázala, že vzorek pochází z neznečištěného toku. Tento tok tedy patří do I. jakostní třídy.

Prohlédněte si mapy jakostí toků ČR z let 1991-1992 a 2006-2007. Do slepé mapy vodstva ČR zakreslete, jak by dle vaší analýzy na mapě jakostí vod pro tento rok byl označen tok, ze kterého pochází analyzovaný vzorek.



V závěru porovnejte výsledky vaší analýzy s odbornými měřeními v letech 1991-1992 a 2006-2007. Pokud se vaše výsledky od odborných liší diskutujte, zda se kvalita vody změnila a jak.

Analyzovaný vzorek vody pochází z Písku z řeky Otavy. V letech 1991-1992 byla Otava tokem III. jakostní třídy, tedy tokem znečištěním. Odborné měření v letech 2006-2007 ukázalo, že jakost Otavy se zlepšila a náleží do I. až II. jakostní třídy. Výsledek mého zkoumání se podle mapy jakostí vod ČR z let 2006-2007 shoduje s posledním odborným měřením. Dle provedené kolorimetrické analýzy vody bych Otavu i v letošním roce zařadila mezi neznečištěné toky I. jakostní třídy.

Úlohy č. 1, 2, 3 a 4 v tomto pracovním listu byly modifikovány dle pokusů 3/16, 3/10, 3/11 a 3/12 z [12].

Obrázek z pracovního listu je uveden v seznamu použitých obrázků:

**Obr. 25:** Slepá mapa vodstva ČR.

## Příloha č. 2: Fotografická dokumentace vypracování pracovních listů



Obr. 43: Stanovení obsahu humusu v půdních vzorcích – aparatura

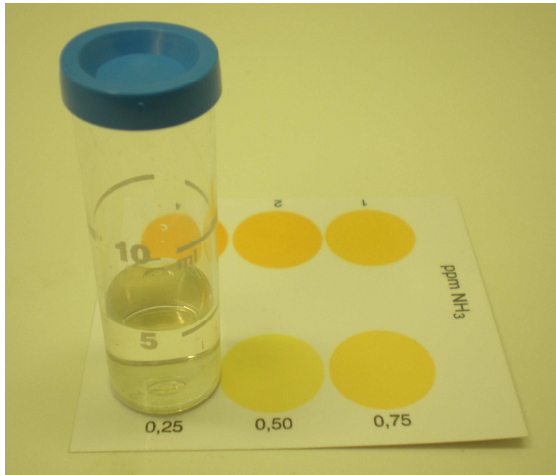


Obr. 44: Stanovení obsahu kyslíku ve vodě (Otava)

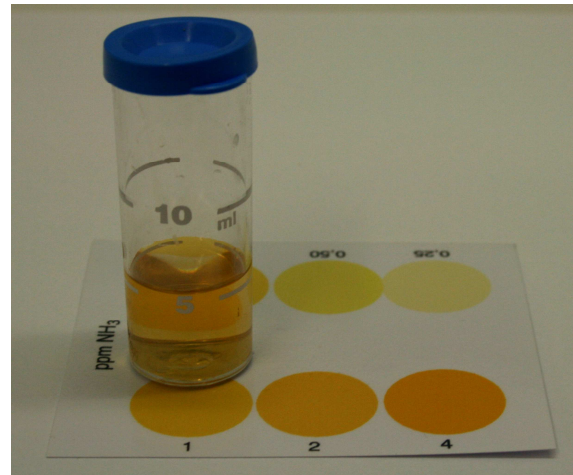


Obr. 45: Stanovení obsahu kyslíku ve vodě (Vltava)

