

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra učitelství a didaktiky chemie



**Hypermediální výukový program Chemie
halogenů a jeho využití ve vzdělávání nadaných
žáků v chemii**

Disertační práce

Mgr. Pavel Teplý

Školitel:

prof. RNDr. J. Čipera, CSc.

Školitelé-konzultanti:

doc. RNDr. Z. Mička, CSc.

doc. PhDr. J. Škoda, Ph.D.

Praha 2010

Klíčová slova:

Hypermédium; elektronický výukový materiál; interaktivní, flexibilní program; XHTML; halogeny; chemický videoexperiment; vzdělávání nadaných žáků; distanční vzdělávání; e-learning.

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci vypracoval samostatně pod vedením prof. RNDr. Jana Čipery, CSc. a všechny použité prameny jsem řádně citoval.

Prohlašuji, že jsem předkládanou disertační práci ani její podstatnou část nepředložil k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Souhlasím se zapůjčením své disertační práce ke studijním účelům.

V Praze dne 22. 8. 2010

Mgr. Pavel Teplý

Na tomto místě bych rád poděkoval svému školiteli prof. RNDr. Janu Čiperovi, CSc. za odbornou pomoc, cenné rady a trpělivost při vedení této disertační práce. Velký dík patří také konzultantům doc. PhDr. Jiřímu Škodovi, Ph.D. a doc. RNDr. Zdeňku Mičkovi, CSc. za průběžnou konzultační činnost.

Za cenné rady v oblasti anorganické chemie děkuji doc. RNDr. Jitce Eysseltové, CSc. a RNDr. Vojtěchu Kubíčkoví, Ph.D. z Katedry anorganické chemie PřF UK a RNDr. Janu Rohovcovi, Ph.D. z Akademie věd ČR.

Děkuji také doc. PhDr. Lence Hříbkové, CSc. z PedF UK za konzultace v oblasti problematiky nadání a talentu, Ing. Janě Ševcové a Mgr. Michalu Řezankovi za poskytnutá data o Chemické olympiádě a KSICHTu.

Velký dík patří i RNDr. Stanislavu Zelendovi a celému týmu Talnetu za dlouhodobou spolupráci a poskytnutá data.

V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svým rodičům za podporu při studiu, své přítelkyni za morální podporu, RNDr. Zuzaně Hořické, Ph.D., Mgr. Michalu Dvořákovi, Ph.D., kolegům a vedoucí katedry doc. RNDr. Heleně Klímové, CSc. za cenné rady a připomínky při psaní práce a také středoškolským učitelům a jejich žákům za účast ve výzkumu a přínosnou spolupráci.

OBSAH

Použité zkratky	6
1. Úvod	8
1.1. Cíle práce	10
2. Teoretická část	11
2.1. Nadání	11
2.1.1. Současné teoretické modely nadání	11
2.1.2. Typy nadaných žáků	15
2.1.3. Potřeby nadaných žáků	16
2.2. Identifikace nadaných žáků	17
2.3. Vzdělávání nadaných žáků	20
2.3.1. Diferenciace kurikula	21
2.3.2. Sebevzdělávání	23
2.3.3. Role školy a učitele při rozvoji nadání	24
2.3.4. Problémy vzdělávání nadaných žáků	25
2.3.5. Současný stav vzdělávání nadaných žáků v ČR	27
2.3.6. Specifika vzdělávání nadaných žáků v chemii	33
3. Tvorba výukového programu	45
3.1. Program „Chemie halogenů“	45
3.1.1. Technická východiska	45
3.2. Obsahová východiska	53
3.2.1. Obsah programu	55
3.3. Sumární charakteristika programu	64
3.4. Možnosti využití programu	65
4. Distanční vzdělávání	66
4.1. Cíle kurzu	66
4.2. Průběh a struktura kurzu	67

4.2.1.	Struktura a obsah kurzu	67
4.2.2.	Průběh kurzu	69
4.2.3.	Průběh ročníku 2009/2010	69
4.2.4.	Zpětná vazba	70
4.3.	Závěr	72
5.	Výzkumná část	73
5.1.	Výzkumný problém	73
5.1.1.	Výzkumné otázky	74
5.1.2.	Cíle výzkumu	74
5.1.3.	Výzkumné hypotézy	75
5.2.	Řešení výzkumného problému.....	76
5.2.1.	Dotazníkové šetření	76
5.2.2.	Didaktické testy a statistické vyhodnocení dat	87
5.2.3.	Ověřování hypotéz.....	90
6.	Diskuse výsledků a závěry.....	97
	Souhrn.....	109
	Summary.....	110
	Seznam příloh.....	111
	Seznam použité literatury a internetových odkazů:	195

Použité zkratky	
ADHD	Attention Deficit Hyperactivity Disorders, česky: poruchy pozornosti spojené s hyperaktivitou
CD	Compact Disc, česky: kompaktní disk, médium používané pro ukládání digitálních informací
CSS	Cascading Style Sheets, česky: kaskádové styly – jsou programovací jazyk pro popis způsobu zobrazení stránek napsaných v jazycích HTML, XHTML nebo XML
DVPP	Další vzdělávání pedagogických pracovníků
ECHA	European Council for High Ability, česky: „Evropská společnost pro nadání“
FF	Mozilla Firefox, internetový prohlížeč
HTML	HyperText Markup Language, česky: značkovací jazyk pro hypertext, je jedním z programovacích jazyků umožňujících tvorbu www stránek.
ChO	Chemická olympiáda
ICT	Informační a komunikační technologie
IE	Internet Explorer, internetový prohlížeč
IFP	Interaktivní, flexibilní program
IPPP, PPP	Institut pedagogicko-psychologického poradenství, Pedagogicko-psychologická poradna
ISCED	International Standard Classification of Education, česky: Mezinárodní standardní klasifikace vzdělávání
IVP	Individuální vzdělávací plán
IVP NŽ	Individuální vzdělávací plán pro nadané žáky
KSICHT	Korespondenční seminář inspirovaný chemickou tematikou
Mb	MegaBit, 10 ⁶ bitů, jednotka množství dat v informatice používaná např. pro vyjádření datového toku u videí (Mb/s)

MB	MegaByte, 10 ⁶ bajtů, jednotka množství dat v informatice
MŠMT	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy
NIDM	Národní institut dětí a mládeže
PSP	Periodická Soustava Prvků
RVP	Rámcový vzdělávací program
SON-R	Snijders-Oomen Non-Verbal Intelligence Test, česky: Snijders-Oomenův neverbální inteligenční test
SPU	Specifické poruchy učení (dyslexie, dysortografie, dysgrafie atd.)
SVP	Speciální vzdělávací potřeby
ŠVP	Školní vzdělávací program
ÚIV	Ústav pro informace ve vzdělávání
WCGTC	World Council for Gifted and Talented Children, česky: „Světová společnost pro nadané a talentované děti“
WISC-III	Wechsler Intelligence Scale for Children, česky: Wechslerova inteligenční škála pro děti, třetí vydání
WYSIWYG	„What you see is what you get“, česky: „co vidíš, to dostaneš“ – typ editorů usnadňujících práci s webovými stránkami bez nutnosti znalostí HTML kódu (např. Microsoft FrontPage, Adobe Dreamweaver).
XHTML	Extensible HyperText Markup Language, česky: „rozšiřitelný hypertextový značkovací jazyk“, je více kompatibilní s XML formátem (Extensible Markup Language, česky: „rozšiřitelný značkovací jazyk“)

1. Úvod

Vzdělávání v chemii se v současné době potýká s mnoha problémy. Mnoho z těchto problémů není specifických jen pro vzdělávání v chemii, ale můžeme se s nimi s menšími obměnami setkat i ve vzdělávání v jiných přírodovědných nebo humanitních předmětech. Tato práce je zaměřena především na problémy z pohledu chemického vzdělávání.

Velmi často uváděným problémem je obrovský nárůst informací v chemii (denně přibývá do chemických databází informace o více než 10 000 nových chemických látkách) – s výběrem relevantních informací si nejen učitelé, ale často ani autoři učebnic nevědí rady. To v konečném důsledku může vést k zahlcení žáků informacemi a ztrátě jejich motivace k dalšímu studiu chemie.

S předcházejícím problémem souvisí odtržení výuky chemie od reality. Informace předkládané v průběhu vzdělávacího procesu zůstávají převážně v teoretické rovině nebo jsou nedostatečně propojovány s praxí. Žáci se pak v horším případě seznamují s chemií jako čistě teoretickou vědou, která nemá s reálným životem nic společného, v „lepší“ případě se dozvedí alespoň to, že existuje mnoho škodlivých, jedovatých a karcinogenních chemických látek, které ohrožují nejen lidi, ale celé životní prostředí. Chemie je tím postavena do špatného světla, což pouze posiluje již tak dosti špatný obraz chemie na veřejnosti. Zde by bylo jistě vhodné posílit vzdělávání budoucích učitelů, případně další vzdělávání pedagogických pracovníků (DVPP) v oblasti využití chemie v praxi a objasnění chemické podstaty přírodních dějů.

Další problém vyplývá z toho, že chemie byla, je a vždy bude experimentální vědou. Tento fakt je až příliš často opomíjen a zanedbáván v procesu primárního a sekundárního chemického vzdělávání. V základních kurikulárních dokumentech je použití chemického experimentu formulováno poněkud neurčitě a laxně. Např. RVP G uvádí: „Žáci mají mít co nejvíce příležitostí postupně si osvojovat vybrané empirické i teoretické metody přírodovědného výzkumu, aktivně je spolu s přírodovědnými poznatky ve výuce využívat, uvědomovat si důležitost obou pro přírodovědné poznání, předně pak pro jeho objektivitu a pravdivost i pro řešení problémů, se kterými se člověk při zkoumání přírody setkává“ (RVP G, 2007). Chemické experimenty z výuky vytlačuje mnoho faktorů, z nichž asi nejdůležitější jsou stále se zpříšňující legislativa a pravidla pro nakládání s chemickými látkami, velká finanční náročnost a rostoucí časová vytíženost učitelů. Pokud už učitel nějaký experiment žákům předvede, je obvykle vytržen z kontextu učiva a vytrácí se jeho motivační funkce, souvislost s osvojovaným učivem a při nesprávné prezentaci i relevantní empirické údaje. Chemický experiment by přitom měl být především zdrojem empirických údajů, které si žák, s pomocí učitele, dokáže propojit s teoretickými informacemi získanými ve výuce (Čípera, 2000). K problému nízkého počtu prováděných experimentů ve výuce se váže problém s vysvětlením experimentu, které je často buď nedostatečné, nebo úplně chybí. Toto pojetí pak v žácích podporuje dojem, že experimenty v chemii mají pouze zábavnou funkci (Škoda, Doulík 2009a). A přitom provedení chemického experimentu a jeho vyhodnocení snižuje složitost osvojovaného učiva, především je-li proveden, vysvětlen a pochopen na dané poznatkové úrovni žáka.

Jedním z možných a zároveň relativně jednoduchých řešení, jak kompenzovat úbytek reálných experimentů při výuce chemie, je používání digitalizovaných videonahrávek experimentů. Ty jsou jednoduše a opakovaně reprodukovatelné a už by v sobě měly mít zakomponované výše uvedené kvality. Takovýto experiment se vždy povede a navíc prezentační technika a software nabízejí možnosti zdůraznění a opakování důležitých momentů. Digitalizovaný experiment je žákům velmi blízký i z hlediska snadného zakomponování do

virtuálního prostředí. Díky tomu, že sami tuto technologii často používají, je pro ně její použití samo o sobě výrazně motivující. Výrazové prostředky, resp. zdroje informací, které virtuální experiment používá, jsou žákům blízké a známé. Tento přístup samozřejmě není všespatitelný, ale nabízí velmi dobrou alternativu zejména pro učitele, kteří ať už z jakéhokoliv důvodu frontální chemický experiment neprovádějí.

S nízkou atraktivitou, potažmo oblíbeností, chemie souvisí celospolečenská zaujatost proti chemii jako takové. Tato averze, jejíž primární původ bude asi těžké dohledat, je ale stále přizívována ať už úmyslně nebo neúmyslně nejruznějšími zprávami informačních médií, cílenými reklamami či hoaxy. Jedno ale mají tyto způsoby společné, jedná se totiž většinou o špatnou informovanost a nevhodné zobecňování příslušnými informátory. Dokonce i v reklamách se již objevují jak narážky, tak také explicitní vyjádření toho, že když je něco „chemické“ (chemicky připravené), je to vždy špatné - viz reklamy typu rozhovoru dítěte s matkou: Dítě, ...to je super, dneska nám odpadla chemie...“; matka: “tak pojď sem, já mám pro tebe taky něco bez chemie“. I informační média mají ve zvyku zveličovat problémy a nebezpečnost chemického průmyslu a jeho produktů, ale velmi zřídka zmiňují jeho zásluhy a přínosy. Učitelé chemie jsou pak ve velmi obtížné situaci, kdy mají žákům vyvrátit v té době již dosti pevně zažitou představu o chemii jako nezáživné vědě, která produkuje samé nebezpečné látky, jimž je nutné se vyhýbat. Tato představa je bohužel navíc posilována i mnohými učebními postupy, které jsou založeny na teoretických, mnohdy velmi abstraktních, výkladech. Tento přístup nejenže žákům neukáže chemii v reálném světle jako velice přínosnou vědu, jejíž produkty denně využíváme a bez nichž si život už ani nedokážeme představit, ale navíc i odradí ty žáky, kteří o tento obor zpočátku měli zájem.

V neposlední řadě je podle mého názoru i dlouhodobé hledání rozumné rovnováhy mezi kvantitou přijímaných žáků a kvalitou výuky. Snaha škol o zlepšení finanční situace může v konečném důsledku vést k vyšším průměrným počtům žáků ve třídách, což je ale v přímém rozporu se snahou o zvyšování kvality výuky. Kvalitu výuky můžeme mimo jiné posuzovat i podle možnosti učitele věnovat se individuálně jednotlivým žákům. Tato možnost se ale přímo úměrně snižuje s rostoucím počtem žáků ve třídě. Individuální přístup by měl být samozřejmostí, a to nejen vůči žákům s nižšími aspiračními cíli, ale také vůči žákům se zájmem o chemii, neřkuli přímo žákům nadaným, což jsou zjednodušeně řečeno žáci, kteří v jednom či více předmětech vykazují výrazně lepší výsledky než jejich spolužáci. Posledně jmenovaná skupina, žáci se zájmem o chemii, potažmo nadaní žáci, jsou velmi často skupinou opomíjenou z hlediska individuálního přístupu učitele. To přímo souvisí s velkým počtem žáků ve třídách. Učitelé jsou tak nuceni věnovat se především průměrné většině žáků a už jim zbývá velmi málo času na individuální potřeby žáků s nižšími aspiračními cíli a prakticky žádný čas na žáky se zájmem, potažmo žáky nadané. Tyto žáky učitelé totiž považují za bezproblémové a obvykle si myslí, že není třeba se jim více věnovat a že si poradí sami. Pedagogicko-psychologické výzkumy ovšem ukazují pravý opak. Pokud chceme rozvíjet jejich zájem, respektive nadání, musíme se těmito žákům věnovat nad rámec školního učiva a pokud možno i individuálně. Na některých školách tento problém řeší nepovinnými školními předměty, semináři či zájmovými kroužky, ale vždy je to podmíněno velkým entuziasmem (spoustou práce nad rámec povinností) vyučujícího chemie a samozřejmě také podporou vedení školy. Jiným možným řešením individuální péče o žáky se zájmem (nadané žáky) je podpora jejich samostudia, účasti v soutěžích, distančním vzdělávání apod.

Právě podporou individualizace vzdělávání, samostudia a distančního vzdělávání žáků se zájmem o chemii (nadaných žáků) se zabývá předkládaná disertační práce. Jak už bylo naznačeno, vzdělávání nadaných žáků v chemii se potýká s mnoha problémy. K jejich řešení

v praxi má přispět tato disertační práce. Je samozřejmě možné najít mnoho dalších problémů, jako je nedostatečná provázanost výuky chemie s jinými obory, nedostatečná odborná kvalifikovanost učitelů chemie, nízká motivace k dalšímu sebevzdělávání učitelů atd. Výše popsané problémy nejsou separované a více či méně spolu souvisejí a navzájem se ovlivňují. Například nedostatek frontálních experimentů ve výuce chemie velmi negativně ovlivňuje skutečnost, zda se u některého ze žáků projeví zájem o chemii, případně pak dokonce nadání v daném předmětu. Podobně provázané jsou i ostatní problémové oblasti, takže zřejmě nebude stačit změnit pouze jednu věc, ale bude nutné sáhnout k větším, systémovým změnám.

Vzhledem k velkému rozsahu výše uvedených problémů jsem se rozhodl blíže se věnovat problému vzdělávání nadaných žáků v chemii. Cíle práce přirozeně vyplynuly z mé diplomové práce (Teplý, 2006), dotazníkového šetření realizovaného ve spolupráci s dr. M. Dvořákem (Dvořák, 2009), z práce se žáky se zájmem o chemii v Talnetu (kapitola 4) a diskusí s nimi a z konzultací s učiteli a dalšími odborníky na danou tematiku.

1.1. Cíle práce

Disertační práce si vytkla tyto konkrétní cíle:

- Zmapovat legislativní vymezení vzdělávání nadaných žáků v ČR (především v chemii).
- Na základě rešerše srovnat vzdělávání nadaných žáků v ČR a zahraničí.
- Provést dotazníkové šetření mezi učiteli gymnázií zaměřené na jejich názory a postoje k otázce vzdělávání nadaných žáků.
- Zjistit procentuální zastoupení žáků se zájmem o chemii ve zkoumaném vzorku českých gymnázií (pro vyšší stupeň gymnázia).
- Navrhnout řešení případně zjištěných nedostatků ve vzdělávání v chemii u nadaných žáků s přihlédnutím k již realizovaným výzkumům.
- Na základě návrhů zpracovat téma chemie halogenů do podoby učební pomůcky, která by byla vhodná i pro vzdělávání nadaných žáků v chemii.
- Otestovat vytvořenou učební pomůcku a její vliv na vzdělávání žáků se zájmem o chemii.
- Zjistit pomocí didaktického testu míru didaktické efektivity vytvořené pomůcky, a to nejen ve vztahu k výsledkům výuky, ale i ve vztahu ke zjištění zájmu o danou problematiku.
- Pomocí dotazníkového šetření získat zpětnou vazbu k vytvořené pomůcce od žáků i učitelů.
- Navrhnout využití, případně využít pomůcku nebo její části v distančním vzdělávání především u nadaných žáků.

2. Teoretická část

2.1. Nadání

Pojmy nadání a talent jsou v české literatuře často používány jako synonyma, i když někteří zahraniční autoři mezi těmito pojmy diferencují (Gagné, 1991; Laznibatová, 2001). Pojem talent používají pro mimořádné předpoklady, schopnosti a výkony v oblasti sportu a umění, nadání pak pro mimořádné předpoklady, schopnosti a výkony v oblasti intelektové. V současné době nejrozšířenější přístup spočívá v rozlišení speciálních schopností (talentu-nadání) od všeobecných (intelligence) (Feldhusen, 1986). V této práci budu nadále pracovat spíše s pojmem nadání a budu se zabývat více nadáním intelektovým.

2.1.1. Současné teoretické modely nadání

Každý autor definuje nadání trochu jinak, což je způsobeno různými modely, teoriemi a koncepcemi, ze kterých vychází. Institut pedagogicko-psychologického poradenství ČR (IPPP) vymezuje nadání jako „soubor dispozic, na jejichž základě může nadaný jedinec za příznivých podmínek podávat mimořádné výkony“ (IPPP, 2010). Následující teorie reprezentují v současnosti nepoužívanější modely (Heller et al., 2000).

Až ve 2. polovině 20. století přijala většina autorů zabývajících se nadáním za své náhled na nadání jako na kombinaci několika osobnostních charakteristik. V současné době se můžeme setkat s jednosložkovými nebo častěji s komplexními modely nadání. Jednosložkové modely obvykle vymezují nadání jako nadprůměrnou úroveň rozumových schopností (např. jazykové nebo matematické nadání) nebo určitých specifických schopností (například sportovní nebo hudební nadání). Komplexní modely mají širší pojetí nadání.



Obr. 1 - Tříložkový model nadání (podle Renzulli, 1978)

Například rozšířený tříložkový model nadání J. S. Renzulli (Obr. 1) předpokládá, že kromě nadprůměrných rozumových nebo speciálních schopností vykazuje nadaný jedinec současně vysokou míru tvořivosti a angažovanosti v úkolu (vnitřní motivace) (Renzulli, 2005). **Nadprůměrné schopnosti** se projevují vysokou úrovní v následujících charakteristikách (výběr):

1. abstraktní myšlení, prostorová představivost, paměť, plynulost projevu;

2. přizpůsobivost v nových situacích;
3. rychlé a správné vyhledávání a třídění informací, oddělení informací relevantních od irelevantních;
4. aplikace těchto schopností na jednu nebo více odborných oblastí.

Angažovanost v úkolu je charakterizována jako (výběr):

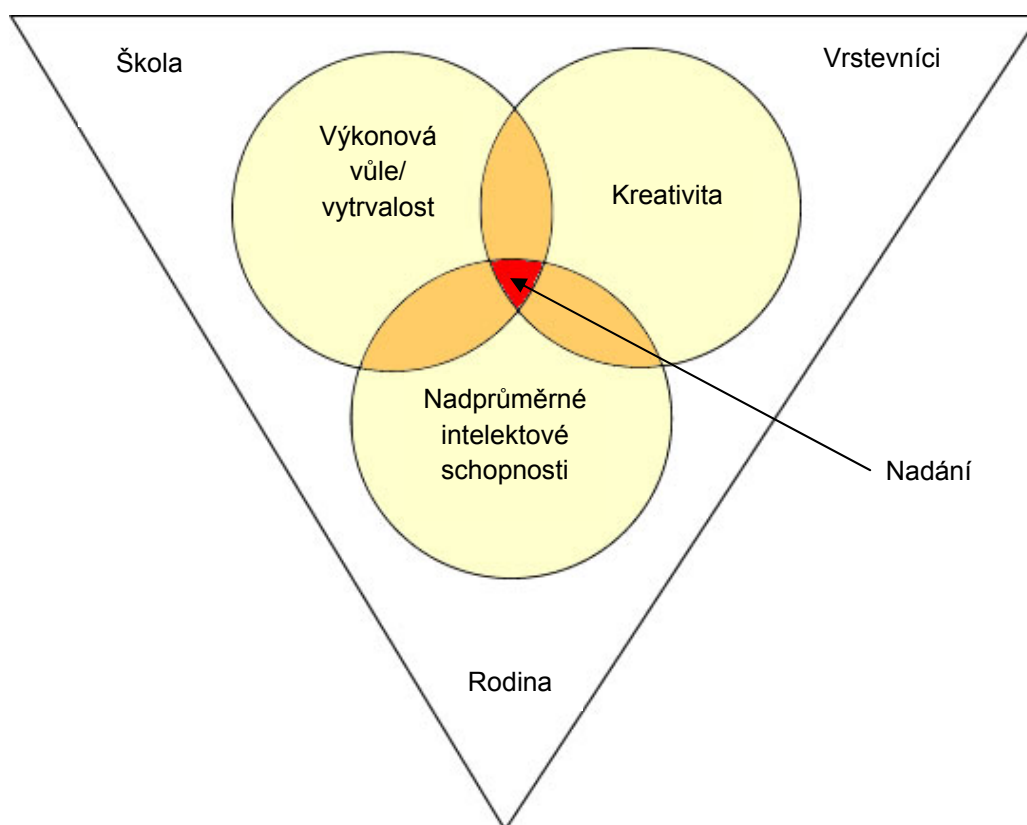
1. snaha něco dokázat;
2. sebevědomí a důvěra ve své schopnosti zvládnout důležitý úkol;
3. houževnatost, výdrž, oddanost úkolu, zájem a zaujetí pro úkol;
4. otevřenost kritice a sebekritice.

Kreativitu autor charakterizuje jako (výběr):

1. plynulost, flexibilitu a originalitu;
2. otevřenost novému a nekonformnímu;
3. zvědavost, přemýšlivost, ochota riskovat a reagovat na vnější podněty;
4. cit pro detail.

Renzulli (1986) považuje nadprůměrné schopnosti za převážně stabilní, zatímco angažovanost v úkolu a kreativitu za spíše variabilní. Kreativita a angažovanost v úkolu jsou navzájem velmi úzce provázány a vzájemně se podmiňují. Navíc se obě tyto skupiny dají rozvíjet tréninkem a cílenou stimulací. Jednotlivé skupiny charakteristik se částečně překrývají (Obr. 1) a vzájemně spolu interagují.

Renzulliho model ale neřeší identifikaci nadaných ani nepočítá s vlivem sociálního prostředí na nadaného jedince. O tuto dimenzi rozšířil Renzulliho model holandský psycholog F. J. Mönks (Obr. 2). Podle něho je vývoj „dynamický a celoživotně probíhající proces. Interakce mezi individuálními předpoklady a sociálním prostředím určuje, jaké chování a jaké motivy chování se aktualizují a budou manifestovat.“ (Mönks, 1987).



Obr. 2 - Model nadání (podle Mönks, 1987)

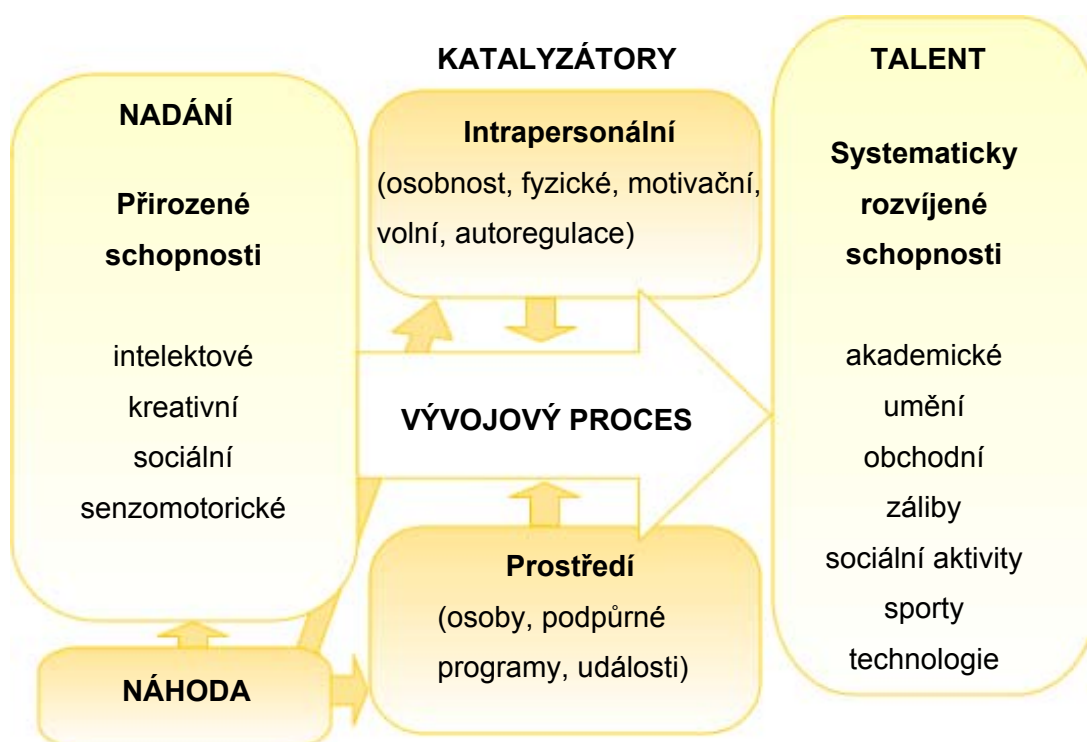
Podobně jako v modelu J. S. Renzulli i zde kruhy reprezentují vnitřní faktory podílející se na vzniku nadání, trojúhelník potom znázorňuje vnější podmínky a prostředí, které na nadaného jedince působí a ovlivňuje ho. Podle mého názoru vystihuje skutečnost mnohem lépe model, který vytvořil F. J. Mönks. Ve školní praxi se totiž velmi často setkáváme s mnoha potenciálně nadanými žáky, kteří sice mají všechny vnitřní předpoklady, jako nadprůměrné intelektové schopnosti, kreativitu i vůli, ale bohužel daleko větší vliv na ně mají faktory vnější – především jejich vrstevníci. Snaha těchto potenciálně nadaných jedinců začlenit se do kolektivu spolužáků, respektive vrstevníků, pak brání manifestaci jejich nadání (Šimoník et al., 2008; Vondráková, 2008).

Podobně i H. Gardner a A. J. Tannenbaum jsou zastánci socio-kulturního přístupu k nadání. Zdůrazňují, že nejen osobnost nadaného jedince, ale i rodina, škola, komunita a skupina vrstevníků jsou důležitými faktory vývoje. Vytvářejí totiž jakési pozadí vývoje nadání (kontext zprostředkovávající poznání) a navíc do tohoto vývoje i aktivně zasahují. Gardner (1999) nemluví o nadání, ale o jednotlivých inteligencích pro určité oblasti činnosti. Podle Gardnera existuje 10 typů lidské inteligence: jazyková, hudební, logicko-matematická, prostorová, tělesně pohybová, interpersonální, intrapersonální, přírodovědná, existenciální a spirituální. Poslední dva typy přitom nejsou příliš dobře podloženy empirickými daty. Na tomto modelu je dobře vidět, že autor ve své teorii spojuje kognitivní i nekognitivní typy nadání. Tannenbaum (1991) vyzdvihuje důležitost souhry vnitřních a vnějších faktorů umožňujících realizaci nadání. Za nejdůležitější považuje kombinaci pěti následujících faktorů, přičemž říká, že pro správný vývoj a realizaci nadání žádný z nich nesmí chybět:

- speciální schopnosti (zájmy a silné stránky),
- všeobecné intelektové schopnosti (určitá prahová hodnota IQ nutná pro konkrétní oblast nadání),

- environmentální faktor (rodina, vrstevníci, škola),
- podporující konstelace neintelektových rysů (sebepojetí, výkonová motivace, meta-učení),
- štěstí v klíčových obdobích života (správná doba i místo, aktivní přístup připravenost, když pravá chvíle/situace nastane, atd.).

Diferencovaný model nadání podle F. Gagné (Obr. 3) ukazuje nadání jako přirozené, nesystematicky rozvíjené schopnosti (s genetickým základem) a talent jako systematicky rozvíjené schopnosti vedoucí k odbornosti v určité oblasti lidské činnosti. Podobně jako Tannenbaum i Gagné předpokládá, že rozvoj talentu je silně ovlivňován intrapersonálními faktory (zdraví, zájmy, vytrvalost, plánování, temperament atd.), prostředím (podmínky sociální, kulturní, rodinné aj.), ale také náhodou (Gagné, 1991).



Obr. 3 - Schéma diferencovaného modelu nadání (Gagné, 1991)

Gagné kategorizuje intelektové nadání do pěti stupňů (Gagné, 1998):

- mírně nadaní tvoří horních 10 % populace s IQ 120 a více;
- středně nadaní s IQ 135 a více tvoří horních 10 % z předešlého stupně;
- vysoce nadaní s IQ 145 a více tvoří 10 % z předešlého stupně a jejich zastoupení v populaci je 0,1 %;
- výjimečně nadaní s IQ 155 a více tvoří 10 % z předešlého stupně a zastoupení v populaci je celkem 0,01 %;
- extrémně nadaní a IQ nad 165 tvoří opět 10 % z předešlého stupně, jejich zastoupení v populaci je 0,001 %.

Na rozdíl od osobnostního přístupu, který preferují J. S. Renzulli nebo F. J. Mönks, zvolil americký psycholog R. J. Sternberg spíše kognitivní přístup. Jeho **triarchická teorie**

intelligence (*triarchic theory* - Sternberg, 1985) je zaměřena na analýzu myšlenkových procesů, které autor pojímá jako procesy zpracování informací. Tato teorie sestává ze tří subteorií: komponentové inteligence, zkušenostní inteligence a kontextuální inteligence, ve kterých se autor snaží zachytit všechny aspekty nadání.

- **Komponentová inteligence** je definována jako mentální procesy, které jsou podstatou inteligentního myšlení (efektivní zpracování informací, schopnost abstraktního myšlení atd.).
- **Zkušenostní inteligence** je efektivní modifikace již osvojené poznatkové struktury na řešení nových problémů (formulace nových myšlenek, spojování zdánlivě nespojitelných faktů atd.).
- **Kontextuální inteligence** souvisí s vnějším prostředím a okolím jedince, jeho výběrem, utvářením a adaptací na něj (schopností přizpůsobit se měnícímu se prostředí atd.).

2.1.2. Typy nadaných žáků

S rozvojem výzkumu divergentního myšlení se u intelektově nadaných žáků začalo rozlišovat mezi dvěma typy. Jedná se o typ **řešitel** a typ **badatel** (Burjan, 1991; Hříbková, 2009).

Řešitelé jsou typem nadaných žáků, pro které je typické vysoce nadprůměrné IQ a dobré sociální dovednosti. Vyznačují se především velkou rychlostí a přesností při řešení úloh. Obvykle se jedná o velmi soutěživé a nezřídka extrovertní žáky s poměrně širokými zájmy. Na rozdíl od dalšího typu se soustředí především na jevovou složku a nevěnují takový důraz na detailní pochopení problematiky. Často jsou to třídní premianti a jsou oblíbeni u učitelů.

Typ badatel se vyznačuje přemýšlivostí, snahou o pochopení učiva a porozumění jeho podstatě. Badatelé mají tendenci k důkladnému analyzování úkolu, přičemž si udržují vlastní tempo, které může být pomalejší než u ostatních žáků, což může být ve školním prostředí vnímáno jako problém. Navenek mohou působit roztěkaně, vyhýbají se soutěžení a neradi pracují v časovém stresu. Na rozdíl od řešitelského typu jsou badatelé spíše introverti (Dacey, Lennon, 2000).

Mezi důležité sledované charakteristiky patří projevy kognitivní, nekognitivní a školní. Kognitivní charakteristiky nadaných rozděluje Hříbková (2009) na intelektové, tvořivé a paměť. Výzkumy ukázaly, že nadaní žáci mají stejné kognitivní schopnosti jako ostatní. V čem se ale liší, je použití vyspělejších strategií řešení. Výsledky inteligenčních testů nadaných žáků jsou srovnatelné s výsledky žáků o 2-5 let starších. Mezi nejdůležitější **kognitivní charakteristiky** např. patří:

- použití moderních technologií a zdrojů informací (encyklopedie, elektronické zdroje informací),
- cit pro rozpoznávání problémů a vztahů mezi jevy,
- strukturování informací,
- správné a rychlé zobecňování, vytvoření závěrů,
- rozvinuté kritické myšlení, kritické zhodnocení předkládaných informací,
- tendence k pochybování, polemice a sebekritice,
- bohatý slovník, abstraktní pojmy,

- lepší koncentrace pozornosti než vrstevníci,
- vyžadování nových informací a schopnost jejich přijímání,
- intelektuální zvědavost a hravost, velká fantazie a schopnost imaginace,
- flexibilní a nekonvenční uvažování,
- výborná paměť a dobré pozorovací schopnosti,
- pozornost směřovaná k pro ně zajímavým věcem, jevům.

K nekognitivním projevům patří **charakteristiky motivační, emocionální a sociální**, jako jsou např.:

- převaha vnitřní motivace,
- vědomé cíle, vytrvalá práce, komunikace a práce se staršími žáky,
- nebojí se riskovat, odvaha k vlastní prezentaci a argumentaci svých názorů,
- zvýšená potřeba emocionální podpory, až přecitlivělost, vyžadování zvýšené pozornosti, sociální „naivita“,
- expresivnost až impulzivita při obhajování názorů,
- potřeba volnosti a aktivity,
- extrémně nízké nebo vysoké sociální dovednosti.

Do skupiny **učebních projevů** jsou zahrnovány charakteristiky pozorovatelné při vyučování ve škole nebo při učení doma. Obecně platí, že nadaní žáci se učí snadno a rychle. Při školním vyučování to ale může být zdrojem komplikací a problémů. Z důležitých charakteristik můžeme uvést:

- preference individuálního učení před skupinovým,
- schopnost samostatného vyhledávání informací,
- znalosti v oblasti zájmu přesahující požadovaný rozsah i hloubku,
- učení prostřednictvím manipulace s objekty a experimentování,
- preference problémových úloh, spíše induktivní učení,
- oddalování dokončení činnosti v případě nespokojenosti s výsledkem, snaha o dokonalé provedení úkolu,
- potřeba prezentovat své znalosti před kolektivem nebo třídou.

2.1.3. Potřeby nadaných žáků

Jurášková vyjmenovává zásady vzdělávání intelektově nadaných žáků, respektive potřeby této skupiny žáků (Jurášková, 2006):

- **výrazná stimulace** – zahrnuje potřebu podnětů a aktivit, které jsou na hranici, nebo až nad hranici jejich zkušenosti. Tyto podněty pak musejí být nejen nové a složité, ale i pestré.
- **modifikace kurikula** – klade důraz na zabezpečení efektivnosti působení stimulů na rozvoj nadaných žáků formou modifikace vzdělávacího obsahu, metod i forem výuky.

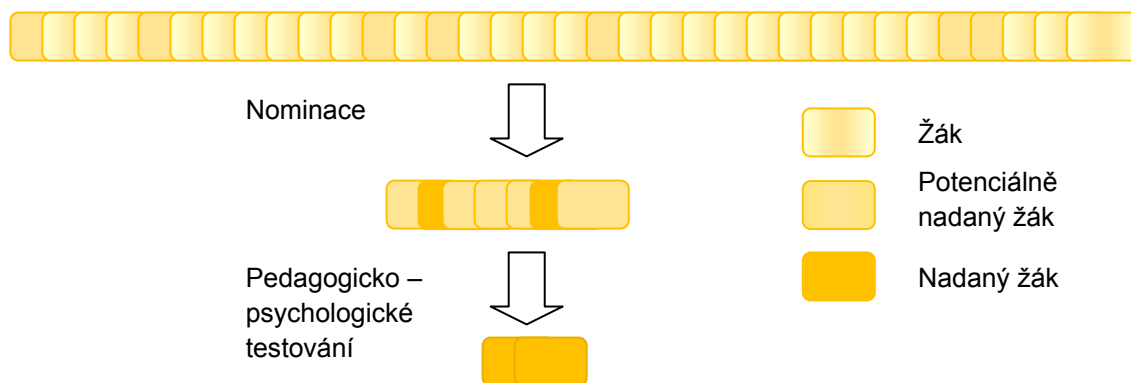
- **argumentačně založená komunikace** – vyjadřuje nutnost podpory otevřené komunikace, která akceptuje různé argumenty nadaného žáka, a současně zahrnuje i diskrétnost v hodnocení žákových výkonů.
- **kontakt s vrstevníky podobného zaměření** – zdůrazňuje potřebu partnerů pro rovnocennou komunikaci, kteří mají podobné zájmy a jsou jim vlastní podobné myšlenkové pochody.
- **individuální přístup** – vyjadřuje především nutnost akceptování specifických projevů nadaných, jejich osobnostních a emocionálních zvláštností.

2.2. Identifikace nadaných žáků

V současné době se již většina autorů zabývajících se nadáním shoduje, že k rozhodnutí, zda je žák nadaný, nestačí znát jen jeho IQ. V době vzniku IQ testů nicméně byl tento způsob jediným způsobem identifikace nadání. Jako nadaní byli obvykle označeni jedinci, jejichž IQ přesahovalo hodnotu 130. I dnes jsou IQ testy důležitou součástí identifikace nadání, ale navíc se zkoumají i další složky nadání, např. kreativita, kritické myšlení atd.

Pro potřeby vzdělávací praxe se nadání rozdělují na **manifestované** a **latentní** (Karnes, Shwedel, 1982). S manifestovaným nadáním se setkáváme častěji ve starším školním věku, kdy žák ve srovnání s vrstevníky dosahuje mimořádných výsledků v určité oblasti vzdělávání. Na druhou stranu o žákovi, který takto nevykíná, nemůžeme s jistotou říci, že nadaný není. To platí především pro mladší děti, které ještě nepodávají mimořádné výkony v určité oblasti, ale byl u nich zjištěn potenciál, který velice pravděpodobně takovéto výkony v budoucnosti umožní. Takové děti jsou označovány jako potenciálně nadané a mluvíme u nich o tzv. latentním nadání (Hříbková, 2009).

Samotný proces identifikace nadaných žáků (Obr. 4) je velmi náročný, dlouhodobý a individuální. V první fázi dochází k tzv. nominaci, kdy je žák na doporučení rodičů nebo učitelů zařazen do dalšího procesu identifikace (Tuttle et al., 1988). Tato fáze bývá označována jako subjektivní. V další fázi nastupují pedagogické a psychologické metody realizované skupinově nebo individuálně. Jedná se především o již zmíněné testy inteligence, dále motivační dotazníky, posuzovací škály chování, testy kreativity a divergentního myšlení, rozhovory, pozorování, rozbor portfolia, posouzení spolužáky, sledování školních známek, sledování účasti v soutěžích atd. (Zelinková, 2001). U inteligenčních testů patří mezi nejpoužívanější Stanford-Binetův inteligenční test a Wechslerova inteligenční škála. Hříbková (2009) se přiklání k používání těchto inteligenčních testů pouze jako součásti širší škály hodnotících nástrojů.



Obr. 4 - Schéma identifikace nadaných žáků

V první fázi tedy dochází k nominacím prostřednictvím učitelů, případně rodičů nadaných žáků. Tyto nominace jsou založeny především na pozorování žáka, sledování jeho portfolia a pokroků, srovnávání jeho výsledků s výsledky spolužáků a vrstevníků atd. Hříbková (2009) považuje pro identifikaci nadaných v předškolním věku za podstatné začlenit metodu „pozorování dítěte při činnostech ve standardních situacích“. Podle našeho názoru a zkušeností je toto zjištění vhodné aplikovat i při identifikaci nadaných žáků základních a středních škol. S rostoucím věkem žáků ale musíme brát více v úvahu možné zkreslení v chování a činnostech těchto žáků ve standardních situacích, kdy se žák nachází v kolektivu spolužáků nebo vrstevníků. Snaha žáka o začlenění do žádaných sociálních vztahů totiž velmi často ovlivňuje jeho chování tak, aby splňoval nepsaná pravidla dané sociální skupiny, přestože tato pravidla mohou být a často bývají v přímém rozporu s vnitřními pravidly a potřebami žáka (a případně též pravidly školy či společnosti).

Nominace učitelů i rodičů tedy vycházejí z pozorování kognitivních a nekognitivních charakteristik, charakteristik učení a školních projevů (Hříbková, 2009). Podle těchto níže uvedených projevů lze určit potenciálně nadané žáky. Na možný výskyt nadání poukazuje nejčastěji současný výskyt několika kognitivních a nekognitivních charakteristik, ale zdaleka není nutné, aby se vyskytovaly všechny najednou (v praxi se s tím nesetkáváme).

Identifikace nadaných v EU prochází změnami v oblasti použitých kritérií. Roste počet zemí, kde k identifikaci nadaných nepoužívají IQ testy.

Podle četnosti využívání v jednotlivých státech EU lze říci, že nejčastěji používaná identifikační kritéria nadání jsou (NIDM, 2008):

- školní známky,
- psychologické testy (testy IQ, osobnosti atd.),
- nominace učitelem,
- nominace rodiči,
- nominace expertem.

Další používaná kritéria jsou testy výkonu, autonominace, hodnocení ostatních výkonů ve škole (mimo známek) a případně vlastní kritéria dané instituce.

Identifikace nadaných v ČR

V České republice neprobíhá identifikace nadaných plošně a až do roku 1990 byla nejrozšířenější metodou pro identifikaci nadání účast v soutěžích. Z pohledu chemie se jedná především o účast v krajských (či okresních, podle kategorií) kolech Chemické olympiády. Dnes je identifikace založena právě na výše zmíněném nominačním principu. Zapletalová (2006) ve Věstníku MŠMT uvádí následující postup:

- nominaci provádějí rodiče, učitelé, spolužáci nebo i zletilý žák (autonominace),
- následuje pozorování v rodině i škole,
- pedagogicko-psychologické vyšetření (rodinná anamnéza, osobnostní charakteristiky, test kognitivních předpokladů, test tvořivosti, analýza výsledků pedagogické diagnostiky, specifika práce s učivem a strategie myšlení, analýza zájmové činnosti žáka),
- kontrolní vyšetření (jedenkrát ročně).

Cílem tohoto postupu je nejen zjistit silné stránky žáka a zvolit optimální postup v dalším vzdělávání (viz vzdělávání nadaných), ale také odhalit možné problémy a slabé stránky, které se u nadaných žáků vyskytují poměrně často (Novotná, Durmeková, 2009). Nadaným je pak možné vyjít vstříc nejen v jejich „silné“ oblasti vzdělávací (akcelerace, obohacení, IVP atp.), ale v případě potřeby i při řešení diagnostikovaných problémů (viz problémy vzdělávání nadaných) v rámci tzv. podpůrných programů.

V souvislosti s problémy při identifikaci nadaných se Hříbková (2009) zamýšlí nad tím, zda by nebylo lepší poskytovat všem žákům kvalitní primární vzdělání a identifikaci nadaných provádět až později. To by odpovídalo vnitřní diferenciaci a snaze o maximálně individuální přístup.

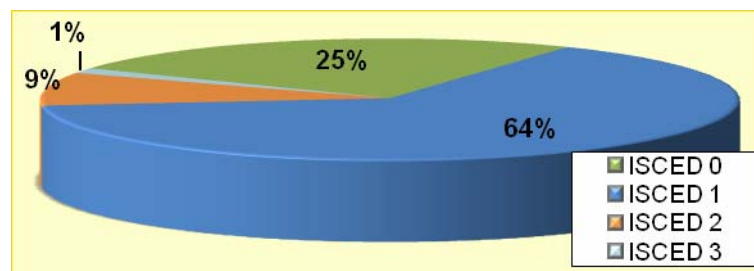
Tato problematika byla řešena pouze u dětí předškolního věku. Jeden z mála pokusů o plošnou identifikaci nadaných provedly Hříbková a Charvátová (Hříbková, Charvátová, 1991). Jejich výzkum se ale soustředil na předškolní děti v jedné pražské lokalitě. Jednalo se o dvoufázový identifikační proces založený jednak (v první fázi) na škálách posuzujících projevy chování spojované v tomto věkovém období s nadáním, jednak (ve druhé fázi) také na 3. revizi Stanford-Binetova inteligenčního testu, jedné úloze z Torranceho figurálního testu tvořivého myšlení, rozhovoru s dítětem a sledování kreativního chování při stavbě domečku. Z první do druhé fáze výzkumu prošlo 52 ze 156 dětí (tedy asi 33 %), ve druhé fázi uspělo 12 z 52 dětí, což je 23 % (z celkového počtu 156 je to necelých 8 %), kterým pak byla nabídnuta možnost účasti v programu pro rozvoj tvořivosti. Vzhledem k tomu, že se jedná o předškolní děti, nemůžeme automaticky všechny závěry převzít a aplikovat na žáky úrovně ISCED 2 a 3.

Další výzkumy proběhly pod hlavičkou Institutu pedagogicko-psychologického poradenství (dále jen IPPP) s podporou MŠMT a byly zaměřeny na děti v předškolním a mladším školním věku (Heider, 2006; Vágnerová, Klégrová, 2008; Novotná, Durmeková, 2009). Z výzkumů vyplývá například, že pozorované děti

- vykazují spíše všeobecné nadání,
- pocházejí často z rodin, kde se nadání již vyskytlo (více než 50 %),
- hodnota IQ je vyšší u dětí rodičů s vyšším vzděláním, vyšším socioekonomickým statusem, z úplných rodin a s bydlištěm ve městě,
- u většiny dětí byla diagnostikována specifická porucha učení (SPU).

Ve výzkumných vzorcích se vyskytli i nadaní s dvojitou výjimečností – 25 % (viz 4 dále), nejčastěji s ADHD a SPU. Výzkumy potvrdily, že se nadaní svým psychomotorickým tempem neliší od běžné populace a jejich významným rysem je silná vnitřní motivace k poznávání. Dále bylo zjištěno, že problémové chování vyvolané neuspokojováním poznávacích potřeb zmizelo po zavedení vhodných vzdělávacích opatření (akcelerace, obohacení atd., viz dále). Bylo zjištěno, že většina nadaných bez klinické diagnózy (téměř 78 %) má realistické sebehodnocení, a nadání v kombinaci se SPU bývá často identifikováno později.

Nejvíce pozornosti a péče je věnováno nadaným v předškolním a mladším školním věku (ISCED 0 – 2). Identifikace nadaných žáků staršího školního věku a adolescentů (ISCED 3) u nás prozatím není tak rozvinutá. Lze to vysledovat i z počtů nadaných podporovaných pedagogicko-psychologickými poradnami (PPP) v ČR.



Obr. 5 - Počty klientů PPP podle úrovně ISCED v ČR roce 2008/2009

Z Obr. 5 vyplývá, že nejvíce klientů PPP, téměř $\frac{2}{3}$ z celkových 360, tvoří žáci na úrovni ISCED 1, tedy v našich podmínkách žáci prvního stupně ZŠ. Pouze 1 % klientů jsou žáci úrovně ISCED 3 (středoškoláci).

Nejdůležitější roli v identifikaci nadaných žáků v ČR mají rodiče a především učitelé, kteří jsou hlavními prostředníky v přístupu k dalšímu rozvoji nadaných nebo i přímo poskytovateli a vykonavateli podmínek vhodných k rozvoji nadání. Důležitou roli hrají PPP, které by měly učitelům vycházet vstříc nejen v oblasti identifikace, ale i dalšího vzdělávání nadaných. Obvykle k jejich identifikaci používají pedagogicko-psychologické testy motivace, kreativity a kritického myšlení a zároveň zkoumají výsledky školní a mimoškolní činnosti potenciálně nadaných žáků.

2.3. Vzdělávání nadaných žáků

Velmi diskutovaným tématem ve vzdělávání nadaných je porovnávání důležitosti role formy a obsahu vzdělávání. Hříbková (2009) v tomto přístupu, kdy autoři staví obsah a formu vzdělávání téměř do protikladu, vidí problém, který řešení dané problematiky nepomáhá, spíše naopak.

Při vzdělávání nadaných je užitečné si uvědomit některé jejich zvláštnosti a charakteristické rysy, což může být při pedagogické práci s takovými žáky velmi prospěšné (Silverman, 1993):

- Nadaní jsou obvykle sebevědomější a vykazují silnější vnímání a prosazování sama sebe.
- Nadaní jsou méně ochotní podřizovat se pravidlům, která jsou v rozporu s jejich očekáváním a pozicí ve skupině.
- Nadaní jsou citliví na svou roli ve skupině. V situacích hodnocení a akceptace/odmítnutí iniciativy nadaného jedince v prostředí školy je vhodné věnovat zvýšenou pozornost dopadům takového jednání na sociální pozici dítěte.
- Nadaní žáci mají větší tendenci reagovat útokem či úzkostí.
- Nadaní jsou odvažnější v diskuzích s učitelem. Je tedy vhodné zadávat těmto jedincům úkoly, které budou vyžadovat jejich pozornost a zároveň jim umožní překonávat překážky. Z pedagogických postupů tak lze uvést individuálně zadávané úkoly projektového typu, případně s následnou prezentací výsledků.

U konkrétního jedince se samozřejmě nesetkáme se všemi těmito charakteristikami, nýbrž u každého nadaného se může vyskytovat jejich jiná kombinace.

2.3.1. Diferenciace kurikula

Podle Van Tassel-Baska (2003) je při utváření kurikula pro nadané žáky nutné dodržet z hlediska rozsahu a pořadí následující podmínky, kterými se mnohdy liší od ostatních kurikul:

- Musí být flexibilní a dovolit žákům pěstovat také vlastní zájmy a jiné způsoby řešení problémů.
- Mělo by vycházet z výstupů výzkumů akademické sféry, především v oblasti důležitosti principů, konceptů, dovedností a hodnot.
- Spíše než na konkrétní věci by mělo klást důraz na abstraktní principy a koncepty.
- Důraz by měl být kladen na integraci učiva.
- Nemělo by duplikovat standardní kurikulum, ale být jakousi jeho nadstavbou a rozšířením.

Jedním z velkých problémů a zdrojem neshod mezi pedagogy je vnější (separační varianta vzdělávání) a vnitřní (integrovaná varianta vzdělávání) diferenciace kurikula pro nadané. V praxi se nejčastěji setkáme s určitou kombinací obou přístupů (Jolliff, 2007). Zastánci vnější diferenciace kurikula argumentují např. špatnou reakcí nadaných na autoritativní přístup, až precitlivělost, ke kritice, případně nedostatek možností navázat přátelství (Silverman, 1993). Za řešení problémů nadaných považuje tato autorka oddělené vzdělávání nadaných ve speciálních třídách a školách a staví svoji teorii na asynchronním vývoji nadaných. Tvrdí, že nerovnoměrný vývoj je obecnou charakteristikou nadaných. Asynchronie je způsobena velkými rozdíly ve vývoji fyzické, intelektuální, emocionální, sociální a dovednostní složky osobnosti. Na příkladu šestileté Kate s IQ 170 ukazuje, že ačkoli je její biologické stáří pouze šest let, její mentální věk je deset let. Dále autorka na tomto příkladu ukazuje, že každý nadaný je směsicí mnoha vývojových stáří. Např. zmíněná Kate se chová jako šestiletá při jízdě na kole, jako třináctiletá, když hraje šachy, jako devítiletá, když diskutuje o pravidlech, jako osmiletá, když si vybírá knihy, ale jako pětiletá, když má sedět v klidu. U nadaných s dvojitou výjimečností se pak můžeme setkat s daleko vážnějšími formami asynchronie. Integrované vzdělávání nadaných odmítá L. K. Silverman (1993) z následujících důvodů:

- velká odlišnost nadaných od jejich vrstevníků,
- klasická škola není pro nadané dostatečná výzva,
- většina nadaných žáků přichází do škol s tím, že už ovládají velkou část předkládaného učiva (nižší stupeň ZŠ),
- učitelé téměř vůbec nepřizpůsobují výuku potřebám nadaných,
- specializované programy jsou dostupné pouze několik hodin týdně.

Autorka uvádí, že oddělené vzdělávání přináší nadaným větší uspokojení např. v soutěživosti. Příkladem státu, který jde spíše cestou vnější diferenciace, je Slovensko. Spíše vnitřní diferenciaci praktikují severské země, kde upřednostňují integrovanou výuku. Nadaní žáci jsou tak vzděláváni spolu s ostatními žáky ve stejných školách a třídách. K této variantě se přiklání i Hříbková (2009), která uvádí, že při separovaném vzdělávání dochází ve větší míře k soutěživosti až vzájemné nevraživosti. Toto prostředí pak může být pro nadané žáky typu badatel nevyhovující a mohou se u nich zhoršovat problémy nebo vznikat nové. Podle Novotné (2004), která zkoumala strukturu vztahů ve třídě, vztahy mezi žáky ve třídě velmi úzce souvisejí

s jejich rodinným zázemím. Neoblíbenost až izolovanost žáků korelovala s jejich problematickým rodinným zázemím, nikoliv s jejich kognitivními charakteristikami, a proto se autorka domnívá, že vytvoření intelektově homogenních skupin nijak nevyřeší problémy žáků s navazováním přátelství.

Separáční varianta vzdělávání nadaných žáků má velkou tradici především v USA. Tuto variantu nejčastěji reprezentují specializované školy nebo speciální třídy v rámci běžných škol. V Evropě je v současnosti trendem spíše integrovat nadané do hlavního proudu vzdělávání. Integrovaná výuka probíhá v běžných třídách pod vedením proškoleného kmenového učitele nebo za asistence dalšího učitele (konzultanta). V reálných školských systémech se ale často setkáme s tzv. kombinovanou variantou. Ta může být realizována jako speciální třída, kde část výuky probíhá v běžné třídě, nebo jako běžná třída, kde část výuky probíhá ve třídách vyššího ročníku (Laznibatová, 2001). Zastoupení akcelerace a obohacování v kombinované formě se může měnit i v průběhu času. Například ve Škole pro mimořádně nadané v Bratislavě se v prvních letech studia více uplatňuje akcelerace učiva, později se přechází spíše k obohacování učiva. Oba přístupy, separáční i integrační, mají svoje výhody i nevýhody, a proto je asi nejlepší variantou jejich kombinace. Z průzkumu L. Hříbkové z roku 1993 (Hříbková, 2009) (realizovaném mj. mezi učiteli pražských ZŠ) vyplynulo, že 70 % učitelů považuje integrované vzdělávání nadaných žáků za dostatečné pro uspokojování jejich vzdělávacích potřeb, ale pouze za předpokladu vytvoření odpovídajících podmínek. Navíc podle Novotné (2004) umístění žáka do intelektově stejnorodého prostředí neřeší problém jeho nepřijetí kolektivem. To přitom často bývá argument zastánců separovaného vzdělávání, kteří se nepodloženě domnívají, že ve výkonově a intelektově homogenním prostředí nedochází k sociálnímu vyloučení jedinců.

Diferenciace kurikula pro nadané žáky se v praxi realizuje nejčastěji jako obohacení (enrichment) a urychlení (acceleration) učiva, respektive vyučovacího procesu. V praxi se oba tyto přístupy kombinují, takže je nemůžeme striktně oddělovat. „Akcelerace může být současně pro dítě obohacující a obohacování může vést k urychlení v jiné oblasti“ (Hříbková, 2009).

Akcelerační přístup se snaží o změny délky vzdělávacího procesu. Obvykle dochází ke zkrácení délky školní docházky. Tento přístup je vhodný pro intelektově nadané, především pro matematicky nadané (Stanley, 1974). Akcelerační přístup byl často spojován se separáční variantou vzdělávání, kde se žáci seskupují podle dosažených kompetencí. Integrovaná varianta ale pro akcelerovaného žáka znamená prakticky neustálou změnu třídního kolektivu, což může mít silný vliv na jeho osobnostní rozvoj. Jelikož se ale často objevovaly problémy s fyzickou, sociální a emoční nevyzrálostí, uplatňoval se tento přístup později už jen v některých oborech, např. v matematice. Akcelerační přístup vyhovuje lépe nadaným typu řešitel. V praxi se dnes akcelerační přístup realizuje mnoha způsoby. Některé organizační formy uvádí Hříbková (2009):

- předčasný nástup do ZŠ,
- nástup až do druhého ročníku ZŠ,
- přeskokování ročníků,
- zkrácení doby výuky daného předmětu,
- návštěva výuky předmětu na vyšším stupni,
- výběr náročnějších volitelných předmětů atd.

V akceleračním přístupu se předpokládá rychlejší učební tempo nadaných žáků a z toho také vycházejí dva způsoby realizace:

- **telescoping** – redukce času na osvojení učiva,
- **compacting** – zhuštěná prezentace učiva.

V akceleračním přístupu je nutné dbát na návaznost učiva, jinak přestává být efektivní. Po ukončení výuky daného předmětu (na střední škole) je ale nutné navázat s dalším individuálním vzděláváním žáka v daném předmětu, případně žák může navštěvovat přednášky na VŠ apod.

Obohacující přístup si klade za cíl rozšíření znalostí, vědomostí a dovedností žáka a prohloubení a obohacení učiva daného předmětu. Žák tak v učivu nepostupuje rychleji než ostatní spolužáci, ale zvládá větší šíři (nová témata v rámci daného předmětu) a hloubku (prohlubování témat do větších podrobností) učiva. Obohacující přístup se dá dobře realizovat v integrované formě vzdělávání, kde panují podmínky blízké reálnému sociálnímu prostředí. Obohacující přístup vyhovuje lépe nadaným typu badatel a měl by brát ohled na aktuální afektivní a kognitivní úroveň žáka. Vhodné organizační formy pro obohacující přístup podle Hříbkové (2009) jsou:

- samostatné studium,
- projektové vyučování,
- skupinové vyučování,
- účast na výuce vyššího ročníku,
- přítomnost pomocníka učitele (konzultanta) ve třídě – zlepšení individuálního přístupu,
- přidělení školitele (tutora) – dlouhodobé vedení žáka atd.

Obohacující přístup má přispívat k rozvoji kreativity žáků, strategie plánování řešení a rozvoji jejich metakognitivních vlastností. Zadávané úkoly by proto měly být dostatečně abstraktní a komplexní a měly by respektovat divergentní povahu myšlení nadaných žáků. Zároveň je ale žádoucí, především z hlediska motivace, propojení předkládaných úloh v jednotlivých vyučovacích předmětech s reálnými a praktickými problémy, které vede také k lepšímu porozumění i k aplikaci poznatků. Důležitá je také volba aktivizačních metod výuky. Je vhodné použít metodu „řešení problémů“, „kritického myšlení“ či „učení s podporou počítače“. Významnou roli hraje také použití doplňkových výukových a studijních materiálů, jako jsou alternativní učební texty, encyklopedie, naučné časopisy nebo vlastní materiály (Zapletalová, 2006; Hříbková, 2009).

K obohacujícímu přístupu můžeme počítat také volitelné školní i mimoškolní aktivity, jako jsou zájmové kroužky, kurzy, exkurze, speciální programy, on-line aktivity, účast v soutěžích a olympiádách apod. Jejich nevýhodou je, že jejich obsah je často bez přímého vztahu k běžnému kurikulu. To lze kompenzovat nebo nahradit rozvojem studenta pod vedením pověřeného učitele, staršího žáka nebo externího odborníka. Všechny tyto vzdělávací nabídky se dají libovolně kombinovat a mohou přispět k obohacení výukového procesu.

2.3.2. Sebevzdělávání

Jednou ze základních charakteristik nadaných je jejich raná schopnost číst. Tento projev je často interpretován jako potenciální nadání a je jedním z identifikačních kritérií nadání u dětí

předškolního věku. Zálibu ve čtení můžeme do jisté míry považovat za aktivitu uspokojující velké nároky nadaných na získávání informací, přičemž tato aktivita obvykle přetrvává až do dospělosti (Jung, 1994). Předpokládá se, že čtením se rozvíjejí některé osobnostní charakteristiky jako vytrvalost nebo autoregulace, které jsou důležitými projevy nadání. Čtení hraje jednu z nejdůležitějších rolí při samostudiu, kdy je žák odkázán sám na sebe a svůj úsudek.

Sebevzdělávání formou nejrůznějších mimoškolních aktivit jako jsou zájmové kroužky, prezenční i on-line kurzy, studium odborné literatury, konzultace s odborníky, účast na olympiádách a soutěžích může velmi výrazně přispět k manifestaci, případně rozvoji nadání žáka v daném oboru. Základem je vždy kombinace příznivých vnějších podmínek - podpora ze strany rodičů, zájem, pomoc a motivace ze strany učitelů, přátelské klima ve školní třídě, vnitřní motivace žáka a mnoho dalších faktorů, které mohou pozitivně i negativně interferovat.

2.3.3. Role školy a učitele při rozvoji nadání

Role školy a učitele jsou podle našeho názoru důležité faktory a jejich vliv na rozvoj nadání je v literatuře prozatím velmi nedostatečně popsán. Jedním z důvodů může být skutečnost, že se nejedná o jednoduché veličiny, ale spíše o komplexní a obtížně měřitelné soustavy veličin, které jsou velmi úzce provázány a u kterých můžeme pozorovat vzájemnou závislost na různých úrovních vzájemného ovlivňování. Simonton (1994) definuje několik faktorů ovlivňujících kvalitu vyučovacího procesu:

- **atmosféra vyučovacího procesu** – klima třídy a školy silně ovlivňuje kvalitu procesu vyučování,
- **vyučovací styl a osobnost učitele** – přístup učitele ke vzdělávacímu procesu i k žákům samotným může být jedním z kritických momentů pro manifestaci nadání.

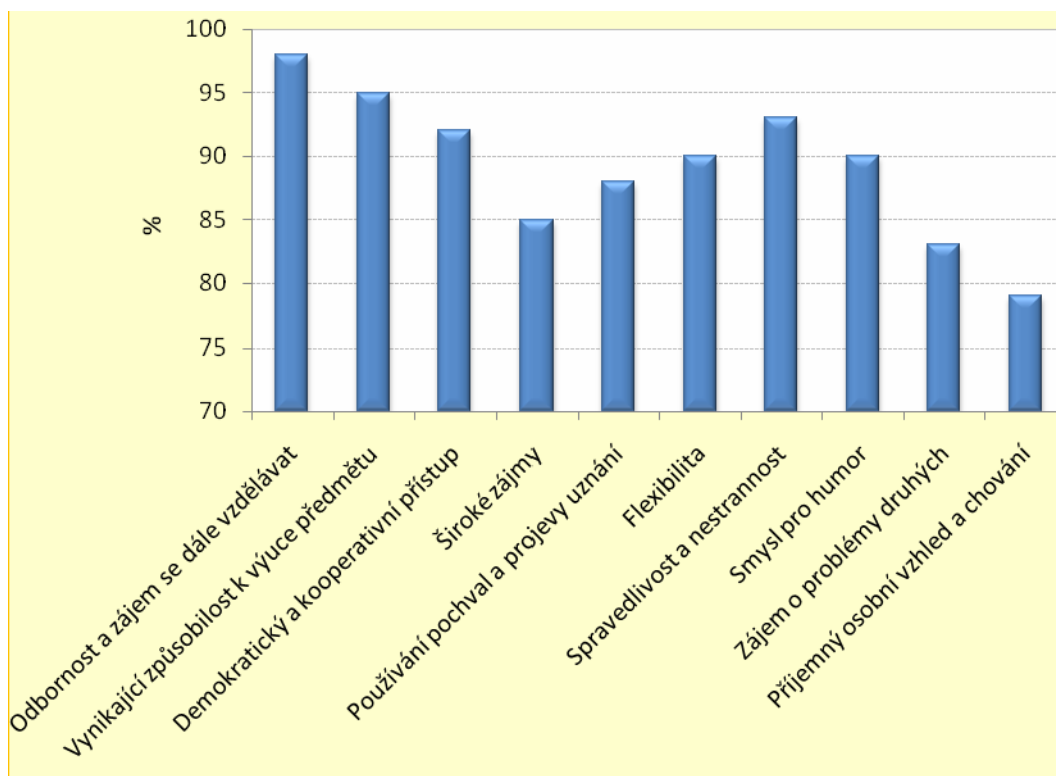
Příznivá atmosféra vyučovacího procesu a vyučovací styl a osobnost učitele obvykle vedou ke správné manifestaci nadání u potenciálně nadaných. V případě nepříznivé atmosféry vyučovacího procesu nebo vyučovacího stylu či osobnosti učitele mohou u potenciálně nadaných žáků nastat dvě alternativy:

- nadání se nemanifestuje – žák stagnuje a ztrácí zájem o daný vyučovací předmět, nudí se, „provokuje“ učitele a získává negativní postoj ke škole,
- manifestace nadání – nepříznivé faktory ve školním prostředí mohou posílit některé osobnostní charakteristiky jako vůli, vytrvalost, zvidavost atd., které žáka motivují k nalezení alternativních zdrojů informací a podpory rozvoje svého nadání.

S nepříznivými faktory ve vzdělávacím procesu se lépe dokážou vyrovnat nadaní typu řešitel. Naopak typ badatel zvládá nepříznivé faktory jen velmi obtížně a je náchylný ke ztrátě zájmu a vytvoření negativních postojů ke škole.

Sisk (1987) zjišťovala, jaké charakteristiky učitele jsou důležité pro nadané žáky. Z výzkumu vyplynulo, že nejdůležitější pro nadané žáky je odbornost učitele, jeho zájem se dále vzdělávat, přístup k výuce (entuziazmus) a spravedlivé a nestranné hodnocení. Z grafu (Obr. 6) dále vyplývá, že pro nadané žáky jsou relativně málo důležité osobnostní charakteristiky, jako je vzhled a chování učitele, ale překvapivě i jeho zájem o problémy

ostatních. To může souviset s často asymetrickým vývojem nadaných v oblasti emociální a sociální.



Obr. 6 - Charakteristiky učitele pro vzdělávání nadaných (Sisk, 1987)

Důležitá je tedy příprava učitele na problematiku vzdělávání nadaných už v rámci vysokoškolského studia a jeho následná ochota k dalšímu sebevzdělávání v této oblasti. Urban (1989) uvádí tři požadavky na učitele nadaných:

- vyučovací styl kompatibilní s potřebami nadaných,
- schopnost rozšiřovat a prohlubovat vzdělávací program pro nadané,
- umění rozpoznat problémy nadaných a citlivost k jejich potřebám.

Další autoři přidávají ještě mnoho dalších charakteristik typických i pro nadané žáky, jako jsou entuziasmus, autenticita nebo kreativita. Jurášková (2006) ale polemizuje s nutností vyžadovat kreativitu od učitelů nadaných žáků: „Není až tak důležité, aby učitel byl tvořivý, důležité je, aby uměl tvořivé nápady ocenit a povzbuzovat je.“

Podle výzkumu provedeného Hříbkovou (1994) mezi učiteli základních škol se mění jejich postoje a názory na vzdělávání nadaných žáků v závislosti na délce jejich praxe. „Se zvyšující se délkou praxe považuje stále více učitelů problémy u nadaných ve srovnání s problémy u handicapovaných dětí za podstatně méně časté a snadněji řešitelné“ (Hříbková 1994).

2.3.4. Problémy vzdělávání nadaných žáků

Nadaní žáci jsou heterogenní skupinou. Nejedná se o populaci žáků, pro kterou by existovaly univerzální postupy, které by bylo možné snadno a okamžitě identifikovat ve školním prostředí. Nadaný žák se může projevat různě, od na první pohled patrné vysoké až po nápadně nízkou výkonnost, přes nejrůznější problémy v oblasti zdravotní, sociální, osobnostní, emocionální

nebo verbální. Samozřejmě jsou i nadaní, kteří jsou z pohledu učitele tzv. bezproblémoví. Zmíněné problémy mohou být zapříčiněny úzkostí, ztrátou motivace, vzdorem, nízkou sebedůvěrou, vnímáním vlastní odlišnosti či neadekvátním sebepojetím. Výzkumy realizované na téma vývoj nadaných dětí rozdělily zaangažované vědce na dvě skupiny. Výsledky první skupiny hlásají harmonický a bezproblémový vývoj nadaných (např. Czeschlik, 1988). Druhá skupina zveřejnila výsledky výzkumů, které uvádějí četné problémy v sociálním a emočním vývoji (např. Silverman, 1993). Zastoupení tzv. „problémových“ jedinců mezi nadanými je obtížné přesně určit. Přesto je možné udělat si alespoň základní představu z výzkumu Novotné a Durmekové (In Hříbková 2009; Novotná, 2004), kde u 25 % z 39 zkoumaných žáků byly diagnostikovány tzv. **dvojí výjimečnost**.

Název „dvojí výjimečnost“ se vžil pro označení nadaných, kterým bylo diagnostikováno nějaké zdravotní znevýhodnění s edukačními důsledky (ovlivňující např. jejich schopnost učit se, soustředit apod.) Jedná se především o čtyři skupiny poruch:

- **specifické poruchy učení** (SPU – dyslexie, dysgrafie, dysortografie atd.),
- **specifické poruchy chování** (poruchy pozornosti spojené s hyperaktivitou - ADHD),
- **Aspergerův syndrom** (druh autismu, pro který jsou charakteristické problémy v oblasti sociální interakce),
- **smyslové nebo tělesné postižení** (dětská mozková obrna, vady zraku, poruchy řeči, motoriky a grafomotoriky, atp.).

Specifické poruchy učení patří mezi nejčastější poruchy učení u žáků (Heider, 2006; Jurášková, 2006; Hříbková, 2009).

Kromě zdravotních problémů se u nadaných často setkáváme s opožděným vývojem v sociální oblasti, což se může projevat jako konflikty se spolužáky, neschopnost přizpůsobit se skupině až úplnou sociální izolací daného žáka. Nadaní žáci často ve skupinách zaujímají extrémní pozice leadera nebo outsidera. K roli outsidera a izolaci jedince přispívají nízká sebedůvěra, introverze, odlišné zájmy, komunikační problémy apod. (Hříbková, 2009).

Další problémy nadaných mohou být osobnostního charakteru. To je dáno častým výskytem protikladných osobnostních charakteristik u této skupiny žáků (Feldhusen, 1986), ať už je to nedostatek sebedůvěry, neadekvátní sebepojetí nebo přecitlivělost. Perfekcionismus může vyústit ve verbální problémy, kdy nadaný nedokáže vyjádřit přesně to, co chce a jak to chce. Přecitlivělost je známkou emocionální nevyzrálosti a vyžaduje vhodný přístup ze strany učitele.

Pro rozvoj slabších stránek a zmírnění osobnostních, sociálních a emocionálních problémů se do vzdělávání zavádějí tzv. podpůrné programy (Zapletalová, 2006) např. Asociace pomáhající lidem s autismem (APLA). Tyto programy mají za úkol pomoci nadaným rozvinout jejich problematické oblasti, a tak zajistit jejich lepší socializaci.

Ne všechny problémy nadaných žáků (potažmo žáků se zájmem o daný vyučovací předmět) můžeme dávat za vinu jim samým. Tito žáci patří často k „lépe se učícím“, což učitelé většinou vnímají jako signál, že žák nepotřebuje žádnou pomoc. Bohužel v případě nadaných je opak pravdou. Jejich typický „hlad“ po informacích by měl být primárně uspokojen ve vzdělávacím procesu. Pokud se to neděje, žáci si v lepším případě najdou zdroj informací sami, v horším případě (když se jim učitel nevěnuje) hrozí, že se při výuce začnou nudit, ztratí zájem

o daný vyučovací předmět a stanou se „rušivými vlivy“ vyučovacího procesu. Pokud si toho učitel všimne včas, správně určí příčiny a zareaguje, žáci nejen přestanou rušit, ale neztratí ani zájem o daný vyučovací předmět.

Všechny problémy nadaných, ať už zdravotního, sociálního nebo osobnostního charakteru, ovlivňují nejen intelektuální výkon, ale i chování nadaných žáků. Mnohdy je tento vliv tak silný, že částečně nebo i úplně zastíní jejich nadání. K tomu často přispívá i opožděný vývoj dítěte nebo stereotypní očekávání rodičů a učitelů, že dítě s SPU musí nutně být intelektuálně podprůměrné. To vše pak znesnadňuje úlohu rodičů a učitelů, od kterých se očekává rozpoznání talentu, a zároveň tím dochází k oddálení možnosti dalšího rozvoje nadání.

Jedním z častých problémů nadaných, i když mnoha autory přehlíženým, je perfekcionismus. Z hlediska perfekcionismu rozděluje Parker (1995) nadané do tří skupin:

- neperfekcionisté,
- funkční perfekcionisté (svědomitost, vysoké cíle),
- dysfunkční perfekcionisté (přehnaná orientace na vlastní chyby).

Problémová může být třetí skupina - přehnaná orientace na vlastní chyby může ve svém důsledku vést až k patologickým jevům, jako jsou neurózy, deprese apod.

2.3.5. Současný stav vzdělávání nadaných žáků v ČR

Legislativa

V ČR byly nadané děti postaveny na stejnou úroveň jako děti se speciálními vzdělávacími potřebami až v roce 2005 zákonem č. 561/2004 Sb. a následnou Vyhláškou MŠMT ČR 73/2005 Sb. Do té doby naše legislativa pojem nadání samostatně neřešila. Přesto ale už dlouho před rokem 2005 existovaly státní i nestátní organizace podporující nadané a talentované děti a výzkum nadání.

Jedním z hlavních pilířů podpory vzdělávání nadaných v české legislativě je zákon 561/2004 Sb., který ukládá školám a školským zařízením vytvářet podmínky vhodné pro rozvoj nadání dětí, žáků a studentů. Dále je v zákoně uvedeno: „Ředitel školy může s písemným doporučením školského poradenského zařízení povolit nezletilému žákovi se speciálními vzdělávacími potřebami nebo s mimořádným nadáním na žádost jeho zákonného zástupce a zletilému žákovi nebo studentovi se speciálními vzdělávacími potřebami nebo s mimořádným nadáním na jeho žádost vzdělávání podle individuálního vzdělávacího plánu (IVP).“ V sekundárním vzdělávání může ředitel povolit vzdělávání podle IVP i z jiných vážných důvodů (např. žákům – cizincům nemluvícím česky). Na zákon 561/2004 navazuje Vyhláška 73/2005 Sb. MŠMT ČR, která dále specifikuje, kdo je nadaný žák a jaké jsou možnosti vzdělávání této skupiny žáků. „Mimořádně nadaným žákem se pro účely této vyhlášky rozumí jedinec, jehož rozložení schopností dosahuje mimořádné úrovně při vysoké tvořivosti v celém okruhu činností nebo v jednotlivých rozumových oblastech, pohybových, uměleckých a sociálních dovednostech“ (Vyhláška 73/2005 Sb.). Vyhláška popisuje především podmínky využití IVP a přeřazení žáka do vyššího ročníku. Podrobněji je problém vzdělávání nadaných žáků rozebrán ve Věstníku MŠMT (Zapletalová, 2006). Za identifikaci nadaných zodpovídá kromě rodiny a učitelů také školské poradenské zařízení, tedy pedagogicko-psychologické poradny (PPP). Podobně jsou zde rozvedeny cíle a možnosti akceleračního i obohacujícího přístupu ke vzdělávání nadaných včetně IVP. Krátce je zde zmíněna i povinnost školy připravit

či zajistit podpůrné programy předcházející problémům nadaných žáků především v sociální oblasti.

Hlavní roli při vzdělávání nadaných v ČR má český vzdělávací systém. Garantem vzdělání je Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy (MŠMT), které se stará o legislativní zastřešení a zajištění fungování celého školství. Oblast vzdělávání nadaných má na starosti Národní institut dětí a mládeže (NIDM), který je odborným zařízením MŠMT a jehož účelem je státní podpora a ochrana mládeže. NIDM zajišťuje především mimoškolní aktivity pro nadané žáky:

- soutěže,
- olympiády,
- středoškolskou odbornou činnost,
- distanční vzdělávání (např. e-learning), apod.

Organizace a projekty zabývající se nadáním

Jednou z prvních organizací byla pobočka ECHA v ČR Společnost pro talent a nadání (STaN), která funguje od roku 1989. „Činnost STaN vychází ze skutečných potřeb školské veřejnosti. Je založena na neustále aktualizovaných odborných znalostech, získaných studiem i spoluprací s významnými zahraničními odborníky a na dlouhodobých zkušenostech z práce s nadanými.“ Snaží se řešit problémy nadaných, jako jsou nuda, osamělost, nepochopení, zesměšňování, šikana, deprese nebo ztráta motivace ke vzdělávání, dvojitá výjimečnost apod. Dále se snaží o osvětu a zlepšení informovanosti učitelů, psychologů i rodičů a zlepšení komunikace mezi těmito skupinami (ECHA ČR, 2009).

V současné době se v ČR věnuje nadaným kromě STaNa a IPPP velké množství státních i soukromých institucí (viz Příloha I). V rámci chemického vzdělávání se nadanými zabývá např. Česká společnost chemická (ČSCH), která pořádá Chemickou olympiádu (ChO).

Vzdělávání nadaných v praxi

V ČR se můžeme setkat jak s vnější diferenciací kurikula, tak i s diferenciací vnitřní. Vnější diference v českém školství spočívá především v přestupech žáků základních škol na víceletá gymnázia, která ještě často bývají jazykově, přírodovědně či humanitně zaměřena. Vznikají tak speciální třídy s žáky vybranými na základě jejich úspěšnosti u přijímací zkoušky. Tento typ výběru ale použitou metodikou nezaručuje výběr nadaných žáků, i když se dá předpokládat, že především nadaným typu řešitel tento způsob bude vyhovovat. Naopak typ badatel a žáci s dvojitou výjimečností mají velmi malé šance na úspěch. Proto si myslíme, že víceletá gymnázia nelze v pravém slova smyslu považovat za plnohodnotnou alternativu specializovaných škol pro nadané, jak je známe např. ze Slovenska nebo Finska. Ale i v ČR už existují speciální školy pro nadané žáky - jednou z nejznámějších je Gymnázium Buďánka v Praze, které se specializuje na vzdělávání intelektově velmi nadaných žáků (IQ > 130). V praxi zde uplatňují individuální přístup, obohacující přístup a podporu profilace žáků.

Vnitřní diference je v české legislativě podpořena zavedením tzv. individuálních vzdělávacích plánů (IVP). IVP nejsou vyhrazeny pouze pro nadané žáky, ale také pro žáky se speciálními vzdělávacími potřebami (SVP), kde je v současné době jejich využití mnohem častější. Proces vnitřní diference samozřejmě není závislý pouze na IVP a učitel může a měl by výuku vnitřně diferencovat bez ohledu na IVP. Ne každý žák má totiž nárok na IVP, který je

vyhrazen žákům se speciálními vzdělávacími potřebami a nadaným a talentovaným žákům. K tomu, aby byl žák označen jako nadaný, však musí projít složitým a podrobným testováním a hodnocením (viz výše). Když je prokázáno nadání, je žákovi sestaven IVP na míru. Přesto zbývá velká skupina žáků, tzv. „se zájmem o chemii“, kteří sice nadání nejsou, nebo se u nich zatím nadání nemanifestovalo, ale alespoň někdy by potřebovali individuální přístup učitele. Bohužel učitelé jsou mnohdy až příliš vytíženi „papírováním“ a přetížení velkým množstvím žáků ve třídách, proto jim na vnitřní diferenciaci nezbývají čas ani síly. Navíc k tomu nejsou systematicky vedeni ani v rámci svého studia a až v současné době se na některých pedagogických fakultách a oborových didaktikách začíná s implementací poznatků z oblasti vzdělávání nadaných do přípravy budoucích učitelů.

Vyhláška MŠMT ČR č. 73/2005 Sb. nabízí v rámci vnitřní diferenciaci kurikula tři možnosti práce s nadanými žáky:

- vytvoření IVP,
- obohacování učiva,
- akceleraci vzdělávacího procesu.

Jak uvádějí už Zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), vyhláška 73/2005 Sb. a Zapletalová (2006), školy musejí zajistit optimální podmínky pro vzdělávání nadaných žáků a rozvoj jejich nadání. IVP obsahuje údaje o (Vyhláška 73/2005 Sb.):

- oblasti, typu a rozsahu nadání,
- vzdělávacích potřebách žáka,
- (případně) vyjádření ošetřujícího lékaře,
- poskytování pedagogické a psychologické péče,
- vzdělávacím modelu (časový a obsahový rozvrh učiva, způsob zadávání učiva i zkoušení),
- doporučených pomůckách a učebních materiálech,
- personálním zajištění průběhu vzdělávání.

IVP tedy v sobě může nést informace o akceleraci a obohacení učiva. Obvykle jsou ale nadaní žáci v našich školách vzdělávání bez IVP, jsou integrováni do běžných tříd a není jim věnována žádná nadstandardní péče. To částečně vyplývá i legislativního podání nadaných žáků, kteří jsou prakticky položeni na roveň žákům se speciálními vzdělávacími potřebami. Velkou roli zde hraje již odnepaměti zakořeněný pohled učitelů na nadané žáky jako na ty, kteří učivo zvládají bez problémů a o které není třeba se starat.

„Individuální vzdělávací plán je ve své podstatě realizací procesu vzdělávání identifikovaného mimořádně nadaného žáka aplikovaný na aktuální podmínky a přístupy vzdělávání v kontextu konkrétní školy, kde se žák vzdělává“ (Zapletalová, 2006). IVP je tedy velice flexibilní dokument, který se vždy musí sestavit „na míru“ aktuálním vzdělávacím potřebám nadaného žáka nejen v oblasti kognitivní, ale i v oblasti afektivní a motorické. IVP by měl podle O. Zelinkové umožňovat:

- žákovi pracovat podle jeho schopností, individuálním tempem,

- učitelé pracovat s dítětem na úrovni, kterou ono dosahuje, a být vodítkem pro individuální vyučování a hodnocení,
- zapojení rodiče, kteří se tak stávají spoluzodpovědnými za výsledky práce svého dítěte,
- aktivní účast žáka, který není jen pasivním objektem působení učitele, ale aktivním spoluúčastníkem vlastního vzdělávacího procesu.

Sestavení IVP předchází podrobná diagnostika vzdělávacích potřeb, silných a slabých stránek žáka a jeho osobnostních charakteristik. Tato diagnostika je pak využita pro sestavení cílů, metod práce a strategií vzdělávacího procesu. V rámci IVP se využívá buď přístup akcelerační nebo obohacující, případně jejich kombinace. Pokud se nadaný žák v rámci akcelerace nebo obohacení učiva účastní vzdělávání mimo jeho kmenovou třídu, pak musí být tyto změny součástí jeho IVP.

2.3.5.1. Vzdělávání nadaných v zahraničí

Tématem vzdělávání nadaných se Evropa začala více zabývat až ve druhé polovině 20. století. Navázala tak na USA, kde se podpoře vzdělávání nadaných dětí věnovali už ve 20. letech minulého století L. M. Terman a L. S. Hollingworth (Terman, 1925; Hollingworth, 1942). Na rozdíl od USA ale odhalování nadaných dětí v Evropě nemělo tak velký dopad na jejich životní osudy, především v důsledku odlišné strategie vzdělávání. V roce 1975 byl založen World Council for Gifted and Talented Children (WCGTC, 2009), který se zabývá:

- usnadněním mezinárodní výměny informací, nápadů a zkušeností,
- podporou a rozšiřováním výzkumu a vzdělávání nadaných dětí a jejich učitelů,
- poskytováním příležitostí pro výměnu nápadů, zkušeností a přípravu učitelů,
- podporou národních organizací a nadaných dětí v těchto zemích,
- podporou mezinárodních programů a aktivit pro děti,
- podporou a posilováním vzdělávání rodin a rodičů v oblasti rozvoje potenciálu dětí.

K rozvoji vzdělávání nadaných v Evropě velmi výrazně přispělo založení mezinárodní společnosti European Council for High Ability (ECHA) v roce 1986. Cíle organizace ECHA jsou ve své podstatě podobné jako u WCGTC (ECHA, 2009):

- komunikace a výměna informací mezi výzkumníky, pedagogy, psychology, rodiči a nadanými,
- snaha o pokrok ve výzkumu lidského potenciálu a nadání.

ECHA se dokonce v roce 1995 stala poradcem Rady Evropy. Specifická opatření pro vzdělávání nadaných v EU se z velké části kryjí s nabídkou v ČR. Můžeme je rozdělit na několik typů, jejichž poměrné zastoupení se liší v závislosti na konkrétní úrovni vzdělávání (v závorce jsou uvedeny úrovně ISCED s nejčastějším výskytem - NIDM, 2008):

- dřívější přijetí na školu (ISCED 0, 1, 2),
- přeskočení ročníku (ISCED 0, 1, 2),
- sdílení třídy s vyššími stupni (ISCED 0, 1, 2),

- skupinová akcelerace (ISCED 2, 3),
- workshopy (ISCED 2, 3),
- spolupráce s firmami a neziskovými organizacemi (ISCED 2, 3),
- speciální osnovy (ISCED 2, 3),
- individuální mentor (ISCED 2, 3),
- samostudium (ISCED 2, 3),
- školní soutěže (ISCED 2, 3),
- mimoškolní soutěže (ISCED 2, 3),
- psychologické poradenství (ISCED 1, 2, 3),
- letní tábory (ISCED 2, 3),
- festivaly (ISCED 1, 2, 3),
- výstavy, veřejné prezentace (ISCED 1, 2),
- umělecká představení (ISCED 1, 2, 3),
- speciální školy (ISCED 0, 1, 3).

V závorkách je uvedeno, na jakých úrovních vzdělávání se daná nabídka nejčastěji využívá. Z výše uvedeného je vidět, že pro úroveň ISCED 0 jsou nejvíce využívány speciální školy, dřívější přijetí do školy, přeskočení ročníku nebo sdílení třídy s vyššími stupni. Na úrovni ISCED 1 se k dřívějšímu přijetí do školy, přeskočení ročníku a sdílení třídy s vyššími stupni často přidává vzdělávání podle speciálních osnov. Na úrovni ISCED 2 je nejčastější opět přeskočení ročníku, stále větší roli hrají speciální osnovy a výrazně se začínají prosazovat školní i mimoškolní soutěže a letní tábory. Oproti předchozím úrovním se v ICED 3 zvyšuje podíl školních a mimoškolních soutěží či letních táborů. Přibližně na stejné úrovni pak zůstává vzdělávání podle speciálních osnov a velmi významnou roli v této úrovni má samostudium.

Asie

Na rozdíl od evropského pojetí nadání jako genetického předpokladu v Asii věří, že každé dítě se rodí se stejným potenciálem. Klíčem k úspěchu je proto tvrdá práce, vytrvalost a víra v lidský potenciál jak ze strany žáka, tak i učitele. Tento přístup podtrhávají výsledky žáků především z jihovýchodní Asie, kteří se pravidelně umísťují na prvních místech matematických a přírodovědných soutěží (Freeman, 2001; CCEA, 2006).

Japonské školství je založeno na principu rovnosti pro všechny žáky. Nadaní žáci jsou plně integrováni a odděleně jsou vzděláváni pouze žáci s vážnými problémy v oblasti zdravotní nebo intelektuální. Od nadaných žáků se očekává pomoc žákům slabším a odměnou je jim hlubší porozumění učivu. Japonsko má velmi bohatou nabídku mimoškolních aktivit, které jsou v pozdějších ročnících povinné. Téměř 60 % žáků navíc navštěvuje ještě drahé odpolední školy „Juku“.

Austrálie a Nový Zéland

Většina nadaných žáků je vzdělávána integrovaně v běžných třídách s diferencovaným kurikulem. Přístup ke vzdělávání nadaných žáků je různý v různých státech Austrálie. Například v Jižní Austrálii vznikl projekt SHIP (Students of High Intellectual Potential), což je seskupení

šesti středních a tří základních škol, které se specializují přímo na nadané žáky. Identifikace probíhá prostřednictvím nominací rodičů a učitelů a následně i výkonových testů.

Nový Zéland razí politiku zážitkového učení v projektu LOETEC (Learning Experiences Outside the Classroom). Tento projekt nabízí školám spolupráci s muzei, historickými parky, zoologickými zahradami a uměleckými galeriemi, které mají pro žáky připravené interaktivní programy (CCEA, 2006).

Evropa

V roce 2006 mělo jen málo zemí Evropy legislativní podporu pro vzdělávání nadaných žáků. Jednou z těchto zemí bylo Španělsko, kde podle zákonů mají školy povinnost nejen identifikovat nadané žáky (zákon už z roku 1995), ale také věnovat jejich vzdělávání zvýšenou péči. Bohužel ještě ani v roce 2006 nebyla stanovena kritéria nadání ani standardizované psychometrické nástroje k jejich hodnocení. Ve vzdělávání nadaných žáků se využívá jak akcelerace (především v případě výjimečnosti žáka ve všech předmětech), tak i obohacování učiva (v případě výjimečnosti žáka v jednom nebo dvou předmětech, případně při výskytu sociálních či emocionálních problémů) (CCEA, 2006).

Velkou pozornost vzdělávání nadaných žáků věnují v Maďarsku, kde má tato součást vzdělávání velkou oporu i v legislativě. Zákon podporuje a reguluje nepovinné vzdělávací aktivity a školy jsou povinny je nabízet. Maďarské školství upřednostňuje homogenitu vzdělávání, a proto ve vzdělávání nadaných převažuje obohacující přístup. Podstatným rozdílem mezi vzděláváním učitelů v Maďarsku a mnoha jiných zemí Evropy včetně ČR je důraz na vzdělávání nadaných žáků v přípravě budoucích učitelů. Jedná se především o následující témata:

- identifikace,
- nadání a věk,
- nadání a kreativita,
- školní programy pro nadané děti,
- spolupráce školy a rodiny,
- neúspěch nadaných dětí,
- role učitele ve vzdělávání nadaných dětí,
- mezinárodní situace ve vzdělávání nadaných (CCEA, 2006).

Proto není bez zajímavosti, že mezi českými a maďarskými žáky 8. ročníků základních školy nebyl statisticky významný rozdíl v přírodovědné části TIMSS v roce 2007 (Tomášek et al., 2008).

Skandinávské země vycházejí z hodnot jako je skromnost a rovnostářství, a proto se zde k nadaným přistupuje jinak. Nadaní nejsou vyzdvihováni a je zde celkem rozšířený názor, že je neetické věnovat zvláštní péči zrovna nadaným. Přes chybějící explicitní podporu v těchto zemích je zde poměrně dobrá nabídka příležitostí pro rozvoj nadání a individualizovaný přístup ke vzdělávání. Nejotevřenější v přístupu ke vzdělávání nadaných je Finsko, kde se v praxi objevuje jak akcelerační, tak obohacující přístup. Přestože nadaným žákům není poskytována nadstandardní péče, individuální přístup ke vzdělávání sám o sobě stačil k tomu, aby se Švédsko a Dánsko umístily mezi nejlepšími zeměmi ve studii TIMSS v roce 1999. Výsledky vzdělávání

v těchto zemích ale odrážejí více faktorů, například i to, že povolání učitele je široce respektované a dobře placené (Persson, 1998; CCEA, 2006).