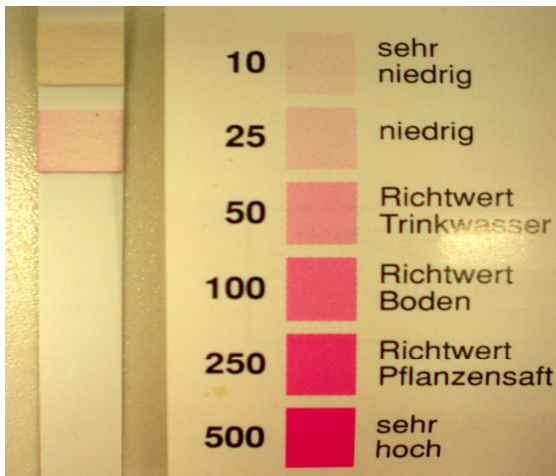




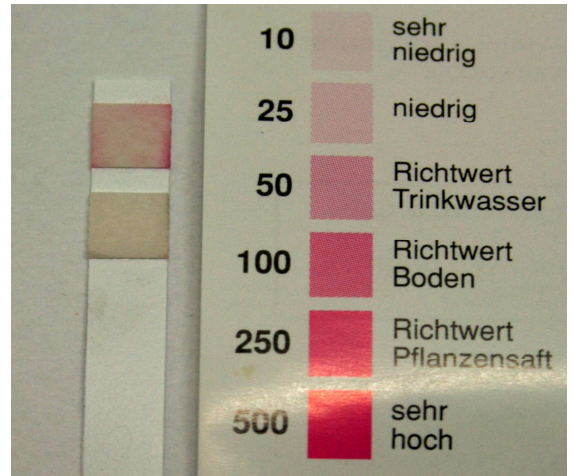
Obr. 46: Stanovení amonných iontů (Otava)



Obr. 47: Stanovení amonných iontů (Vltava)



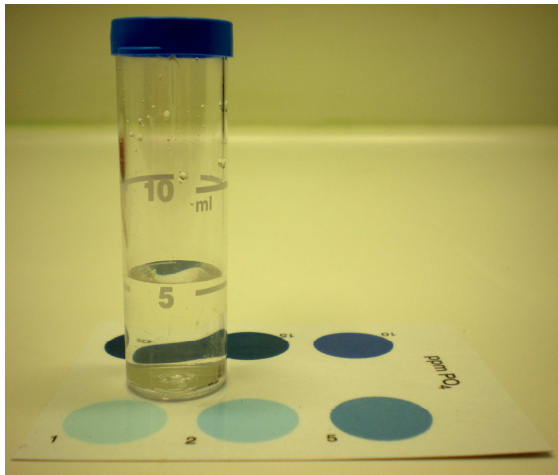
Obr. 48: Stanovení dusičnanových iontů (Otava)



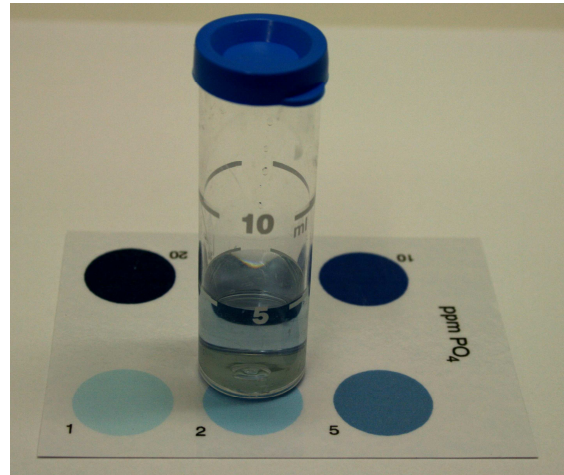
Obr. 49: Stanovení dusičnanových iontů (Vltava)



Obr. 50: Stanovení dusičnanových iontů (srovnávací vzorek)



Obr. 51: Stanovení fosforečnanů (Otava)



Obr. 52: Stanovení fosforečnanů (Vltava)

### **Příloha č. 3: Fotografická dokumentace testování ve škole**



**Obr. 53: Opakování tématu Voda, úvod laboratorní práce**



**Obr. 54: Určení amonných iontů ve vzorku vody**





Obr. 55: Práce žáků



Obr. 56: Práce žáků



## Příloha č. 4: Ukázka pracovních listů vyplněných žáky

1.A

Školová Zuzana

### VODA

#### Skupinová laboratorní práce Určení jakostní třídy tekoucích vod

##### 1. Obsah kyslíku ve vodě

Dle koncentrace kyslíku ve vodě zjistíme, zda ve vodě převládají destruenti (tj. organismy, které rozkládají těla mrtvých rostlin a živočichů a při tom kyslík spotřebovávají), či producenti (tj. organismy schopné fotosyntézy, při které se kyslík uvolňuje).

Zjistěte koncentraci kyslíku ve vodě. Zkumavku naplňte vzorkem vody. Přidejte 1 cm<sup>3</sup> MnCl<sub>2</sub> (40%) a 1,5 cm<sup>3</sup> NaOH (40%). Směs protřepejte a pozorujte vznik sraženiny. Poté dle tabulky určete koncentraci kyslíku ve vodě a napište závěr. V dostupných zdrojích informací vyhledejte, o jaké sloučeniny (sraženiny) se jedná. Vezměte v úvahu, že princip určení množství kyslíku ve vodě je založen na oxidaci manganu. Svou odpověď v závěru zdůvodněte.