Velký zájem o problematiku vzdělávání nadaných dokládá i velký počet organizací a projektů, které se tomuto tématu věnují. Často se jedná o projekty nebo organizace zabývající se výzkumem nadání a podporou i vzděláváním nadaných žáků.

- European Council for High Ability (ECHA – Anglie),
- Eurotalent (Francie),
- Arbeitskreis Begabungsforschung und Begabungsförderung e.V. (ABB e.V. – Německo),
- Association Nationale Pour les Enfants Intellectuellement Précoces (ANPEIP – Francie),
- California Association of the Gifted (CAG – USA),
- Irish Association for Gifted Children (IAGC – Irsko),
- National Association for Able Children in Education (NACE – Anglie),
- National Association for Gifted Children (NAGC – USA),
- Schule Talenta Zürich (Švýcarsko),
- Scottish Network for Able Pupils (SNAP – Anglie),
- Union of Gifted Youth (UGY – Ukrajina),
- The Wisconsin Center for Gifted Learners (USA).

Z předchozího textu je vidět, že v přístupu ke vzdělávání nadaných zaujímají země velmi různé strategie. Tento rozdíl je patrný především při srovnání amerického a evropského vzdělávacího systému. Zatímco evropské země se většinou snaží o integraci nadaných žáků do běžného vzdělávacího procesu, především státy USA mají velkou tradici odděleného vzdělávání nadaných. Spojujícím prvkem je ale snaha o individualizaci vzdělávacího procesu nadaných žáků.

2.3.6. Specifika vzdělávání nadaných žáků v chemii

Chemie jakožto experimentální věda má vcelku dobré možnosti, jak získat a udržet pozornost žáků. Chemický experiment jako zdroj motivace ke studiu konkrétních empirických poznatků byl už mnohokrát popsán, přesto chemie patří mezi nejméně oblíbené předměty (Škoda, Doulík, 2001; Dopita, 2008). Z rozhovorů s žáky i učiteli vyplývá, že na vině je právě absence chemických experimentů ve výuce. Významný motivační potenciál, i když málo využívaný, má pozitivní vliv chemie na náš každodenní život, ať už prostřednictvím průmyslových výrob nebo v domácnostech, přesto jsou širší veřejnosti známější častěji medializované vlivy negativní. Také přístup učitele, jeho příklad a entuziazmus patří mezi nejčastěji zmiňované, i když velmi obtížně kvantifikovatelné faktory ovlivňující zájemce o chemii.

Možným řešením výše popsané situace je implementace dalších aktivit zaměřených přímo na žáky talentované či žáky s vyššími aspiracemi v daném oboru. V českém školství nejsou tyto aktivity příliš rozšířené, a pokud už je učitel chemie aktivní, jedná se nejčastěji o následující volitelné školní aktivity:

- výběrové semináře z chemie,
- chemické kroužky.

Nabídka těchto volitelných předmětů ovšem opět velmi těsně souvisí s aktivitou a nadšením učitele chemie. Další možností jsou mimoškolní chemické aktivity, které se školní výukou chemie souvisejí pouze nepřímo či vůbec. Můžeme sem zařadit následující aktivity:

- Chemická olympiáda,
- **distanční kurzy zaměřené na chemii:**
 - korespondenční kurzy z chemie (např. KORCHEM či KSICHT),
 - **e-learning** (Talnet).

Jak školní, tak i mimoškolní aktivity v chemickém vzdělávání mají jistě pozitivní vliv a velký význam pro rozvoj zájmu a případně i nadání v chemii. Bohužel se podle účasti žáků ve školních chemických aktivitách dá jen velmi obtížně usuzovat na počty zájemců o chemii, potažmo na počty nadaných žáků. Je to především z toho důvodu, že nabídky škol v této oblasti se obvykle omezují na volitelné semináře sloužící jako příprava k maturitě z chemie. Většina žáků tedy navštěvuje tyto semináře jen proto, aby úspěšně složili maturitní zkoušku, případně byli připraveni na přijímací zkoušky na vysoké školy. I když pro některé z těchto žáků může být chemie zajímavá, pro většinu je to pouze splnění nutné povinnosti. Mezi školami existují samozřejmě výjimky, kde učitelé připravují zájmové kroužky s chemickou tematikou, ale to jsou bohužel spíše rarity.

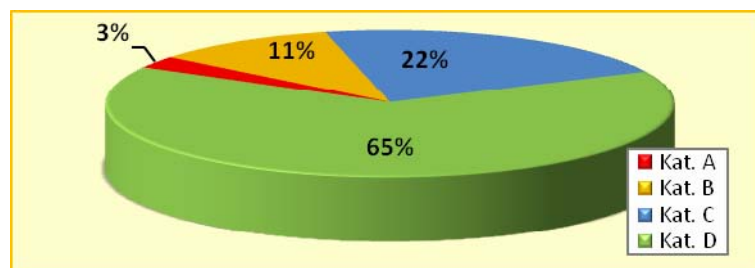
2.3.6.1. Mimoškolní aktivity

Mnohem zajímavější je situace u mimoškolních aktivit z chemie, tedy aktivit, které nepořádá škola. Účast v těchto aktivitách je podmíněna prakticky pouze zájmem žáka a často vůbec nesouvisí s aktuálním kurikulem. Učitelé k nim při hodnocení nejsou povinni přihlížet a mnohdy o nich ani nevědí. Přesto, nebo spíše právě proto je účast žáků v těchto aktivitách velmi dobrým ukazatelem zájmu o chemii a můžeme ji vnímat jako jakousi širší základnu pro manifestaci a rozvoj nadaných žáků v chemii. Jak již bylo uvedeno, důležitou roli ve vzdělávání nadaných žáků má jejich sebevzdělávání a účast na nepovinných (volitelných) školních a mimoškolních aktivitách (Chemická olympiáda, distanční vzdělávání atd.).

Chemická olympiáda

Jednou z nejvýznamnějších aktivit pro nadané žáky a také aktivitou s nejdelsí tradicí v ČR (od počátku 60. let) v chemickém vzdělávání je Chemická olympiáda (ChO). Samozřejmě nemůžeme považovat všechny řešitele Chemické olympiády za nadané, ale přesto si myslím, že právě účast na ChO je v současné době asi jedním z nejlepších ukazatelů zájmu o chemii. A kde jinde než právě v širším výběru zájemců o chemii hledat nadané a potenciálně nadané žáky v chemii.

Nejlépe se dá zájem o chemii demonstrovat na účasti ve školním kole chemické olympiády. Z grafu na obrázku 7 je dobře patrné, že největší zájem o chemickou olympiádu je v kategorii D, tedy v kategorii pro nejmladší účastníky. Data pocházejí ze školního roku 2008/2009, ale tento trend je dlouhodobý. Poměrné zastoupení řešitelů v jednotlivých kategoriích je dlouhodobě přibližně stejné.

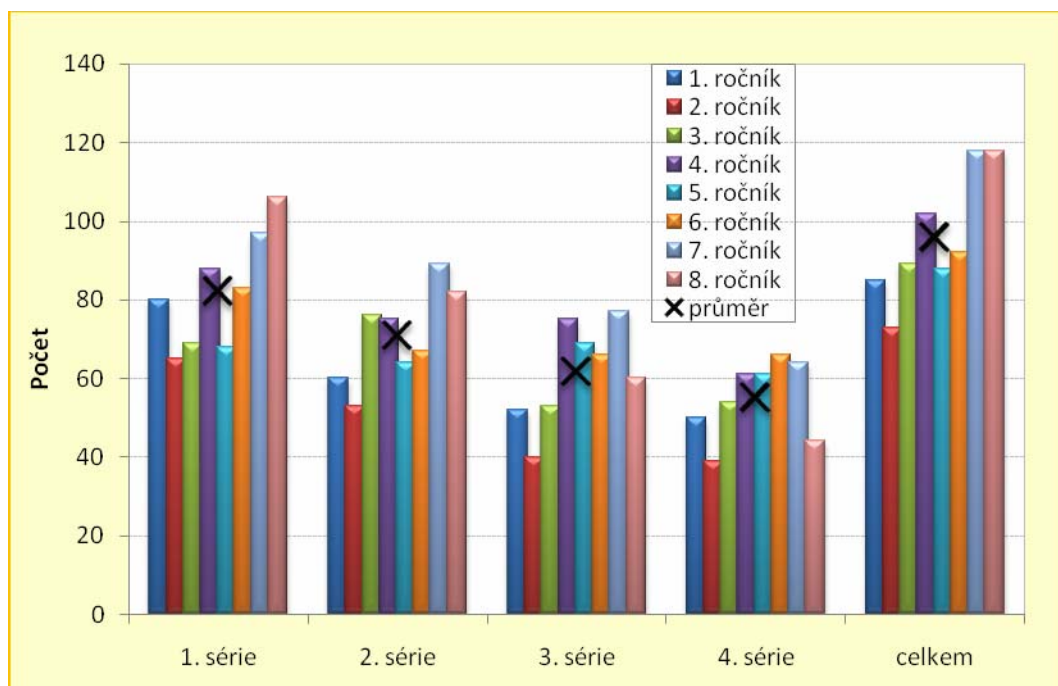


Obr. 7 - Procentuální zastoupení řešitelů školních kol jednotlivých kategorií ChO v roce 2008/2009

Nejvíce účastníků je tradičně v kategorii D, dále počty klesají s rostoucí obtížností a věkem účastníků až ke kategorii A (kde obtížnost úloh dosahuje vysokoškolského učiva chemie), která zaujímá pouze asi 3 % z celkového počtu účastníků olympiády.

Distanční kurzy

V ČR se v současné době můžeme setkat s distančním vzděláváním ve dvou formách - korespondenční kurzy a e-learning. Distanční vzdělávání jako doplněk školního vzdělávání v podobě tzv. blended learningu (spojení prezenční a distanční výuky) existuje jako jakási nadstavba školního vzdělávání již poměrně dlouho. Dříve převládaly korespondenční kurzy, jejichž velkou nevýhodou je především silně asynchronní komunikace lektora kurzu s řešitelem. Každá individuální komunikace je totiž podmíněna rychlostí poštovní komunikace, což jsou řádově dny. Přesto tento typ kurzu úspěšně funguje dodnes, i když většinou s podporou internetu (např. distribuce studijních materiálů elektronicky). To je také případ Korespondenčního semináře Inspirovaného Chemickou Tematikou (KSICHT), který se uskutečňuje pod záštitou Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy (PřF UK) v Praze. KSICHT se zaměřuje na práci s žáky se zájmem o chemii a snaží se je dále motivovat ke studiu chemie - především zajímavým podáním úloh, které mají často reálný základ nebo jsou jinak spojeny s praktickým využitím chemie. Zároveň jsou úlohy často koncipované tak, aby ukázaly nebo alespoň naznačily vědecké postupy a krásu chemie jako vědy. Každý ročník korespondenčního semináře je rozdělen do čtyř sérií, kde žáci řeší úlohy založené často na předem daném studijním textu sloužícím jako úvod do problematiky. Úlohy se snaží žáky zaujmout nejen svým zábavným podáním, ale i velkou návazností na praktický život. Vyřešené úlohy mohou žáci posílat poštou nebo elektronicky, čímž se KSICHT částečně přiblížil e-learningu. Průměrný celkový počet řešitelů jednotlivých ročníků se blíží 100 (Obr. 8). Celkový počet řešitelů odpovídá celkovému počtu žáků, kteří odevzdali řešení alespoň jedné úlohy. Celkový počet řešitelů je proto obvykle vyšší nežli nejvyšší počet řešitelů v jednotlivých sériích, protože někteří řešitelé řešili pouze vybrané úlohy (respektive série).



Obr. 8 – Absolutní a průměrný počet řešitelů jednotlivých sérií v 1.-8. ročníku KSICHTu (zdroj dat: KSICHT)

Ani v případě KSICHTu nemůžeme ztotožnit řešitele s žáky nadanými. Pro některé řešitele totiž může být jedním z významných důvodů účasti v soutěži možnost prominutí přijímacích zkoušek na chemické obory PŘF UK v Praze (u úspěšných řešitelů KSICHTu), což je obdobná situace jako v případě volby výběrového semináře z chemie k maturitě (viz výše). Je ale nutné dodat, že tato možnost existuje až od 7. ročníku KSICHTu. Přesto můžeme říci, že vzhledem k velké náročnosti úloh je takto motivovaných řešitelů spíše menšina.

Vzhledem k velkým možnostem internetu se dnes stále častěji setkáváme s on-line kurzy, tzv. e-learningem. Tento typ distančního vzdělávání by podle našeho názoru měl nadaným žákům vyhovovat lépe než korespondenční kurzy, protože nabízí lepší možnosti komunikace lektora s řešitelem. Výhodou jsou především větší komunikační možnosti v předem daném prostředí, případně přímo synchronní komunikace, možnost rychlého sdílení dat a také práce s elektronickou verzí dokumentů. Oproti korespondenčním kurzům mohou účastníci e-learningu v závislosti na použitém prostředí komunikovat nejen s instruktory, ale i mezi sebou. Asynchronní komunikace bývá častější a rychlejší - žáci dostávají zpětnou vazbu dříve, čímž se snižuje riziko demotivace žáka v důsledku čekání. Další možností je komunikace synchronní (v reálném čase) prostřednictvím chatů, videokonferencí apod. Příkladem e-learningových kurzů zaměřených především na vzdělávání žáků středních škol v oblasti přírodních věd je Talnet.

Projekt Talnet funguje v ČR od roku 2004, je organizován kolektivem pracovníků Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy (MFF UK) v Praze pod vedením dr. Zelendy a podporován NIDM (viz kapitola 4). Zajišťuje vzdělávání nadaných žáků prostřednictvím on-line kurzů z oblasti přírodních věd včetně chemie. Výuka chemických kurzů v Talnetu probíhá ve spolupráci s Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy v Praze a v současné době nabízí čtyři kurzy:

- Chemické reakce kolem nás (doporučený věk 14-15 let),
- Chemie vody (doporučený věk 15-16 let),
- Anorganická chemie (doporučený věk 16-17 let),
- Biochemie – Přírodní látky (doporučený věk 17-18 let).

V online kurzech žáci řeší úkoly, diskutují mezi sebou a s instruktory a nakonec si vybírají a pod vedením instruktora zpracovávají seminární práci, kterou posléze obhajují v online obhajobě a následně i na prezenčním soustředění (Teplý, Čipera, 2007). Kromě online kurzů a soustředění nabízí Talnet také řadu exkurzí na odborná pracoviště včetně chemických laboratoří (např. na Katedře učitelství a didaktiky chemie PřF UK), kde mají žáci možnost vyzkoušet si předem vybrané chemické experimenty a následně řešit jejich podstatu, tedy probíhající chemické reakce.

Jak témata jednotlivých úkolů v kurzech Talnetu, tak především témata seminárních prací jsou přednostně zaměřena na chemii kolem nás, chemii v praktickém životě a chemický experiment jako zdroj informací v chemii.

2.3.6.2. Role chemického experimentu při vzdělávání nadaných

Chemie jako experimentální věda má velmi dobrou výchozí pozici v možnostech motivace žáků. Chemické experimenty mají obrovský motivační a aktivizační potenciál, který je možné využít při výuce téměř všech témat v rámci předmětu chemie. Problém nastává při využívání tohoto potenciálu. Vždy je nutné vybírat vhodné experimenty. Vhodnost experimentů pak souvisí s bezpečností, délkou trvání, finanční náročností, efektností, vysvětlitelností a pochopitelností v závislosti na aktuální poznatkové struktuře žáků. Největší efekt (z hlediska názornosti, zapamatování a pochopení) má samozřejmě experiment žákovský následovaný reálným experimentem frontálním a videozáznamem chemického experimentu. I přes nezastupitelnost chemického experimentu při výuce chemie je stále mnohými učiteli zanedbáván a jeho role podceňována.

Ztotožňují se se Škodou a Doulíkem (2009a), kteří vidí největší problém v tom, že chemie je vyučována příliš teoreticky a chemické experimenty jsou brány spíše jako zpestření výuky, ne jako zdroj informací. Žáci pak neumějí získávat z chemického experimentu empirické poznatky, nemluvě o generalizaci konkrétních vlastností látek a propojování teoretických a praktických poznatků.

Chemický experiment přináší při správném vyhodnocení experimentálních faktů cenné informace o složení, struktuře, vlastnostech a chování chemických látek. Např. dokážeme-li, že NH_3 má charakter zásady, dokážeme tím, že atom dusíku má volný elektronový pár. Tento přístup umožňuje žákům rozvoj tvořivých činností při osvojování chemického učiva, protože je modelovým případem i pro objasňování charakteru určitých látek (Čipera, 2000).

Ve školní výuce chemie existuje jakýsi bludný kruh, kde na začátku výuky chemie je „příliš často názorná ukázka nahrazována slovem, reálný objekt modelem, experiment popisem, přímé zkoumání zprostředkováním a pátrání po poznání sdělením faktů“ ze strany učitelů, což logicky vede k žákovskému učení se nazpaměť. Žák je zkoušen formou odříkání nazpaměť naučených faktů a definic původně prezentovaných a posléze vyžadovaných učitelem (Škoda, Doulík 2009a). Tento styl výuky může částečně vyhovovat nadaným typu řešitel, ale naopak typ badatel, který se snaží proniknout do podstaty věci, přemýšlí o principech a snaží se je pochopit, nemá prakticky šanci se uplatnit. Škoda a Doulík (2009a) dále uvádějí, že pokud jsou žáci

v tomto stylu výuky vychovávání už od ZŠ, je pro ně velice obtížné vymanit se z něho na střední škole. Navíc i na středních školách mnohdy převládá výše zmíněný teoretický styl výuky, a tak se žáci často ani nemusejí přizpůsobovat novým podmínkám. „Žáci s převládajícím teoretickým stylem učení nepotřebují experiment k tomu, aby prostřednictvím něj pochopili nebo vyvodili nové učivo. Pro ně je experiment cizorodým elementem, se kterým neumějí při výuce pracovat. Natož z něj něco vyvozovat, klást si otázky či snad dokonce formulovat vlastní hypotézy, a ty pak experimentem ověřovat! Učitelé nepoužívají při výuce experimenty, protože odezva žáků je více než vlažná; a žáci neumějí s experimenty správně didakticky pracovat, neboť nejsou na systematické používání této didaktické interpretace obsahu zvyklí. Bludný kruh se tak uzavírá“ (Škoda, Doulík 2009a).

V souvislosti se stále se zpříšňujícími zákony, nařízeními a vyhláškami (zákon 356/2003 Sb. a další) o manipulaci a nakládání s chemickými látkami nabývají na významu videozáznamy chemických experimentů, které mají oproti reálnému experimentu mnoho výhod (Beneš, 1979; Beneš, Holada, 1984; Bílek, 2007):

- finanční nenáročnost (pouze jednorázový výdaj na pořízení videa),
- úspora času (odpadá příprava, zkoušení a úklid experimentu),
- snadná opakovatelnost a spolehlivost výsledků,
- bezpečnost (lze používat i videozáznamy extrémně nebezpečných experimentů),
- možnost postprodukčních změn videa (zvýraznění nebo potlačení žádoucích nebo nežádoucích jevů, urychlení či zpomalení průběhu atp.),
- možnost zastavit experiment v jakémkoliv okamžiku, případně se k němu vrátit a vysvětlovat princip postupně (především u složitějších reakcí a reakcí s rychlým průběhem).

Samozřejmě má tento přístup i svoje nevýhody, z nichž asi největší je chybějící podpora žákovských laboratorních dovedností. Proto je nutné tyto přístupy kombinovat k dosažení maximální efektivity vyučovacího procesu.

2.3.6.3. ICT a multimédia ve vzdělávání nadaných

Podle Švejdy (1999) postupně dochází ke změnám rolí ve školství: „Úloha učitele se přenáší z úrovně přednášejícího do polohy zkušeného a věci znalého partnera studentů. Jeho rétorické schopnosti nahrazuje mnohem zajímavější a přesnější formou multimediální produkt, promítaný na plátno či prezentovaný na monitorech žáků“ (Švejda, 1999).

V poslední době se čím dál tím více uplatňují nové informační a komunikační technologie (dále ICT) a internet i ve vzdělávání nadaných. Především distanční vzdělávání nadaných formou e-learningu nabývá na významu. Jednou z hlavních výhod oproti prezenční výuce je větší možnost individuálního přístupu k žákovi a individualizace učiva (Čipera et al., 2007a; Čipera et al., 2007b). Velmi podstatným kladným prvkem je zde také pozitivní přístup současné generace žáků k informačním technologiím, potažmo internetu, který se prostřednictvím mnoha sociálních sítí stal běžným nástrojem jejich komunikace, zábavy atd. (Bílek, Turčáni, 2006) Díky stále se rozšiřujícímu vybavení domácností počítači a připojením k internetu (prakticky všechny domácnosti s počítačem jsou vybaveny internetem – ČTK, 2010) je v současné době snadnější než dříve využít ICT a internet také ke vzdělávacím účelům.

Dostál (2009) definuje multimediální učební pomůcky jako „digitální prostředek integrující různé formáty dokumentu, resp. dat (např. text, tabulky, animace, obrazy, zvuk, video apod.), zprostředkující nebo napodobující realitu, napomáhající větší názornosti nebo usnadňující výuku“ (Dostál, 2009). Beze sporu sem tedy můžeme zařadit IFP (interaktivní, flexibilní programy) díky tomu, že obsahují a nabízejí organické spojení textu a videa. Použití multimédií může zlepšit motivaci, komunikaci a efektivitu. To samo o sobě nutně neznamená, že dojde ke zvýšení efektivity učení, ale potenciálně může přispět k usnadnění každodenního vzdělávacího procesu (Hasebrook, 1996).

Spojení ICT, internetu a multimédií v chemickém vzdělávání je celkem logickým vyústěním nejen vzhledem k pedagogickým strategiím učení (zapojení smyslů – Vaněček, 2008), ale také s přihlédnutím k oblíbenosti běžných zdrojů zábavy, informací atp. na internetu. Například internetový informační server by dnes neměl šanci konkurovat ostatním, pokud by neobsahoval např. obrázky, videa a zvukové záznamy. Podobně se musí přizpůsobit i výuka chemie tak, aby byla v dnešní době schopná nejen zaujmout, ale i motivovat žáky ke studiu chemie. Vhodnými doplňky frontální výuky se podle Dvořáka (2009) ukázaly interaktivní, flexibilní programy (dále IFP), které Dvořák charakterizuje v Tabulce 1:

Tabulka 1 – charakteristika IFP

Vlastnost (kategorie)	IFP
Míra interaktivity	interaktivní
Úroveň vzdělání	pro střední školy
Poskytování zpětné vazby	zpětnovazebný
Organizovanost vzdělávání	samostudium
Funkčnost	on-line i off-line
Počet uživatelů	monouživatelský
Tematický rozsah	monotematický
Možnost vnímání	audiovizuální
Jazykové mutace	jednojazyčný
Počet didaktických funkcí	polyfunkční

IFP jsou díky možnosti online prezentace velmi dobře kompatibilní s e-learningem, čehož se také již v praxi využívá. Spojení vyučovacího procesu s internetem může být velmi výhodné, protože nabízí velký potenciál v oblasti individuálního přístupu, což je jedním z klíčových kritérií při rozvoji potenciálu nadaných a potenciálně nadaných žáků (nejen) v chemii.

Krelová (2004) charakterizuje vztahy ICT, multimédií a vzdělávání velmi opatrně jako složité. Současně klade důraz na to, aby se „potenciál ICT využíval především k rozvoji samostatnějších a flexibilnějších procesů, podporoval aktivnější a zodpovědnější přístupy k učení apod.“.

Aby používání ICT ve výuce nebylo samoúčelné, ale naopak efektivní, je nutné zajistit a udržovat přesné podmínky (Oberman, Lindauer, 2001):

- podpora školy – materiální vybavení a podpora výuky s ICT,
- zájem učitelů – učení se novým dovednostem a zájem o znalost práce s ICT, aktivní vyžadování práce s ICT od žáků,
- aktivita žáků – skupinové i individuální používání ICT, snaha o efektivní využívání.

Vzdělávací software ve výuce chemie

Spolu s rychlým rozvojem ICT se stává způsob práce s elektronickými informacemi, jejich vytváření, sdílení i hledání stále častějším. Školství a vzdělávání sice kopíruje technický rozvoj pomaleji, ale i zde již existují první elektronické materiály určené ke studiu a výuce. To je důležité už jen proto, že žáci tráví s ICT stále více času. Nejedná se pouze o volnočasové aktivity, ale žáci dávají elektronickým zdrojům informací přednost před klasickou tištěnou literaturou. Jak v domácnostech, tak i ve školách se ICT stávají důležitým multimediálním uzlem, jehož význam stále roste v oblasti komunikace, zábavy, práce i učení (Škoda, Doulík, 2009b).

Použití a přínos ICT ve výuce (nejen chemie) je samozřejmě podmíněno účelností a vhodností použití konkrétního zařízení, gramotností učitelů v oblasti použití ICT. Nezanedbatelnou roli hraje také ekonomické hledisko. Pod pojmem ICT si můžeme představit zaprvé hardware (jako je počítač) a periferní snímací, záznamová či projekční techniku, a zadruhé software, který nám uživatelsky příjemným způsobem umožňuje vykonávat nejrůznější činnosti, které od této techniky čekáme.

Ve školství se setkáváme s využitím ICT především k prezentaci nového, případně opakování starého učiva, zřídka i přímo k procesu osvojování učiva. Z hlediska hardware se setkáme nejčastěji s osobními počítači, případně notebooky, ke kterým bývá podle možností školy obvykle připojen dataprojektor, v lepším případě (u ekonomicky lépe zajištěných škol) interaktivní tabule nebo dokonce vizualizér. Téměř každá hardwarová součást má i vlastní ovládací software, který se neustále vyvíjí, upgraduje a aktualizuje, což klade stále vyšší nároky nejen na hardware a jeho upgrade, ale i na znalosti a dovednosti učitelů. Kromě již zmíněného ovládacího software je důležitý tzv. výukový software pro konkrétní vyučovací předmět, který je ale obvykle nutné dokoupit. Nikl (2001) uvádí, že počítače jsou ve stávající době nejdokonalejšími prostředky didaktické techniky. Píše, že je nutné je komponovat do celého systému. Pak mohou v různé míře objektivizovat živou práci učitele, a tak zvyšovat produktivitu vzdělávací základny. Disponují však jen potencionálním racionalizačním efektem. Učitele mohou nahradit je do určité míry, a to jen proto, aby ho uvolnily pro další zkvalitňování výuky. V ČR se můžeme v oblasti výuky chemie setkat s několika málo komerčními programy, jejich ceny se pohybují od asi 100 do 690 Kč (Dvořák, 2009).

Z didaktického hlediska můžeme výukové programy rozdělit do několika kategorií (podle autorů Strach, 1996; Kalhous, Obst, 2002; Dvořák, 2009):

1. **Programy testovací a procvičovací** – umožňují samostatnou práci žáka.
2. **Modelační a simulační programy** – nahrazení reálného experimentu modelováním dějů či jejich simulací.
3. **Didaktické hry** – motivují, aktivizují a nenásilně umožňují upevňování a procvičování učiva.

4. **Elektronické učebnice a encyklopedie** – kombinace elektronických textů, hypertextu, multimédií, obrázků atd.
5. **Programy pro podporu laboratorní výuky** – programy umožňující komunikaci s měřicími čidly prostřednictvím dataloggerů.

Výukové programy s chemickou tematikou v ČR zmapoval a jejich přínos zpracoval ve své disertační práci Dvořák (2009). Závěry jeho zjištění ale pro posuzované programy vyznívají spíše negativně. Nedostatky komerčních programů vidí Dvořák především na pedagogicko-psychologické úrovni, ať už se jedná o nedostatečnou či chybějící motivační složku, nerespektování rozlišných aspirací jednotlivých žáků nebo nemožnost zásahu do struktury či obsahu těchto programů. Jako řešení navrhl Dvořák (2009) vytvoření IFP. Z dotazníkových průzkumů vyplynulo, že ICT hrají v životě současných žáků stále důležitější roli a nejen žáci, ale i jejich učitelé v dotazníkovém šetření projeví o elektronickou vzdělávací pomůcku zájem. IFP je pro žáky atraktivnější a má vyšší motivační potenciál než frontální výuka. Navíc Dvořák (2009) zjistil, že samostudium s IFP je efektivnější a získané poznatky mají trvalejší charakter.

V souvislosti s propojením hypertextu a multimédií se v didaktice stále častěji objevuje pojem hypermédium (tento termín použil poprvé T. Nelson již v roce 1965). Bertrand jej definuje takto: „Hypermediální učební pomůcka je digitální prostředek, který obsahuje aktivní odkazy nejen na texty, ale i tabulky, animace, obrazy, zvuk, video apod., zprostředkující nebo napodobující realitu, napomáhající větší názornosti nebo usnadňující výuku“ (Bertrand, 1998). Domnívám se, že Dvořákův (2009) IFP patří právě do této kategorie.

Výhody a nevýhody použití IFP

Program vytvořený v HTML, s použitím CSS a JavaScriptu a doplněný o animace vytvořené v Adobe Flash, je podle Dvořáka (2009) nejlepším kompromisem v podmínkách, kdy je nutné vytvořit relativně obsáhlou vyučovací pomůcku v krátkém čase. Pokud je autor zároveň limitován finančními faktory i svými znalostmi, schopnostmi v oblasti ICT a požadavky ze strany učitelů, případně žáků, jeví se hypermediální učební pomůcka jako nejlepší řešení. Nutnost použití webového prohlížeče, kterou Dvořák vidí jako nevýhodu, nevnímáme tak negativně, protože prakticky na každém počítači a notebooku nějaký webový prohlížeč nainstalovaný je. Jediný problém by mohl nastat při chybách v zobrazení nebo funkčnosti IFP ve starších verzích prohlížečů, což se dá ale velmi snadno odstranit aktualizací prohlížeče na novou verzi. Implementace flashových animací nebo videí do webové stránky s sebou pak nese nutnost instalace dalšího plug-inu Flash Player. Tento je však v současnosti jedním z nejčastějších implementovaných plug-inů (viz dále) ve webových prohlížečích obecně, protože mnoho videí, animací a reklam na internetu je vytvořeno právě v programu Adobe Flash.

Mezi největší výhody IFP určitě patří možnost online prezentace a nízké nároky na ICT. Mezi výhodami IFP respondenti (středoškolští učitelé) dále uváděli (Dvořák, 2009):

- názornost,
- možnost úprav programu strukturního i obsahového charakteru,
- úsporu času,
- možnost vidět netradiční a ve škole často nerealizovatelné experimenty,
- možnost individuálního přístupu a tempa studia,

- atraktivitu pro studenty atd.

Hlavní uváděné nevýhody byly:

- nedostatečné počítačové vybavení učeben,
- předem daná strategie řešení, včetně způsobu verifikace osvojovaných poznatků
- náročnost tvorby a úprav programu,
- nulová laboratorní praxe,
- nerozvíjení komunikace atp.

Další problémy používání IFP, respektive výukového softwaru (především generačního rázu) naznačují Škoda a Doulík (2003).

Předností IFP (respektive HTML) je možnost vytvářet hypertextové odkazy, které umožňují jednoduše mezi sebou propojit jednotlivé stránky, a vytvářet tak skupiny navzájem provázaných logických celků. Prostřednictvím hypertextových odkazů je dokonce možné docílit zásad programovaného učení a eliminovat některé jeho nevýhody (Pelikán, 1998). Další z předností IFP oproti klasické, tištěné učebnici je aktivní zapojení žáka do vyučovacího procesu. Žák tak už není pasivním příjemcem informací, ale sám informace vyhledává, pracuje s nimi, vybírá si pro něho relevantní odkazy atp. IFP dále podporuje vícesmyslové vnímání, integraci a propojení více oborů (multidisciplinární přístup), multimediální prostředí atd.

Z teorie učení jasně vyplývá, že proces učení je tím efektivnější, čím intenzivněji žák s didaktickým prostředkem pracuje. Zde má opět navrch IFP oproti tištěné učebnici. Proces práce s tištěnou učebnicí je definován pouze jednostrannou interakcí, pouze žák působí na daný text aktivně, nikoliv opačně. IFP ve své podstatě umožňuje oboustrannou interakci a jednoduchou komunikaci žáka s IFP a opačně. Pro intenzivní práci s učebním materiálem je důležitá opakovaná, vhodná motivace, která velmi úzce souvisí s atraktivitou daného učebního materiálu. Zde můžeme s vysokou pravděpodobností očekávat, že pokud budou mít žáci na výběr mezi tištěnou učební pomůckou a IFP, který kromě textu a obrázků obsažených v tištěné učební pomůcce nabízí také videa a hypertextové odkazy, žáci zvolí IFP.

Flexibilita programu

Významným rysem a výhodou programů tohoto typu (IFP) je jejich flexibilita – přizpůsobivost měnícím se podmínkám procesu osvojování učiva. Ta je založena na výše zmíněné podstatě programu, jehož základ je vytvořen ve zdrojovém jazyce HTML. To je pravděpodobně celosvětově nejpoužívanější programovací jazyk (je podstatou většiny internetových stránek) a zároveň jeden z nejjednodušších z hlediska tvorby i úpravy.

To je ale možné jen za předpokladu, že jsou učitelé schopni a ochotni programy upravovat. Z dotazníkového šetření (Dvořák, 2009) vyplynulo, že 48 % učitelů (z 33 dotazovaných) je schopno takovýto program upravit. Z toho 63 % prostřednictvím „WYSIWYG editoru“ a 37 % dokonce i ve zdrojovém kódu. Tato čísla mohou být mírně zkreslena směrem nahoru, protože se tohoto průzkumu zúčastnili především tzv. „aktivnější“ učitelé, kteří se obecně vyznačují větším zájmem, ochotou se učit a zkoušet nové věci.

Flexibilita IFP se dá oproti tištěné učebnici s výhodou využít např. ke změnám vzdělávacího obsahu pružně reagujícím na změny v chemii jako odborné disciplíně (nahrazování starých teorií a poznatků novými atd.). Další velká výhoda flexibility HTML kódu je možnost nejen centrálních změn pro frontální výuku, ale hlavně možnost individualizace

učiva. S tím souvisí i výrazná finanční úspora, protože není nutné stále kupovat nové, aktuální učebnice. Stačí „prostě“ inovovat IFP, což může udělat učitel sám, nebo může dát podnět ke spolupráci autorům původního IFP.

Interaktivita programu

„Interaktivita umožňuje oboustrannou komunikaci, a žák tak má možnost prostřednictvím uživatelského rozhraní aktivně zasahovat do chodu programu, ne jen pasivně přijímat jeho obsah“ (Dostál, 2009). Z tohoto pohledu můžeme za interaktivní prvky IFP považovat jak hypertextové odkazy, tak také testové úlohy apod.

Kobíková (2003) definuje hypertext jako „text složený z lexií (bloku slov nebo symbolu), elektronicky propojených cestami (elektronické linky) v otevřené a stále neukončené struktuře (síti) textu“. Podstatou hypertextu je, že zde neexistuje centrální, hlavní text, kterému jsou jiné texty podřazeny tak, jak je tomu v prostorové koncepci tištěných textů. Přesto je obvykle více či méně patrné, které části jsou hlavní. To bývá zajištěno např. přítomností menu, rozcestníků, domovských stránek apod. Tento způsob uspořádání je podle mého názoru vhodný zejména pro nadané žáky, u kterých již můžeme předpokládat jistou úroveň poznatků a vědomostí v souvislosti s tématem a také jistou úroveň motivace pro vyhledávání dalších informací k tématu a práci s nimi. Mělo by to platit především pro nadané žáky typu badatel, kteří s výhodou využijí možností hypertextu postupně se dostat od obecných ke konkrétním poznatkům a porozumět přímo podstatě vysvětlovaných jevů. Na druhou stranu nelineárnost textu je svým způsobem dalším motivačním prvkem IFP, protože vnáší do práce s IFP element překvapení - např. „Kam asi vede tento odkaz?“ nebo „Co vlastně znamená tohle slovo?“. Žák je tak vlastně ke studiu motivován odvěkou lidskou vlastností – zvědavostí.

Retterer (1991) zjišťoval, zda učení se pomocí hypertextu vede k lepšímu porozumění. Porovnával tři skupiny, z nichž první se učila z tištěného textu, druhá z elektronické verze tohoto textu (čtení z monitoru) a třetí skupina se učila ze stejného textu převedeného na hypertext, který obsahoval vzájemné linky mezi souvisejícími pojmy. Výsledkem bylo jednoznačné zjištění, že nejlepších výsledků v porozumění textu vykazovala třetí skupina učící se s hypertextem.

Velkou předností IFP je přítomnost interaktivních testů. Je možné je rozdělit na učební úlohy použité v rámci:

- osvojování nového učiva (často založené na empirickém a empiricko-teoretickém popisu chemického experimentu),
- upevňování učiva,
- ověřování výsledků výuky.

Ve všech případech získává žák po vyhodnocení testu zpětnou vazbu o správnosti či nesprávnosti jeho řešení. V případě nesprávného řešení má navíc obvykle k dispozici náповědu, případně doporučení, kde najde další informace k danému tématu.

Individualizace výukového procesu

Možnost individualizace učiva pro jednotlivé skupiny žáků nebo dokonce pro jednotlivé žáky se dá částečně řešit použitím IFP, který je založen právě na výše zmíněné flexibilitě a relativně jednoduché manipulaci se zdrojovým kódem (HTML).

Právě možnost individualizace učiva je podle mého názoru asi nejdůležitějším rysem IFP. Jak jsem již zmínil výše, nadaní žáci díky svým zvláštnostem a charakteristickým rysům často upřednostňují individuální vzdělávání před skupinovým a individuálně zadávané úkoly (Silverman, 1993; Hříbková, 2009). Proto je nanejvýše vhodné, aby tito žáci měli možnost přístupu i k jiným důvěryhodným zdrojům informací z chemie než je frontální výuka. Učitel by měl žáky v tomto ohledu podporovat a samozřejmě by také měl mít k těmto zdrojům přístup, měl by s nimi umět zacházet a vhodně je zařadit do výuky. K tomuto účelu lze podle nás s úspěchem využít právě IFP.

Je vhodné využít obecnou tendenci nadaných žáků vyniknout nad ostatní a nabídnout jim zdroj dalších, rozšiřujících informací (širší a hlubší záběr v daném tématu). Tyto hlubší souvislosti, obzvláště v chemii, mohou být často klíčovým prvkem pro porozumění tématu, a tedy zachování zájmu a motivace k dalšímu studiu předmětu. Nesrozumitelnost či neschopnost učitele dostatečně vysvětlit předkládané učivo totiž nezřídka hraje klíčovou roli v zájmu žáka o vyučovaný předmět, v našem případě chemii.

3. Tvorba výukového programu

V této disertační práci jsem se v souladu s předchozími teoretickými poznatky snažil vytvořit didaktický prostředek, který by byl využitelný nejen jako didaktický prostředek usnadňující práci učitelům, ale také jako prostředek pro samostudium nadaných žáků v chemii. Tento program by měl zároveň splňovat základní technická kritéria zajišťující jeho snadnou ovladatelnost a „uživatelskou příjemnost“ jak ze strany žáků, tak především ze strany učitelů, kteří ve většině případů nejsou tak uživatelsky zdatní v používání ICT. Jako nejvhodnější prostředky pro tento účel se mi jeví kombinace interaktivity a multimédií. Abychom dosáhli spojení těchto dvou oblastí, máme na výběr prakticky pouze ze dvou možností, použít flashové nebo html rozhraní. Obě varianty mají své pro i proti, ale pokud budeme od výsledného produktu požadovat také vysokou míru flexibility a relativně snadné editovatelnosti, zvolíme nejpravděpodobněji značkovací jazyk HTML. Kombinací html (respektive hypertextových odkazů) a multimédií vznikne tzv. hypermediální aplikace (viz výše).

3.1. Program „Chemie halogenů“

Téma chemie halogenů jsem vybral s ohledem na rozsah, význam a přesah do mnoha vědních disciplín a vyučovacích předmětů, a to nejen v rámci chemie. Halogeny či jejich sloučeniny jsou zastoupeny téměř v každém průmyslovém odvětví, jsou součástí našeho každodenního života a jejich význam daleko přesahuje hranice anorganické chemie i chemie jako takové. To spolu s velkou reaktivitou halogenů dělá z tohoto tématu ideálního kandidáta na zpracování do graficky i obsahově atraktivního formátu, který by měl využít velký motivační potenciál tohoto tématu. Celý program tvoří Přílohu XVI.

3.1.1. Technická východiska

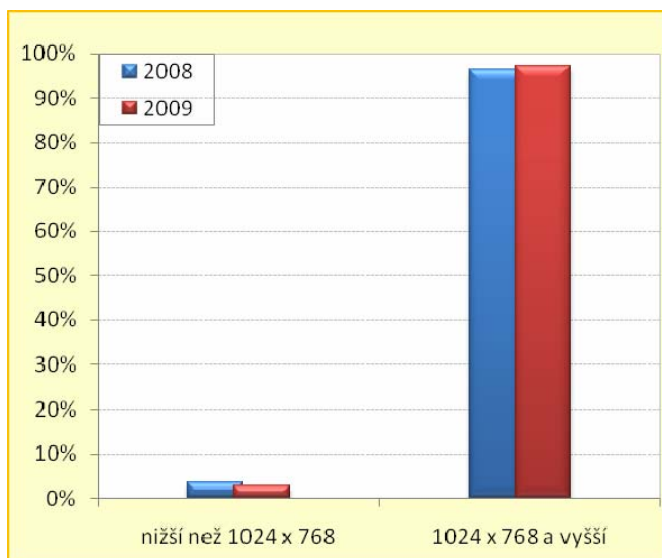
Základní technická specifikace programu vychází z práce Dvořáka (2009) a z průzkumů serveru Navrcholu.cz. Dvořák pro svůj IFP použil jako základ programovací jazyk HTML, já jsem se při tvorbě didaktické pomůcky (dále jen programu) rozhodl držet standardu XHTML (novější a používanější standard). Pro formátování všech prvků bylo využito externí CSS a pro většinu interaktivních prvků bylo využito programovacího jazyka JavaScript, který je s předchozími dobře kompatibilní.

Jednou z alternativ k XHTML, kterou jsem zvažoval před vlastní tvorbou programu, bylo použití programovacího jazyku PHP s možností využití databázových systémů jako je např. MySQL. To by významně rozšířilo možnosti interaktivity programu. Tento systém jsem ale byl nucen zavrhnout, protože nesplňoval některé ze základních požadavků na výsledný program, a to možnost práce s programem offline. Možnost práce s programem v PHP offline sice existuje, ale vyžaduje ne úplně jednoduchou instalaci a nastavení dalších podpůrných programů. Tyto programy jsou primárně určeny vývojářům webu a ne běžným uživatelům internetu, proto jsem od použití PHP upustil.

3.1.1.1. Rozlišení obrazovky

Abychom předešli problémům se zobrazováním programu na různých monitorech, vyšel jsem ze statistik serveru Navrcholu.cz (2009a; 2009b; 2010), který monitoruje návštěvnost a další charakteristiky více než 25 000 českých webů (jako používaný internetový prohlížeč, rozlišení monitoru, apod.).

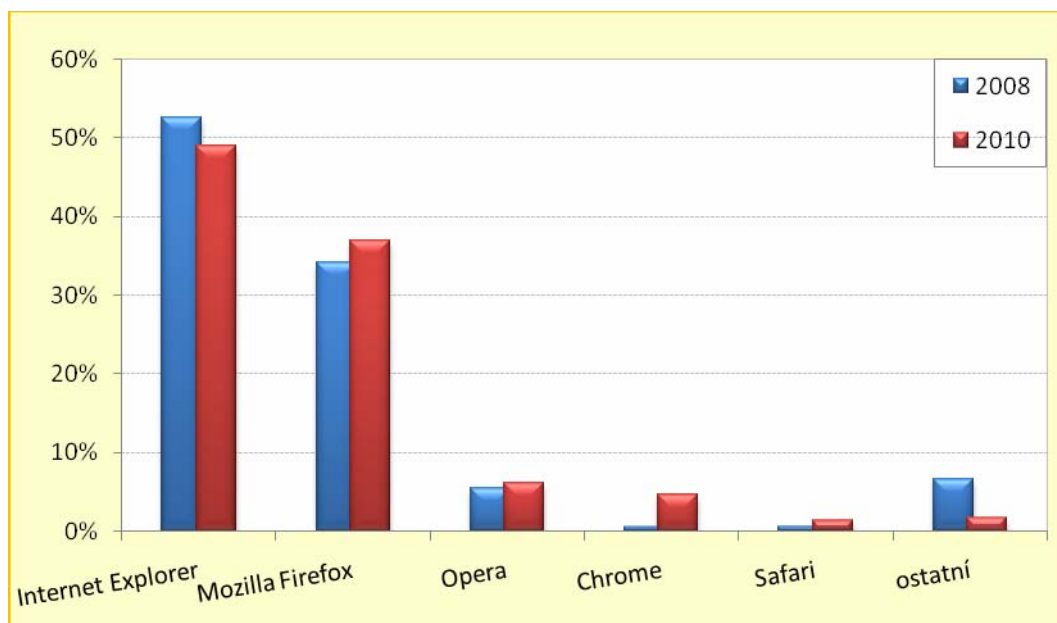
V roce 2009 (Navrcholu.cz, 2009a) bylo rozlišení obrazovky 97 % uživatelů internetu v ČR vyšší nebo rovno 1024×768 (Obr. 9). Proto jsem zvolil rozlišení 1024×768 jako pevné pro tvorbu programu „Chemie halogenů“ a doporučené rozlišení 1024×768 nebo vyšší pro uživatelskou práci s tímto programem. Důsledkem toho je, že se program všem uživatelům zobrazuje stejně velký a nedochází k nežádoucím horizontálním a vertikálním deformacím obrazu na monitorech s různým rozlišením a zobrazováním rolovacích lišt (při rozlišení 1024×768 a vyšším), které práci obvykle znepríjemňují.



Obr. 9 - Rozlišení obrazovky uživatelů internetu v ČR v roce 2008 a 2009 (zdroj: Navrcholu.cz, 2009b)

3.1.1.2. Optimalizace pro internetový prohlížeč

Ze statistik serveru Navrcholu.cz (2010) (Obr. 10) je vidět, že přestože v posledních dvou letech ubylo uživatelů Internet Exploreru (dále IE) a přibývá uživatelů Mozilla Firefoxu (dále FF), Opery a Google Chrome, tak i nadále IE používá téměř 50 % uživatelů internetu v ČR (v době začátku tvorby programu to bylo 53 %). Proto jsem se rozhodl primárně optimalizovat hypermediální výukový program (dále jen program) pro IE. Program ale funguje bez problémů i v druhém nejpoužívanějším internetovém prohlížeči v ČR ve FF.



Obr. 10 - Porovnání zastoupení internetových prohlížečů v ČR v roce 2008 a 2010
(zdroj: Navrcholu.cz, 2010)

3.1.1.3. Zpracování a přehrávání videa

Vybrané a odzkoušené chemické experimenty (viz dále) jsem natočil digitální kamerou Sony (HDR-UX1). Výsledné video jsem s pomocí programu Sony Picture Utility převedl do formátu MPEG, se kterým jsem dále pracoval v programu Adobe Premiere Pro 2.0. Podobněji o práci s videem v tomto software píše Daněk (2009).

Práce s natočeným materiálem

Videa byla sestříhána tak, aby časová stopa byla co možná nejkratší při zachování smysluplnosti a přehlednosti. Krátkou časovou stopu jsem zvolil z následujících důvodů. Dlouhá videa bývají plná nezáživných scén a tedy nudná, čemuž jsem se snažil vyhnout. Důsledné sestříhání videí chemických experimentů ve svém důsledku vedlo ke krátkým klipům, které jsou vyplněny akcí a výběrem těch nejatraktivnějších záběrů (to vše s důrazem na zachování podstatných empirických údajů důležitých pro vyhodnocení průběhu experimentu). To, spolu s výběrem experimentů, napomáhá zvýšení atraktivity a motivačního charakteru programu. Kromě toho délka videa, spolu s dalšími charakteristikami, přímo souvisí s datovým objemem videa. Jelikož jsem se rozhodl, že výsledná velikost (datový objem) programu nepřesáhne velikost CD (tedy asi 700 MB), a s vědomím, že videa budou zaujímat největší část datového prostoru, potřeboval jsem, aby výsledná videa byla co nejvíce datově úsporná.

Po sestříhání následovaly v některých případech postprodukční úpravy, které měly za úkol potlačit některé nežádoucí jevy nebo zvýraznit jevy důležité, jako např. zpomalení či zrychlení scény, „vyvážení bílé“ (důsledek práce v umělém a často nedostatečném osvětlení) a úprava barev, obraz v obraze či potlačení šumu.

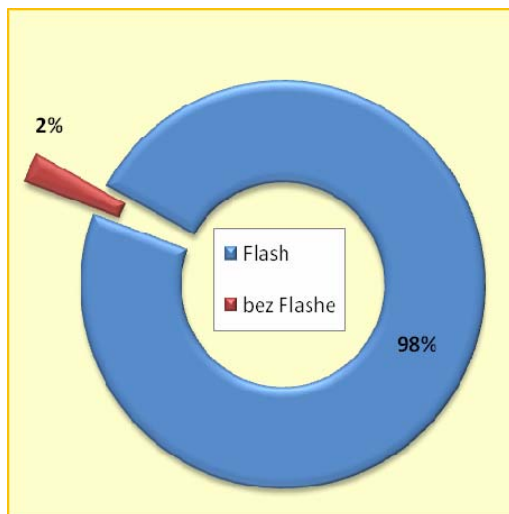
Další fází bylo vytvoření přechodů mezi jednotlivými stříhy tak, aby video působilo celistvě. Volil jsem klasické přechody, které nijak nenarušují plynulý průběh videa, a spíše se snaží o dokreslení dobrého vizuálního dojmu (viz nejčastěji používané přechody „Cross Dissolve“, „Dip to Black“, „Iris“, „Clock Wipe“, „Zoom“ atd.).

Protože jsem program „Chemie halogenů“ pojal nejen jako didaktický prostředek usnadňující práci učitele, ale také jako učební materiál k samostudiu žáka, jsou titulky nedílnou a velmi důležitou součástí každého videa. Při jejich tvorbě jsem se snažil o co možná nejstručnější popis, který by vystihoval průběh daného děje. Důležité momenty jsem v některých případech ještě zvýraznil tak, aby se na ně uživatel měl šanci a mohl zaměřit (výřez videa, zpomalení scény atd.). Důležitou součástí titulků jsou také informace o časových posunech a zpomalení či zrychlení průběhu videa, které uživatele informují o reálném průběhu experimentu.

Hotová videa jsem exportoval (většinou s použitím filtru deinterlace) do bezztrátového formátu AVI. Průměrná datová velikost jednoho videa dosahovala 240 MB, což bylo při počtu 80 videí chemických experimentů a velikosti CD 700 MB absolutně neúnosné (na jedno CD by se nevešla ani tři videa). Proto jsem videa převedl do formátu FLV (v programu Any Flv Player), přičemž došlo k významné datové kompresi. Výsledná videa jsou v rozlišení 720×576 s bitrate přibližně 1 Mb/s a jejich průměrná velikost se pohybuje kolem 7,4 MB. Celkový datový objem všech videí v programu tedy opravdu zaujímá většinu datového prostoru CD.

Implementace videa do programu

Podle serveru Navrcholu.cz (2009a) byl v roce 2009 v téměř 98 % internetových prohlížečů nainstalován Adobe Flash Player plugin (Obr. 11). Přitom více než 96 % z těchto instalací byla verze 9 nebo nejnovější verze 10 (v době psaní této práce). S ohledem na tento průzkum můžeme považovat použití flashových animací či videí ve webových stránkách z hlediska uživatele za bezproblémové. Videa v programu jsem tedy převedl do flv formátu a do příslušných stránek implementovali přehrávač s uživatelsky příjemným rozhraním.

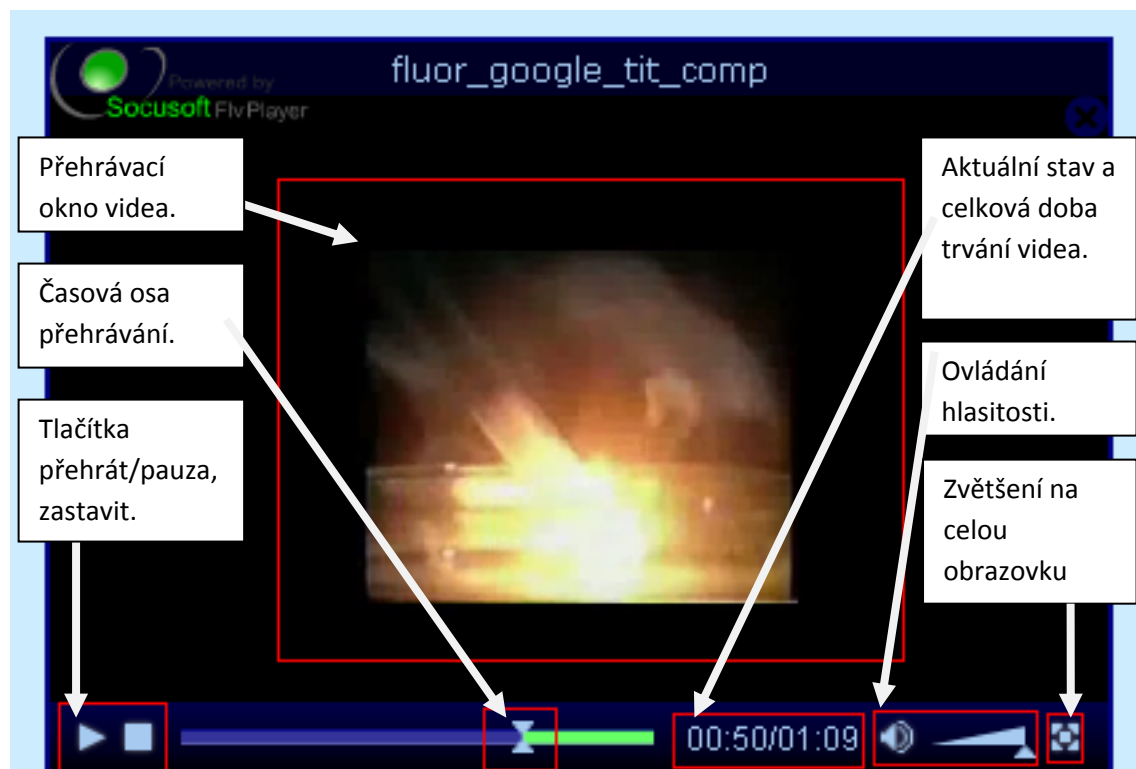


Obr. 11 - Zastoupení přehrávače Adobe Flash Player v internetových prohlížečích v ČR v roce 2009 (zdroj:Navrcholu.cz, 2009a)

Volba flashového formátu videí výrazně usnadní přehrávání videí, protože ve většině případů již nebude nutné do používaného internetového přehrávače instalovat dodatečné pluginy k přehrávání videí. Pokud přesto tato situace nastane, je u každého videa (i na dalších místech programu) odkaz ke stažení příslušného pluginu.

Pro snadné přehrávání videa jsem do programu implementoval Any FLV Player, který je při nekomerčním využití freeware. Tento soubor programů nabízí kromě volby nejruznějších nastavení přehrávače FLV formátu videa, také jeho implementaci do webové stránky, včetně

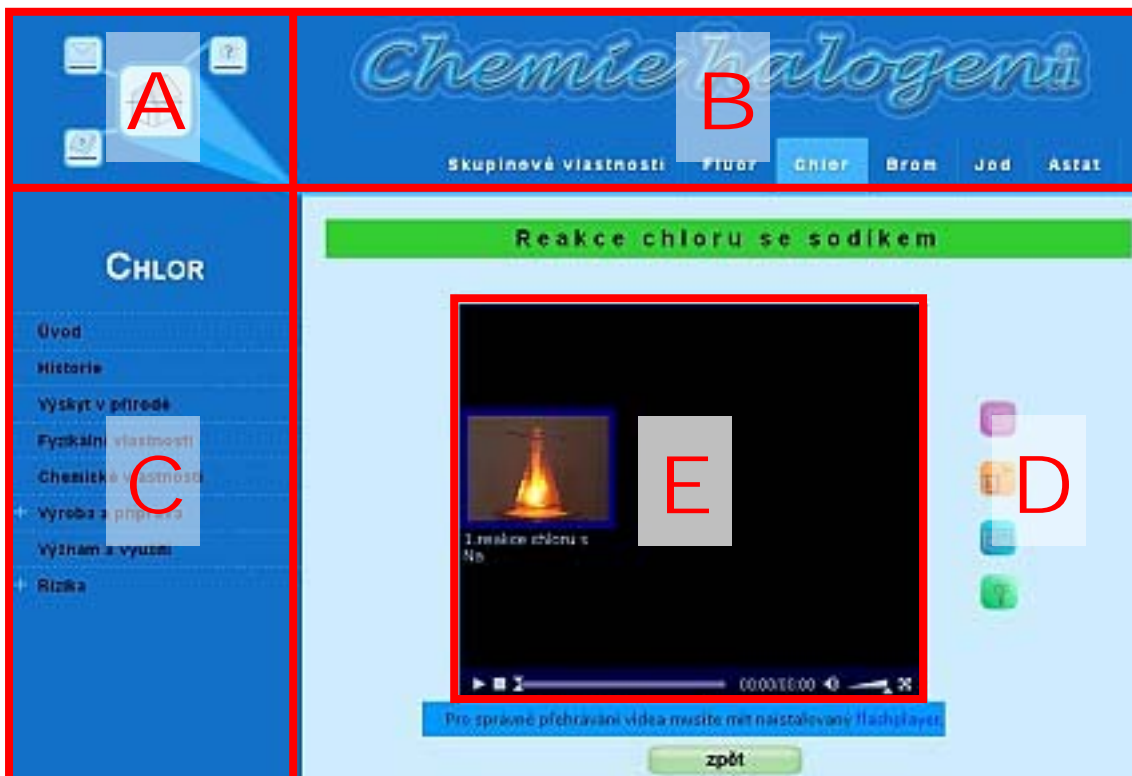
exportu souvisejících XHTML, XML a JavaScript souborů, a v neposlední řadě také konverzi videa do FLV formátu. Zvolil jsem nabídku přehrávače se základními ovládacími a informačními prvky (Obr. 12).



Obr. 12 – Náhled přehrávače FLV formátu implementovaného do webové stránky s popisem

3.1.1.4. Přehlednost, čitelnost a snadná orientace

Program je postaven na párovém tagu iframe (z anglického inline frame, česky vnořený rámeček). Je složen ze 4, místy (v případě implementovaných videí) z 5 vnořených rámečků. Na obrázku 13 je vidět uspořádání s pěti vnořenými rámečků. Kvůli přehlednosti jsou jednotlivé rámečky zvýrazněny červeným orámováním a písmeny A-E. Pokud rámeček E chybí, jedná se o čtyřrámečkové uspořádání.



Obr. 13 – Struktura programu „Chemie halogenů“ (5 rámců, ohraničené červeně)

Rámce

Rámce od sebe nejsou odděleny žádnými mezerami (atributy margin a padding jsou u tagů iframe nastaveny jako nulové), a proto celek působí kompaktně.

Rámec A obsahuje obecné informační a navigační ikony (Obr. 14):

- navigační ikonu „Domů“, která uživatele vrací na úvodní stranu programu,
- kontaktní ikonu „Kontakt“,
- pomocnou ikonu „Nápověda“, která uživatele seznamuje s ovládním programu, jeho strukturou a určením,
- ikonou „Slovník“ s návazností na obsahovou část programu.



Obr. 14 - Rámec A s ikonami (vlevo dole „Slovník“, vlevo nahoře „Kontakt“, vpravo nahoře „Nápověda“, uprostřed „Domů“)

V **rámci B** najdeme kromě „hlavičkového“ obrázku především hlavní (horní) menu programu. Jedná se o základní rozdělení programu do větších modulů nazvaných podle jednotlivých prvků VII.A (17.) skupiny periodické soustavy prvků:

- skupinové vlastnosti,
- fluor,
- chlor,
- brom,
- jod,
- astat.

Každý z těchto modulů má přiřazenu svoji vlastní barvu pro usnadnění orientace a svoji vlastní vnitřní strukturu (viz rámeček C), ale současně je prostřednictvím hypertextových odkazů provázán i s ostatními moduly. Barvy modulů hlavního menu (projevuje se v podbarvení nadpisů, tabulek atd.) jsem volil nejen s ohledem na vzájemnou barevnou kompatibilitu jednotlivých částí programu, ale jsem přihlédl i k barevnému charakteru prvků v elementárním stavu. Důsledkem toho mají jednotlivé moduly svoje typické barvy, např. modul „Jod“ fialovou).

Rámeček C je věnován tzv. vedlejšímu (levému) menu. Toto menu vlastně rozvíjí hlavní (horní) menu do jednotlivých oddílů a kapitol. Struktura vedlejšího menu je u všech modulů velmi podobná s několika změnami v závislosti na konkrétním modulu. Některé položky menu jsou kvůli snadnější orientaci dvouúrovňové.

Rámeček D můžeme nazvat také jako hlavní obsahový nebo vzdělávací rámeček. Jeho primární funkcí je zobrazování obsahu programu, tedy textů, obrázků, videí, animací apod. Vizualně zaujímá ze všech rámečků největší plochu. Všechny odkazy z vedlejšího (levého) menu se zobrazují v tomto rámečku.

Součástí **rámce D** je v některých případech i rámeček E (Obr. 13), který je určen pro přehrávání videa. V tomto rámečku tedy dochází ke spouštění modulu Adobe Flash Playeru, který umožňuje přehrávání videí v programu.

Menu

Při tvorbě programu jsem se uživatelům snažil co nejvíce usnadnit orientaci při práci s programem, protože téma „Halogeny“ je velmi rozsáhlé. Rozhodl jsem se proto použít dvouúrovňové menu. Hlavní menu se nachází v horní části programu (rámeček B, viz Obr. 13) a je neměnné. Tvoří ho šest položek, které odpovídají prvkům skupiny halogenů: „Fluor“, „Chlor“, „Brom“, „Jod“ a „Astat“. Navíc je zde ještě položka „Skupinové vlastnosti“ (viz dále).

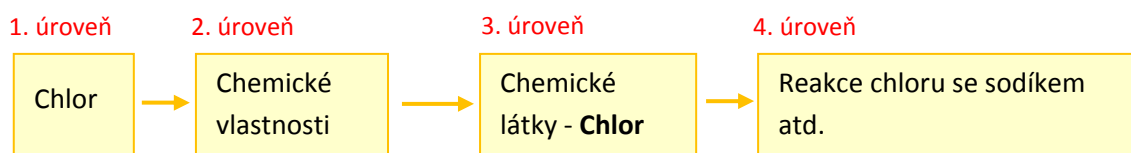
Tabulka 2 - struktura základního a vedlejších menu programu

Položka hlavního menu						
Položka vedlejšího menu	Skupinové vlastnosti	Fluor	Chlor	Brom	Jod	Astat

Úvod	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Historie	ano	ne	ano	ano	ano	ano
Výskyt v přírodě	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Fyzikální vlastnosti	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Chemické vlastnosti	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Výroba a příprava	ano	ano*	ano*	ano*	ano*	ano
Význam a využití	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Rizika	ano	ano*	ano*	ano*	ano*	ano
Testy	ano	ne	ne	ne	ne	ne

* dvouúrovňové menu

Od hlavního menu se odvíjí vedlejší menu v levé části programu (rámeček C, Obr. 13), které je proměnlivé a závisí na konkrétním zvoleném modulu. Vedlejší menu obsahuje 7-9 položek a až na výjimky je jednoúrovňové. Dvě úrovně menu najdeme položek „Rizika“ a „Výroba a příprava“ (v Tabulce 2 označené *). Celý web je konstruován tak, aby byl co možná nejjednodušší, a proto dosahuje hloubky maximálně 3 úrovní. V praxi to znamená, že se z vedlejšího (levého) menu dostanete na jakékoli konkrétní téma maximálně na 3 kliknutí myši (při změně modulu v hlavní menu pak na 4 kliknutí). První úroveň na Obr. 15 odpovídá hlavnímu menu (Obr. 13, rámeček B), 2. úroveň vedlejšímu menu (Obr. 13, rámeček C) a 3. i 4. úroveň jsou již tzv. obsahové úrovně. Výše zmíněná struktura navigace platí s jednou drobnou výjimkou a tou je stránkování (viz dále).



Obr. 15 – Znárodnění tří- až čtyřúrovňové struktury programu (na příkladu chloru)

Text

Formátování textu, hypertextových odkazů, tabulek, obrázků a dalších prvků je řešeno pomocí externích CSS souborů. Při tvorbě základních pravidel jsem se držel příkladů dobré praxe (Janovský, 2003; Taylor, 2004; Staníček, 2006).

Abych zlepšil čitelnost textu, použil jsem jako výchozí bezpatkové písmo Arial (viz základní formátovací soubor „main.css“) a odsazení prvního řádku odstavce. Snažil jsem se udržet texty krátké, ale výstižné, důsledně formátovat do odstavců a co možná nejvíce prokládat obrázky. Obrázky tak mají dvojí funkci, za prvé rozdělit text na kratší, přehlednější úseky a za druhé, díky výběru relevantních obrázků, motivovat uživatele programu, vizualizovat významné informace v textu a tím umožnit jejich důkladnější vnímání a zapamatování.

Zároveň jsem usiloval o to, aby se veškerý obsah všech stránek vešel do viditelné části rámečku (okna) a nebylo tak nutné použít rolovací lišty, jejíž používání obvykle nepatří u uživatelů internetu mezi oblíbené činnosti (a tím pak ztrácí na významu obsah umístěný mimo viditelnou část okna). Případy, kdy byl text rozsáhlejší a nevešel se na jednu stránku, jsem řešil

použitím tzv. stránkování, kdy je v pravé spodní části zobrazen údaj o číslu aktuální stránky a celkového počtu stránek doplněný o navigační šipky (Obr. 16).



Obr. 16 – Ukázka stránkování v programu “Chemie halogenů” (první ze dvou stránek o laboratorní přípravě bromu)

3.2. Obsahová východiska

Vyšel jsem z Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia (RVP G) jako závazného kurikulárního dokumentu, který ale pojem halogeny přímo neuvádí a téma je pouze součástí širšího oddílu p-prvky. Obsah učiva nastíněný v RVP je blíže konkretizován v učebnicích chemie. Zde jsem začal rešeršit nejpoužívanějších učebnic chemie na základních a středních školách (viz průzkum M. Klečky (2008)) a tento seznam doplnil o další, podle mého názoru a zkušeností, významné učebnice, kde jsem sledoval a porovnával především téma „Halogeny“.

- Základy chemie 1 a 2 (Beneš, Pumpr, Banýr, 2003);
- Nebojte se chemie (Los et al., 1996);
- Chemie pro 8. ročník základní školy (Čtrnáctová et al., 2004)
- Chemie pro 9. ročník ZŠ (Novotný et al., 1998);
- Chemie pro základní školy a víceletá gymnázia 8. a 9. (Škoda, Doulík, 2006a);
- Chemie krok za krokem (Bílek, Rychtera, 1999)
- Chemie na každém kroku (Bílek, Rychtera, 2000)
- Přehled chemie pro základní školy (Čtrnáctová et al., 2006)
- Chemie pro čtyřletá gymnázia 2. a 3. díl (Mareček, Honza, 1998 a 2000);
- Chemie (obecná a anorganická) pro gymnázia (Vacík et al., 1995a);
- Přehled středoškolské chemie (Vacík, 1995b);
- Chemie I /obecná a anorganická/ pro gymnázia (Flemer, Dušek, 2001);
- Chemie pro střední školy 1a (Eisner et al., 1996);
- Kompendium středoškolské chemie (Ledvina, Stoklasová, 1997);

- Chemie I (Čipera, 1979);

Obecným nedostatkem především starších tištěných učebnic je jejich nízká atraktivita pro žáky. To je podle našeho názoru způsobeno několika faktory:

- Přílišná orientace na text na úkor grafické stránky. Pokud už jsou přítomné grafické prvky, pak často pouze nebarevné. Barevné obrázky a ilustrační schémata jsou spíše výjimkou.
- Přílišná orientace na teoretická fakta. Chybí propojení teorie s praktickým využitím chemie a názorné ukázky s vysvětlením (což odpovídá scientistickému paradigmatu ve vzdělávání a didaktickým zásadám Zankovovy koncepce rozvíjejícího vyučování) (Skalková, Sýkora, Ducháčková, 1980).
- Chybí popisy a fotodokumentace z chemických experimentů.

S ohledem na výše zmíněné nedostatky jsem se snažil v rámci omezujících okolností, které uvádí už Dvořák (2009), vytvořit program co nejvíce atraktivní pro současné žáky a to nejen po grafické ale i po obsahové stránce. Vyšel jsem také z poznatků J. Juráškové (2006), která jako jedno z kritérií modifikace obsahu vzdělávání uvádí obsahovou pestrost. Téměř každá stránka proto obsahuje grafický objekt (obrázek, fotografii, schéma, model apod.) přímo se vztahující k danému tématu, přitom se z velké části jedná o autorskou tvorbu. Z nejdůležitějších grafických objektů je to např. schéma „interakce freonů s ozónovou vrstvou“, princip „vzniku fotografie“ nebo princip „fungování halogenových žárovek“. Poslední zmíněné schéma je navíc doplněno o animaci, která nejen graficky znázorňuje princip fungování, ale také srovnává tento princip (a jeho výhody) s klasickou žárovkou.

Výsledný text programu „Chemie halogenů“ vznikl kombinací informací z výše zmíněných základo- a středoškolských učebnic a byl doplněn o další relevantní poznatky a zajímavé informace týkající se praktického využití prvků a jejich sloučenin z vysokoškolských skript, chemické literatury i internetových stránek (Tomíček, 1949; Hamilton, Durbin, Parrott, 1954; Hampel, 1968; Häusler, 1970; Kneen, Rogers, Simpson, 1972; Cotton, Wilkinson, 1973; Bína, 1976; Grosse, Weissmantel, 1977; Linhart, Klusoň, 2004; Lagowski, 1977; Gažo, 1981; Heslop, Jones, 1982; Pacák, 1982; Belausov, 1985; Horák, Lambrecht et al., 1985; Klikorka, Hájek, Votinský, 1985; Holzbecher et al., 1987; Blechová, 1988; Greenwood, Earnshaw, 1993; Vošická, Vošický, 1993; Volka, 1995; Wunderlich et al., 1997; Lukeš, Mička, 1998; Banýr, 1999; Vohlídal, Julák, Štulík, 1999; Holleman, Wiberg, 2001; Jursík, 2001; Patnaik, 2003; Atkins et al., 2006; Lide et al., 2006; Rayner-Canham, Overton, 2006). Rozšiřující učivo (tedy učivo nad rámec středoškolského učiva týkajícího se halogenů) jsem do programu zařadil záměrně po realizaci řízených rozhovorů s žáky účastnicími se e-learningových kurzů v rámci projektu Talnet (Talnet, 2010). Účastníkům byl předveden program „Chemie železa a jeho sloučenin“ (Teplý, 2006) a umožněno vyzkoušet si jeho možnosti. Převážná většina žáků se z hlediska obsahových nároků na prezentovaný program shodla na tom, že by chtěli, aby program obsahoval „co nejvíce informací“. Tento požadavek jsem se snažil vyřešit kombinací základních informací s informacemi rozšiřujícími. Důležité a základní informace jsou v textu často vyznačeny tučně. Bohužel nebo spíše bohudíky přechod mezi základními informacemi a informacemi rozšiřujícími není ostrý, to co jedna středoškolská učebnice považuje za informaci základní, jiná neuvádí vůbec apod. Dobře demonstrovatelné je to na příkladu chemických experimentů implementovaných v programu ve formě videí. Je zde celá škála videí od nejjednodušších (z hlediska vysvětlení) jako je reakce chloru se sodíkem přes složitější, jako je laboratorní příprava chloru až po velmi náročné experimenty, jejichž vysvětlení muselo být

mnohdy i velmi zjednodušeno, např. Bělousova-Žabotinského oscilační reakce. Naší snahou ale nebylo rozdělit text, potažmo experimenty, na dvě části, základní a rozšiřující, ale naopak vytvořit vzájemný plynulý přechod od informací základních k rozšiřujícím.

3.2.1. Obsah programu

Obsah programu je strukturován hlavním (horním) menu a na něm závislým menu vedlejším (levém). Hlavní menu obsahuje kromě očekávaných položek odpovídajících prvkům VII.A (17.) skupiny periodické soustavy prvků (dále PSP) ještě položku „Skupinové vlastnosti“, která je nejen jakýmsi zobecněním vlastností skupiny halogenů, ale zároveň i upozorněním na odlišné vlastnosti fluoru a jeho sloučenin od ostatních prvků skupiny. Vedlejší menu má pro všechny položky hlavního menu stejnou základní strukturu. U jednotlivých oddílů se ale počet položek mírně liší. Položky „Výroba a příprava“ a „Rizika“ jsou dvouúrovňové.















3.2.1.1. Textová část

Program je sice v základu koncipován jako učivo týkající se anorganické chemie, ale vzhledem ke snahám vytvořit nejen vzhledově, ale i obsahově atraktivní učební pomůcku a vzhledem ke snahám o propojování učiva mezi blízkými a příbuznými obory, nehledě na to, že v praxi neexistuje striktní hranice mezi anorganickou chemií a např. organickou chemií, jsem v mnoha případech použil také učivo organické a analytické chemie, toxikologie a též do oboru biologie. Mým cílem bylo ukázat žákům, že propojení oborů není v reálné vědě nijak výjimečné, spíše naopak. Dalším cílem vytvořeného programu je snaha ukázat přínos chemie (především chemie halogenů) pro společnost a ukázat rozsah, v jakém chemie ovlivňuje naše každodenní životy (ať už v pozitivně či negativně).

Základní informace o jednotlivých modulech, respektive oddílech shrnuje Tabulka 3, která zároveň obsahuje i printscreeny (Obr. 17-25) částí jednotlivých oddílů.

Tabulka 3 - obecná, obsahová charakteristika jednotlivých položek vedlejšího menu

Položka vedlejšího menu	Obsah oddílu
Úvod	Základní informace týkající se názvu prvku a jeho etymologie, umístění v PSP, elementární informace motivačního charakteru o významu prvku, jeho výskytu v přírodě a případně i historii.

	<div data-bbox="619 192 1372 698" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Úvod</p> <p>Brom je chemický prvek s protonovým číslem 35 a je třetím členem 17. (VII. A) skupiny periodické soustavy, tedy skupiny halogenů. Má značku Br z latinského názvu <i>Bromum</i>. Jeho název pochází z řeckého slova brómos (βρομος) - zápach. Tento název dostal podle charakteristického zápachu svých par.</p>  <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <table border="1" style="font-size: 8px; margin-right: 20px;"> <tr><td>19,00</td><td>F</td></tr> <tr><td>9</td><td>F</td></tr> <tr><td>4,1</td><td></td></tr> <tr><td>35,45</td><td>Cl</td></tr> <tr><td>17</td><td>Cl</td></tr> <tr><td>2,8</td><td></td></tr> <tr><td>79,90</td><td>Br</td></tr> <tr><td>35</td><td>Br</td></tr> <tr><td>2,7</td><td></td></tr> <tr><td>126,90</td><td>I</td></tr> <tr><td>53</td><td>I</td></tr> <tr><td>2,2</td><td></td></tr> <tr><td>210</td><td>Po</td></tr> <tr><td>84</td><td>Po</td></tr> <tr><td>1,9</td><td></td></tr> <tr><td>210</td><td>Po</td></tr> <tr><td>84</td><td>Po</td></tr> <tr><td>1,9</td><td></td></tr> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div style="text-align: center;"> Brom</div> <div style="text-align: center;"> Bromum</div> <div style="text-align: center;"> Bromine</div> <div style="text-align: center;"> Brom</div> <div style="text-align: center;"> Бром</div> <div style="text-align: center;"> Brome</div> <div style="text-align: center;"> Bromo</div> </div> <p style="text-align: center;">Brom není považován za esenciální prvek pro člověka.</p> <p style="text-align: right;"></p> <p style="font-size: 8px;">Zdroje obrázků: 1) http://en.wikipedia.org/wiki/Balard 2) http://www.e-shop24.cz/Foto/Gallery/_400101.jpg</p> </div> </div>	19,00	F	9	F	4,1		35,45	Cl	17	Cl	2,8		79,90	Br	35	Br	2,7		126,90	I	53	I	2,2		210	Po	84	Po	1,9		210	Po	84	Po	1,9	
19,00	F																																				
9	F																																				
4,1																																					
35,45	Cl																																				
17	Cl																																				
2,8																																					
79,90	Br																																				
35	Br																																				
2,7																																					
126,90	I																																				
53	I																																				
2,2																																					
210	Po																																				
84	Po																																				
1,9																																					
210	Po																																				
84	Po																																				
1,9																																					
<p>Historie</p>	<div data-bbox="619 763 1372 1249" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Historie</p> <p>Halogeny byly postupně objeveny už od 18. století (viz <u>přehledný graf</u>). Nejdříve ze všech halogenů byl v roce 1774 objeven chlor, jehož objevitelem byl C. W. Scheele (viz obr. 1).</p> <p>Následoval objev jodu v roce 1811 (B. Courtois) a bromu v roce 1826 (A. J. Balard a C. J. Löwig).</p> <p>Koncem 19. století, v roce 1886 byl poprvé připraven fluor. Připravil ho francouzský chemik H. Moissan (viz obr. 2).</p>  <p>Jako poslední ze skupiny halogenů byl až v roce 1940 připraven astat. Za jeho přípravou stojí pracovníci univerzity v Berkeley Dale R. Corson, K.R. Mackenzie a E. Segrè.</p> <p style="font-size: 8px;">Zdroje obrázků: 1) http://www.chemistryexplained.com/images/chfx_04_img0024.jpg 2) http://miracleofhalogen.files.wordpress.com/2009/12/moissanfour1.jpg</p> </div>																																				
<p>Výskyt v přírodě</p>	<div data-bbox="619 1352 1372 1989" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Výskyt fluoru v přírodě</p> <p>Celkově se odhaduje, že obsah "fluoru" v zemské kůře je asi 0,07 % (544 ppm), což z fluoru činí 13. nejrozšířenější prvek na Zemi. V přírodě se vyskytuje jediný izotop ¹⁹F.</p> <p>Fluor se v přírodě díky své obrovské reaktivitě nevyskytuje v elementárním stavu, ale pouze ve sloučeninách. Nejčastějšími sloučeninami jsou minerály: fluorit, fluoroapatit a kryolit.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;">    </div> <p style="font-size: 8px;">*** Mezi méně obvyklé minerály patří např. villiaumit nebo sellait (viz <u>minerály</u>). ***</p> <p>Živá příroda: Některé australské a africké rostliny dokonce používají organické sloučeniny fluoru jako svoji ochranu proti býložravcům (viz význam a využití).</p>  </div>																																				



Obr. 17 – ukázka z oddílu „Úvod“ k modulu „Brom“

Objev a objevitel prvku, respektive jeho významných sloučenin, historický význam a použití prvku případně některých sloučenin.

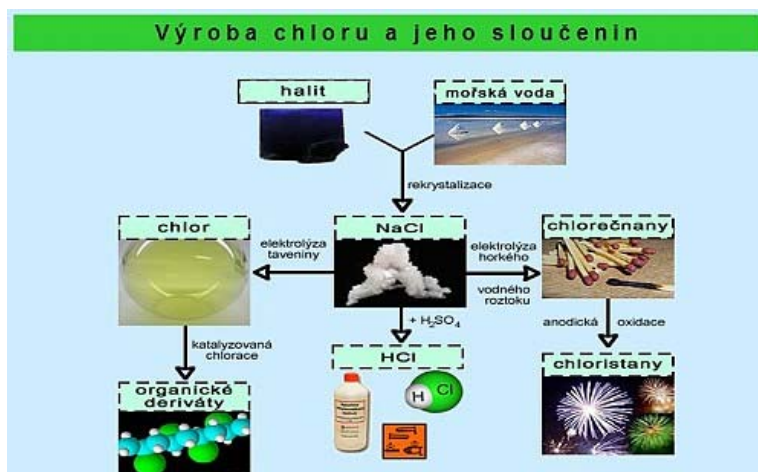
Obr. 18 – ukázka z oddílu „Historie“ k modulu „Skupinové vlastnosti“

Zastoupení prvku v přírodě včetně významných izotopů, významné minerály a jiné zdroje odkud se sloučeniny prvku získávají, zastoupení prvku v lidském těle.

Obr. 19 – ukázka z oddílu „Výskyt v přírodě“ k modulu „Fluor“

<p>Fyzikální vlastnosti</p>	<p>Významné fyzikální charakteristiky prvku: T_t, T_v, skupenství, barva, elektronegativita, elektronová afinita, typická oxidační čísla, rozpustnost (případně video), elektronová konfigurace prvku a halogenidového aniontu, atd.</p> <div data-bbox="619 360 1382 840" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Fyzikální vlastnosti jodu</p> <p>Jod je pevná, tmavá látka s kovovým leskem, která po zahřátí velmi snadno sublimuje (viz video 1).</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>T_t (°C)</th> <th>T_v (°C)</th> <th>skupenství</th> <th>barva</th> <th>E_{EA} (kJ.mol⁻¹)</th> <th>χ</th> <th>oxidační čísla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>113,5</td> <td>184,4</td> <td>pevné</td> <td>šedo-černá (kovový lesk)</td> <td>295</td> <td>2,66</td> <td>-1, 0, 1, III, V, VII</td> </tr> </tbody> </table> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;">  video 1 </div> <div style="text-align: center;">  video 2 </div> </div> <p>Jod se velmi špatně rozpouští ve vodě, ale velmi dobře v nepolárních rozpouštědlech (viz video 2). Velmi dobře se rozpouští také v roztocích jodidů, kde dochází k tvorbě polyjodidových aniontů např. I_3^-.</p> </div> <p style="text-align: center;"><i>Obr. 20 – ukázka z oddílu „Fyzikální vlastnosti“ k modulu „Jod“</i></p>	T_t (°C)	T_v (°C)	skupenství	barva	E_{EA} (kJ.mol ⁻¹)	χ	oxidační čísla	113,5	184,4	pevné	šedo-černá (kovový lesk)	295	2,66	-1, 0, 1, III, V, VII
T_t (°C)	T_v (°C)	skupenství	barva	E_{EA} (kJ.mol ⁻¹)	χ	oxidační čísla									
113,5	184,4	pevné	šedo-černá (kovový lesk)	295	2,66	-1, 0, 1, III, V, VII									
<p>Chemické vlastnosti</p>	<p>Jsou obvykle rozděleny pomocí interaktivního obrázkového schématu na menší oddíly podle typu sloučenin (X_2, HX, MX, X_zO_y, HXO_y, $M^{z+}(XO_y)_z$). Kde X je halogen a M je kation kovu. Vlastnosti jsou generalizovány v textu a vysvětleny na konkrétních příkladech chemických experimentů (videa).</p> <div data-bbox="619 1149 1382 1574" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Reaktivita jodu a jeho sloučenin</p> <div style="text-align: center;"> <p>Chemické látky</p> <ul style="list-style-type: none"> jod Sloučeniny <ul style="list-style-type: none"> bezokyslíkaté <ul style="list-style-type: none"> jodidy kyslíkaté <ul style="list-style-type: none"> oxidy soli </div> </div> <p style="text-align: center;"><i>Obr. 21 – ukázka z oddílu „Chemické vlastnosti“ k modulu „Jod“</i></p>														
<p>Výroba a příprava</p>	<p>V relevantních případech je rozdělena na průmyslovou a laboratorní. Laboratorní příprava popisuje několik způsobů přípravy prvku (případně sloučeniny) v laboratorních podmínkách (obvykle doplněné videem). Průmyslová výroba nejčastěji vychází z interaktivního schématu ukazujícího surovinové zdroje, ze kterých se daný prvek jeho a významné sloučeniny připravují (včetně naznačení postupů). V případě fluoru a chloru je zde i schéma přípravy konkrétního prvku a jeho přechovávání, u chloru navíc také videa, odkaz na online</p>														

animace amalgamového, membránového a diafragmového způsobu.



Obr. 22 – ukázka z oddílu „Výroba a příprava“ k modulu „Chlor“

Význam a využití

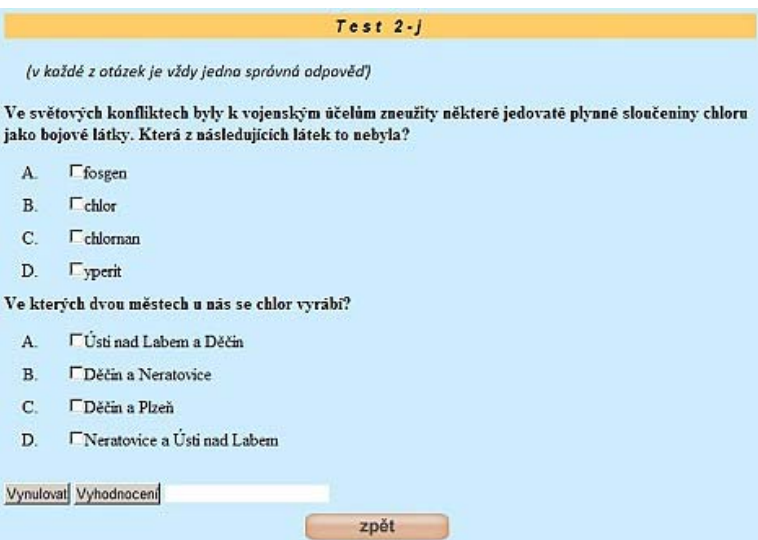
Velký oddíl zabývající se využitím prvků a jejich sloučenin v průmyslové výrobě, v chemické laboratoři i v běžném životě (zaměřil jsem se především na zdravotnictví, zemědělství, fotografický průmysl, pyrotechniku, vojenství apod.). U chloru je oddíl ještě rozdělen do 10 menších celků korespondujících s oblastmi největší spotřeby (případně jiného významu) chloru a jeho sloučenin (dezinfekce vody, lidské tělo, fotografie, pyrotechnika, vojenský průmysl, stavební průmysl, sport, medicína, zemědělství, chemický průmysl a životní prostředí).



Obr. 23 – ukázka z oddílu „Význam a využití“ k modulu „Chlor“

Rizika

Oddíl obvykle rozdělený na rizika bezpečnostní a zdravotní. Bezpečnostní rizika řeší vlastnosti látek, jejich skladování, kompatibilitu materiálů s jednotlivými prvky, případně významnými sloučeninami a částečně také problematiku likvidace nebezpečných látek. Zdravotní rizika obsahují informace o R a S větách prvků a významných sloučenin, případně základní toxikologii.

	 <p>Zdravotní rizika</p> <p>Chlornany, které jsou hlavní součástí čisticích prostředků (viz SAVO), jsou velmi silná oxidační činidla. Navíc, pokud se dostanou do styku s kyselinou chlorovodíkovou, uvolňují plynný chlor. To je také hlavní důvod proč by se neměly míchat různé čisticí prostředky (velká část čisticích prostředků je totiž založena na bázi HCl).</p> <p>Oxid chloričitý je extrémně nebezpečný plyn, který při kontaktu s organickými látkami a vyšších koncentracích vybuchuje. Nebezpečná je nejen jakákoli manipulace, ale i příprava.</p> <p>Velké množství chlorderivátů organických sloučenin patří mezi silné jedy, a proto se mnohé používají (resp. používali) jako pesticidy (DDT, aldrin), jiné byly dokonce zneužity jako bojové látky (chlor, fosgen atd.).</p> <p>Jdi na seznam symbolů, R a S vět. Zdroje obrázků: 1) http://atalog.ambra.cz/savo-1000-ml-dezinfekcni-cistici-prostredek-d33003.htm 2) © PT</p>
<p>Testy</p>	<p>Obsahuje soubor jedno- či vícevýběrových testových otázek.</p>  <p>Test 2-j</p> <p>(v každé z otázek je vždy jedna správná odpověď)</p> <p>Ve světových konfliktech byly k vojenským účelům zneužity některé jedovaté plynné sloučeniny chloru jako bojové látky. Která z následujících látek to nebyla?</p> <p>A. <input type="checkbox"/> fosgen B. <input type="checkbox"/> chlor C. <input type="checkbox"/> chlorman D. <input type="checkbox"/> yperit</p> <p>Ve kterých dvou městech u nás se chlor vyrábí?</p> <p>A. <input type="checkbox"/> Ústí nad Labem a Děčín B. <input type="checkbox"/> Děčín a Neratovice C. <input type="checkbox"/> Děčín a Plzeň D. <input type="checkbox"/> Neratovice a Ústí nad Labem</p> <p>Vynulovat Vyhodnocení <input type="text"/></p> <p>zpět</p>

Obr. 24 – ukázka z oddílu „Rizika“ k modulu „Chlor“

Obr. 25 – ukázka z oddílu „Testy“ v modulu „Skupinové vlastnosti“

Oddíl „Význam a využití“ je spolu s „Chemickými vlastnostmi“ nejrozsáhlejším oddílem. Důvodem je především výše zmíněné opominání těchto podle mého názoru pro výuku chemie (a její přiblížení žákům) velmi důležitých oddílů v tištěných učebnicích. Snažil jsem se nejen ukázat chemii v kontextu každodenního života, ale i závislost významných chemických vlastností prvků a sloučenin na daných podmínkách.

Všechny moduly a oddíly jsou navzájem propojeny relevantními hypertextovými odkazy, takže uživatel může buď postupovat lineárně a systematicky po jednotlivých položkách menu, nebo může postupovat nelineárně právě s využitím hypertextových odkazů v textu, které ho rychle dovedou k informacím souvisejícím s daným tématem. Tímto způsobem si každý žák může vytvořit svůj vlastní originální způsob práce s programem, kdy vlastně prochází pouze pro něho zajímavá témata. Tímto způsobem může v extrémním případě procházet všemi moduly programu dokonce bez použití menu. Nelineární způsob práce s informačními zdroji je celkem typický pro nadané žáky typu badatel, kteří se snaží propracovat k principům a porozumění danému tématu.

3.2.1.2. **Videa**

Natočení a implementaci videa do programu předcházela důkladná rešerše literatury. Začal jsem rešerši nejpoužívanějších základo- a středoškolských učebnic (viz výše), kde jsem se zaměřil na výskyt zmínek o chemických experimentech v různých podobách. Hledal jsem popisy reakcí, konkrétní příklady rovnic chemických reakcí a také obrazový materiál (fotografie, schémata atd.) týkající se chemických experimentů. K tomu jsem přidal výsledky rešerše z odborné literatury a internetových zdrojů, především pak zahraničních univerzit zabývajících se vzděláváním v chemii, prováděním a záznamem chemických experimentů (Cotton, Wilkinson, 1973; Sýkorová, 1982; Shakhashiri, 1992; Greenwood, Earnshaw, 1993; Volka, 1995; Vacík et al., 1995b; Čtrnáctová et al., 2000; Rohovec, 2003; Atkins, 2006, a další, podrobněji u seznamu experimentů). Z těchto experimentů jsem vybral nejen ty, které jsou podle mého názoru zajímavé (změny barvy, hoření, výbuchy apod.), ale také experimenty reflektující základní chemické principy a zákony a tudíž podle našeho názoru patří do základního vzdělání v chemii (objevují se v učebnicích chemie).

Rešerši následovala fáze zkoušení, modifikace a optimalizace vybraných experimentů. V této fázi jsem některé experimenty vyřadil pro jejich nejednoznačné vysvětlení, nízký přínos nebo neprůkazné výsledky při reálném provedení (jednalo se např. o experimenty „Reakce oxidu uhelnatého s I_2O_5 “ nebo „Reakce jodu s terpentýnem“). Ostatní experimenty byly optimalizovány z hlediska celkového množství výchozích látek i jejich poměru tak, aby reakce byla co nejefektivnější a zároveň její produkty co neprůkaznější. Optimalizace se týkala také výběru použitých reakčních nádob, např. při experimentu „Příprava bromovodíku“, kdy jsem hledal nádobu s větším objemem, aby reakce byla efektivní, ale zároveň s dostatečně úzkým hrdlem, aby ztráty bromu při zavádění vodíku byly co možná nejmenší. Modifikace a optimalizace spočívala především v novém uspořádání experimentů takovým způsobem, aby jejich názornost a didaktický přínos byl co možná největší (úprava množství chemikálií, použité chemické nádoby, postup a podmínky). Snažil jsem se, aby postup i uspořádání experimentů bylo jednoduché, přehledné a srozumitelné, a umožnilo tak žákovi soustředit se na podstatu chemických dějů. Klíčová byla snaha nechat vyniknout fakt, že dochází k chemické reakci, a prezentovat ho s co možná největším ziskem empirických údajů o této reakci.