##### Výpočet přípravy 40% MnCl<sub>2</sub>

$$10 \text{ ml} \Rightarrow 10 \text{ g}$$

$$40\% \text{ MnCl}_2$$

$$w = 0,4$$

$$w = \frac{m}{m_c}$$

$$w \cdot m_c = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ g}$$

+ 6 g vody

##### Výpočet přípravy 40% NaOH

$$15 \text{ ml} \Rightarrow 15 \text{ g}$$

$$40\% \text{ NaOH}$$

$$w = 0,4$$

$$w = \frac{m}{m_c}$$

$$w \cdot m_c = 0,4 \cdot 15 = 6$$

+ 9 g vody

##### Odhad obsahu kyslíku ve vodě pomocí barvy sraženiny

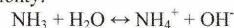
sraženina	míra O <sub>2</sub>	koncentrace O <sub>2</sub>
bílá	bez kyslíku	< 0,75 mg/dm <sup>3</sup>
světle žlutá	málo kyslíku	3-6 mg/dm <sup>3</sup>
hnědá	hodně kyslíku	9-12 mg/dm <sup>3</sup>

##### Závěr:

Naše sraženina má světle žlutou barvu čím pádem je tam málo koncentrace kyslíku. Oxidace čisto se změnilo ze dvou ani tři u MnCl<sub>2</sub>.

##### 2. Obsah amoniakálního dusíku ve vodě

Při rozkladu mrtvých těl rostlin a živočichů dochází jednak k vazbě kyslíku a za druhé ke vzniku amoniaku. Ten ve vodním prostředí tvoří amonné ionty:



Jejich přítomnost ve vodě ukazuje na znečištění rozkládajícími se organickými látkami.

Nejprve proveďte srovnávací zkoušku s 10% roztokem NH<sub>4</sub>OH. Kádinku naplňte 5 cm<sup>3</sup> roztoku. Přidejte 2 kapky činidla A a promíchejte. Poté přidejte 1 kapku činidla B a

promíchejte. Po deseti minutách stání přiložte kádinku na barevnou škálu a určete koncentraci amoniakálních iontů v 10% roztoku  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Zapište své pozorování. Kádinku několikrát propláchněte analyzovanou vodou a proveďte test s analyzovaným vzorkem vody stejným způsobem jako v předchozím případě. Odhadněte koncentraci amoniakálního dusíku v analyzované vodě. Opět zapište své pozorování a závěr.

Vliv amoniakálního dusíku na jakost vody	
obsah amoniakálního dusíku	voda
< 0,3	neznečištěná
0,3-0,7 mg/dm <sup>3</sup>	mírně znečištěná
0,7-2 mg/dm <sup>3</sup>	znečištěná
2-4 mg/dm <sup>3</sup>	silně znečištěná
4 mg/dm <sup>3</sup> a více	velmi silně znečištěná

Pozorování a závěr: ke srovnávací sloupci

$\text{NH}_4\text{OH}$  se natm  
zbarvilo velice.  
Tedy ~~je~~ má koncentraci  
4 mg/dm<sup>3</sup> a  
znamená, že byl  
velice silně znečištěný.

Náš vzorek vody (škalice) dosáhl hodně světlé barvy, tudíž má koncentraci menší než 0,3 mg/dm<sup>3</sup> a znamená to, že je neznečištěná.

### 3. Obsah dusičnanového dusíku ve vodě

Amoniak, který vzniká při rozkladu mrtvých těl organismů, je mikroorganismy dále rozkládán hlavně na dusičnany. Ty jsou nepostradatelné pro růst vodních rostlin. Zároveň se do vody mohou dostávat hnojivý spláchnutými z polí. Dusičnany se také mohou přeměnit na jedovaté dusitany, které jsou nebezpečné zejména pro některé citlivé druhy ryb.

Určete koncentraci dusičnanového dusíku ve vodě. Asi 20 cm<sup>3</sup> odebraného vzorku vody vlijte do malé kádinky a ponořte reakční zónu dusičnanového testovacího proužku. Po několika minutách porovnejte zbarvení reakční zóny s barevnou stupnicí. Výsledek zapište do závěru. Ke srovnávací zkoušce použijte 40%  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ .

Pozorování a závěr:

Dosáhli jsme velmi slabé koncentrace dusičnanového dusíku ve vodě. Reakční zóna dusičnanového testovacího proužku se zbarvila velmi slabě růžově.

### 4. Celkový obsah fosforu ve vodě

Na rozdíl od dusičnanů představují fosforečnany ve vodě faktor pro růst vodních organismů omezující. Fosforečnany se dostávají do vody ze zemědělských hnojiv a z odpadních vod domácností. Vysoká koncentrace fosforečnanů ve vodě vede k masovému rozvoji řas. Rozklad jejich odumřelých těl pak spotřebovává vysoké množství kyslíku, což vede k velkému úhynu ryb.