Experimenty, které jsou součástí programu (viz Příloha II), můžeme, podobně jako i textový obsah programu, velmi zjednodušeně rozdělit na dvě skupiny. První skupina jsou tzv. experimenty základní, které vychází ze základního učiva převzatého ze základo- a středoškolských učebnic, druhá skupina pak z odborné chemické literatury vysokoškolské úrovně. Jak jsem ale již naznačil (viz výše), hranice mezi oběma skupinami není ostrá a nelze všeobecně říci, že experimenty, které nenajdeme v základo- a středoškolských učebnicích, musí nutně patřit do kategorie rozšiřujících a složitějších na vysvětlení (viz níže např. experiment „Důkaz škrobu v bramboru“).

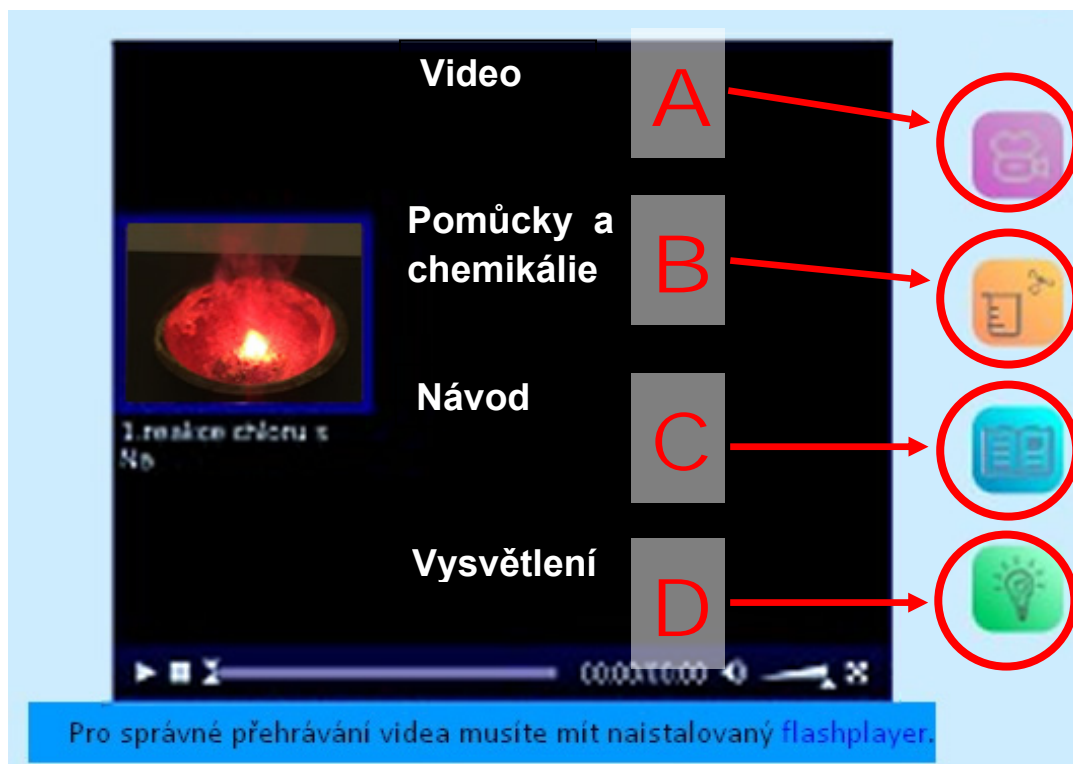
Videa jsou v programu organicky zasazena do příslušných textů v logických návaznostech na uváděné informace. Videa jsou tedy součástí nejen oddílů „Chemické vlastnosti“, ale i dalších oddílů s relevantním obsahem:

- „**Výroba a příprava**“ – ukázky laboratorní přípravy nebo experimenty modelující průmyslovou výrobu,
- „**Význam a použití**“ – principy fungování významných sloučenin používaných v praxi,

- „**Fyzikální vlastnosti**“ – rozpouštění jodu v různých rozpouštědlech, sublimace jodu,
- „**Rizika**“ – „likvidace“ halogenů v laboratorních podmínkách.

Z předchozího textu je dobře vidět, že je kladen velký důraz i na prezentaci experimentů vztahujících se k praktickému využití halogenů a jejich sloučenin a bezpečnost laboratorní práce. Tato tendence vychází z předpokladu vyššího motivačního potenciálu chemických experimentů vztahujícím se k běžnému životu. Sem můžeme zařadit experimenty jako „Příprava jodové tinktury“, „Důkaz škrobu jodem“, „Příprava Lugolova roztoku“ apod. Některé experimenty jsem pojal především jako motivační, právě kvůli jejich velkému potenciálu zaujmout pozorovatele a vyvolat otázky. Jde především o experimenty „Pivo a cola“, „Chemikův koktejl“, „Zápalná směs chlorečnanu draselného s červeným fosforem“, „Odbarvení růže chlorem“, „Reakce chloru s ethynem“, „Sloní zubní pasta“ a další. Ani tyto experimenty však nezůstaly bez popisu a vysvětlení. Řada z těch (pro žáka) nejzajímavějších experimentů patří ale současně také do kategorie nebezpečných, mnohdy i tak nebezpečných, že ani výchozí chemikálie není možné na školách přechovávat, proto jsou videozáznamy těchto chemických experimentů jedinou možností, jak se s nimi žáci mohou seznámit. V programu do této kategorie patří např. „Příprava a vlastnosti oxidu chloričitého“, „Reakce jodu se rtutí“, „Příprava a vlastnosti jododusíku“ atd. Jde ve většině případů o výrazné vizuálně-akustické jevy jako je hoření, výbuchy či změny zbarvení. Tyto reakce se často vyznačují prací s výchozími látkami nebo produkty, které často patří mezi látky toxické nebo explozivní, a právě proto jsou experimenty s nimi pro žáky tak atraktivní a motivující (Koloros, 1999; Šulcová, 2005; Svoboda, Kotherová, 2007).

Velký důraz jsem kladl na důkladné vysvětlení všech experimentů a to i těch s převažujícím motivačním charakterem. Z tohoto důvodu je každý videozáznam chemického experimentu doplněn čtyřmi ikonami, které mají dvojí funkci:



Obr. 26 – Ikony k videím programu “Chemie halogenů“ (A-D)

- „**Video**“ (Obr. 26, ikona A)
 - po kliknutí spustí přehrávání videa,
 - po najetí kurzorem na ikonu A se zobrazí ikony informující o nebezpečnosti experimentu, respektive použitých chemických látek (Obr. 27),



Obr. 27 - ikony informující o nebezpečnosti experimentu, respektive použitých chemických látek (zleva malá, středně velká a velká nebezpečnost)

- „**Pomůcky a chemikálie**“ (Obr. 26, ikona B)
 - po kliknutí otevře okno se seznamem použitých chemických látek a laboratorních pomůcek,
 - po najetí kurzorem na ikonu B se zobrazí ikony informující o časové náročnosti provedení experimentu (Obr. 28),



Obr. 28 - ikony informující o časové náročnosti provedení experimentu (zleva méně než 5 minut, 5-10 minut a více než 10 minut)

- „**Návod**“ (Obr. 26, ikona C)
 - po kliknutí otevře okno s postupem provedení experimentu včetně bezpečnostních upozornění,
 - po najetí kurzorem na ikonu C se zobrazí ikony informující o náročnosti provedení experimentu (zde jsou myšleny nároky na laboratorní zkušenosti, sestavování aparatur, práci s přístroji apod.) (Obr. 29),



Obr. 29 - ikony informující o náročnosti provedení experimentu (zleva jednoduché, středně složité a složité provedení)

- „**Vysvětlení**“ (Obr. 26, ikona D)
 - po kliknutí otevře okno s vysvětlením podstaty probíhajících chemických dějů,
 - po najetí kurzorem na ikonu D se zobrazí ikony informující o náročnosti vysvětlení experimentu (obr. 30),



Obr. 30 - ikony informující o náročnosti vysvětlení experimentu vztahované k učivu vyššího gymnázia (zleva jednoduché, středně složité a složité vysvětlení)

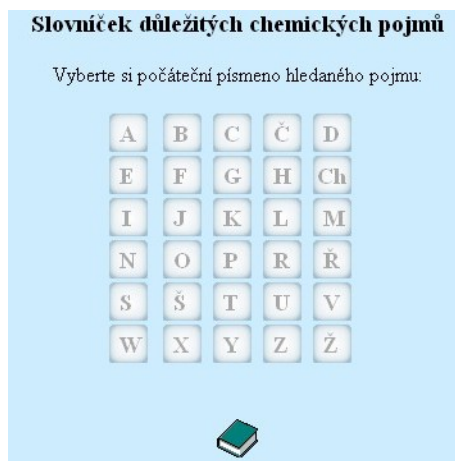
Seznam všech experimentů implementovaných v programu „Chemie halogenů“ s popisem a vysvětlením najdete v Příloze II.

3.2.1.3. Testy

Oddíl „Testy“ je součástí modulu „Skupinové vlastnosti“ a obsahuje 11 testů obsahově vycházejících z didaktických testů použitých ve výzkumné části. Testy jsou rozděleny podle obtížnosti na jedno- a vícevýběrové. Vyhodnocení testů je doplněno zpětnou vazbou nejen o správnosti či nesprávnosti řešení, ale i o počtu dosažených bodů (Görner, 2008).

3.2.1.4. Slovník

Velmi důležitou součástí programu je „Slovník“. Do slovníku se žák dostane kliknutím na ikonu slovníku z rámce A (Obr. 14). Úvodní stranu slovníku tvoří interaktivní rozcestník sestávající z písmen abecedy (Obr. 31). Každému písmenu je věnován jeden html soubor. Větší počet termínů na jedné stránce je vyřešen pomocí tzv. kotev neboli interních odkazů, čímž se značně zrychlí a zjednoduší orientace. Kotvy musí být samozřejmě doplněny odkazy „Nahoru“ umístěné pod každým vysvětleným termínem (v programu zobrazeny jako šipky) směřující uživatele do horní části stránky, kde je seznam všech termínů. Animovaná ikona otevírajícího se slovníku uživatele navrací zpět na úvodní stranu slovníku.



Obr. 31 – Úvodní strana „Slovníku“

Obsah slovníku vznikl v přímé návaznosti na obsah programu a slovník tak obsahuje vysvětlené odborné termíny uvedené v textech či videích programu, nebo s nimi přímo související. K vybraným pojmům byly doplněny definice podle Bíny (1976) a odborné chemické literatury (viz výše). Velkou předností slovníku je provázanost jednotlivých termínů mezi sebou opět formou hypertextových odkazů, což velmi usnadňuje hledání dalších pojmů souvisejících s tématem (Obr. 32).



Obr. 32 - Schéma provázanosti termínů ve slovníku

3.2.1.5. Nápověda

Ikona nápovědy je v programu umístěna v rámci A (Obr. 14) a kliknutím na tuto ikonu se uživatel dostane k rozcestníku, který blíže specifikuje témata nápovědy:

- „**Postup spuštění programu**“ – základní popis spuštění programu (umístěný také v souboru „ČTI_MNE.txt“ na stejné úrovni jako spouštěcí soubor),
- „**Struktura programu**“ – popis rámcového uspořádání programu a významu jednotlivých rámců,
- „**Parametry programu**“ – základní technické parametry a nastavení pro práci s programem,
- „**Práce s programem**“ – vysvětlení významu a popis důležitých součástí programu (odkazy, obrázky, komentáře),
- „**Přehrávání videa**“ – popis a vysvětlení funkce přehrávacího rozhraní,
- „**Symbole a tlačítka**“ – popis významu jednotlivých ikon a tlačítek,
- „**Odkazy a poděkování**“ – výběr z použité literatury, internetových odkazů a seznam neautorských prvků (s odkazy),
- „**Podmínky užívání**“ – podmínky používání programu,
- „**Komu je program určen?**“ – popis cílové skupiny uživatelů a možností využití programu.

Nápověda tedy plní funkci pomocníka uživatele, který s programem pracuje poprvé nebo není zběhlý v práci s tímto typem pomůcek.

3.3. Sumární charakteristika programu

Vývoj programu „Chemie halogenů“ trval více než 2 roky a některé významné charakteristiky najdete v Tabulce 4.

Tabulka 4 – Zkrácený výčet součástí programu

	Počet
Soubory (celkově)	2181
Obrázky (včetně ikon)	894
Videa (celkem)	80
z toho: „Skupinové vlastnosti“	7
„Fluor“	7
„Chlor“	21
„Brom“	16
„Jod“	29
Animace	1
Slovník (pojmy)	542

Největší část programu tvoří soubory s příponou html, následované grafickými soubory nejčastěji ve formátu jpeg a png, který podporuje i průhlednost, čehož bylo často využito pro dosažení lepšího grafického dojmu. Více než 50 % obrázků jsou původní autorské fotografie, ikony, schémata atd. Malou, ale z hlediska celkového vzhledu a funkčnosti programu velmi

důležitou část, tvoří soubory s příponami css (kaskádové styly) a js (JavaScript). Neautorské grafické prvky jsou obvykle citovány in situ. Výjimkou jsou tzv. hotová řešení jako např. „Boxover“ (Bryant, Tagg, 2006), video „Reakce fluoru“ (Google, 2008), „Slimbox“ (Beys, 2007-2008), Any FLV Player (Any FLV Player, 2006-2008).

3.4. Možnosti využití programu

Vytvořená hypermediální pomůcka má, vzhledem k povaze, obsahu a rozsahu programu, podle našeho názoru i zkušeností širší využití. Žák je schopen s programem pracovat samostatně a to i mimo vyučování. Učitel se tak může zaměřit více na řízení procesu vzdělávání a organizační problémy výuky (samozřejmě musí být dobře obeznámen s obsahem a rozsahem programu). Program může využívat jako zdroj informací, které žák potřebuje k vyřešení zadaného problému, jako nástroj k upevnění nebo k osvojení učiva nového.

Použití programu (či jeho částí) při frontální výuce je podle mého názoru vhodné i pro interaktivní tabule, kde dobře vyniknou interaktivní prvky jako hypertextové odkazy a žák s programem pracuje velmi podobně jako se souborem internetových stránek. Pro frontální použití se hodí také oddíl testy. Tento oddíl bude svojí podstatou vyhovovat spíše nadaným žákům typu řešitel, protože zde jde o rychlé řešení problému na základě již osvojených znalostí a vědomostí.

Velká flexibilita programu a možnost použití i izolovaných částí nabízí k využití při distančním vzdělávání, obzvláště při vzdělávání žáků nadaných (viz dále). Nabízí totiž velkou rozmanitost informačních zdrojů (text, obrázky, animace, schémata, videa) s „nepřeberným“ množstvím informací a to vše na jednom místě.

Program i jeho jednotlivé části lze poměrně snadno měnit (obsah i struktura jsou oproti komerčním programům snadno editovatelné), což se pro učitele stává, ve světle stále se vyvíjející chemie jako vědy a nových poznatků, prakticky nutností. Každý učitel, případně žák si tak může program přizpůsobit svému vlastnímu stylu, doplnit aktuální informace, vložit vlastní videa apod. To vše samozřejmě za předpokladu schopnosti a ochoty editace html souborů nejjednodušeji prostřednictvím „WYSIWYG editorů“ (viz výše). V této oblasti mají obvykle větší zkušenosti žáci, se kterými mohou učitelé při úpravě programu spolupracovat. Další možností je obrátit se přímo na autora.

4. Distanční vzdělávání

Program „Chemie halogenů“ obsahuje velké množství informací, které jsou podány zajímavou formou a v souvislostech s jinými obory jak v rámci chemie, tak i mimo chemii. Spolu s digitálním formátem celého programu se tím nabízí využití částí nebo i celého programu pro e-learning. Jako vhodná témata pro vzdělávání nadaných žáků v e-learningu jsem vybral „Halogenovou žárovku“ a „Freony“. Obě oblasti mají velký praktický význam a přesah i do jiných oborů vědy, čímž jsou nejen pro nadané žáky potenciálně velmi atraktivní. Pro e-learning (respektive studijní text) byly použity části textů a grafického materiálu z programu (týkající se právě freonů a halogenových žárovek), které byly doplněny dalšími informacemi, odkazy a soubory úkolů a otázek.

Projekt Talnet funguje od roku 2004 (Talnet, 2010) jako „vzdělávací projekt pro zvědavou a nadanou mládež se zájmem o přírodní a technické vědy i pro jejich učitele z celé České republiky“. Projekt je realizován pracovní skupinou dr. Zelendy z MFF a je primárně zaměřen na práci s žáky ve věku 13-19 let, tedy ISCED 3 (a částečně i ISCED 2). Cílem projektu je identifikace kognitivně nadaných žáků, nabídka vzdělávacích příležitostí v přírodních a technických vědách, spolupráce s učiteli, rodiči a oborovými specialisty a psychology. Za dobu fungování Talnetu postupně vznikly čtyři chemické kurzy, jejichž obsah se obvykle jednou za dva roky obměňuje. Kurz „Chemie 1“ s podnázvem „Chemické reakce kolem nás“ se věnuje především úvodu do chemie prostřednictvím zajímavých chemických experimentů, kurz „Chemie 2“ s podnázvem „Chemie vody“ je zaměřen na chemické a fyzikální vlastnosti vody a jejich význam, kurz „Chemie 3“ s podnázvem „Anorganika“ je určen pokročilejším zájemcům o chemii podobně jako kurz „Chemie 4“ s podnázvem „Biochemie - Přírodní látky“.

Kurz „Chemie III - Anorganika“, byl vytvořen autorem této disertační práce, který v něm zároveň působí jako instruktor. Kurz „Chemie III - Anorganika“ byl spuštěn ve školním roce 2008/2009 a podle reakcí a zpětné vazby žáků, kteří ho absolvovali (v původní verzi kurzu byly všechny úlohy zaměřeny na chemii železa), byly provedeny obsahové změny včetně výměny dvou úloh pro další ročník 2009/2010 úlohami o halogenových žárovkách respektive freonech.

4.1. Cíle kurzu

V kurzu „Chemie III - Anorganika“ (a v ostatních chemických kurzech) v Talnetu se snažím žákům ukázat, že chemie je nejen velmi zajímavá věda, ale představuje také důležité průmyslové odvětví. Poskytuje nám mnoho věcí běžného využití, bez kterých si dnes už ani život neumíme představit (od léků přes čisticí prostředky až po oblečení). Hlavním posláním kurzů (včetně kurzu „Chemie III“) je rozvíjet chemické myšlení a pozitivní přístup k chemii, vytlačit zažitě negativní představy, pocity a předsudky spojené se slovem chemie či chemický a systematicky vytvářet nový nezkreslený pohled na chemii jako na neoddelitelnou součást našeho života.

Řešitelé kurzu by si v průběhu kurzu měli uvědomit, že chemie je fenomén, se kterým se každý z nás denně setkává, ať už si to uvědomuje nebo ne. Chemii využíváme, když stavíme dům (tvrzení malty), když natíráme plot odrezovačem a dokonce i když pečeme bábovku. Řešitelé by se měli také naučit pracovat s informacemi a kriticky je hodnotit. Hlavní cíle kurzu můžeme shrnout v několika bodech:

- umožnění co nejširšího vhledu do problematiky chemie jako vědecké disciplíny,
- představení chemie jako komplexní vědy,

- podpora kritického přístupu k informacím (především z médií),
- boření mýtů v náhledu na chemii a její produkty (prostřednictvím poznání objektivní reality) zprostředkování určitého množství nezbytných poznatků a vědomostí,
- prohloubení a rozšíření výuky chemie na ZŠ a SŠ s využitím videoexperimentů,
- vybudování pozitivních postojů k chemii a k vědě vůbec,
- individuální přístup ke všem studentům,
- úvod do způsobů, pravidel a půvabů vědecké práce.

K tomuto účelu nám s výhodou slouží právě výše zmíněné příklady použití chemie v praxi a běžném životě každého z nás. Ať už jsou to halogenové žárovky ve světlometech automobilů nebo freony ve sprejích a chladicích zařízeních, vždy je význam těchto sloučenin velmi úzce spojen s jejich chemickými vlastnostmi, které vyplývají z jejich struktury a projevují se v závislosti na konkrétních podmínkách.

Kurzy chemie v Talnetu se obecně snaží vyjít vstříc potřebám nadaných žáků, jak je definuje Jurášková (2006). Snaží se žáky stimulovat novými a pestrými podněty, které se snaží pravidelně modifikovat tak, aby byly co možná nejefektivnější. Kurzy podporují argumentační styl komunikace, individuální přístup a zprostředkovává kontakt s vrstevníky při prezenčních soustředěních a exkurzích.

4.2. Průběh a struktura kurzu

4.2.1. Struktura a obsah kurzu

Kurz „Chemie III - Anorganika“ je tvořen šesti lekcemi rozdělenými vždy na Úvod, Úkol A, Úkol B a Prémiovou otázku. Obtížnost řešení přitom roste právě od úkolu A až po prémiovou otázku. Obsahové změny byly provedeny v lekcích 1 a 6. Lekce 1 byla věnována „halogenovým žárovkám“ a lekce 6 „freonům“. Lekce mají stejnou strukturu, a proto se v dalším popisu zaměřím především na Lekci 1 (Obr. 33). Ostatní lekce v kurzu (2-5) jsou zaměřeny na chemii železa, a proto je zde nebudu dále rozebírat.

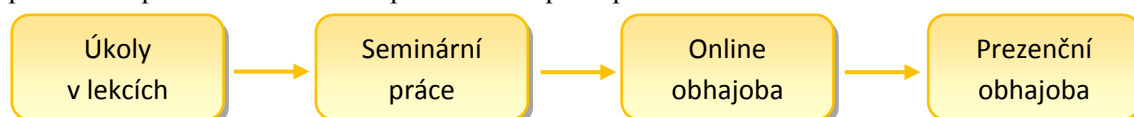
Obr. 33 – Ukázka struktury Lekce 1 (téma „Halogenová žárovka“)

- „Úvod“ – obsahuje úvod do tématu, zajímavosti (např. srovnání některých parametrů klasické a halogenové žárovky), studijní text k danému tématu („Halogenová žárovka“ – viz Příloha III, „Freony“ – viz Příloha IV),
- „Úkoly“ – obsahují soubory úloh rozdělených podle náročnosti řešení:
 - **Úkol A** (soubor několika jednodušších úloh, např. „Vytvořit systematický název a strukturní vzorec k obchodnímu názvu Halon 1301“),
 - **Úkol B** (obtížnější úlohy, např. „S pomocí studijního textu se zamysli nad tím, zda je pro halogenové žárovky škodlivější podpětí nebo přepětí. Svoje tvrzení podpoř argumenty.“),
 - **Prémiová otázka** (je určena především pro velmi aktivní řešitele a obvykle vyžaduje náročnější řešení, např. „Jako testovací náplň v halogenové žárovce byl použit brommethan v atmosféře argonu. Tlak v baňce byl asi 0,28 MPa při 20 °C. Objem baňky je 1,31 cm³. Jaký tlak zjistíme v žárovce při jejím zapnutí? Kolikrát se zvětšil z původní hodnoty? Předpokládejte ideální chování plynu a teplotu v baňce žárovky při zapnutí průměrně 700 K.“),
- „Seminární práce“ – odborná práce na žákem vybrané téma většinou podpořená vlastní experimentální částí pod vedením instruktora.

Úlohy byly tvořeny tak, aby byly co možná nejrozsáhlejší jak z hlediska způsobů řešení, tak i z hlediska náročnosti, což je jedna z nejobtížnějších částí tvorby kurzů. Příliš jednoduché, ale i příliš mnoho náročných úloh v řadě žáka odradí, a proto je nutné najít rozumný kompromis, kdy jsou žáci motivováni nejen obsahovou stránkou kurzu, ale také přiměřenou úrovní obtížnosti úloh.

4.2.2. Průběh kurzu

Kurz „Chemie III - Anorganika“ je podobně jako ostatní kurzy rozdělen do dvou modulů, které kopírují pololetí školního roku, a lze jej rozdělit do několika etap (Obr. 34). V průběhu kurzu žáci řeší jednotlivé úkoly a úlohy. Na vyřešení obou úkolů (A a B) mají žáci vždy dva týdny a v případě zájmu mohou řešit i prémiovou otázku. Přitom obtížnost řešení roste právě od úkolu A až po prémiovou otázku. Po vyřešení všech úkolů si žák volí nebo navrhuje vlastní téma seminární práce, kterou pak zpracovává pod vedením instruktora. Po odevzdání práce následuje obhajoba online a prezenční obhajoba, kde mají možnost se k práci vyjádřit nejen instruktor, ale také ostatní žáci a instruktoři jiných kurzů (Teplý, Čípera, 2007; Teplý et al., 2009). Součástí celkového hodnocení je pak mimo vlastního obsahu práce také správnost odpovědí na otázky, prezentace práce nebo vlastní experimentální přístup k tématu.



Obr. 34 - Schéma průběhu kurzů v Talnetu

4.2.3. Průběh ročníku 2009/2010

Do kurzu se v posledním ročníku přihlásilo sedm žáků, ale studovat v kurzu začalo pouze pět z nich. Z toho tři žáci vytrvali až do konce šesté lekce. Dva žáci přestali komunikovat po prvním modulu, což je možná následek dvoumodulového uspořádání kurzu, kdy je mezi oběma moduly téměř dvouměsíční pauza, během které někteří žáci ztratí motivaci. Navíc je toto období mezi oběma moduly pro žáky významné kvůli zvýšeným nárokům ve škole před pololetním vysvědčením. Škola je právě v období pololetí a konce školního roku celkem logicky asi největším kompetitorem kurzů, ale rozhodně ne jediným. Žáci, kteří se účastní chemických kurzů v Talnetu, mají obvykle mnoho dalších vzájemně si konkurujících aktivit. Celkem typické pro řešitele kurzů Talnetu je jejich velmi široké zaměření, o kterém se jako instruktoři v kurzu dozvídáme nejdříve v jejich online profilu v kurzu a posléze také na prezenčních soustředěních. U řešitelů chemických kurzů se jedná především o Chemickou olympiádu, korespondenční kurz KSICHT, další olympiády (zejména biologickou, ale i fyzikální nebo matematickou), často se objevuje hra na hudební nástroj a sport (nezřídká vrcholový). Do kolonky, jaké jsou jejich další zájmy a koníčky, například napsali (neupraveno):

- „Matika, fyzika, chemie, psychologie, socializace... je toho by bylo :-D“ (žák gymnázia v Mladé Boleslavi),
- „Internet, hry, programování, psaní, ezoterika, poslouchání a hraní hudby.... (je toho hodně). Z vědy matematika (derivace, diferenciály, integrály a limita), elektrotechnika (můstky, jističe a vodiče, motory, polovodiče...), elektrofyzika (působení a tvary polí, skin...), magnetismus (transformátory, tvary polí, magnetické měřicí stroje ad.), kvantová fyzika (jiné vesmíry, elm. pole, struny...), možná v budoucnu i hydrostatika a hydrodynamika.“ (žák základní školy v Chebu),
- „Baví mě meteorologie, fyzika, chemie, matika a spousta dalších věcí“ (žákyně Vyšší odborné školy ekonomických studií a Střední průmyslové školy potravinářských technologií v Praze).

Velmi zajímavá je motivace žáků ke studiu v chemických kurzech, která je značně různorodá. Jak je vidět z následujících vyjádření konkrétních žáků, velkou roli, ať už přímou

nebo nepřímou a pozitivní i negativní, zde hraje učitel(ka) chemie. Do kolonky „Jaké jsou vaše vlastní zkušenosti s chemií?“ například napsali (neupraveno):

- „...jinak strašlivá učitelka na chemii takže vzdělání nulové:D.“ (žákyně gymnázia v Mladé Boleslavi),
- „Chemie mě bavila už od sekundy, kdy jsme ji měli prvním rokem. Dost možná k tomu přispěla naše vyučující, od které jsem vše pochopila - a to je základ. Díky tomuto zájmu jsem se přihlásila na několik ročníků chemické olympiády. Od Talnetu očekávám, že při jeho navštěvování prohloubím své znalosti, které mi popřípadě pomohou při studiu vysoké školy.“ (žákyně gymnázia v Prachaticích),
- „Přihlásila jsem se do Talnetu - kurzu chemie proto, že mě tento předmět zajímá. Je to zvláštní, měla jsem ráda dějepis, oproti tomu nesnášela právě chemii a matematiku. Avšak vloni, když jsme dostali na tyto předměty nové učitele, jsem obrátila o 180° a doufám, že Talnet můj, zatím docela čerstvý, zájem o chemii prohloubí“ (žákyně gymnázia v Prachaticích).

4.2.4. Zpětná vazba

Žáci, kteří se účastnili kurzu, byli vyzváni, aby vyplnili centrálně zadávaný online dotazník, kterým vedení projektu ve spolupráci s autory kurzů a instruktory zjišťuje obtížnost, atraktivitu, přínos pro osobní rozvoj žáků, motivační působení úloh atd.

Kurz „Chemie III - Anorganika“ hodnotili pouze dva žáci, ale jejich zpětná vazba nás utvrdila ve významu používání úloh blízké souvisejících s praktickým životem. V Tabulce 5 uvádím pro srovnání odpovědi obou žáků. Vybral jsem pouze odpovědi na stejné otázky. Stupnice pro odpovědi byla 1 (Rozhodně souhlasím) – 2 (Spíše souhlasím) – 3 (Spíše nesouhlasím) – 4 (Rozhodně nesouhlasím).

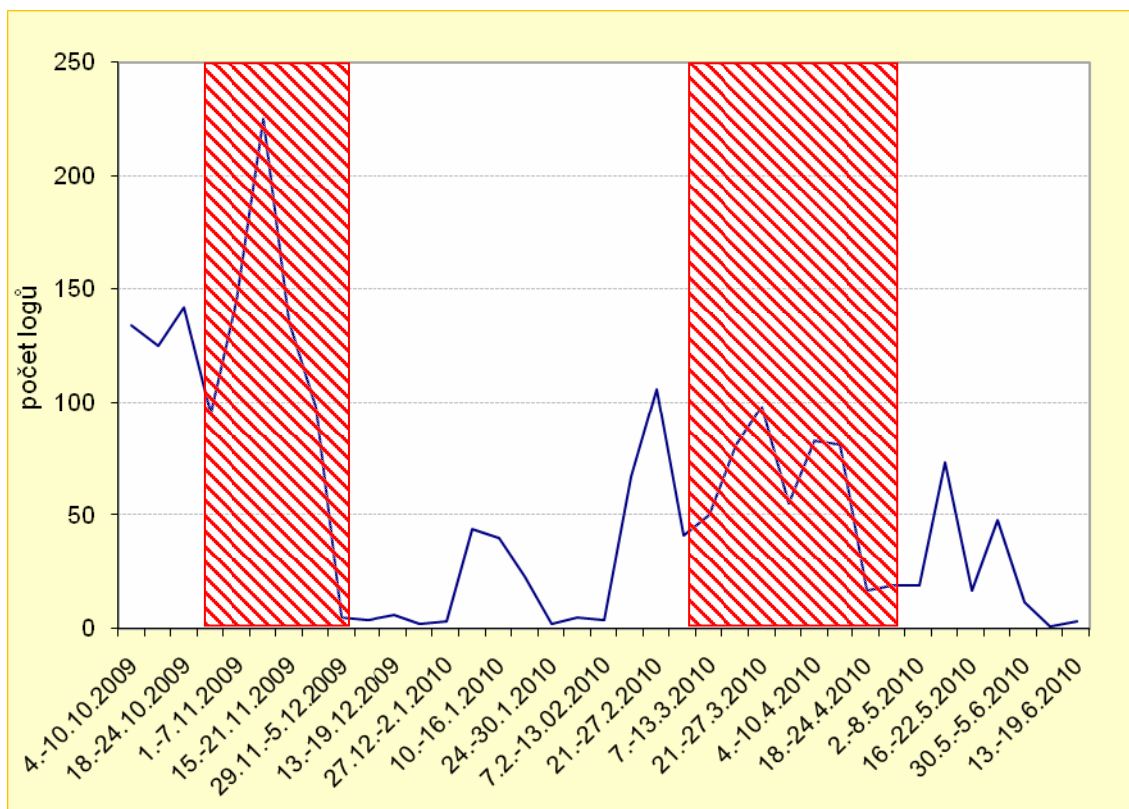
Tabulka 5 - Odpovědi žáků na otázky vedení projektu Talnet

Otázka	Odpověď a případný komentář	
	žákyně (Gymnázium Třeboň)	žák (Gymnázium Hranice)
Lekce byly velmi časově náročné.	3	3 („Většinou jsem je stihl udělat v kratším čase. Bylo dobré, že jsme mohli úkol odevzdat i po termínu.“)
Lekce byly velmi intelektuálně náročné.	2 („Ale určitě si myslím, že je lepší brát si složitější úkoly, které nás víc posunou dál, než lehké, které nás víceméně nechají na místě.“)	3 („Odpovědi se daly najít na internetu, nebo v knihovně přímo na webu. Musel jsem sice zapojit své myšlení, ale to k tomu patří, ne?“)
S řadou témat jsem se v kurzu setkal/a poprvé.	1 („Čím více nových informací, tím lépe.“)	1 („Ani ne tak s tématy, jako s otázkami na zdánlivě jednoduché věci, které až tak jednoduché nejsou a je těžké na

		ně odpovědět.“)
Nabyté vědomosti určitě ještě využiji.	1	1 („Jelikož se chci chemií zabývat i v budoucnu, určitě zkušenosti využiji.“)
Úkoly (aspoň některé) mě vedly k dalšímu hledání informací (v literatuře, na internetu...).	1	1 („U většiny úkolů jsem hledal na internetu informace.“)
Kdybych věděl/a, co mě čeká, určitě bych se přihlásil/a znovu.	1	1 („Je to skvělá zkušenost.“)
Vyber 2 lekce z kurzu, které Tě bavily nejvíc, a napiš proč.	2 a prémiové otázky („Bavilo mě popisovat děje v zapnuté žárovce a překvapilo mě, jak je to dobře vymyšlené :). Tento úkol byl pro mě trochu náročnější a právě proto mě bavil. Baví mě popisovat děje rovnicemi. Zajímá mě zjišťovat jak ničíme životní prostředí.“)	1 a 5 („Mohl jsem uplatnit znalosti z hodin chemie, kde jsme probírali oxidující kyseliny. Náhled do organiky.“)
Vyber 2 lekce, které považuješ za nejpřínosnější z hlediska obsahu, a zdůvodni.	4 a 6 („Přínosná byla entalpie a mohrova sůl. Kvůli dlouhé konzultaci s instruktorem.“)	1 a 6 („Dozvěděl jsem se mnoho o freonech a o jejich nebezpečí. Dozvěděl jsem se mnoho o kyselinách.“)
Vyber 2 lekce, které považuješ za nejzajímavější z hlediska způsobu práce a zdůvodni.	1 a 3 („Bavilo mě doplňování tabulky a počítání.“)	6 a prémiové otázky („I když jsem nestíhal a úkol odeslal později, instruktor mi ho přesto ohodnotil a někdy mi nabídl možnost dodatečného doplnění. Prémiové otázky byly takové uvolněnější.“)

V Tabulce 5 se opakovaně objevuje pozitivní hodnocení lekcí 1 a 6, které byly inovovány s použitím částí programu „Chemie halogenů“. Žáci pozitivně hodnotili rychlou zpětnou vazbu od instruktora i možnost častější komunikace. Kladný ohlas vyvolaly také obtížnější úlohy a možnost využívání studijních materiálů jako základních zdrojů informací.

Zajímavou zpětnou vazbou je také graf znázorňující celkovou aktivitu žáků (jsou zde zahrnuti pouze žáci, kteří se zapojili do řešení úloh) v kurzu (prostřednictvím počtu logů, Obr. 35). Z grafu je vidět poměrně vysoká aktivita žáků v prvním modulu, nízká aktivita mezi prvním a druhým modulem a nakonec obnovení aktivity v druhém modulu (výuka v modulech označena červeně). Dá se vysledovat vyšší aktivita po zveřejnění Lekce 1 (4. a 11. 10. 2009) a Lekce 6 (7. a 13. 3. 2010). Především po druhém modulu pak aktivita přetrvávala díky konzultacím k seminárním pracím.



Obr. 35 – Celková aktivita žáků v kurzu Chemie 3 – ročník 2009/2010 (výukové moduly červeně)

4.3. Závěr

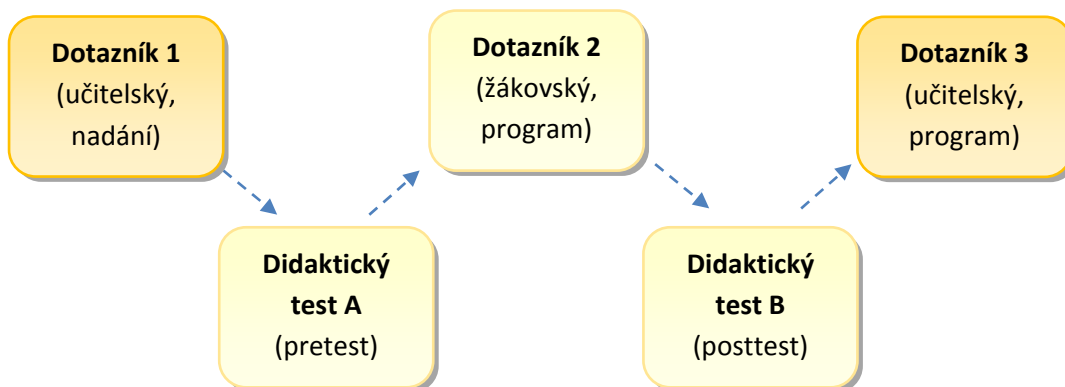
Vzhledem k nízkému počtu žáků nelze dělat příliš obecné závěry, ale přesto jsem zaznamenal několik zajímavých tendencí. Žáci na úkoly v lekcích 1 a 6 reagovali rychleji a lépe než na úkoly v ostatních lekcích. Projevovalo se to především rychlejším odevzdáváním vyřešených nebo i částečně vyřešených úkolů a častější diskuzí o problematice úzce související s tématy halogenových žárovek a freonů nejen s instruktory, ale i mezi sebou. Téma halogenových žárovek žáky velmi zaujalo, na což lze usuzovat i podle toho, že patřilo mezi oblíbené v neformální diskuzi (mimo hlavní program) v rámci zimního prezenčního soustředění Talnetu (po skončení prvního modulu). Tento zájem si vysvětlujeme především aktuálností tématu a jeho spojením s praktickým, každodenním životem. Diskuzi vyvolala také otázka/úloha k zamyšlení nad vhodností používání názvu „ozonová díra“.

Z hlediska volby obtížnosti úloh se mi v průběhu působení v pozici instruktorů osvědčilo zadávat skupiny několika úkolů různé obtížnosti. To dává žákovi možnost volit, pokud jde o pořadí řešení úkolů podle obtížnosti tak, jak to vyhovuje jeho aktuálnímu stavu (z hlediska psychologického i z hlediska jeho poznatkové struktury).

Díky dosavadním dobrým zkušenostem s využitím témat blízké souvisejících s životem kolem nás budeme i nadále chemické kurzy inovovat tímto směrem. K využití v e-learningových kurzech se nabízí mnoho dalších témat i z programu „Chemie halogenů“, např. dezinfekční činidla na bázi chloru a jodu, bromderiváty jako retardátory hoření, fluorované náhražky krve apod.

5. Výzkumná část

Výzkum byl rozdělen na pět částí. Nejdříve jsem oslovil 184 gymnaziálních učitelů ze všech krajů ČR, zaslal jim Dotazník 1 a požádal je o účast ve výzkumu. Většina učitelů, kteří odeslali zpět vyplněný dotazník (7 %), se rozhodla pro další spolupráci na výzkumu a byl s nimi dohodnut termín, počty a výběr žáků, kteří se výzkumu budou účastnit. Zároveň učitelé obdrželi přesný popis průběhu výzkumu a doporučení pro seznámení žáků s výzkumem a možnosti jejich motivace ke spolupráci. Další tři části byly již více méně řízeny konkrétním učitelem. Fáze dvě a tři následovaly těsně po sobě. Učitele rámcově seznámili žáky s výzkumem a jeho významem a nechali žáky vyplnit Didaktický test A. Po odevzdání testu žáci obdrželi CD s programem „Chemie halogenů“ redukováným pouze na „Chlor“ a Dotazník 2 (viz dále). V instrukcích učitelům jsem doporučil, aby čas na vyplnění Dotazníku 2 pro žáky byl 2-7 dní, nejlépe do příští hodiny chemie, abychom minimalizovali ztráty na odevzdaných dotaznících. Odevzdání Dotazníků 2 následovalo vyplnění Didaktického testu B, o kterém podle instrukcí učitelů nevěděli. Vyplněné Dotazníky 2 i Didaktické testy A a B učitelé odeslali a obratem obdrželi program „Chemie halogenů“ a Dotazník 3, který po důkladném projití programu vyplnili a odeslali zpět. Průběh výzkumu zachycuje schéma na Obr. 36.



Obr. 36 – Schéma průběhu výzkumu

5.1. Výzkumný problém

Tato práce se zabývá žáky se zájmem o chemii a přitom předpokládá, že jsou mezi nimi i žáci nadaní. Toto zjednodušení a přiblížení reálné situace jsem zvolil z několika důvodů:

- Chemie je jeden z nejméně oblíbených předmětů vyučovaných na SŠ (Škoda, Doulík, 2001; Dopita, 2008), a proto můžeme při jisté míře zjednodušení předpokládat, že žáci, kteří se sami označí (případně jsou označeni učitelem) za zájemce o chemii jsou potenciálně nadaní.
- Identifikace nadání (nemluvě o potenciálním nadání) je velmi náročný a dlouhodobý proces pedagogicko-psychologického testování.
- Určení zájmu je v reálných podmínkách proveditelné nesrovnatelně jednodušeji než zjištění nadání. K tomu jsem využil data z dotazníkového šetření.

Hlavní výzkumný problém, vyplývající z výše zmíněných důvodů, je zjistit, zda se liší celkový přínos vytvořeného programu v závislosti na jeho hodnocení ze strany žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.

Pod pojmem celkový přínos programu chápou jeho edukační složku, motivační složku, dále to, jak IFP indukuje v žácích snahu o získání dalších informací, možnosti a meze využití IFP jako učební pomůcky ze strany učitelů.

Tento hlavní výzkumný problém jsem dále rozpracoval do dílčích výzkumných otázek, cílů výzkumu a výzkumných hypotéz.

5.1.1. Výzkumné otázky

- 1) Jak se liší didaktická efektivita vytvořeného programu „Chemie halogenů“ reprezentující edukační složku IFP pro nadané žáky se zájmem o chemii a ostatní žáky?
- 2) Jak se liší motivační přínos vytvořeného programu „Chemie halogenů“ pro nadané žáky se zájmem o chemii a ostatní žáky?
- 3) Jak se liší schopnost vytvořeného programu „Chemie halogenů“ indukovat v žácích snahu o aktivní vyhledání a získání dalších informací mezi nadanými žáky se zájmem o chemii a ostatními žáky?
- 4) Jak hodnotí nadaní žáci se zájmem o chemii, ostatní žáci a učitelé vybrané parametry vytvořeného programu „Chemie halogenů“?
- 5) Liší se hodnocení vybraných parametrů vytvořeného programu „Chemie halogenů“ mezi jednotlivými skupinami respondentů (nadaní žáci se zájmem o chemii, ostatní žáci, učitelé)?

5.1.2. Cíle výzkumu

- 1) Zjistit didaktickou efektivitu vytvořeného programu „Chemie halogenů“ pro nadané žáky se zájmem o chemii. Zjišťována bude pomocí didaktického testu (pretest-posttest).
- 2) Zjistit didaktickou efektivitu vytvořeného programu „Chemie halogenů“ pro ostatní žáky. Zjišťována bude pomocí didaktického testu (pretest-posttest).
- 3) Provést komparaci didaktické efektivity vytvořeného programu „Chemie halogenů“ mezi nadanými žáky se zájmem o chemii a ostatními žáky pomocí induktivních metod statistické analýzy dat.
- 4) Zjistit motivační přínos vytvořeného programu „Chemie halogenů“ pro nadané žáky se zájmem o chemii. Motivační přínos bude hodnocen na základě analýzy vybraných dotazníkových položek.
- 5) Zjistit motivační přínos vytvořeného programu „Chemie halogenů“ pro ostatní žáky se zájmem o chemii. Motivační přínos bude hodnocen na základě analýzy vybraných dotazníkových položek.
- 6) Zjistit názor učitelů na motivační přínos vytvořeného programu „Chemie halogenů“ pro výuku chemie. Motivační přínos bude hodnocen na základě analýzy vybraných dotazníkových položek.
- 7) Provést komparaci motivačního přínosu vytvořeného programu „Chemie halogenů“ mezi nadanými žáky se zájmem o chemii a ostatními žáky a učiteli pomocí induktivních metod statistické analýzy dat.
- 8) Zjistit schopnost vytvořeného programu „Chemie halogenů“ indukovat v žácích snahu o aktivní vyhledání a získání dalších informací u nadaných žáků se zájmem o chemii.

Schopnost indukovat v žácích snahu o aktivní vyhledání a získání dalších informací bude zjišťována na základě hodnocení vybraných položek didaktického testu, jejichž správné zodpovězení vyžaduje vyhledání doplňujících informací ze strany žáků. Jedná se o informace, na které se vytvořený program „Chemie halogenů“ odkazuje, ale které nejsou jeho součástí a žáci je tedy nemohou získat pouhým používáním programu.

- 9) Zjistit schopnost vytvořeného programu „Chemie halogenů“ indukovat v žácích snahu o aktivní vyhledání a získání dalších informací u ostatních žáků. Schopnost indukovat v žácích snahu o aktivní vyhledání a získání dalších informací bude zjišťována na základě hodnocení vybraných položek didaktického testu, jejichž správné zodpovězení vyžaduje vyhledání doplňujících informací ze strany žáků. Jedná se o informace, na které se vytvořený program „Chemie halogenů“ odkazuje, ale které nejsou jeho součástí a žáci je tedy nemohou získat pouhým používáním programu.
- 10) Provést komparaci schopnosti vytvořeného programu „Chemie halogenů“ indukovat v žácích snahu o aktivní vyhledání a získání dalších informací mezi skupinou nadaných žáků se zájmem o chemii a ostatních žáků.
- 11) Zjistit hodnocení vytvořeného programu „Chemie halogenů“ jako celku, jeho grafické části a jeho textové části ze strany nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.
- 12) Porovnat hodnocení výše uvedených parametrů mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.

5.1.3. Výzkumné hypotézy

Následující výzkumné hypotézy, které vyplynuly z cílů výzkumu, jsou formulovány jako jednostranné (H_1-H_5) vždy k hypotézám nulovým, které nepředpokládají odlišnost v hodnotách daných proměnných mezi srovnávanými skupinami. Hypotézy H_6-H_8 jsou formulovány jako nulové. Níže uvedené hypotézy jsou založené na vyhodnocení dat získaných z didaktických testů A a B (H_1-H_5), respektive z dotazníků programu „Chemie halogenů“ (H_6-H_8).

H_1 : Hrubý skóre pretestu (Didaktického testu A) bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.

H_2 : Hrubý skóre posttestu (Didaktického testu B) bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.

H_3 : Rozdíl ve výsledku pretestu a posttestu (Didaktického testu A a B) reprezentující didaktickou efektivitu vytvořeného programu bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.

H_4 : Schopnost vytvořeného programu indukovat v žácích snahu o aktivní vyhledání a získání dalších informací vyjádřená rozdílem hrubých skóre výsledku vybraných položek pretestu a posttestu (Didaktického testu A a B) bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.

H_5 : Motivační přínos vytvořeného programu vyjádřený středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.

Následující výzkumné hypotézy, které předpokládají komparace výsledků tří různých nezávislých skupin respondentů, jsou formulovány jako nulové. V rámci statistické analýzy provedené v práci budou dále ověřovány tyto hypotézy:

H₆: Hodnocení vytvořeného programu jako celku vyjádřené středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek se nebude lišit mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.

H₇: Hodnocení grafické části vytvořeného programu vyjádřené středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek se nebude lišit mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.

H₈: Hodnocení textové části vytvořeného programu vyjádřené středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek se nebude lišit mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.

Všechny formulované hypotézy byly ověřovány na základě příslušných nástrojů statistické analýzy dat na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, protože při nižší hodnotě hladiny významnosti ($\alpha = 0,01$) stoupá riziko chyby 2. druhu (Meloun, Militký, 2006).

5.2. Řešení výzkumného problému

5.2.1. Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření je nejčastějším prostředkem k hodnocení výukového softwaru. Hodnotí se obvykle technická, grafická a obsahová stránka, kam spadá i pedagogicko-didaktický přínos. M. Dvořák (2009) ve svém výzkumu také zjistil, že o vzdělávací software v chemii, konkrétně IFP, je zájem a orientačně zjišťoval i názor učitelů na vhodnost použití tohoto typu didaktické pomůcky pro žáky se zájmem o chemii. Autor zjistil, že 70 % oslovených učitelů by IFP doporučilo jako studijní materiál k samostudiu žáků a 56 % by IFP použilo přímo ve vyučování. Dvořák se zabýval spíše významem a použitím ICT ve výuce chemie. Náš výzkum se zaměřil spíše na oblast vzdělávání nadaných žáků a možnosti využití vzdělávací softwaru v této oblasti.

Sestavil jsem celkem tři dotazníky, z nichž dva byly určené pro učitele a jeden pro žáky:

- **Dotazník 1** – zjišťující názor učitelů na vzdělávání nadaných žáků v chemii,
- **Dotazník 2** – zjišťující názor žáků na vytvořený hypermediální výukový program „Chemie halogenů“,
- **Dotazník 3** – zjišťující názor učitelů na vytvořený hypermediální výukový program „Chemie halogenů“.

Do výzkumu se zapojilo sedm učitelů ze sedmi gymnázií z ČR a 201 žáků prvních až čtvrtých ročníků gymnázií. Nižší počty respondentů v jednotlivých šetřeních jsou výsledkem neodevzdání dotazníku či didaktického důvodu nepřítomnosti žáka v konkrétní den.

5.2.1.1. Dotazník 1 (učitelský, nadání)

Dotazník 1 zjišťoval názory učitelů na vzdělávání nadaných žáků v chemii v ČR, jejich vlastní zkušenosti a postřehy (viz Příloha V). Použitý dotazník obsahuje 17 položek (otázek a tvrzení) a pět úvodních, identifikačních, faktografických otázek. Návratnost dotazníků posílaných emailem byla nízká (viz také Dvořák, 2009), navrátilo se 12 vyplněných Dotazníků 1. Data získaná od těchto učitelů tedy nemůže vztáhnout přímo k celé populaci středoškolských učitelů

chemie, ale odpovídají spíše skupině tzv. učitelů aktivních, kteří se snaží pracovat i nad rámec svých povinností (viz dále).

Následující statistická zhodnocení se vztahují k datům získaným prostřednictvím výše zmíněného dotazníku od vzorku 12 středoškolských učitelů chemie z gymnázií Karlovy Vary, Praha (Josefská), Dobříš, Čáslav, Chotěboř, Praha (Na Vítězné pláni), Žďár nad Sázavou, Litovel, Valašské Meziříčí, Praha (Postupická), Sušice, Praha (Karla Sladkovského) (viz kapitola 5.2.2.). Jedná se o učitele, kteří zaslali vyplněný Dotazník 1. Úplná, nezpracovaná data získaná prostřednictvím Dotazníku 1 naleznete v Příloze XII (CD).

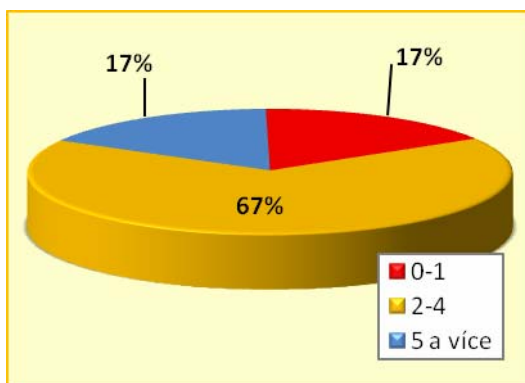
Výsledky

Položka č. 1: **Průměrný počet žáků v mnou vyučovaných třídách je:**

- Přes 90 % učitelů uvedlo, že průměrně učí 26-30 žáků ve třídě.

Položka č. 2: **Žáků se zvýšeným zájmem o chemii se v průměru se na jednu třídu vyskytuje asi:**

- Téměř 70 % učitelů uvedlo, že ve třídách, kde učí chemii, se nachází průměrně 2-4 žáci, kteří mají zájem o chemii (Obr. 37).



Obr. 37 – Průměrný počet žáků se zvýšeným zájmem o chemii na jednu třídu

Položka č. 3: **V naší škole se žáci mohou účastnit školních volitelných a nepovinných chemických aktivit:**

- Všichni oslovení učitelů uvedli, že jejich škola nabízí volitelné a nepovinné chemické aktivity. Následuje výčet odpovědí na otevřenou otázku:
 - seminář a cvičení z chemie,
 - kroužek k chemické olympiádě,
 - biologicko-chemický seminář,
 - semináře pořádané UP Olomouc,
 - chemický experiment,
 - přírodovědný kroužek,
 - exkurze,
 - volitelná laboratorní cvičení.

Položka č. 4: **Počet žáků v těchto školních aktivitách je (celkově) ... a má z dlouhodobého hlediska (tendence):**

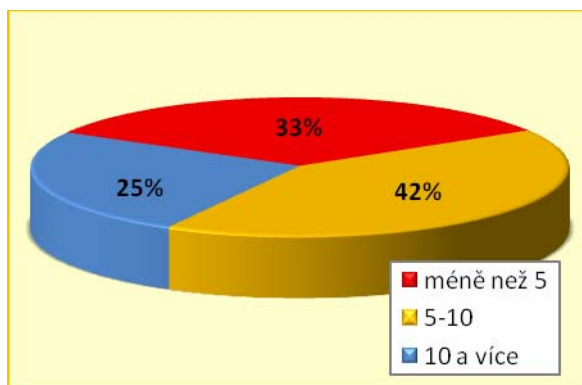
- Celkem 90 % oslovených učitelů uvedlo, že počty žáků v nepovinných a volitelných chemických aktivitách kolísají. Celkem 58 % uvedlo, že se těchto aktivit účastní každoročně 5-10 žáků (vztaženo na všechny třídy vyššího gymnázia vyučované daným učitelem), 42 % uvedlo počet 10 a více žáků. Vyšší počty můžeme nejspíše přičíst volitelným seminářům určeným k přípravě na maturitu.

Položka č. 5: **Žáci se účastní i mimoškolních aktivit spojených s chemií (můžete vybrat více alternativ):**

- Všichni učitelé uvedli účast žáků na Chemické olympiádě, 50 % korespondenční kurz KSICHT a 8 % korespondenční kurz KorChem.

Položka č. 6: **Počet žáků v těchto mimoškolních aktivitách je (celkově):**

- Opět 90 % učitelů uvedlo, že počty žáků v mimoškolních chemických aktivitách kolísají. Čtvrtina učitelů uvedla, že se těchto aktivit každoročně účastní více než 10 žáků, 42 % uvedlo 5-10 žáků a třetina učitelů uvedla méně než 5 žáků. Tyto počty žáků jsou vztaženy na všechny třídy (vyšší gymnázium) vyučované daným učitelem (Obr. 38).



Obr. 38 – Počet žáků v mimoškolních aktivitách (na vyšším gymnáziu)

Položka č. 7 a 8: **Jaký typ diferenciací kurikula je podle Vašeho názoru vhodnější pro vzdělávání nadaných žáků? Ve svých vyučovacích hodinách používám vnitřní diferenciaci?**

- Celkem 83 % učitelů uvedlo, že pro vzdělávání nadaných žáků je vhodnější vnitřní diferenciací, pouze 17 % uvedlo diferenciací vnější a 17 % nevyjádřilo vlastní názor. Ve svých vyučovacích hodinách pak podle svých slov používá ve vztahu k nadaným žákům vnitřní diferenciací 42 % učitelů, 8 % ji nepoužívá a 50 % se nadaným žákům věnuje jiným způsobem:
 - individuální konzultace problémů i mimo učitelovu vyučovací povinnost,
 - kroužky k chemické olympiádě, nulté vyučovací hodiny (v učitelově volném čase), semináře,
 - zadávání náročnějších úloh v průběhu vyučovací hodiny, půjčování doplňkové chemické literatury a dalších učebnic domů, poskytování elektronických materiálů nad rámec běžné výuky, komunikace prostřednictvím ICT,
 - pomoc žáků učiteli s přípravami laboratorních cvičení.
- Z předchozího seznamu je patrné, že někteří učitelé nemají jasno v termínech vnitřní a vnější diferenciací kurikula (v souvislosti se vzděláváním nadaných žáků). Pod pojmem vnitřní diferenciací chápeme integrované vzdělávání nadaných žáků

s ostatními žáky a individuální přístup k jejich vzdělávání. Vnější diferenciaci chápeme jako vzdělávání nadaných žáků odděleně v k tomuto účelu speciálně zřízených institucích.

Položka č. 9 a 10: Používám učební pomůcky, které mi usnadňují vnitřní diferenciaci učiva. Učební pomůcky, které mi usnadňují vnitřní diferenciaci učiva, nepoužívám, protože (můžete vybrat více alternativ).

- Celkem 67 % učitelů neví o žádných učebních pomůckách usnadňujících diferenciaci učiva nebo jsou pro ně finančně nedostupné, 33 % používá:
 - osobní webové stránky,
 - rozšiřující literaturu, internet,
 - výukové programy,
 - videa,
 - prezentace,
 - pracovní listy.
- Předchozí čísla opět naznačují, že někteří učitelé nemají jasno v termínech a praktických aplikacích vnitřní a vnější diferenciaci kurikula (viz výše).

Položka č. 11: Pro zodpovězení složitých otázek zvědavých žáků (nad rámec učiva) využívám (můžete vybrat více alternativ):

- Pořadí využití zdrojů informací učitelem podle frekvence uvádění:
 - 92 % učebnice, encyklopedie apod.,
 - 83 % internet,
 - 50 % konzultace s odborníky,
 - 42 % vlastní poznámky,
 - 8 % jiné.

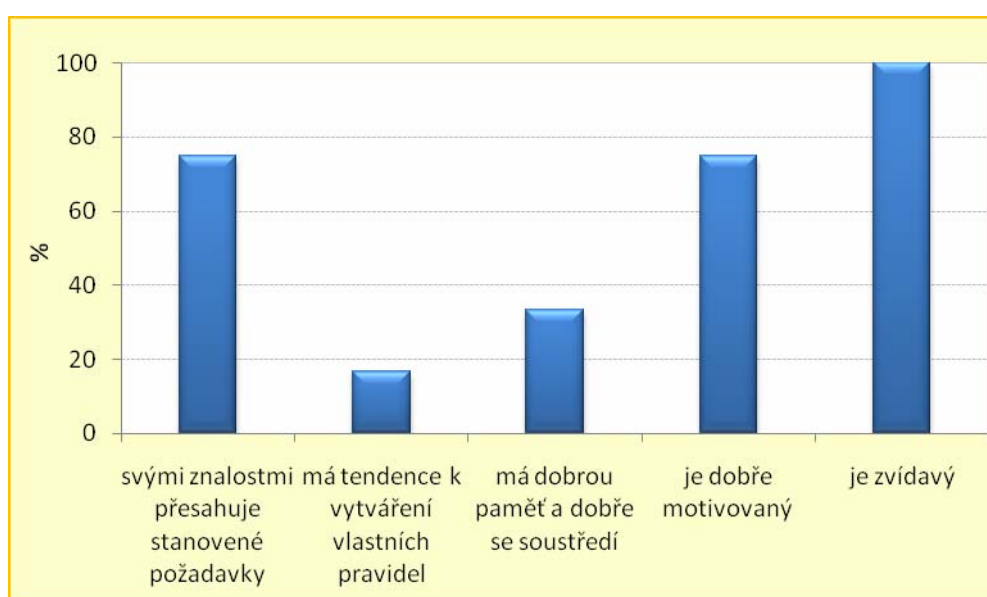
Položka č. 12: Je Vámi používaná učebnice chemie (uved'te její název+autora) vhodná i pro vzdělávání nadaných žáků (anorganická chemie – chemie halogenů, Váš názor)?

- Celkem 50 % učitelů uvedlo, že jimi používaná učebnice, případně soubor učebnic, je vhodná i pro vzdělávání nadaných žáků, 50 % uvedlo, že nikoliv. Učitelé se vyjadřovali k jednotlivým učebnicím (kladně nebo záporně), které používají ve vztahu ke vzdělávání nadaných žáků:
 - Benešová, M.; Satrapová, H. Odmaturuj! z chemie. Brno : Didaktis, 2002. 208 s. ISBN 80-86285-56-1 – málo podrobná,
 - Honza, J, Mareček, A. Chemie pro čtyřletá gymnázia - 1. díl. Olomouc, Nakladatelství Olomouc, 1998, ISBN 80-7182-055-5 – dostatek informací, ale nediferencované, chybí úlohy k procvičování a návody pro laboratorní práce,
 - Flemr, V., Dušek, B. Chemie obecná a anorganická pro gymnázia. Praha, SPN, 2001, ISBN 80-7235-147-8 – nové informace z praxe,
 - Vacík, J. et al. Přehled středoškolské chemie. Praha, SPN, 1995, ISBN 80-85937-08-5

- Vacík, J. et al. Chemie (obecná a anorganická) pro gymnázia. Praha, SPN, 1995, ISBN 80-85937-00-X – podrobný výklad,
- Škoda, J., Doulík, P. Chemie 8 - učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň, Fraus, 2006, ISBN 80-7238-442-2 – diferencované informace.

Položka č. 13: **Jak byste charakterizoval(a) typického nadaného žáka(žákyni), respektive žáka se zvýšeným zájmem o chemii, v porovnání s ostatními? (můžete vybrat více alternativ):**

- Procentuální vyjádření názorů učitelů o charakteristikách nadaných žáků (Obr. 39). Všichni učitelé označili „zvídavost“ jako charakteristickou vlastnost nadaného žáka a 75 % učitelů si myslí, že nadaný žák se pozná podle toho, že je dobře motivovaný a svými znalostmi (poznatkovou strukturou) přesahuje stanovené požadavky. Naopak žádný učitel nevybral jako charakteristickou vlastnost nadaných žáků rušivý vliv na spolužáky, neochotu ke skupinové práci ani problémy s pravidly.



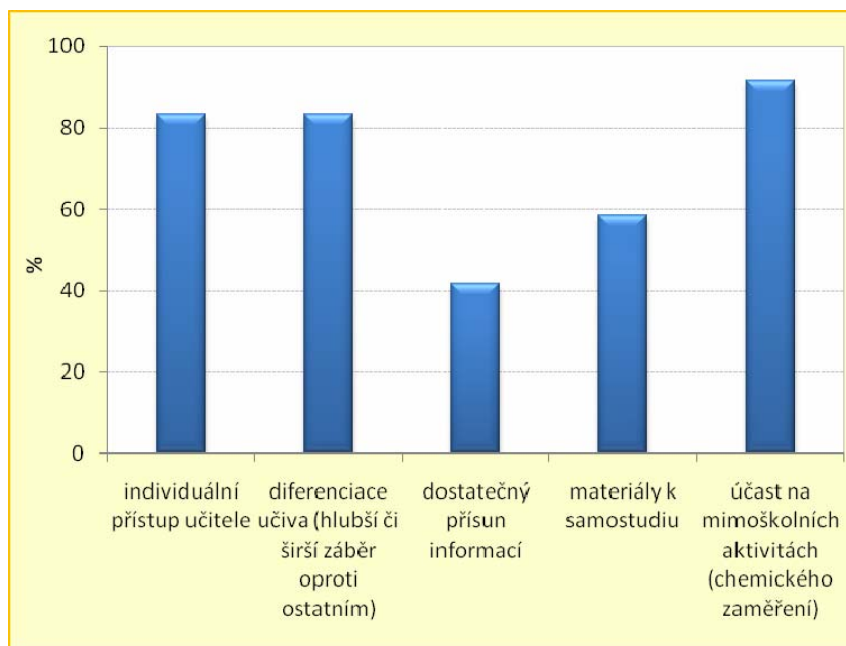
Obr. 39 – Charakteristika typického nadaného žáka(žákyně) z pohledu učitele

Položka č. 14: **Myslíte si, že je v ČR vzdělávání nadaných žáků věnována dostatečná pozornost?**

- Celkem 83 % učitelů odpovědělo NE a 17 % se nevyjádřilo.

Položka č. 15: **Co je podle Vašeho názoru důležité při vzdělávání nadaných (co jim může pomoci v rozvoji a být jinak užitečné)? (můžete vybrat více alternativ):**

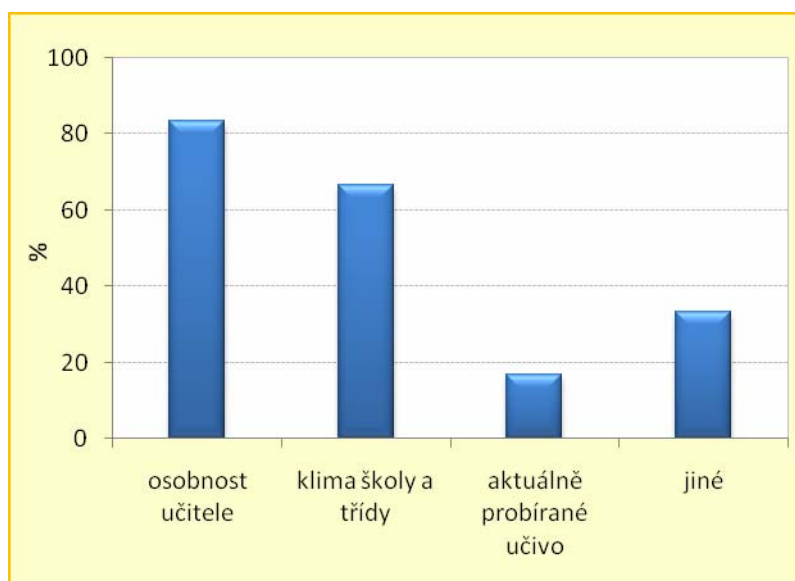
- Hlavní faktory podle učitelů jsou uvedeny v grafu na Obr. 40. Z grafu vyplývá, že učitelé považují za hlavní faktory při vzdělávání nadaných mimoškolní aktivity, diferenciaci učiva a individuální přístup. Dalšími faktory, které zvolilo pouze 8 % učitelů, byly: začlenění mezi ostatní žáky, zařazení do speciální třídy (školy), a jiné jako:
 - osobní příklad doma, ve škole, ale i ve společnosti,
 - stále na nadané žáky působit a nenechat je zahálet,
 - profilovat je správným směrem.



Obr. 40 – Důležité faktory pro vzdělávání nadaných žáků z pohledu učitele

Položka č. 16: **Které faktory podle Vás nejvíce ovlivňují počty účastníků chemické olympiády a dalších mimoškolních chemických aktivit? (můžete vybrat více alternativ)**

- Celkem 83 % učitelů považuje „osobnost učitele“ za nejvýznamnější faktor, který ovlivňuje počty účastníků mimoškolních chemických aktivit, 67 % považuje za významné také klima školy a třídy, 17 % si myslí, že významný vliv má také aktuálně probírané učivo (Obr. 41). Další faktory, které ovlivňují účast žáka v mimoškolních aktivitách a které učitelé považují za významné, jsou:
 - ohledy žáka na jeho další studium (zaměření),
 - účast spolužáků v dané aktivitě.



Obr. 41 – Faktory s největším vlivem na účast nadaných žáků v mimoškolních aktivitách z pohledu učitele

Položka č. 17: **Při výběru programu s chemickou tematikou jako vyučovací pomůcky bych upřednostnil(a) program:**

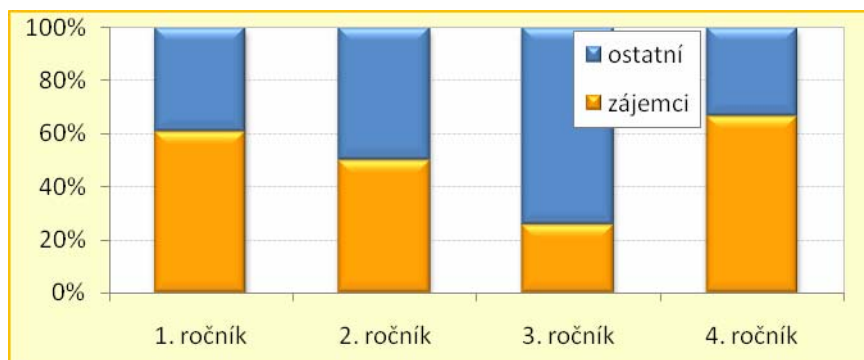
- Poslední otázka se týkala přístupu učitelů k výuce s využitím didaktických pomůcek. Celkem 92 % učitelů upřednostňuje pomůcku, která obsahuje základní i nadstandardní informace, které v případě potřeby vynechají, 8 % upřednostňuje pomůcku, která obsahuje pouze základní informace, a v případě potřeby informace doplní sami.

5.2.1.2. **Dotazník 2 (žákovský, program)**

Dotazník 2 hodnotí hypermediální výukový program „Chemie chloru“ – část „Chlor“ byl vyplněn a odevzdán 193 žáky. Jednalo se o žáky prvních až čtvrtých ročníků, kteří byli do výzkumu zapojeni prostřednictvím svých učitelů chemie spolupracujících na výzkumu (viz níže). Dotazník obsahuje 21 položek (viz Příloha VI). Úplná, surová data získaná prostřednictvím Dotazníku 2 naleznete v Příloze XIV (CD).

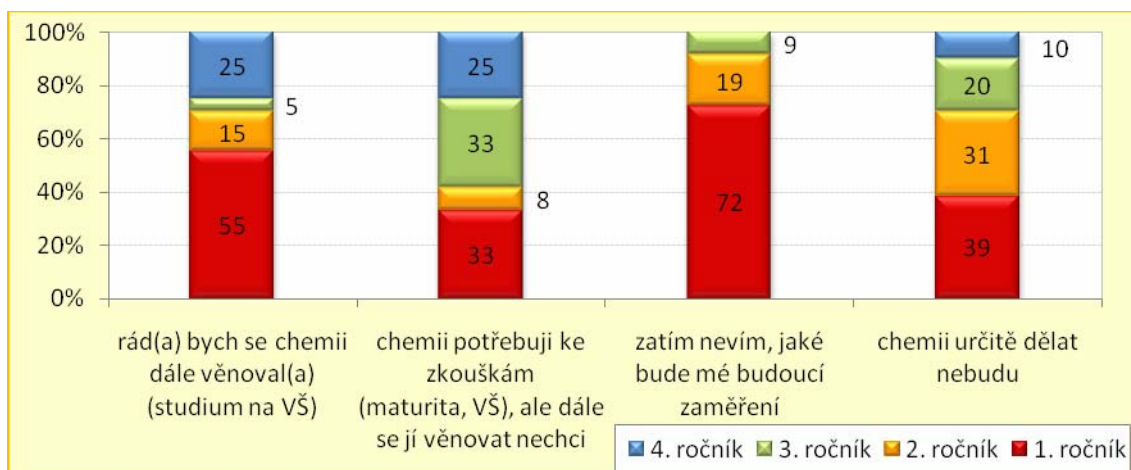
Redukce obsahu programu na „Chlor“ byla provedena z důvodu velkého rozsahu celé obsahové části programu. Zredukování programu na „Chlor“ mělo žákům usnadnit hodnocení program bez nutnosti procházení celým programem. Vzhledem k tomu, že program měli hodnotit i žáci bez zájmu o chemii, tak jsem se jim tím snažil zkrátit čas potřebný k projití programu a vyplnění dotazníku. U nadaných žáků jsem očekával podrobnější studium programu a také vyhledání dalších informací o nalezených tématech prostřednictvím externích hypertextových odkazů na další internetové zdroje informací.

V úvodní části dotazníku jsem zkoumal údaje jako je vztah žáků k chemii a roli chemie v jejich předpokládaném budoucím zaměření. Překvapivě jsem zjistil, že 54 % žáků označilo sama sebe jako zájemce o chemii. Rozdělení zájemců o chemii do ročníků (v rámci žáků účastnících se výzkumu) naleznete v grafu na Obr. 41. Z grafu je vidět, že relativně nejvíce zájemců o chemii je v prvním a čtvrtém ročníku.



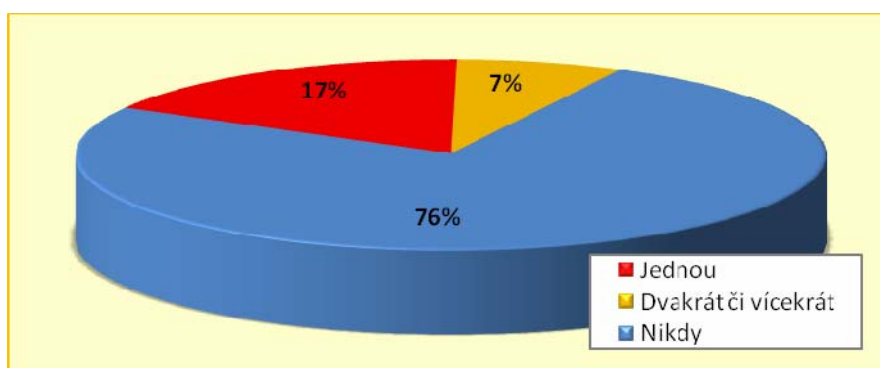
Obr. 41 – Rozdělení zájemců o chemii do ročníků

Může se zdát, že toto zjištění je v protikladu s očekáváním, které jsem vyjádřil v teoretické části, a že chemie není tak neoblíbený předmět (Škoda, Doulík, 2001; Dopita, 2008; Mokrejšová, 2009). Vysvětlení tohoto zdánlivého paradoxu bychom ale měli hledat nejspíše ve faktu, že dotazník vyplňovali žáci učitelů, kteří se aktivně zapojili do výzkumu, a proto se dá celkem oprávněně čekat, že tato aktivita a entuziasmus se projevuje i v jimi vyučovaných hodinách chemie, což má samozřejmě pozitivní vliv na vztah žáků k chemii. Z dotazníku dále vyplynulo, že z hlediska budoucího zaměření se chce přímo chemii věnovat 10 % žáků, k přijímacím zkouškám na vysokou školu bude chemii potřebovat 6 % žáků, 47 % neví, jaké jejich zaměření bude (nejvyšší počet - 65 % - mezi žáky prvních ročníků) a 36 % žáků tvrdí, že se určitě nikdy chemii věnovat nebudou (Obr. 42).



Obr. 42 – Vztah mezi ročníkem a předpokládaným budoucím zaměřením žáka

Zkušenosti žáků s mimoškolními chemickými aktivitami jsou malé, jak dokumentuje Obr. 43.



Obr. 43 – Zkušenosti žáků s mimoškolními chemickými aktivitami

Celkem 76 % žáků se nikdy nezúčastnilo Chemické olympiády, i když 44 % z těchto žáků se označilo za zájemce o chemii. Zajímavé je, že mezi řešiteli ChO (celkem 24 % žáků) jsou naopak žáci (17 %), kteří sami sebe označili jako „nemám zájem o chemii“.

Ve srovnání s účastí na ChO jsou zkušenosti žáků s distančním vzděláváním v chemii mizivé. Pouze 2 % žáků se někdy zúčastnilo korespondenčních seminářů KSICHT nebo KorChem.

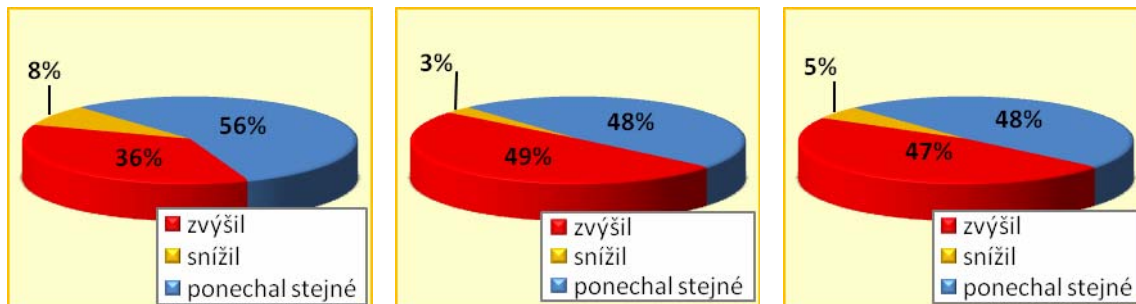
Hlavní obsah Dotazníku 2 hodnotícího program je rozdělen na čtyři části:

- **hodnocení programu** – celkové hodnocení programu a jeho přínos pro žáka; využitelnost programu v praxi; ovládání a atraktivita programu; cena, kterou by žák byl ochoten zaplatit za program;
- **hodnocení grafické části** – celkové hodnocení grafické stránky programu a její přínos pro žáka; videa, obrázky a jejich přínos pro program (jednotlivě);
- **hodnocení textové části** – celkové hodnocení textové stránky programu a její přínos pro žáka; hodnocení obtížnosti a srozumitelnosti textu;
- **návrhy na zlepšení** – hodnocení množství obrázků, informací a videí; zdroje informací používaných žáky; připomínky a návrhy na vylepšení programu;

Data z Dotazníku 2 byla také použita k ověření hypotéz H₅, H₆, H₇ a H₈ (viz dále).

Položky č. 19-21: **Množství informací / obrázků a fotografií / videí v programu bych:**

- Graficky znázorněné vyjádření žáků k množství informací, obrazového materiálu a videí je na Obr. 44-46. Asi polovina žáků by ve všech případech rozsah zachovala, pouze 3-8 % žáků by bylo pro snížení množství informací, obrázků a videí a zbylé, poměrně vysoké, procento žáků by uvítalo zvýšení množství dat (obzvláště patrné je to u obrazového materiálu a videí).



Obr. 44-46 – Postoj žáků k množství (zleva) informací, obrazového materiálu a videí v programu „Chemie halogenů“

Položka č. 22: **Jako studijní materiál k chemii nejčastěji využívám:**

- Předposlední otázkou dotazníku byl dotaz na používané studijní materiály. Téměř 80 % žáků preferuje svoje vlastní poznámky z výuky, přibližně 30 % žáků využívá nejčastěji tištěnou učebnici a stejný počet internetové zdroje informací. Přibližně 32 % žáků používá kombinaci vlastních poznámek s tištěnou učebnicí nebo vlastních poznámek s internetovými zdroji. Přitom 60 % žáků využívající kombinaci více zdrojů informací ke studiu patří mezi žáky se zájmem o chemii.

Položka č. 23: **Zde je prostor pro Vaše připomínky, reakce, dojmy a nápady, které se nevešly jinam (co Vám v programu chybělo nebo naopak přebývalo). Vaše zpětná vazba je pro využitelnost programu v praxi velmi důležitá.**

- Vlastní názor v poslední části dotazníku vyjádřilo 33 % žáků. Žáci uváděli následující návrhy na zlepšení programu nebo celkový dojem z programu (viz dále):
 - rozšířit obsahový záběr programu,
 - doplnit funkci vyhledávání,
 - zlepšit kvalitu videí,
 - snížit počet internetových odkazů,
 - přidat praktické úlohy,
 - doplnit názvosloví sloučenin halogenů,
 - doplnit mluvený komentář a zvuk k videím,
 - přidat procvičování, testy, hry, kvízy,
 - zatraktivnit videa, doplnit více obrázků,
 - doplnit možnost exportu pouze textu do tiskového souboru,
 - zavést fórum,
 - snížit počet rovnic,

- zlepšit grafiku,
- zlepšit orientaci v programu.
- Některé návrhy na zlepšení byly dodatečně zapracovány do programu. Jedná se např. o:
 - zlepšení kvality videí (zvýšení bitrate na průměrných 1000 kb/s),
 - doplnění testů (téma „Chlor“),
 - přidání grafického materiálu.
- Jiné návrhy nebylo možné realizovat, případně se jednalo o návrhy kontraproduktivní, kolidující s kladným hodnocením a naší vizí. Jedná se např. o:
 - doplnění vyhledávače, export do tiskového souboru či zavedení fóra – v podmínkách offline webu obtížně realizovatelné bez zatížení koncového uživatele dalšími instalacemi,
 - doplnění mluveného slova, zvuku nebo hudby do videí – s ohledem na velké množství videí velmi časově náročné, navíc ve většině případů videozáznamů chemických experimentů je zvuk nepodstatný (máme na mysli zvuky související s prováděním experimentu),
 - snížení počtu rovnic – je podle našeho názoru kontraproduktivní, protože většina chemických rovnic a schémat dokresluje vysvětlení chemických experimentů,
 - zlepšení grafiky a orientace v programu – žáci, kterým nevyhovovala orientace nebo grafická stránka programu, byli v menšině, navíc naším cílem bylo vytvořit pokud možno jednoduchou grafiku a intuitivně funkční ovládání.

Současně s návrhy se žáci písemně vyjadřovali k celkovému dojmu z programu. Jejich názory a postřehy, které si často protirečí, najdete v Tabulce 6. Často se vyskytující protikladné názory si vysvětlujeme rozdílnými vztahy jednotlivých žáků k chemii jako vyučovacím předmětu.

Tabulka 6 – Připomínky žáků k programu

Pozitivní dojmy	Negativní dojmy
<ul style="list-style-type: none"> • zábavnější forma učení, • lepší než nebarevné učebnice, • zaujal mě, • pěkné, jednoduché, funkční, • přehledný, dobře se v něm hledá, • přínosný, pochopitelný, • srozumitelný, pěkný, • zajímavá videa, • vhodný k učení, • dobré pro zájemce, 	<ul style="list-style-type: none"> • moc složité, • složité hledání, • dobrý způsob, horší orientace, • videa bez zvuku, • složité ovládání, • moc klikání a odkazů, • málo informací o chemických jevech a příliš o využití, • zdlouhavá videa, zvolit jinou technologii než html, • příliš informací, nepřehledně

<ul style="list-style-type: none"> • líbilo se mi to, • výstižný, • program pomůže, • pěkný slovník, • pěkná videa, nejlepší jsou videa, • oceňuji videa a návody, • program použitelný/ v praxi použitelné, • celkově OK, • chválím odkazy i externí, • snadné ovládání. 	<ul style="list-style-type: none"> • uspořádaný, • nudný design, • nepřehledný, • videa nudná – bez zvuku.
---	--

5.2.1.3. Dotazník 3 (učitelský, program)

Dotazník 3 byl vytvořen se záměrem zjistit názor učitelů na vytvořený hypermediální výukový program „Chemie halogenů“ a získat tak zpětnou vazbu pro další vývoj. Dotazník vyplnilo sedm učitelů (tři ženy a čtyři muži, průměrný věk 38 let), kteří se účastnili výzkumu a měli tak možnost se s programem důkladně seznámit. Znění dotazníku je uvedeno v Příloze VIII.

Struktura dotazníku byla vytvořena podle Dotazníku 2 (viz výše), prostřednictvím kterého program hodnotili žáci, s minimálními obměnami spíše formulačního rázu.

Data z Dotazníku 3 byla také použita k ověření hypotéz H₅, H₆, H₇ a H₈ (viz dále). Následují výsledky z poslední části dotazníku (položky 17-20), která již nebyla zahrnuta do ověřování hypotéz a položky 6, která nabízí zajímavé srovnání s odpověďmi žáků. Úplná, surová data získaná prostřednictvím Dotazníku 3 naleznete v Příloze XIII (CD).

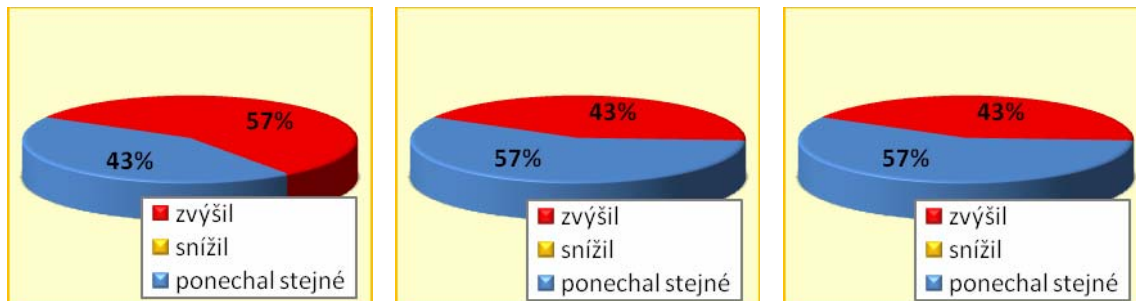
Vzhledem k nízkému počtu respondentů není možné získaná data vztahovat na celou populaci středoškolských učitelů chemie.

Položka č. 6: Jakou cenu (v českých korunách) byste byli teoreticky ochotni zaplatit za tento program?

- Tato otázka měla odhalit jaký přínos má program pro učitele a jejich výuku a zároveň také porovnání s komerčními programy. Ceny za multilicence komerčních chemických výukových programů lokalizovaných do češtiny (Dvořák, 2009) se pohybují od 1000 do asi 3500 Kč. Průměrná cena, kterou by byli žáci ochotni zaplatit, byla 143 Kč. Učitelé uváděli průměrně desetkrát vyšší cenu 4500 Kč. Velký rozdíl můžeme přisuzovat faktu, že žáci mají obecně větší praktické zkušenosti s používáním nekomerčního i komerčního softwaru i internetu než učitelé (hodnotili spíše všeobecné rysy programu jako grafické podání, složitost ovládání či přehlednost), a proto pro ně není program „Chemie halogenů“ z hlediska grafického patřil spíše do kategorie průměrný. Učitelé, především pak ti s menšími (pro které je to vzácnost) nebo naopak vysokými zkušenostmi s používáním ICT (kteří si dokázali představit množství práce skrývající se za tvorbou programu), na program pohlíželi spíše z pohledu využití jako didaktické pomůcky, kterých v chemickém vzdělávání není mnoho.

Položky č. 17-19: **Množství informací / obrázků a fotografií / videí v programu bych:**

- Graficky znázorněné vyjádření učitelů k množství informací, obrazového materiálu a videí je na Obr. 47-49. Přibližně polovina učitelů je pro zvýšení množství informací, obrázků i videí, druhá polovina by zachovala stávající stav. Žádný učitel se nevyjádřil pro snížení množství jakékoli součásti.



Obr. 47-49 – Postoj učitelů k množství (zleva) informací, obrazového materiálu a videí v programu

Položka č. 20: **Jako studijní materiál k chemii nejčastěji využívám:**

- Předposlední otázkou dotazníku byl dotaz na používané studijní materiály. Téměř všichni učitelé (86 %) využívá internet jako zdroj informací. 57 % učitelů využívá nejčastěji tištěnou učebnici a 14 % preferuje svoje vlastní poznámky. Přibližně 60 % učitelů přitom používá kombinaci více informačních zdrojů, nejčastěji tištěnou učebnici a internetové zdroje.

5.2.2. Didaktické testy a statistické vyhodnocení dat

Přípravě Didaktického testu A a B předcházelo vytvoření ověřovacího, pilotního testu v rámci mé praxe na gymnáziu Truhlářská v roce 2008/2009. Test byl sestaven tak, aby se jeho otázky týkaly informací obsažených v programu „Chemie halogenů“ („Chlor“) a zároveň, aby se tyto otázky pokud možno co nejméně překrývaly s informacemi získanými z nejpoužívanějších učebnic chemie (viz výše, Chráska, 2002; Schindler et al., 2006; Vasileská, Marvánová, 2006). Program „Chemie halogenů“ (část „Chlor“) se od plné verze programu liší především tím, že ostatní záložky v hlavním menu, mimo záložky „Chlor“, byly neaktivní, slovník a nápověda fungovaly normálně. Testování se zúčastnilo 30 žáků. Zadání ověřovacího testu najdete v Příloze VII, výsledky v Příloze XI (CD). V prvním sloupci je kódové označení žáků. V příslušných sloupcích jsou pak uvedeny získané body v jednotlivých úlohách u konkrétního žáka. Nulou jsou označeny nesprávně zodpovězené úlohy, případně úlohy, na které žák vůbec neodpověděl. Dále je v tabulce možné nalézt celkový hrubý skóre, počet správných odpovědí v %, hodnotu obtížnosti jednotlivých otázek, koeficient citlivosti jednotlivých otázek a hodnotu reliability (Cronbachovo alfa) (všechny veličiny vypočteny podle Scio.cz, 2008; Dvořák, 2009). Obtížnost úloh (index obtížnosti, P) by se měla pohybovat v rozmezí 20 až 80, což splněno u všech úloh. Ze získaných dat vyplývá, že k dolní hranici citlivosti se s hodnotou 0,2 blíží úlohy č. 6, 12 a 18. Celková hodnota obtížnosti testu je 47. Hodnota Cronbachovo alfa pro ověřovací test je 0,8. I v tomto případě je splněna doporučená hodnota. V rámci optimalizace testu jsem přeformuloval a doplnil některé úlohy v testu. K žádným výrazným zásahům do testových položek jsem však nepřistoupil.

Didaktické testy A a B byly sestaveny na základě vyhodnocení a úpravy ověřovacího testu. Žáci nejdříve vyplnili Didaktický test A a následně po seznámení se s programem „Chemie halogenů“ („Chlor“) také Didaktický test B.

Do výzkumu byli zapojeni pouze žáci, kteří vyplnili a odevzdali Didaktický test A i B a Dotazník 2, čím by mělo být zaručeno, že mezi vyplněním Didaktického testu A i B se seznámil s programem „Chemie halogenů“ („Chlor“). Celkový počet žáků, od kterých se podařilo získat vyplněné oba testy, byl 193. Žáci byli do výzkumu zapojeni svými učiteli chemie (Tabulka 7), kteří na výzkumu také participovali.

Sestavil jsem dva testy s 20 otázkami, které se lišili pořadím jednotlivých otázek:

- Didaktický test A (pretest) – zadaný před hodnocením programu žáky (dotazníkem), zjišťoval výchozí znalosti o chemii chloru (viz Příloha IX),
- Didaktický test B (posttest) – zadaný po hodnocení programu, zjišťoval koncové znalosti o chemii chloru (po hodnocení programu) (viz Příloha X).

Testy byly sestaveny na základě informačního obsahu programu „Chemie halogenů“ („Chlor“), informací z externích internetových zdrojů, na které se program odkazuje, a v neposlední řadě také s ohledem na obsah nejpoužívanějších učebnic zmiňovaných v dotaznících získaných od žáků i učitelů (viz výše) tak, aby se tyto informační zdroje pokud možno nepřekrývaly. Oba testy patří mezi nestandardizované.

Tabulka 7 – Seznam učitelů spolupracujících na výzkumu

	Učitel(ka)	Adresa školy
1.	Mgr. Ondřej Bílý	Gymnázium Karla Čapka, Školní 1530, Dobříš, 263 80
2.	Mgr. Pavel Grogh	Gymnázium Valašské Meziříčí, Husova 146, 757 37
3.	Mgr. Radovan Sloup	Gymnázium Sušice, Fr. Procházky, Sušice 324, 342 01
4.	RNDr. Ivona Štefková	Malostranské Gymnázium, Josefská 7, Praha 1, 118 00
5.	Ing. Jaroslava Englišová	Gymnázium Jana Opletala, Opletalova 189, Litovel, 784 01
6.	Mgr. Ivan Bartoš	Gymnázium Česká 64, České Budějovice, 370 21
7.	RNDr. Helena Vondráčková	Gymnázium Na Vítězné pláni 1160, Praha 4, 140 00

Všechny testové úlohy použité v testech A a B, až na jednu (úloha 1 v testu A respektive 8 v testu B – doplňování značky chloru do PSP), patří do kategorie uzavřených. Úlohy se lišily počtem možných správných odpovědí, přičemž většina úloh byla vícevýběrová s jednou správnou odpovědí, 5 úloh bylo vícevýběrových s více správnými odpověďmi, na což byli žáci v zadání každé úlohy upozorněni, jedna úloha byla přiřazovací a jedna doplňovací. Při

hodnocení vícevýběrových úloh a úlohy přiřazovací (úlohy 3, 4, 12, 14, 16, 18 v testu A, respektive 4, 9, 10, 18, 19, 20 v testu B) jsem zvolil diferencovaný přístup podle Chrásky (2002), který do hodnocení umožňuje zahrnout i částečně správné odpovědi. Ostatní úlohy byly hodnoceny tzv. binárním skórováním (Škoda, Doulik, 2006b). Data získaná z vyplněných testů jsem před statistickým zpracováním převedl na čísla v intervalu <0-1> (úplná, surová data viz Příloha XV - CD) a statisticky jsem je zpracoval pomocí programu Statgraphics Centurion XV.

Testové úlohy byly také rozděleny podle informačního zdroje použitého pro její správné zodpovězení. 13 úloh bylo založeno na informacích přímo obsažených v programu „Chemie halogenů“ verze „Chlor“ (označení PRG, viz dále), sedm zbývajících úloh (1, 2, 4, 8, 12, 17, 20 v testu A, respektive 4, 5, 7, 8, 10, 13, 16 v testu B) bylo možné zodpovědět pouze pro prostudování doplňujících informačních zdrojů (jednalo se o spolehlivé internetové informační zdroje), na které se program přímo odkazoval (označení INT, viz dále). Předpokládal jsem, že žáci se zájmem o chemii budou procházet obsah programu pečlivěji a budou vyhledávat také další informace o konkrétních tématech v externích zdrojích (viz hypotézy). Výsledky didaktických testů byly využity k ověřování hypotéz.