Stanovte koncentraci fosforečnanů ve vodě. Do malé kádinky dejte 5 cm<sup>3</sup> vašeho vzorku vody. Přidejte 4 kapky činidla A a promíchejte. Poté přidejte 4 kapky činidla B, promíchejte a čekejte deset minut. Nasaďte kádinku na barevnou stupnici a z ní odečtěte koncentraci fosforečnanů v analyzované vodě. Proveďte srovnávací zkoušku s nasyceným roztokem  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ .

**Pozorování a závěr:**

Nemáme žádný obsah fosforu ve vodě.  
Po přidání omezení se směs se vzorkem řeky Skalice téměř nezbarvila. koncentrace fosforečnanů je tedy velmi nízká!

**5. Kolorimetrie**

V úlohách 2, 3 a 4 jsme zjišťovali koncentraci určité látky (resp.) iontů na základě metody, které se říká **kolorimetrie**. Pokuste se princip této metody na základě svých zkušeností nyní popsat:

Metoda je založena na porovnání vzorku o jedné koncentraci a stejné koncentraci.  
*a porovnávat známe!*  
*neznáme!*

**6. Závěr**

V následující tabulce jakostních tříd tekoucích vod označte ty hodnoty, které se nejvíce blíží vašemu měření.

Jakostní třídy tekoucích vod					
třída	míra znečištění	O <sub>2</sub> [mg/dm <sup>3</sup> ]	N (NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg/dm <sup>3</sup> ]	N (NO <sup>3</sup> ) [mg/dm <sup>3</sup> ]	P [mg/dm <sup>3</sup> ]
I	neznečištěná	>7,5	< 0,3	< 3	< 0,05
II	mírně znečištěná	7,5-6,5	0,3-0,7	3-6	0,05-0,15
III	znečištěná	6,5-5	0,7-2	6-10	0,15-0,4
IV	silně znečištěná	5-3	2-4	10-13	0,4-1
V	velmi silně znečištěná	< 3	> 4	> 13	> 1

Dle označených hodnot určete jakostní třídu toku, ze kterého pochází analyzovaný vzorek.

\* Určili jsme třídu jakosti \* 2-3. Situace se zlepšila cca o jednu jakostní třídu.  
*od posledního měření v roce 2006-2007 \* řeky Skalice*





## Příloha č. 5: Ukázka dotazníků vyplněných žáky

### DOTAZNÍK

Zaškrtněte vždy jednu variantu, která nejvíce vystihuje vaši odpověď.

**1. Jak jste rozuměli pokynům v pracovním listu k laboratorní práci?**

- Většina pokynů byla nesrozumitelná, musel/a jsem se často ptát na postup práce.
- Většina pokynů byla srozumitelná, zřídka jsem se musel/a zeptat na postup práce.
- Všechny pokyny byly srozumitelné, nemusel/a jsem se ptát na postup práce.

**2. Byla pro vás tato laboratorní práce časově náročná?**

- Úkolů bylo příliš mnoho, k provedení laboratorní práce bych uvítal/a více času.
- Čas vyměřený k provedení laboratorní práce je adekvátní.
- Laboratorní práce trvala příliš dlouho, dalo se do ní zařadit více úkolů.

**3. Máte pocit, že jste touto laboratorní prací získali nové poznatky?**

- Ne, všechny informace zazněly již ve vyučovacích hodinách.
- Asi ano, některé informace pro mě byly nové.
- Ano, toto učivo jsme ve vyučovacích hodinách neprobírali.

**4. Líbilo se vám propojení chemie s ekologií a zeměpisem?**

- Ne, běžné hodiny chemie mám raději.
- Nevím, tohoto propojení jsem si nevšiml/a.
- Ano, líbí se mi, že poznatky z hodiny chemie mohu uplatnit i v jiných předmětech.

**5. Chtěli byste podobnou laboratorní práci někdy zopakovat?**

- Ne, nepřišla mi zajímavá a nic nového jsem se nenaučil/a.
- Spíše ano, je to příjemné oživení hodin chemie.
- Určitě ano, praktická chemie je zajímavá.

Napište, prosím, pokud jste nerozuměli nějakým pokynům v laboratorní práci, v jakých to bylo úkolech a dále co nového jste se naučili. Můžete také připsat jakýkoli postřeh, poznámku, vzkaz (lze použít i druhou stranu tohoto listu).