5.2.2.1. Testy normality

Test normality rozložení jednotlivých skupin dat jsem provedl s využitím testů Chí-kvadrát (χ^2) test, Shapiro-Wilkův W test, Z-skóre pro šikmost a Z-skóre pro špičatost. Běžně používané parametrické metody statistické analýzy dat předpokládají, že sledovaný soubor má gaussovské, tzv. normální rozdělení. Abychom mohli považovat získaná data za data s normálním rozložením, tak nejnižší pozorovaná hladina významnosti provedených testů P (nejnižší hodnota) musí být vyšší než sledovaná hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Výsledky testů normality najdete v Tabulce 8.

Tabulka 8 – Hodnoty testů normality pro data z didaktických testů A a B

	P			
	χ^2 test	S.-W. W test	šikmost (Z-skóre)	špičatost (Z-skóre)
Didaktický test A (žáci - zájemci)	0,0168	7,22.10⁻⁶	0,0123	0,129
Didaktický test B (žáci - zájemci)	0,0707	0,0148	0,0703	0,802
Didaktický test A (žáci – ostatní)	0,360	6,96.10⁻³	0,0538	0,279
Didaktický test B (žáci – ostatní)	0,813	0,582	0,281	0,166
Didaktický test A (žáci – zájemci - INT)	7,63.10 ⁻⁴	2,51.10⁻⁵	0,0572	0,0364
Didaktický test A (žáci – zájemci - PRG)	0,0633	1,89.10⁻³	0,100	0,572
Didaktický test B (žáci – zájemci - PRG)	4,663.10⁻¹⁵	4,84.10 ⁻⁴	0,0245	5,65.10 ⁻³

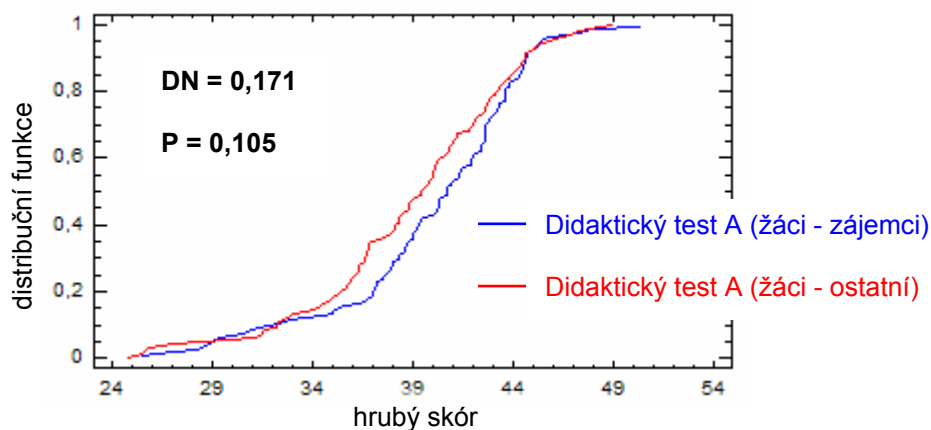
INT)				
Didaktický test B (žáci – zájemci - PRG)	$5,80 \cdot 10^{-3}$	$9,75 \cdot 10^{-4}$	0,0381	0,424
Didaktický test A (žáci – ostatní - INT)	$1,58 \cdot 10^{-3}$	0,112	0,699	0,322
Didaktický test A (žáci – ostatní - PRG)	0,649	0,264	0,146	0,108
Didaktický test B (žáci – ostatní - INT)	0,0146	0,211	0,707	0,886
Didaktický test B (žáci – ostatní - PRG)	0,0841	0,0267	0,102	0,0982

U většiny z testovaných souborů dat můžeme na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ zamítnout hypotézu, že výběry dat pocházejí z normálního rozdělení. Proto byly k dalšímu statistickému zpracování použity neparametrické metody statistické analýzy nevyžadující normální rozdělení dat.

5.2.3. Ověřování hypotéz

Hypotézy H_1 , H_2 , H_3 a H_4 srovnávají data získaná od žáků (prostřednictvím Didaktických testů A a B), kteří sami sebe označili jako zájemce o chemii a ostatních žáků. V případě hypotéz H_5 , H_6 , H_7 a H_8 jsou srovnávána data získaná z dotazníků (Dotazníky 2 a 3) obou skupin žáků i učitelů. Pro vyhodnocení dat jsem v závislosti na provedených testech normality použil neparametrické metody statistické analýzy dat, a to dvouvýběrový Kolmogorov-Smirnov test a Mann-Whitney (Wilcoxon) test (pro $H_1 - H_4$). Testování hypotéz pomocí Kolmogorov-Smirnov testu bylo provedeno prostřednictvím programu Statgraphics Centurion XV. Touto statistickou metodou testujeme, zda dva výběry pocházející z téhož rozdělení testovou charakteristikou DN (maximální rozdíl) na příslušné hladině významnosti. Velikost parametru P nám udává, zda se jedná o statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými skupinami. Pokud je $P < 0,05$, pak se jedná o statisticky významný rozdíl, pokud $P \geq 0,05$, pak se nejedná o statisticky významný rozdíl. Mann-Whitney (Wilcoxon) test porovnává rozdíly mezi mediány (viz také příslušné grafy).

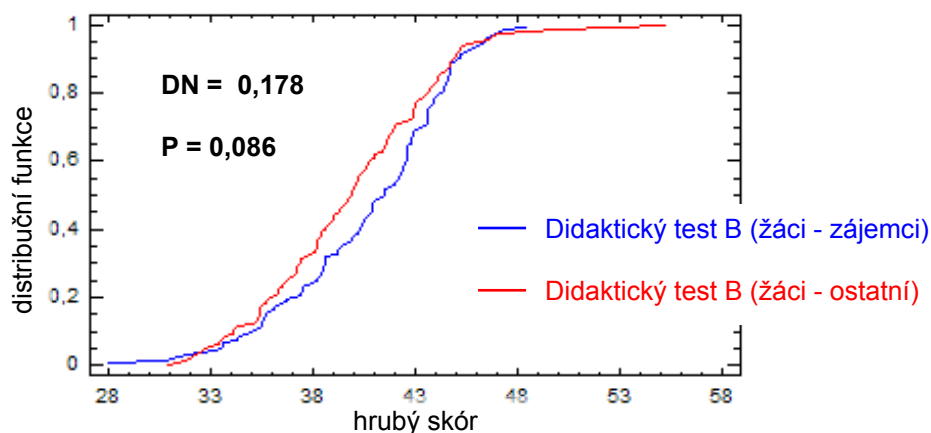
H₁: Hrubý skór pretestu (Didaktického testu A) bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.



Obr. 50 – graf znázorňující ověření H_1

- Pozorovaná hladina významnosti testu Kolmogorov-Smirnov je $P = 0,105$ a $DN = 0,171$ (Obr. 50). Rozdíl mezi skupinami není statisticky významný, hypotéza se nepotvrdila na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

H₂: Hrubý skór posttestu (Didaktického testu B) bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.



Obr. 51 – graf znázorňující ověření H_2

- Pozorovaná hladina významnosti testu Kolmogorov-Smirnov je $P = 0,086$ a $DN = 0,178$ (Obr. 51). Rozdíl mezi skupinami není statisticky významný, hypotéza se nepotvrdila na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

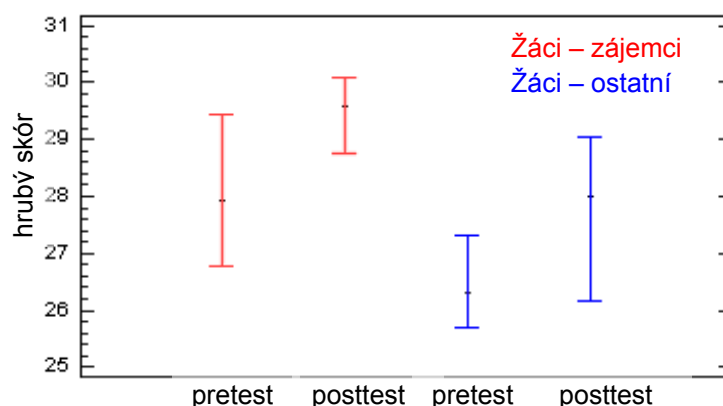
H₃: Rozdíl ve výsledku pretestu a posttestu (Didaktického testu A a B) reprezentující didaktickou efektivitu vytvořeného programu bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.

- Tabulka 9 ukazuje výsledky statistické analýzy dat pretestu (PRG) a posttestu (PRG) ve skupině žáků se zájmem o chemii a ostatních žáků prostřednictvím testů Kolmogorov-Smirnov a Mann-Whitney (Wilcoxon).

Tabulka 9 – Výsledky statistické analýzy H_3

data \ test	Kolmogorov-Smirnov		Mann-Whitney (Wilcoxon)	
	DN	P	W	P
žáci (ostatní) pretest/posttest	0,162	0,139	729,0	0,0817
žáci (zájemci) pretest/posttest	0,212	0,0233	758,0	0,0301

- Na základě výše uvedených hladin významnosti můžeme konstatovat, že u skupiny žáků se zájmem o chemii byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi dosaženými hrubými skóry v pretestu (PRG) a posttestu (PRG).



Obr. 52 – Hodnoty mediánů a intervalů spolehlivosti na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (H_3)

- Srovnání mediánů celkových hrubých skóru dosažených v pretestu a posttestu žáky se zájmem o chemii a žáky ostatními (Obr. 52). Rozdíl mezi skupinami je statisticky významný, hypotéza se potvrdila na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

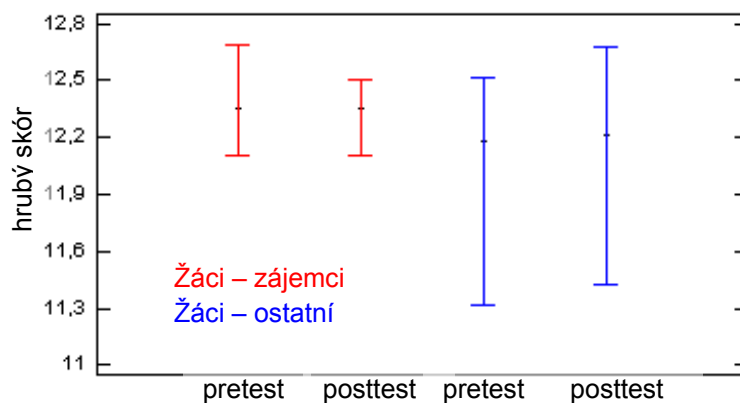
H₄: Schopnost vytvořeného programu indukovat v žácích snahu o aktivní vyhledání a získání dalších informací vyjádřená rozdílem hrubých skóru výsledku vybraných položek pretestu a posttestu (Didaktického testu A a B) bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než vy skupině ostatních žáků.

- Tabulka 10 ukazuje výsledky statistické analýzy dat pretestu (INT) a posttestu (INT) ve skupině žáků se zájmem o chemii a ostatních žáků prostřednictvím testů Kolmogorov-Smirnov a Mann-Whitney (Wilcoxon).

Tabulka 10 – Výsledky statistické analýzy H_4

data \ test	Kolmogorov-Smirnov		Mann-Whitney (Wilcoxon)	
	DN	P	W	P
žáci (ostatní) pretest/posttest	0,108	0,600	-178,5	0,671
žáci (zájemci) pretest/posttest	0,182	0,0758	-432,5	0,283

- Na základě výše uvedených hladin významnosti můžeme konstatovat, že u skupiny žáků se zájmem o chemii nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi dosaženými hrubými skóry v pretestu (INT) a posttestu (INT).



Obr. 53 – Hodnoty mediánů a intervalů spolehlivosti na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (H_4)

- Srovnání mediánů celkových hrubých skóru dosažených v pretestu a posttestu žáky se zájmem o chemii a žáky ostatními (Obr. 53). Rozdíl mezi skupinami existuje, ale není statisticky významný, hypotéza se nepotvrdila na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Velký rozptyl dat ve skupině ostatních žáků by mohl naznačovat zvýšený zájem o chemii u některých z nich.

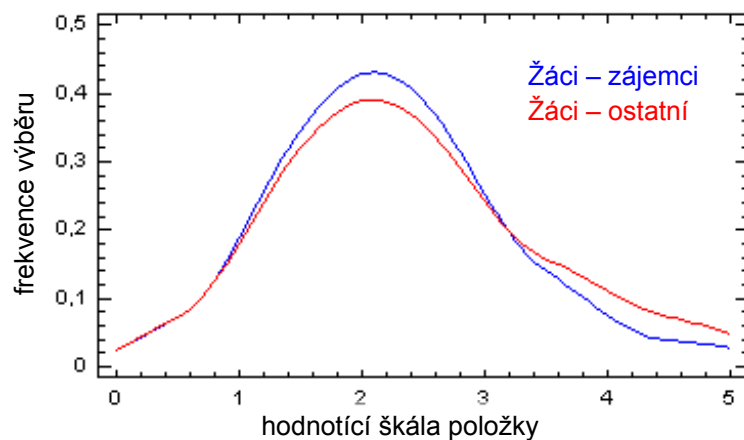
Následující výzkumné hypotézy předpokládají komparaci výsledků dvou nebo tří různých nezávislých skupin respondentů (dotazníkové šetření, Dotazníky 2 a 3). Jejich statistické ověření jsem provedl pomocí testu ANOVA, případně Kruskal-Wallis testem a v případě H_5 Mann-Whitney (Wilcoxon) testem. Hodnota F udává poměr odhadu meziskupinového vůči vnitroskupinovému odhadu. Velikost hodnoty P nám opět udává, zda se jedná o statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými skupinami. Hypotézy 6-8 jsou formulovány jako nulové. Test na normalitu dat opět nepotvrdil normální rozložení v případě žáků, vzorek učitelů je navíc ze statistického hlediska velmi malý, a proto související hodnoty mohou být zatíženy větší chybou (viz Tabulka 11).

Tabulka 11 – hodnoty testů normality pro data z Dotazníků 2 a 3

dotazník	χ^2 test (P)	S.-W. W test (P)
žáci (zájemci)	0,000	$3,04 \cdot 10^{-7}$
žáci (ostatní)	0,000	$6,11 \cdot 10^{-5}$
učitelé	0,656	0,333

H₅: Motivační přínos vytvořeného programu vyjádřený středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než vy skupině ostatních žáků.

- V rámci Mann-Whitney (Wilcoxon) testu byly porovnávány odpovědi na položku č. 2 („Ohodnoťte přínos programu pro Vás osobně (pro studium chemie, pro porozumění chemii, pro Váš další rozvoj v chemii apod.)“) v Dotazníku 2.



Obr. 54 – graf znázorňující ověření H_5

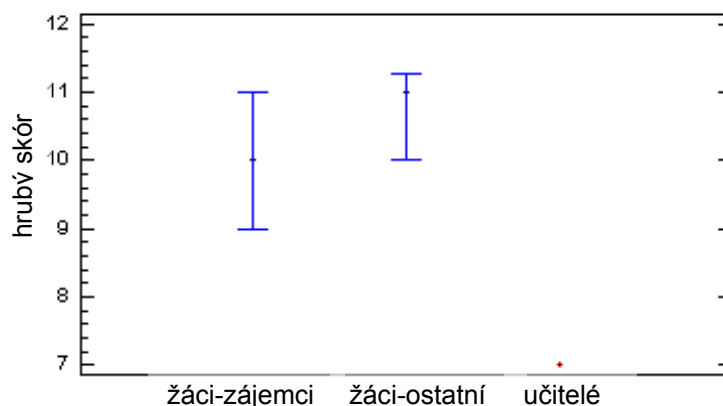
- Z Mann-Whitney (Wilcoxon) testu ($W = 276,0$; $P = 0,437705$) vyplývá, že tento rozdíl v hodnocení přínosu programu mezi jednotlivými skupinami žáků není statisticky významný na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Průměrné hodnocení programu bylo 2,3 (Obr. 54).

H_6 : Hodnocení vytvořeného programu jako celku vyjádřené středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek se nebude lišit mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.

- Byly porovnávány středové hodnoty počtu bodů získaných z odpovědí na položky č. 1-5 v Dotaznících 2 a 3.
- Hladina významnosti F-testu (P) je 0,0269, což znamená, že rozdíly mezi skupinami jsou statisticky významné, a nulová hypotéza se nepotvrdila (ve zkoumaném vzorku na hladině významnosti $\alpha = 0,05$). Podle Kruskal-Wallis testu (viz Obr. 55 a Tabulka 12) je hodnocení od učitelů je statisticky významně lepší, je však třeba brát v úvahu nízký počet respondentů z této skupiny.

Tabulka 12 – Výsledky statistické analýza dat pro H_6

porovnání skupin	F	P
ANOVA	3,680	0,0269
Kruskal-Wallis	-	0,0174



Obr. 55 – Hodnoty mediánů a intervalů spolehlivosti na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (H_6)

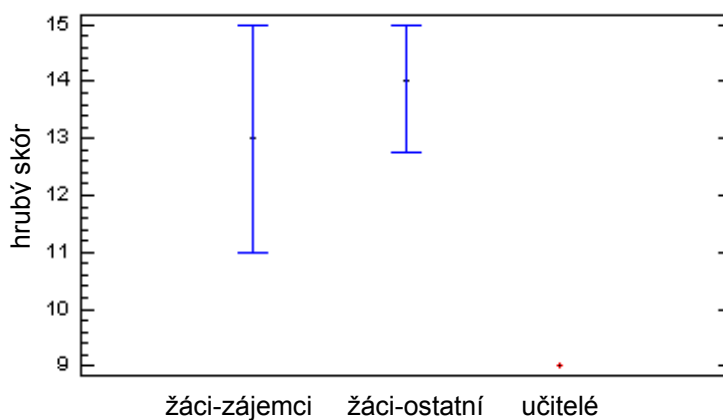
- Z grafu na Obr. 55 je dobře vidět, že nejlépe (vyjádřeno mediánem) program celkově hodnotili učitelé, pak žáci se zájmem o chemii a nejhůře žáci ostatní.

H₇: Hodnocení grafické části vytvořeného programu vyjádřené středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek se nebude lišit mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.

- Byly porovnávány středové hodnoty počtu bodů získaných z odpovědí na položky č. 7-9, 11-13 v Dotazníku 2.
- Hladina významnosti F-testu (P) je 0,0163, což znamená, že rozdíly mezi skupinami jsou statisticky významné a nulová hypotéza se nepotvrdila (ve zkoumaném vzorku na hladině významnosti $\alpha = 0,05$). Podle Kruskal-Wallis testu (viz Obr. 56 a Tabulka 13) je hodnocení od učitelů je statisticky významně lepší, je však třeba brát v úvahu nízký počet respondentů z této skupiny.

Tabulka 13 – výsledky statistické analýza dat pro H_7

porovnání skupin	F	P
ANOVA	4,200	0,0163
Kruskal-Wallis	-	$7,89 \cdot 10^{-3}$



Obr. 56 – Hodnoty mediánů a intervalů spolehlivosti na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (H_7)

- Z grafu na Obr. 56 je dobře vidět, že nejlépe (vyjádřeno mediánem) program celkově hodnotili učitelé, pak žáci se zájmem o chemii a nejhůře žáci ostatní. Opět je třeba brát v úvahu nízký počet respondentů z této skupiny.

H₈: Hodnocení textové části vytvořeného programu vyjádřené středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek se nebude lišit mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.

- Byly porovnávány středové hodnoty počtu bodů získaných z odpovědí na položky č. 15-17 v Dotazníku 2.

Tabulka 14 – výsledky statistické analýza dat pro H₈

porovnání skupin	F	P
ANOVA	1,620	0,201
Kruskal-Wallis	-	0,464

- Hladina významnosti F-testu (P) je 0,2011, což znamená, že rozdíly mezi skupinami nejsou statisticky významné (Tabulka 14), a nulová hypotéza se tedy potvrdila.

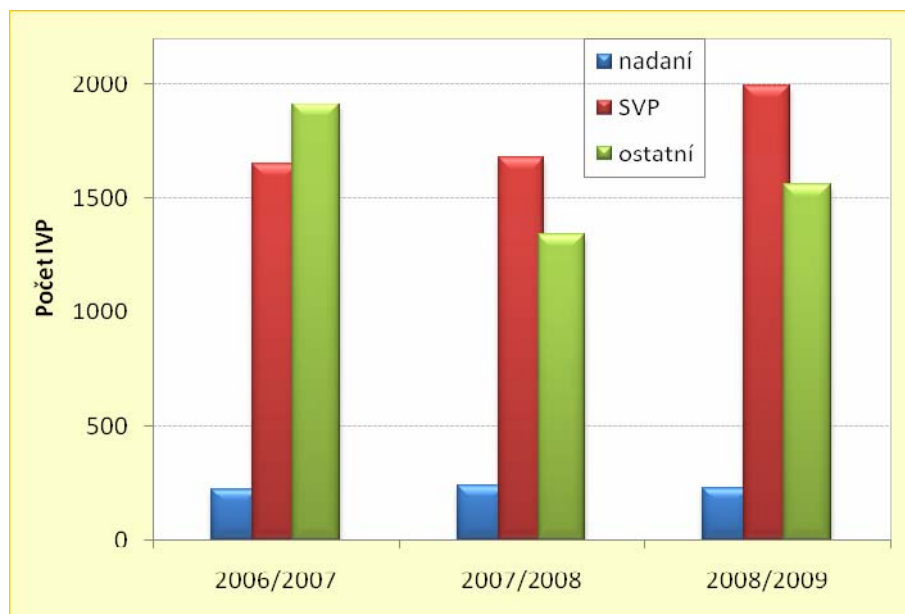
6. Diskuse výsledků a závěry

V úvodu disertační práce jsem si stanovil deset cílů: (1) zmapovat legislativní vymezení vzdělávání nadaných žáků v ČR (především v chemii), (2) srovnat vzdělávání nadaných žáků v ČR a zahraničí, (3) provést dotazníkové šetření mezi učiteli gymnázií zaměřené na jejich názory a postoje k otázce vzdělávání nadaných žáků, (4) zjistit procentuální zastoupení žáků se zájmem o chemii ve zkoumaném vzorku českých gymnázií (pro vyšší stupeň gymnázia), (5) navrhnout řešení případně zjištěných nedostatků ve vzdělávání v chemii u nadaných žáků s přihlédnutím k již realizovaným výzkumům, (6) na základě návrhů (bod 5) zpracovat téma chemie halogenů do podoby učební pomůcky, která by byla vhodná i pro vzdělávání nadaných žáků v chemii, (7) otestovat vytvořenou učební pomůcku a její vliv na vzdělávání žáků se zájmem o chemii, (8) zjistit pomocí didaktického testu míru didaktické efektivity vytvořené pomůcky, a to nejen ve vztahu k výsledkům výuky, ale i ve vztahu ke zjištění zájmu o danou problematiku, (9) pomocí dotazníkového šetření získat zpětnou vazbu k vytvořené pomůcce od žáků i učitelů, (10) navrhnout využití, případně využít pomůcku nebo její části v distančním vzdělávání především nadaných žáků. Především cíle č. 7 a 8 jsem rozvedl do dílčích výzkumných cílů a hypotéz (viz kapitola 7).

Ad 1) Nadaní žáci byli vymezeni jako speciální vzdělávací skupina až ve Školském zákoně č. 561/2004 Sb., přičemž do té doby byli řazeni do skupiny žáků se speciálními vzdělávacími potřebami. Skupina žáků se speciálními vzdělávacími potřebami je ale mnohem početnější a nadaní žáci byli v rámci této skupiny často přehlíženi, což bohužel platí dodnes. Tuto situaci dokreslují grafy skladby individuálních vzdělávacích plánů (podrobněji viz dále).

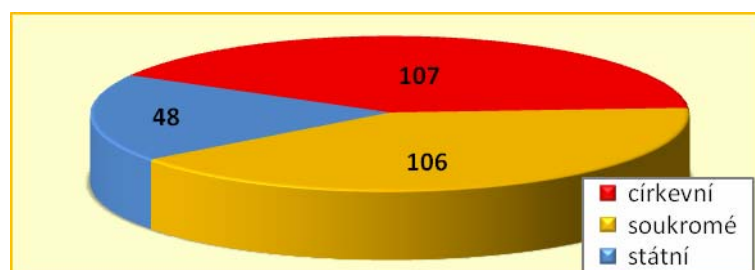
Ad 2) Vzdělávání nadaných žáků v ČR nemá zatím příliš dlouhou tradici. Postupně se ale z akademických kruhů mezi učitele v praxi rozšiřují poznatky o nutnosti individuálního přístupu k nadaným žákům podobně jako k žákům se speciálními vzdělávacími potřebami. Přístupy ke vzdělávání nadaných v zahraničí se různí především v otázce použití vnitřní či vnější diferenciaci, jednotící myšlenkou ale zůstává právě individualizace přístupu.

K individualizaci vzdělávacího procesu nadaných žáků mohou školy využívat IVP. Z grafu na Obr. 57 je dobře patrné, že počty IVP pro nadané žáky v ČR jsou v posledních třech letech prakticky stejné a drží se přibližně kolem hodnoty 200, což je z hlediska celkového počtu IVP zanedbatelné. Statisticky vyjádřeno tvoří IVP pro nadané žáky pouze 7 % z celkového počtu IVP a dokonce jen asi 0,2 % z celkového počtu žáků. Pokud bychom z počtu IVP chtěli vyvozovat počty nadaných žáků v populaci ČR, vyšlo by nám, že nadaní jsou pouze asi 2 žáci z 10 000, což je v porovnání s odhadem odborníků na výskyt talentovaných žáků v populaci, který je až 10 %, velmi malé číslo. Tato obrovská diskrepance je pravděpodobně způsobena rezervami v českém školském systému, který plně nepodporuje identifikaci a rozvoj nadaných žáků. Druhé možné vysvětlení, že v české populaci je nižší výskyt nadaných žáků, považujeme za nepravděpodobné. IVP žáků se SVP je oproti IVP žáků nadaných asi 10× více, což si vysvětlují snadnější identifikací žáků se SVP.

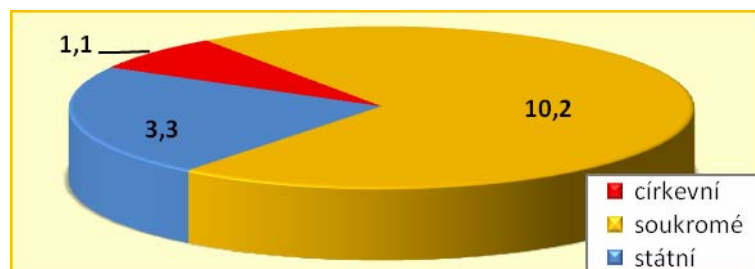


Obr. 57 - Druhá skladba IVP v ČR v letech 2006-2008 (Zdroj: ÚIV)

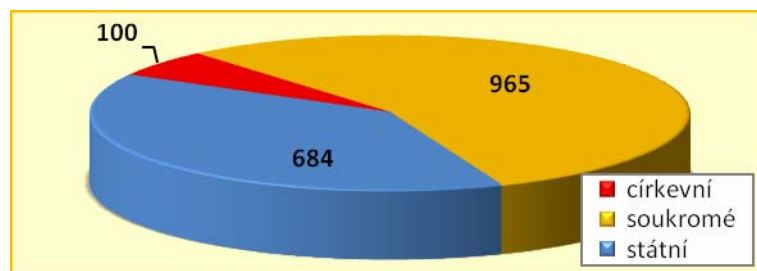
Pokud srovnáme relativní počet IVP v českém školství podle zřizovatele školy (Obr. 58 - 60), zjistíme, že soukromé a církevní školy produkují asi dvojnásobný počet IVP vůči státním školám v přepočtu na počet žáků. Jedním z vysvětlení tohoto jevu může být fakt, že soukromé školy jsou často záchytným bodem pro žáky, kteří nezvládají nároky státních škol. Na druhou stranu díky nižšímu počtu přijímaných žáků mají soukromé školy větší možnosti individuálního přístupu k žákům. Z hlediska počtu IVP pro nadané žáky (IVP NŽ) jsou na tom nejlépe soukromé školy s přibližně jedním IVP NŽ na 1 000 žáků. V druhové skladbě IVP podle zřizovatele jsou na tom nejlépe opět soukromé školy, u kterých necelé 1 % z IVP tvoří IVP NŽ.



Obr. 58 - Počty IVP na 10 000 žáků v ČR podle zřizovatele (2007, Zdroj: ÚIV)

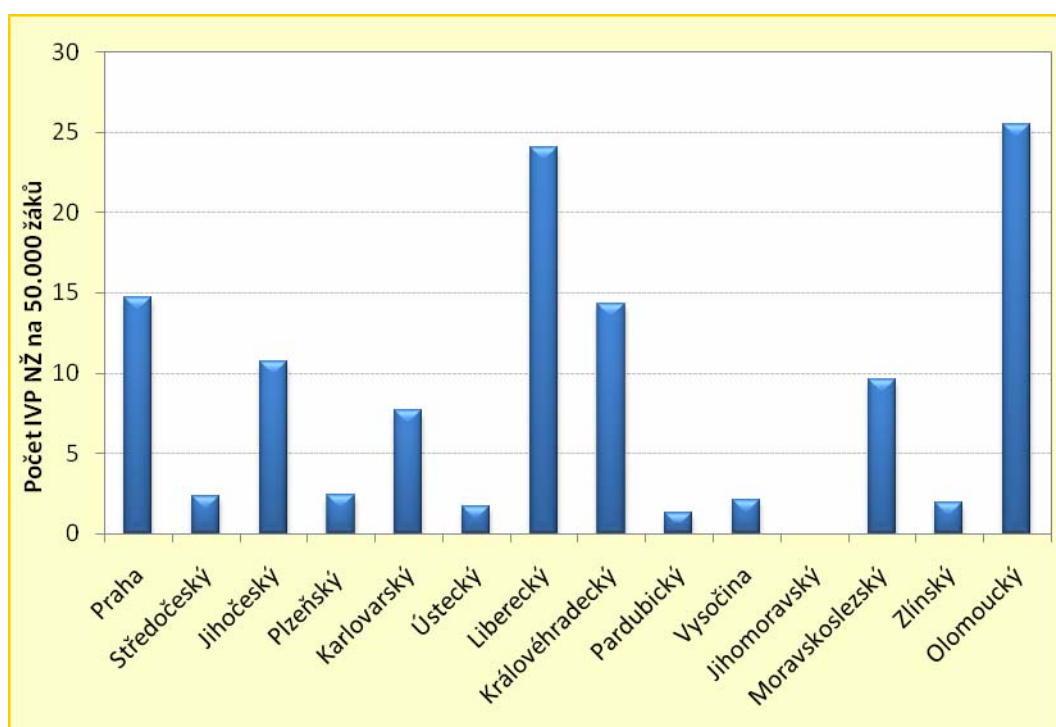


Obr. 59 - Počty IVP NŽ na 10 000 žáků v ČR podle zřizovatele (2007, Zdroj: ÚIV)



Obr. 60 - Počty IVP NŽ na 10 000 IVP v ČR podle zřizovatele (2007, Zdroj: ÚIV)

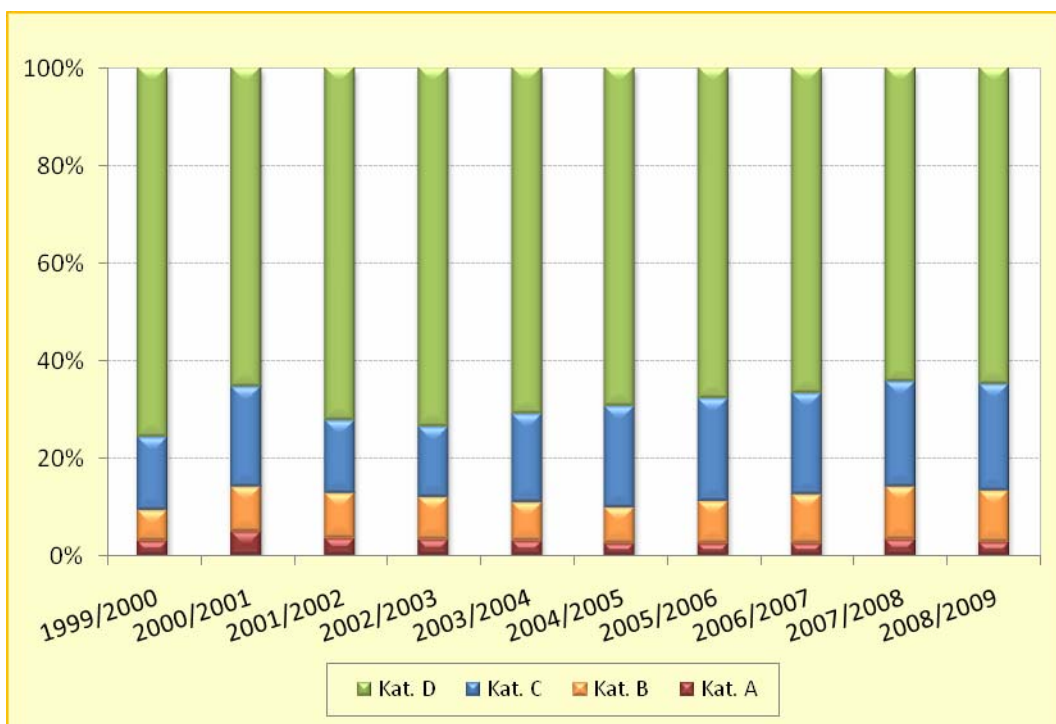
Následující graf (Obr. 61, chybějící data v Jihomoravském kraji) zachycuje celkový počet IVP NŽ vztahované na 50 000 žáků v jednotlivých krajích. Nejlépe z tohoto přehledu vychází kraj Olomoucký a Liberecký, kde ve školním roce 2008/2009 vzniklo přibližně 25 IVP NŽ na 50 000 žáků. Kromě Jihomoravského kraje, u kterého nebyly příslušné informace zveřejněny, jsou na tom ostatní kraje výrazně hůře. Pokud bychom se drželi odhadu odborníků o až 10% zastoupení nadaných žáků v populaci, měla by být čísla v jednotlivých krajích spíše podobně vysoká nebo by podle našeho názoru měla kopírovat rozdělení lidí s vyšším vzděláním v ČR, kde bychom pak čekali velké rozdíly mezi kraji s velkými krajskými městy a ostatními kraji. V předchozí úvaze vycházíme z předpokladu částečné dědičnosti vloh pro nadání a výjimečnosti velkých měst, pokud jde o velkou koncentraci lidí s vyšším vzděláním. Žádná taková závislost tu není na první pohled patrná, a proto se přikláníme k názoru, že počty IVP NŽ ovlivňuje z velké části aktivita konkrétních učitelů.



Obr. 61 - Počet IVP NŽ na 50 000 žáků podle krajů (2008/2009, Zdroj: ÚIV)

Údaje o IVP NŽ bohužel neuvádějí oblast nadání, takže není možné zjistit, jak velké procento z těchto individuálních plánů je věnováno chemickým talentům a můžeme pouze odhadovat jistou úměru mezi počtem chemických talentů a počtem řešitelů Chemické olympiády. Dlouhodobý vývoj zastoupení kategorií A, B, C ChO ukazuje Obr. 62. Je vidět trend snižujícího se počtu účastníků s rostoucím věkem a současně s rostoucí náročností úloh od kategorie D až po kategorii A. Tento trend souvisí také s postupným vývojem odborného

zaměření žáků. Zatímco žáci v kategorii D se často zajímají o mnoho oborů najednou, žáci v kategorii A už mívají jasnou představu o tom, že se budou věnovat chemii.

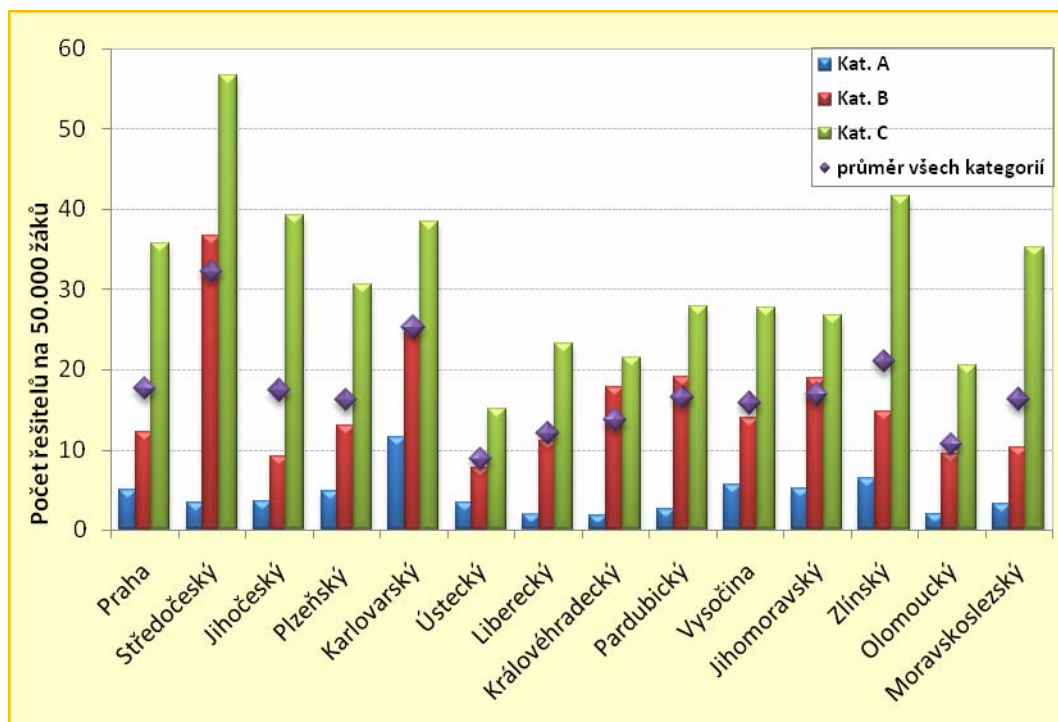


Obr. 62 - Dlouhodobé procentuální zastoupení řešitelů školních kol kategorií A, B, C ChO (Zdroj: ChO)

Jednotlivé kategorie jsou rozděleny podle náročnosti úloh pro všechny věkové skupiny žáků, kteří už mají chemii rozvrhovanou:

- kategorie D – 8. a 9. třída ZŠ, 3. a 4. ročník osmiletých gymnázií, 1. a 2. ročník šestiletých gymnázií,
- kategorie C – 1. a 2. ročníky středních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií,
- kategorie B – 2. a 3. ročníky středních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií,
- kategorie A – 3. a 4. ročníky středních škol a odpovídající ročníky víceletých gymnázií.

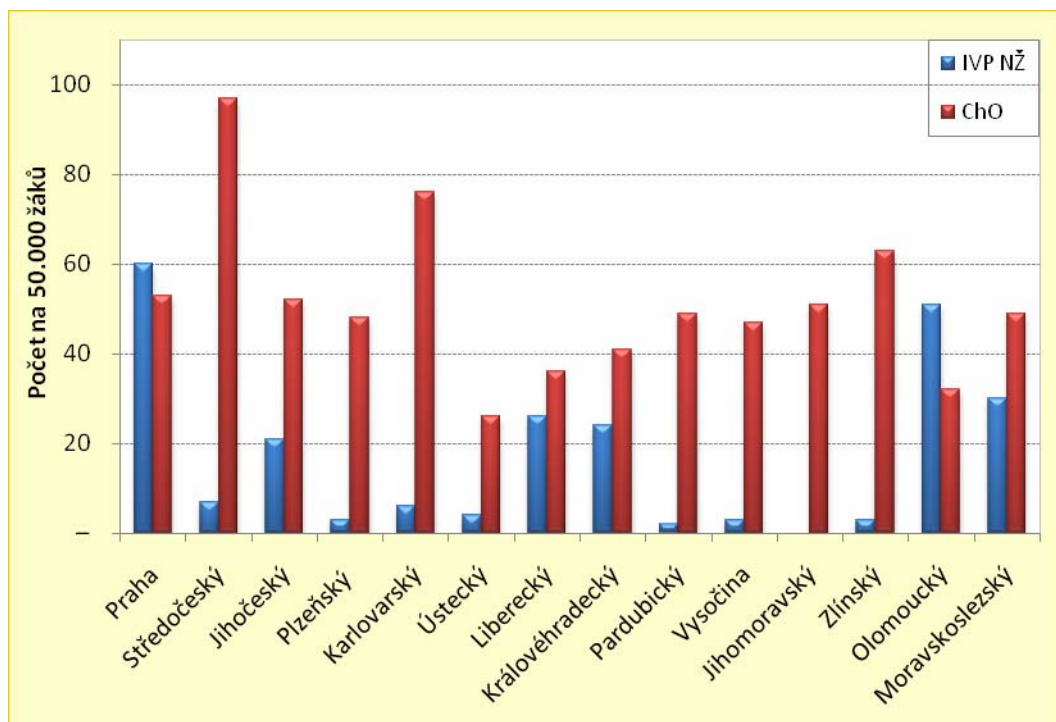
Pokud srovnáme celkové počty účastníků ChO v krajích, zjistíme, že zdaleka nejlépe je na tom kraj Středočeský, kde v roce 2008/2009 bylo celkově téměř 100 řešitelů ChO (v kategoriích A, B a C) na 50 000 žáků (viz Obr. 63).



Obr. 63 - Počet řešitelů školních kol kategorií A, B a C ChO podle krajů v roce 2008/2009 (Zdroj: ChO)

V grafu na obrázku 63 je vidět nejen rozdělení řešitelů do jednotlivých kategorií, ale i průměrný počet řešitelů (z kategorií A, B, C) v jednotlivých krajích. Největší počet účastníků ChO (v kategoriích A, B, C) bylo v ročníku 2008/2009 ze Středočeského a Karlovarského kraje.

Zajímavé je porovnání počtu IVP NŽ v jednotlivých krajích a počtu řešitelů školního kola Chemické olympiády. Jak jsem již výše zmínil, počty řešitelů ChO by mohly být v současné době asi nejpřesnějším odhadem počtu talentovaných žáků v chemii. Přitom samozřejmě musíme vzít v potaz, že počet IVP NŽ se primárně vztahuje ke všem vzdělávacím předmětům, i když mezi jednotlivými předměty existují v tomto směru velké disproporce (určitě najdeme více IVP NŽ pro matematické talenty než pro talenty dějepisné atd.). Jak je ovšem vidět z Obr. 64, mezi jednotlivými kraji existují obrovské rozdíly mezi počtem IVP NŽ a počtem řešitelů ChO.

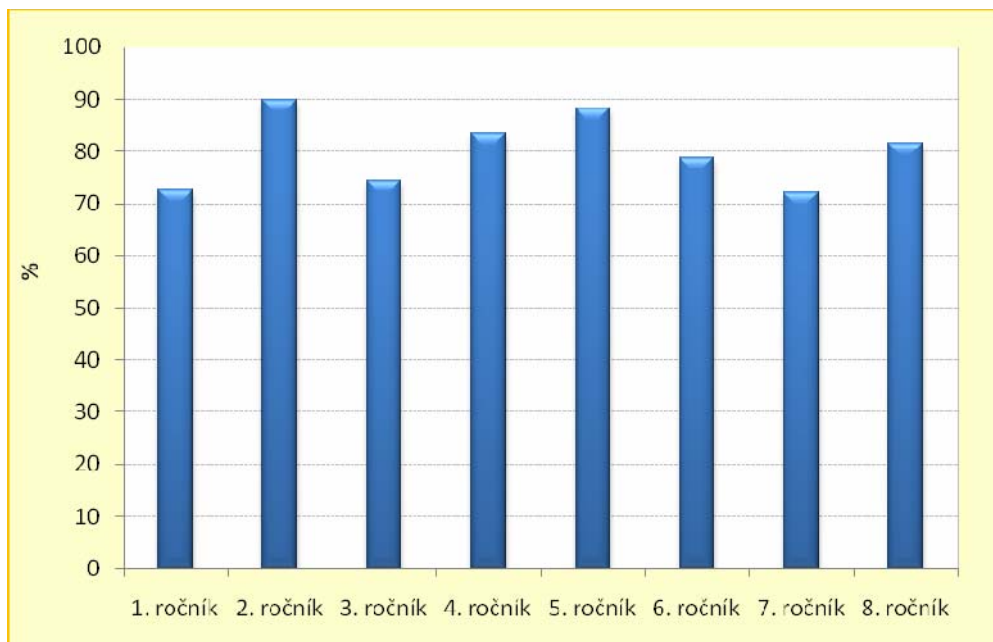


Obr. 64 - Počtu IVP NŽ a řešitelů školního kola ChO v jednotlivých krajích na 50 000 žáků v roce 2008/2009 (Zdroj: ÚIV, ChO)

Vzhledem k neúplným údajům pro kategorii D jsem uvedl pouze kategorie A, B a C. Přitom z obrázku 15 jasně vyplývá, že nejvíce řešitelů ChO pochází z kategorie D a kategorie A, B a C tvoří asi jen $\frac{1}{3}$ všech řešitelů. Přesto už z tohoto grafu je dobře vidět, že v mnoha krajích počet zájemců o chemii několikrát převyšuje počet IVP NŽ. Přestože nemůžeme automaticky považovat všechny řešitele ChO za nadané žáky (a pokud ano, tak spíše až od vyšších kol), je poměr IVP NŽ a řešitelů ChO znepokojivý. Jak jsem zmínil již výše, počty IVP NŽ jsou pouze zanedbatelným zlomkem z teoreticky předpokládaného počtu nadaných jedinců v populaci, což je jistě alarmující. Vysvětlení tohoto problému může spočívat ve faktu, že IVP NŽ jsou primárně vytvářeny žákům, kteří jsou nadaní ve více předmětech (to ostatně bývá častější než izolované nadání v jedné oblasti). Otázkou je, zda je vhodné mluvit o nadání v chemii, když žák dosahuje výjimečných výsledků v chemii, biologii i matematice. Na druhou stranu použití termínu „přírodovědné nadání“ je také zavádějící, protože evokuje nadání žáka ve všech předmětech, které zahrnujeme mezi přírodovědné. V ideálním případě by měl být každý nadaný žák posuzován samostatně, protože každé nadání se manifestuje jiným způsobem, v jiných souvislostech a zahrnuje jiné kombinace oborů. Tento způsob by ale bohužel kolidoval se snahou o rozdělení nadaných do menších, konkrétnějších skupin a statistické zpracování těchto dat pro vzdělávací účely. Je proto důležité najít kompromisní řešení, které bude používat dobře definovanou metodiku výběru a rozdělení nadaných do skupin. V této práci jsem se nepokoušel nadané žáky identifikovat, ale spíše je zachytit v rámci větší zkoumané skupiny – zájemců o chemii. Přitom je mi jasné, že se ve většině případů nejedná o žáky, kteří se zajímají pouze o chemii (případně nadané pouze na chemii), ale naopak o žáky s širokými zájmy (případně nadáním na více předmětů). Pro zjednodušení ale píší jen o žácích se zájmem o chemii (nadané na chemii).

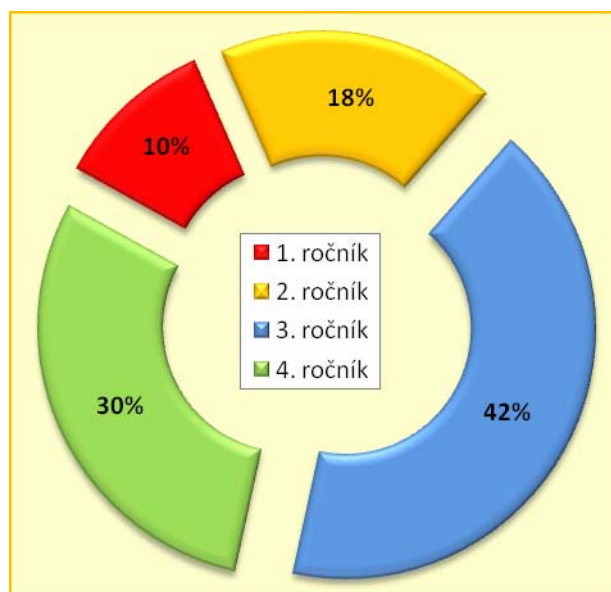
Dobrá přehled o zájmu, případně nadání získáme z Obr. 65, kde je vidět velký překryv mezi řešiteli KSICHTu (zřejmě nejfrekventovanějšího distančního chemického kurzu pro žáky středních škol v ČR) a ChO. Data byla získána prostřednictvím dotazníků od řešitelů KSICHTu

a lze z nich vyčíst, že průměrně 80 % řešitelů KSICHTu zároveň řešilo také ChO. Toto vysoké číslo naznačuje, že mezi řešiteli KSICHTu je opravdu vysoké procento žáků s velkým zájmem o chemii a dá se předpokládat, že i žáků nadaných.



Obr. 65 – Překryv mezi řešiteli ChO a KSICHTu v 1.-8. ročníku KSICHTu (žáci účastníci se zároveň KSICHTu i ChO, zdroj dat: KSICHT)

Zajímavá je také věková skladba řešitelů KSICHTu (Obr. 66). Nejvíce řešitelů (42 %) je ve třetím ročníku střední školy a téměř třetina je v maturitním ročníku. Zbývající řešitelé jsou v prvním či druhém ročníku. Jedno z možných vysvětlení je zvyšující se úroveň znalostí a vědomostí a s tím související snižující se náročnost úloh, nebo zde svou roli může sehrát také „specializace“ žáků, kteří se ve třetím a čtvrtém ročníku střední školy rozhodují, kterým předmětům se budou věnovat více a kterým méně. Nižší počet řešitelů mezi žáky čtvrtých ročníků se dá vysvětlit přípravou na maturitu, které se podřizují ostatní aktivity.



Obr. 66 – Procentuální věková skladba řešitelů KSICHTu v rámci čtyřletého gymnázia (pro 5.-8. ročník KSICHTu) (zdroj dat: KSICHT)

Ad 3) Celkem 67 % oslovených učitelů uvedlo, že v jimi vyučovaných třídách jsou průměrně 2-4 žáci, kteří se zajímají o chemii. Při průměrně uváděném počtu 26-30 žáků na třídu je to průměrně přibližně 10 % zájemců o chemii na třídu. Zájemcům o chemii pak školy, ve kterých tito učitelé působí, nabízejí volitelné a nepovinné vyučovací předměty (semináře, cvičení, kroužky apod.) a učitelé také podporují účast žáků v mimoškolních chemických aktivitách nejčastěji Chemické olympiádě.

Většina učitelů sice uvedla, že je podle jejich názoru ke vzdělávání nadaných žáků vhodnější vnitřní než vnější diferenciaci, ale z dalšího průběhu dotazníků se u mnoha učitelů potvrdilo, že vlastně v této terminologii nemají příliš jasno. Mnoho z nich totiž používá vnitřní diferenciaci, aniž by ve skutečnosti věděli, že se jedná o princip. Téměř všichni učitelé také uvedli, že podle jejich názoru není vzdělávání nadaných žáků v ČR věnována dostatečná pozornost.

Pro svoje další vzdělávání i pro zodpovídání složitějších otázek žáků učitelé používají více informačních zdrojů, obzvláště encyklopedie a internet, ale i učebnice. Ve výuce používají učitelé spíše kombinaci více učebnic a jsou k jejich obsahu dosti kritičtí.

Zajímavý je popis nadaného žáka učiteli. Ti uváděli jako typické vždy pouze kladné charakteristiky a nikdo nevedl žádnou negativní vlastnost jako typickou pro nadané žáky. Zároveň se většina učitelů shodla na tom, že pro vzdělávání nadaných žáků jsou důležité hlavně mimoškolní aktivity, diferenciaci učiva a individuální přístup učitele. Téměř všichni učitelé označují jako hlavní faktor ovlivňující zapojení žáka do mimoškolní chemické činnosti (ChO atd.) osobnost učitele a klima třídy a školy, kam lze zařadit také ohledy na účast spolužáků v daných aktivitách (viz výše). Právě osobnost učitele je podle mého názoru jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje zájem žáka (žákyně) o chemii, motivaci ke studiu i rozvoj případného nadání. Myslím si, že je tento faktor mnoha učiteli podceňován, přestože učitelé účastníci se výzkumu si byli tohoto faktu většinou vědomi a uváděli ho mezi nejdůležitějšími faktory (80 %). Nicméně tato skupina učitelů není reprezentativním vzorkem učitelů chemie na gymnáziích v ČR a patří spíše do méně početné kategorie učitelů aktivních nad rámec svých povinností.

Ad 4) Procentuální zastoupení žáků se zájmem o chemii (podle vlastního označení žáků), které vyplynulo z našeho šetření, je přibližně 50 %, což nekoresponduje s údaji získanými od učitelů (asi 10 %) ani s všeobecně známým faktem, že chemie patří mezi nejméně oblíbené předměty. Možným vysvětlením takto vysokého čísla je účast žáků, kteří jsou vysoce motivováni svými učiteli chemie, kteří patří mezi aktivní učitele chemie. Zároveň je tento rozdíl z části vysvětlitelný různým způsobem přístupu k této otázce. Zatímco učitelé jako zájemce označovali pouze žáky nadprůměrně aktivní v hodinách chemie, tak žáci se za zájemce označili, i když žádnou nadstandardní aktivitu v chemii nevyvíjejí (viz výše).

Ad 5) Malá nebo žádná diferenciaci učiva chemie ve většině českých učebnic chemie, nízké povědomí o teorii i praxi vzdělávání nadaných žáků mezi učiteli chemie, omezené možnosti individuálního přístupu k žákům a podceňování potřeby tohoto přístupu u žáků se zájmem o chemii nás vedly k návrhu didaktické pomůcky použitelné pro diferenciaci učiva především ve vztahu k žákům se zájmem o chemii. Při návrhu této pomůcky jsem vyšel z prací M. Dvořáka (2009) a P. Teplého (2006), přičemž hlavní přínos této pomůcky by měl spočívat v bohatém propojení jednotlivých částí hypertextovými odkazy a vrstevnaté struktury, kde se žák dostává od základních (obecných) informací postupně až k informacím rozšiřujícím (podrobným). Inovativnost navržené pomůcky spočívá také v práci s informacemi, které předkládá nejen prostřednictvím čistého textu, ale hlavně kombinací textu s obrázky, schémata,

animacemi a videy, což má usnadnit pochopení učiva. Z hlediska obsahu se pomůcka má soustředit na témata související s chemickými vlastnostmi (prvků a sloučenin) a hlavně s běžným životem kolem nás, abychom chemii ukázali jako společensky důležitou vědu s mnoha praktickými dopady na náš každodenní život, jejichž prospěch výrazně převyšuje negativní dopady, které jsou ale bohužel častěji medializované (viz výše).

Ad 6) Vytvořenou pomůcku lze zařadit mezi tzv. hypermediální aplikace (program) díky propojení hypertextu a multimédií, především pak videí, které plní stěžejní úlohu motivace a zároveň usnadnění vzdělávacího procesu, případně procesu sebevzdělávání. Program je totiž podle našeho názoru vhodný i pro samostudium (samozřejmě pod širším dohledem učitele chemie) žáků se zájmem o chemii (respektive žákům nadaným), kterým může nabídnout jimi tolik žádané informace. Rozšiřující informace o chemických vlastnostech, použití a významu i přípravě a výrobě jsou jedním z pilířů vytvořené pomůcky (programu) nazvané „Chemie halogenů“ podle ústředního tématu. Tento způsob uspořádání je podle mého názoru vhodný zejména pro nadané žáky, u kterých již můžeme předpokládat jistou úroveň poznatků a vědomostí v souvislosti s tématem a také jistou úroveň motivace pro vyhledávání dalších informací k tématu a práci s nimi. Mělo by to platit především pro nadané žáky typu badatel, kteří s výhodou využijí možností hypertextu postupně se dostat od obecných ke konkrétním poznatkům a porozumět přímo podstatě vysvětlovaných jevů. Na druhou stranu nelineárnost textu je svým způsobem dalším motivačním prvkem IFP, protože vnáší do práce s IFP element překvapení - např. „Kam asi vede tento odkaz?“ nebo „Co vlastně znamená tohle slovo?“. Žák je tak vlastně ke studiu motivován odvěkou lidskou vlastností – zvědavostí. Důležitou součástí programu je také slovník s více než 500 pojmy vztahujícími se k chemii halogenů (viz výše).

Ad 7) Na hlavní otázku výzkumného problému: „Liší se celkový přínos vytvořeného programu v závislosti na jeho hodnocení ze strany nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů?“ nelze dát na základě provedeného výzkumu jednoznačnou odpověď. Přestože se při hodnocení programu opakovaně potvrdilo pořadí (od nejlepšího hodnocení k nejhoršímu) učitelé – žáci se zájmem o chemii – žáci ostatní, rozdíly nebyly vždy statisticky významné.

Vliv programu „Chemie halogenů“ respektive jeho části „Chlor“ na vzdělávání žáků se zájmem o chemii jsem testoval v hypotézách H_1 (*Hrubý skóre pretestu (Didaktického testu A) bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.*) a H_2 (*Hrubý skóre posttestu (Didaktického testu B) bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.*). K ověření těchto hypotéz jsem použil didaktické testy A a B, z nichž první žáci vyplňovali před a druhý po seznámení se s programem. Vzhledem k faktu, že získaná data nepatřila do normálního rozdělení, jsem použil neparametrické metody statistického zpracování dat. Hypotézy H_1 a H_2 se nepotvrdily, když rozdíly mezi testovanými skupinami nebyly statisticky významné.

Ad 8) Míru didaktické efektivity vytvořeného programu, ve vztahu k výsledkům výuky i ve vztahu ke zjištění zájmu o danou problematiku, jsem zjišťoval pomocí didaktických testů a formuloval ji v hypotézách H_3 (*Rozdíl ve výsledku pretestu a posttestu (Didaktického testu A a B) reprezentující didaktickou efektivitu vytvořeného programu bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.*) a H_4 (*Schopnost vytvořeného programu indukovat v žácích snahu o aktivní vyhledání a získání dalších informací vyjádřená rozdílem hrubých skóre výsledku vybraných položek pretestu a posttestu (Didaktického testu A a B) bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než ve skupině ostatních žáků.*)

Hypotéza 3 se potvrdila na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Z toho můžeme vyvozovat, že zájemci o chemii procházeli program důkladněji a v důsledku toho pak dosáhli v posttestu

statisticky významně lepšího skóre (srovnání mediánů, viz výše) než žáci ostatní. K ověření hypotézy 4 byla použita data z úloh označených jako INT, jejichž řešení od žáků vyžadovalo vyhledání dalších informací v externě odkazovaných zdrojích. V případě hypotézy 4 můžeme konstatovat, že rozdíl mezi skupinami existuje, ale není statisticky významný, hypotéza se nepotvrdila na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Velký rozptyl dat ve skupině ostatních žáků by mohl naznačovat zvýšený zájem o chemii u některých z nich, případně ale také stejnou míru nezájmu o vyhledávání dodatečných informací mimo program (srovnání mediánů, viz výše). Byl prokázán větší vliv programu na efektivitu vzdělávacího procesu žáků se zájmem o chemii než u žáků ostatních, když žáci se zájmem o chemii dosahovali v posttestu statisticky významně lepších výsledků než žáci ostatní. Zájem o vyhledání dalších informací byl v obou skupinách žáků stejný. Z porovnání celkových skóre s maximálním možným skórem vyplývá, že tento zájem byl spíše malý. Můžeme tedy konstatovat, že obě skupiny žáků preferují všechny informace na jednom místě před odkazy na další informační zdroje.

Ad 9) Dotazníkovým šetřením (Dotazníky 2 a 3) byla od žáků i učitelů získána nejen zpětná vazba k programu, ale byly také ověřeny hypotézy H_5 (*Motivační přínos vytvořeného programu vyjádřený středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek bude vyšší ve skupině nadaných žáků se zájmem o chemii než vy skupině ostatních žáků.*), H_6 (*Hodnocení vytvořeného programu jako celku vyjádřené středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek se nebude lišit mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.*), H_7 (*Hodnocení grafické části vytvořeného programu vyjádřené středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek se nebude lišit mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.*) a H_8 (*Hodnocení textové části vytvořeného programu vyjádřené středovou hodnotou počtu bodů získaných na základě vyhodnocení vybraných dotazníkových položek se nebude lišit mezi skupinami nadaných žáků se zájmem o chemii, ostatních žáků a učitelů.*).

Žáci i učitelé se vyjádřili přibližně stejně v otázce množství použitých informací, obrazového materiálu a videí, když přibližně 50 % z obou kategorií bylo pro zvýšení a stejné množství pro zachování stávajícího stavu, pouze minimum odpovědí bylo pro snížení v některé kategorii (viz Položky č. 19-21 v Dotazníku 2 a Položky č. 17-19 v Dotazníku 3). Pro snížení množství objektů v některé kategorii se nevyjádřil žádný z učitelů a pouze malé minimum žáků. Nejvíce z nich (8 %) vyjádřilo pro snížení množství informací, 60 % těchto žáků patří do kategorie ostatní. Velké množství dalších informací jsme získali jako odpovědi na poslední položku dotazníků s otevřenou odpovědí. Jednalo se o celkové dojmy z programu a návrhy na jeho vylepšení (viz výše).

Z vyhodnocení Položky č. 22 z Dotazníku 2 jasně vyplývá, že žáci jako studijní materiál preferují svoje vlastní poznámky. Dále se dá vyvozovat, že žáci se zájmem o chemii častěji využívají kombinaci více studijních materiálů a to nejčastěji vlastní poznámky s internetovými informačními zdroji nebo s tištěnou literaturou (nejčastěji učebnicí chemie). Učitelé podle Položky č. 20 jako nejčastější zdroj informací využívají internet (86 %) a až na druhém místě tištěné zdroje informací jako např. učebnice (57 %).

Hypotéza 5 zkoumala motivační přínos programu pro žáky. K jejímu ověření jsem použil data z odpovědí na Položku č. 2 Dotazníku 2 (*Ohodnoťte přínos programu pro Vás osobně (pro studium chemie, pro porozumění chemii, pro Váš další rozvoj v chemii apod.)*). Rozdíl v hodnocení přínosu programu mezi jednotlivými skupinami žáků není statisticky významný a hypotéza se nepotvrdila na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Obě skupiny žáků hodnotily přínos

programu stejně, což spolu s faktem, že průměrné hodnocení bylo 2,3, naznačuje velký zájem o program i ze strany žáků ostatních.

Hypotéza 6 už spolu s dvěma skupinami žáků (zájemci, ostatní) porovnávala i učitele. Byly porovnávány středové hodnoty počtu bodů získaných z odpovědí na položky č. 1-5 v Dotaznících 2 a 3. Jednalo se o nulovou hypotézu, která se nepotvrdila na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Velmi výrazný a statisticky významný je rozdíl mezi skupinou učitelů a oběma skupinami žáků (což potvrdil Kruskal-Wallis test), je třeba ale vzít v úvahu nízký počet a složení respondentů právě ve skupině učitelů.

Hypotézy 7 a 8 porovnávaly středové hodnoty počtu bodů získaných z odpovědí na položky č. 15-18 a 13-16 (grafická část) respektive č. 7-14 a 7-12 (textová část) v Dotaznících 2 a 3. Nulová hypotéza 7 se nepotvrdila především díky velmi výrazným rozdílům mezi skupinou učitelů a oběma skupinami žáků. Učitelé hodnotili grafickou část programu výrazně lépe (statisticky významný rozdíl podle Kruskal-Wallis testu), což může souviset s jejich většími zkušenostmi s jinými didaktickými pomůckami v chemii ale také s jejich menší zkušeností se software obecně. Opět je ale třeba vzít v úvahu nízký počet a složení respondentů právě ve skupině učitelů. Hypotéza 8 se potvrdila, což znamená, že jak obě skupiny žáků, tak i učitelé hodnotili textovou část programu stejně.

Informace získané z vyhodnocených dotazníků i ověřených hypotéz naznačují potřebu dalšího, podrobnějšího výzkum v této oblasti. Přitom bude nutné zaměřit se na výběr širšího (pestřejšího) vzorku nejen žáků, ale především učitelů. Především data získaná od učitelů je třeba brát velmi rezervovaně, protože byla získána pouze od velmi malého vzorku respondentů. Participující učitelé by se dali považovat za celkem homogenní skupinu aktivních učitelů, kteří nereprezentují velkou rozmanitost populace učitelů chemie. Díky tomu mohou být data zatížena chybou a výsledky se nedají generalizovat.

Ad 10) Části programu „Chemie halogenů“ byly použity (jako výchozí materiály) při obměnách e-learningového kurzu „Chemie 3 – Anorganika“ v projektu Talnet (Talnet, 2010). Pro oživení kurzu, který byl původně věnován chemii železa, byla použita témata „Freony“ a „Halogenová žárovka“. Záměrně jsem vybral témata velmi úzce spjatá s praktickým využitím halogenů, které se v současných učebnicích chemie vyskytují velmi zřídka nebo vůbec, a přesto velmi silně ovlivňují nejen každodenní životy jednotlivců, ale i celého lidstva.

Jak se ukázalo při závěrečném hodnocení kurzu, žáci (bohužel se do hodnocení zapojili pouze dva žáci) tyto dvě lekce chválili nejčastěji i přesto, že lekce týkající se chemie železa byly také často prakticky zaměřené (koroze, výroba atd.). Větší zájem o témata „Freony“ a „Halogenová žárovka“ jsem zaznamenal i v průběhu kurzu, kdy žáci odevzdávali řešení úloh dříve než obvykle a také více diskutovali a blíže se zajímali o probíraná témata. Po těchto pozitivních zkušenostech jsem se rozhodl pro obměnu i ostatních lekcí kurzu „Chemie 3 – Anorganika“ s využitím dalších částí programu „Chemie halogenů“, např. dezinfekční činidla, bromderiváty jako retardátory hoření či fluorované náhražky krve (viz kapitola 6).

Závěrem můžeme říci, že ve všech provedených statistických vyhodnoceních se dají vysledovat stejné tendence rozdílů mezi skupinami žáků se zájmem o chemii a ostatních žáků i přesto, že se mnohé hypotézy nepotvrdily (rozdíly nebyly statisticky významné). Žáci se zájmem o chemii hodnotili program lépe, častěji uváděli pozitivní charakteristiky a méně často charakteristiky negativní, které formulovali spíše jako náměty na vylepšení. Získaná data naznačují potřebu dalšího, podrobnějšího výzkum v této oblasti. Přitom bude nutné zaměřit se na výběr širšího (pestřejšího) vzorku nejen žáků, ale především učitelů. Dále by se mělo

pokračovat v podrobnějším a dlouhodobějším výzkumu vlivu jednotlivých součástí hypermediálních pomůcek na motivaci a efektivitu vzdělávání nadaných žáků a jejich přínosu k diferenciaci vzdělávacího obsahu.

Souhrn

Ve své disertační práci jsem se zaměřil na problematiku vzdělávání nadaných žáků v chemii. Věnoval jsem se mapování této oblasti, hledání problémů, navrhování a realizaci možných řešení z oblasti didaktických pomůcek i distančních aktivit pro žáky se zájmem o chemii. Jednotlivé cíle, které jsem si stanovil, byly postupně splněny.

Výzkum byl realizován prostřednictvím dotazníkového šetření a didaktických testů.

Z dotazníkového šetření mezi učiteli vyplynulo, že vzdělávání nadaných žáků v ČR není věnována dostatečná pozornost. Učitelé nejsou na tuto roli systematicky připravováni, s čímž se pojí jejich neznalost problematiky vzdělávání nadaných žáků a možností vhodných postupů a pomůcek použitelných k tomuto účelu. Učitelé podle svých slov postrádají dostatečné množství výukových materiálů a didaktických pomůcek, které by jim usnadnily proces diferenciací kurikula a individuální přístup k žákům. Ukázalo se, že žáci ani učitelé nejsou úplně spokojeni s žádnou dosud používanou učebnicí, což vede ke snaze hledat informace a učit se z jiných zdrojů, např. internetu. Z rozhovorů s účastníky chemických e-learningových kurzů v Talnetu a dotazníkového šetření vyplynulo, že tito žáci preferují jeden zdroj s větším množstvím informací různorodého charakteru (více médií) pohromadě než několik méně obsáhlých zdrojů (zvláště text, obrázky a videa).

Na základě zjištěných skutečností, výzkumů v dané oblasti a své vlastní dosavadní práce jsem vytvořil hypermediální didaktickou pomůcku (program v XHTML) na téma „Chemie halogenů“, jejíž využití jsem směřoval k usnadnění diferenciací kurikula pro žáky se zájmem o chemii (potažmo žáky nadané) při výuce chemie a k samostudiu.

Vytvořený program „Chemie halogenů“ jsem testoval na několika gymnáziích po celé ČR z hlediska vlivu na vzdělávání žáků se zájmem o chemii (ve srovnání s ostatními žáky). Také jsem zjišťoval zpětnou vazbu žáků i učitelů k programu. Výzkumná data, týkající se hodnocení programu a jeho vlivu na vzdělávání žáků se zájmem o chemii, byla získána v dotazníkových šetřeních a didaktických testech a následně statisticky a graficky zpracována.

Byl prokázán větší vliv programu na efektivitu vzdělávacího procesu u žáků se zájmem o chemii než u žáků ostatních, ale nebyla prokázána schopnost programu indukovat v žácích se zájmem o chemii vyšší snahu o aktivní vyhledávání a získávání dalších informací než v žácích ostatních. Potvrdilo se také, že velký, ale mnohdy podceňovaný vliv na zájem žáků o chemii a rozvoj jejich nadání v této oblasti mají učitelé.

Program byl celkově velmi dobře hodnocen všemi skupinami respondentů (žáci se zájmem o chemii, ostatní žáci, učitelé), nejlépe učiteli. Výzkumný vzorek učitelů však nebyl statisticky reprezentativní.

Dvě části programu („Freony“, „Halogenová žárovka“) jsem použil v distančním vzdělávání (e-learning) nadaných žáků v chemii v projektu Talnet. Tyto úlohy měly velmi kladnou odezvu především díky propojení teorie s praxí.

Summary

In this dissertation I have focused on gifted pupils education's problems. I have surveyed this field, looked for problematic topics and suggested possible solutions to them including implementation of teaching aid and e-learning. In the end I can state that all the main and partial goals defined in the introduction of this work have been fully accomplished.

A relevant research was carried out by a set of questionnaires and didactic tests.

Teachers participating in the questionnaire claim that in the Czech Republic there is not sufficient attention paid to gifted pupils education. Also there is no systematic training in to-be-teachers education regarding gifted pupils which results in not knowing about gifted pupils education problems and their proper solutions. It has come to light that neither pupils nor teachers are fully satisfied by any currently used textbook. That leads to looking for another information resources such as internet. Participants of e-learning chemistry courses in Talnet project prefer a single multimedia source of information to several minor sources with separate media (text, graphics, video recordings).

On the basis of established facts, research in above mentioned field and my own experiences I have created a hypermedia teaching aid (a XHTML based program) called "Chemistry of halogens". Purpose of this program is to facilitate the process of differentiation of chemical curriculum for pupils interested in chemistry (especially for gifted ones) during chemistry lessons.

I have tested an effect of the created program on pupils interested in chemistry (compared to other pupils) at several grammar schools in Czech Republic. I have also surveyed an opinion of pupils and teachers of the program. All the acquired data regarding program evaluation and its effect on gifted pupils education was statistically processed.

It was proven that the program has a significantly bigger effect on "in chemistry interested" pupils education than on others whilst its ability to induce an effort to active look up for additional information was not proven to be bigger among the group "in chemistry interested" pupils. In addition it was confirmed that great, even though often underestimated, influence on pupils' interest in chemistry have chemistry teachers.

The feedback on the program from all the groups (pupils interested in chemistry, other pupils, teachers) was on the whole very positive. The best assessment was made by teachers though this group cannot be taken as characteristic.

Two parts of the program („Freons“, „Halogen bulb“) have been used in e-learning chemistry course for gifted pupils (Talnet project). These topics were particularly well assessed in the end of the course thank to their theory-practise connection.

Seznam příloh

Pevné přílohy

- I. Seznam vybraných institucí zabývajících se podporou, vzděláváním a výzkumem nadaných v ČR
- II. Seznam videonahrávek chemických experimentů uvedených v programu „Chemie halogenů“ včetně popisu a vysvětlení
- III. Halogenová žárovka – studijní text k online kurzu „Anorganika“ v Talnetu
- IV. Freony – studijní text k online kurzu „Anorganika“ v Talnetu
- V. Dotazník 1 (učitelský) – zjišťující hledisko učitele na vzdělávání nadaných žáků v chemii
- VI. Dotazník 2 (žákovský) – zjišťující názor žáků na vytvořený hypermediální výukový program „Chemie halogenů“
- VII. Pilotní didaktický test – zadání ověřovacího didaktického testu
- VIII. Dotazník 3 (učitelský) – hodnotící hypermediální výukový program „Chemie chloru“ z pohledu učitelů
- IX. Didaktický test A - zjišťující výchozí znalosti o chemii chloru (před hodnocením programu)
- X. Didaktický test B - zjišťující koncové znalosti o chemii chloru (po hodnocení programu)

Volné přílohy

- XI. CD1- Pilotní didaktický test – data a charakteristiky didaktického testu
- XII. CD1- Data - Dotazník 1 (učitelský)
- XIII. CD1- Data - Dotazník 2 (žákovský)
- XIV. CD1- Data - Dotazník 3 (učitelský)
- XV. CD1- Data - Didaktický test A (pretest), Didaktický test B (posttest)
- XVI. CD2- Hypermediální didaktický program „Chemie halogenů“

Příloha I – Seznam vybraných institucí zabývajících se podporou, vzděláváním a výzkumem nadaných v ČR

Název instituce/projektu	Rok vzniku	Zaměření
Výzkumný ústav pedagogický (VÚP)	1957	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vytvoření struktura individuálního vzdělávacího plánu (IVP); ▪ vydání metodické příručky, v níž učitelé naleznou jak podrobný postup tvorby IVP, tak příklady jeho zpracování z praxe; (VÚP, 2010)
Mensa České republiky	1989	<ul style="list-style-type: none"> ▪ přednášky; ▪ setkání, vycházky, schůzky hráčů různých her, celostátní setkání; ▪ IQ testování; (Mensa ČR, 2010)
Asociace pro mládež, vědu a techniku (AMAVET)	1990	<ul style="list-style-type: none"> ▪ rozvoj vědeckých aktivit dětí a mládeže ve volném čase; ▪ pořádání soutěží (informační technologie, vědy o životním prostředí, biologie, astronomie, modelářství); (AMAVET, 2010)
Asociace malých debrujárů České republiky (AMD ČR)	1992	<ul style="list-style-type: none"> ▪ podpora rozvoje osobnosti mladých lidí (mravních, sociálních, a intelektuálních schopností); ▪ umožnění využívání volného času na rozvíjení tvořivých schopností a znalostí v oblasti vědy, techniky a ekologie; ▪ organizace pravidelných diagnostických dnů ve spolupráci se základními a středními školami; (AMD ČR, 2010)
Centrum rozvoje nadaných dětí	2004	<ul style="list-style-type: none"> ▪ snaha o zvýšení odborné informovanosti v problematice nadaného dítěte a zkoumání jejich potřeb; (Centrum rozvoje nadaných dětí, 2010)
Národní institut pro další vzdělávání (NIDV)	2004	<ul style="list-style-type: none"> ▪ připravuje a nabízí přednášky, kurzy a semináře pro další vzdělávání učitelů; (NIDV, 2010)
Nadané dítě	2007	<ul style="list-style-type: none"> ▪ podpora rozvoje nadání a talentu a vše co s tím souvisí; (Nadané dítě, 2010)









Název instituce/projektu	Rok vzniku	Zaměření
Talnet	2003	<ul style="list-style-type: none"> ▪ online vzdělávací, badatelské a komunikační aktivity (fyzika, matematika, chemie, biologie, geografie a technické disciplíny) ▪ pomoc pedagogům v péči o nadané studenty, semináře pro učitele; ▪ informuje o aktivitách pro nadané i mimo Talnet; ▪ poskytuje prostor pro komunikaci, diskuzi a řešení problémů vědeckých i jiných s podobně zaměřenými studenty; ▪ umožňuje kontakt s experty v oboru a vytváří tak podmínky pro další rozvoj nadání účastníků; (Talnet, 2010)
Centrum nadání	2005	<ul style="list-style-type: none"> ▪ analýza stavu a úrovně vzdělávacích programů jednotlivých škol; doporučení vhodného zařazení nadaného žáka do určitého typu školy; ▪ koordinace výběru žáků pro speciální třídy a studijní skupiny nadaných žáků na základních školách nebo pro individuální integrace; ▪ programy pro nadané žáky, organizace školení pedagogů, supervize práce škol ve vzdělávání nadaných žáků; ▪ aktivní pomoc při sepsání ŠVP a projektů realizující péči o nadané žáky; (Centrum nadání, 2010)
NIDM	2005	<ul style="list-style-type: none"> ▪ vyhledávání, rozvíjení a podpora nadaných a talentovaných dětí; podílí se na realizaci online vzdělávání Talnet; ▪ garantuje řadu celostátních soutěží (středoškolskou odbornou činnost - SOČ, Olympiády); (NIDM, 2010)





Název instituce/projektu	Rok vzniku	Zaměření
IPPP	1994	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IPPP ČR iniciuje a prosazuje záměry MŠMT v oblasti poradenství jako podpůrné složky vzdělávacího systému. ▪ Při plnění těchto úkolů spolupracuje s pedagogicko-psychologickými poradnami, se speciálně pedagogickými centry, se školskými zařízeními pro výkon ústavní nebo ochranné výchovy a se školskými zařízeními pro preventivně výchovnou péči, dále se školami (školními psychology, výchovnými poradci, školními metodiky prevence). ▪ Institucionálně spolupracuje IPPP ČR s vysokými školami, výzkumnými a odbornými institucemi v ČR i v zahraničí. (IPPP, 2010)
STaN	1989	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Největším a nejdůležitějším okruhem problémů k řešení pak zůstává i nadále informovanost. ▪ Činnost STaN je založena na neustále aktualizovaných odborných znalostech, získaných studiem i spoluprací s významnými zahraničními odborníky a na dlouhodobých zkušenostech z práce s nadanými. ▪ Především řešení případů, které se vymykají ze státem nabízených možností, nebo je jejich řešení teoreticky v rámci platné legislativy, ale jeho realizace je ve stávajících podmínkách příliš obtížná. (STaN, 2010)









Příloha II - Seznam videonahrávek chemických experimentů uvedených v programu „Chemie halogenů“ včetně popisu a vysvětlení





Kromě in situ zmíněných citací jsme při výběru a realizaci experimentů čerpali také z následujících zdrojů (Bárta, 2004, Grosse, Weissmantel, 1977, Häusler, Rampf, Reichelt, 1991, Klikorka et al., 1972, Sjøgren, Kolboe, Ruoff, 1986, Zhabotinsky, 1964, Beneš, Macháčková, 1977, Straka, 1997, Solárová, 2002).






Skupinové vlastnosti

Příprava BrCl			
(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993, Cotton, Wilkinson, 1973)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	3 Erlenmeyerovy baňky zábrusové (50 ml), 3 zábrusové skleněné zátky		
Chemikálie:	Cl ₂ (g), Br ₂ (l)		
Postup:	Do dvou baněk zavedeme chlor a baňky uzavřeme. Do poslední prázdné baňky a jedné baňky s chlorem přidáme páry bromu. Baňky uzavřeme zábrusovými uzávěry.		
Vysvětlení:	<p>Chlor reaguje s bromem za vzniku interhalogenové sloučeniny BrCl.</p> $\text{Br}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{BrCl}$ <p>Chlor je silnější oxidační činidlo (má vyšší elektronegativitu a oxiduje brom), a proto vzniká chlorid bromný. BrCl je červeno-hnědá plynná látka, jejíž chemické a fyzikální vlastnosti jsou někde mezi bromem a chlorem.</p>		
Příprava IBr			
(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	3 Erlenmeyerovy baňky zábrusové (50 ml), 3 zábrusové skleněné zátky		
Chemikálie:	I ₂ (s), Br ₂ (l)		
Postup:	Do dvou baněk nalijeme páry bromu a baňky uzavřeme. Do poslední prázdné baňky a jedné baňky s bromem přidáme několik zrníček jodu. Baňky		










	uzavřeme zábrusovými uzávěry a mírně zahřejeme.		
Vysvětlení:	<p>Brom reaguje s jodem za vzniku interhalogenové sloučeniny IBr.</p> $\text{Br}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2 \text{IBr}$ <p>Brom je silnější oxidační činidlo (má vyšší elektronegativitu a oxiduje jod), a proto vzniká bromid jodný. IBr je tmavě červená pevná látka, jejíž chemické a fyzikální vlastnosti jsou někde mezi bromem a jodem.</p>		
Příprava K[ICl₄]			
(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006, Rohovec, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	zkumavka, Petriho miska, pinzeta, jodidoškrobový papírek, kahan, chemická lžička, pipeta		
Chemikálie:	KIO ₃ (s), HCl (koncentrovaná)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři. Vzniká chlor, který je toxický!</p> <p>Do zkumavky uchycené ve stojanu nasypeme 1-2 malé lžičky jodičnanu a postupně přidáme 2-3 ml koncentrované HCl. Vznikající plyn dokážeme přiložením jodidoškrobového papírku k ústí zkumavky.</p> <p>Po skončení reakce zkumavku lehce zahřejeme nad kahanem, až se rozpustí zbývající jodičnan a necháme směs zchladnout (případně můžeme přelít do Petriho misky).</p> <p>Po několika minutách (v závislosti na teplotě) se začnou objevovat jasně žluté jehlicovité krystaly K[ICl₄].</p>		
Vysvětlení:	<p>Jodičnan v kyselém prostředí oxiduje chloridové ionty na chlor (viz zbarvení jodidoškrobového papírku). Při reakci vzniká jod a jodid (reakce 1). Jod se v roztoku generuje také reakcí jodidu s jodičnanem (reakce 2).</p> $\text{KIO}_3 + 6 \text{HCl} \rightarrow \text{KI} + 3 \text{Cl}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \text{ (reakce 1)}$ $\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} \text{ (reakce 2)}$ <p>Vznikající chlor reaguje s jodem a následně i jodidem za vzniku jasně žluté pevné látky K[ICl₄] (reakce 3 a 4).</p> $\text{I}_2 + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{ICl}_3 \text{ (reakce 3)}$ $\text{ICl}_3 + \text{KI} \rightarrow \text{K[ICl}_4] \text{ (reakce 4)}$		
Porovnání pH halogenidů sodných			
(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993, Cotton, Wilkinson, 1973)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení









				
Pomůcky:	4 zkumavky, univerzální indikátor (ethanolový roztok nebo univerzální indikátorový papírek)			
Chemikálie:	NaF (aq, 5%), NaCl (aq, 5%), NaBr (aq, 5%), NaI (aq, 5%)			
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami. NaF je toxický!</p> <p>Do čtyř zkumavek nalijeme po 5 ml roztoků: zleva NaF, NaCl, NaBr a NaI.</p> <p>Do všech zkumavek přidáme asi 1 ml univerzálního indikátoru a zkumavky protřepeme.</p>			
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>pH roztoků NaCl, NaBr a NaI je přibližně neutrální, protože se jedná o soli silných kyselin (HCl, HBr, HI) a silné zásady (NaOH). Hydrolyzou těchto solí vznikají stabilní ionty, které s vodou dále nereagují.</p> $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- \text{ (ve vodě)}$ <p>Roztok NaF je zásaditý, protože sůl vznikla reakcí slabé kyseliny (HF) a silné zásady. Fluoridový anion ve vodě částečně hydrolyzuje za vzniku HF (zjednodušeno).</p> $\text{NaF} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{F}^- \text{ (ve vodě)}$ $\text{F}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HF} + \text{OH}^-$			
Disproporcionace a synproporcionace bromu a jodu				
(upraveno podle Atkins, 2006)				
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení	
				
Pomůcky:	2 zkumavky, 2 zátky na zkumavku, 2 pipety (nebo Pasteurovy pipety)			
Chemikálie:	NaOH (aq, 10%), HCl (aq, 10%), bromová voda (aq), jod (s nebo Lugolův roztok), chloroform (nebo CCl ₄ či CH ₂ Cl ₂), destilovaná voda			
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Chloroform je těkavý a podezřelý z karcinogenních účinků.</p> <p>Do obou zkumavek nalijeme asi 1-2 ml chloroformu. Do první přidáme 1-2 ml čerstvé bromové vody, do druhé 1-2 ml Lugolova roztoku (nebo na špičku lžičky pevného jodu a 1-2 ml destilované vody).</p> <p>S použitím zátek obě zkumavky protřepáme a počkáme na rozdělení kapalných fází. Potom do obou zkumavek přidáme několik kapek roztoku NaOH a opět protřepeme. Stejně postupujeme i s přidávkem HCl.</p> <p>Postup můžeme několikrát opakovat.</p>			

Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Brom i jod v zásaditém prostředí disproportionují (roztoky se odbarvují):</p> $3 \text{ Br}_2 + 6 \text{ OH}^- \rightarrow 5 \text{ Br}^- + \text{BrO}_3^- + 3 \text{ H}_2\text{O}$ $3 \text{ I}_2 + 6 \text{ OH}^- \rightarrow 5 \text{ I}^- + \text{IO}_3^- + 3 \text{ H}_2\text{O}$ <p>V kyselém prostředí nastává proces opačný - synproportionace (vznikají elementární halogeny - roztoky se zabarvují):</p> $5 \text{ Br}^- + \text{BrO}_3^- + 6 \text{ H}^+ \rightarrow 3 \text{ Br}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$ $5 \text{ I}^- + \text{IO}_3^- + 6 \text{ H}^+ \rightarrow 3 \text{ I}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$ <p>Brom i jod jsou lépe než ve vodě rozpustné v chloroformu - viz výraznější zbarvení spodní kapalné fáze.</p>		
Beilsteinova reakce			
(upraveno podle Volka, 1995, Vacík et al., 1995b)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	3 zkumavky, kahan, měděný drát		
Chemikálie:	benzen (l, nebo toluen apod.), chlorbenzen (l), chloroform (l), polyethylen PE (s), polyvinylchlorid PVC (s), jodoform (s)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři. Aromatické látky a některé halogenderiváty jsou karcinogenní. Při spalování halogenderivátů mohou navíc vznikat potenciálně zdraví nebezpečné látky.</p> <p>Do zkumavek nalijeme asi 1 ml od kapalných vzorků.</p> <p>Měděný drát namočíme (v případě pevné látky nanese látku na drát) do vzorku zkoumané organické látky a ihned vložíme do nesvítivého plamene kahanu.</p> <p>Měděný drát by vždy měl být důkladně vyžíhaný a chladný před každým novým vzorkem (případně si připravíme na každý vzorek nový drát).</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Organické látky obvykle hoří za vzniku vody, oxidu uhličitého a může vznikat také malé množství uhlíku (ve formě sazí) především u nenasycených organických látek:</p> $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C} + \text{H}_2\text{O} \text{ (schéma reakce)}$ <p>Při spalování halogenderivátů organických sloučenin na měděném drátu dochází kromě výše zmíněných produktů i ke vzniku těkavých halogenidů mědi, které barví plamen kahanu jasně zeleně. To se dá použít k orientačnímu kvalitativnímu důkazu přítomnosti halogenu v organické molekule.</p>		
Chloridové ionty jako ligand			
(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993)			

Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			 
Pomůcky:	4 zkumavky, pipeta (nebo Pasteurova pipeta)		
Chemikálie:	CoCl ₂ (aq, 5-10%), CuCl ₂ (aq, 5-10%), LiCl (aq, nasycený roztok)		
Postup:	Do dvou zkumavek nalijeme asi 5-7 ml roztoků CoCl ₂ a CuCl ₂ . Do dalších dvou zkumavek nalijeme asi 2 ml roztoků CoCl ₂ a CuCl ₂ . Do zkumavek se dvěma ml roztoků přidáváme nasycený roztok LiCl, dokud dochází ke změnám barvy (asi 3-5 ml).		
Vysvětlení: (velmi zjednodušeno)	Vodný roztok iontů kobaltnatých je růžový, vodný roztok měďnatých iontů je modrý. V roztoku existují komplexní ionty [Co(H ₂ O) ₆] ²⁺ (růžová), respektive [Cu(H ₂ O) ₆] ²⁺ (modrá). $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 6 \text{Cl}^- \rightarrow [\text{Co}(\text{Cl})_6]^{4-} + 6 \text{H}_2\text{O}$ $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+} + 4 \text{Cl}^- \rightarrow [\text{Cu}(\text{Cl})_4]^{2-} + 6 \text{H}_2\text{O}$ Po přidání nadbytku roztoku LiCl dojde k výměně vody jako ligandu za chloridové ionty, což je spojeno se změnou energetického rozštěpu d orbitalů centrálního atomu a také se změnou barvy komplexu [Co(Cl) ₆] ⁴⁻ (modrá), [Cu(Cl) ₄] ²⁻ (žlutá).		

Fluor









Reakce fluoru s prvky PSP			
(převzato z http://www.youtube.com/watch?v=mG6EG_igTGw a upraveno podle Teachers.tv, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
  	 	  	
Pomůcky:	ochranné pomůcky, Petriho misky, kádinky, chemické lžičky		
Chemikálie:	zásobní lahev s fluorem (F ₂), Na (kusový), Mg (piliny), Al (práškový), Si (práškový), P (kusový), S (kusová)		
Postup:	Práce s plyným nebo kapalným fluorem je extrémně nebezpečná! Pracovat s fluorem může pouze zkušený chemik v digestoři, s ochrannými pomůckami a při dodržení přísných bezpečnostních opatření. Fluor je navíc velmi drahý.		
Vysvětlení:	Fluor je extrémně reaktivní prvek se silnými oxidačními schopnostmi. Většinu prvků oxiduje do jejich maximálního oxidačního stavu. Fluor bouřlivě reaguje se sodíkem, s hořčíkem, hliníkem, křemíkem,		





	fosforem a sírou:		
	$2 \text{ Na} + \text{F}_2 \rightarrow 2 \text{ NaF}$ $\text{Mg} + \text{F}_2 \rightarrow \text{MgF}_2$ $2 \text{ Al} + 3 \text{ F}_2 \rightarrow 2 \text{ AlF}_3$ $\text{Si} + 2 \text{ F}_2 \rightarrow \text{SiF}_4$ $2 \text{ P} + 5 \text{ F}_2 \rightarrow 2 \text{ PF}_5$ $\text{S} + 3 \text{ F}_2 \rightarrow \text{SF}_6$		
Maskování iontů Fe³⁺ fluoridovými anionty			
(upraveno podle Nesper, 2007, Katedra analytické chemie, 2004)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	pH-metr (nebo acidobazický indikátor s nízkým pH přechodu), magnetická míchačka + míchadlo, 2 kádinky, pipeta		
Chemikálie:	FeCl ₃ (nebo Fe ₂ (SO ₄) ₃ , 5% roztok), acidobazický indikátor (bromfenolová modř) nebo pH-metr, NaF (nebo KF, 10% roztok)		
Postup:	Do kádinky nalijeme asi 50 ml roztoku FeCl ₃ , vložíme skleněnou elektrodu napojenou na digitální pH metr a přidáme několik kapek indikátoru (bromfenolové modři). Po ustálení pH na displeji začneme přikapávat roztok NaF. Přitom pozorujeme displej pH metru a zbarvení roztoku.		
Vysvětlení: (velmi zjednodušeno)	Roztok iontů železitých má kyselé pH, protože zde dochází k disociaci: $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5(\text{OH})]^{2+} + \text{H}_3\text{O}^+$ (zjednodušeno) Fluoridové ionty nahrazují stávající ligandy, čím dochází ke zvyšování pH roztoku: $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} + 6 \text{ F}^- \rightarrow [\text{FeF}_6]^{3-} + 6 \text{ H}_2\text{O}$ (zjednodušeno)		
Odlišné vlastnosti fluoridových iontů od ostatních halogenidů 1			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Jursík, 2001)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	ochranné pomůcky, zkumavky, pipeta (Pasteurova pipeta)		
Chemikálie:	AgNO ₃ (aq, 1%), NaF, NaCl, NaBr, NaI (aq, 5%)		
Postup:	Do čtyř zkumavek nalijeme zleva asi 1-2 ml roztoků NaF, NaCl, NaBr a NaI		





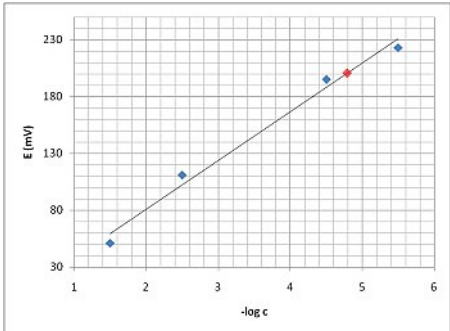
	(můžeme použít i draselné soli). Do každé zkumavky přidáme několik kapek roztoku stříbrných iontů.
Vysvětlení:	Fluoridový anion se na rozdíl od ostatních halogenidů nesráží ionty stříbrnými. Naopak AgF je ve vodě velmi dobře rozpustný. $\text{F}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgF (aq)}$ $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgCl} \downarrow \text{ (bílá)}$ $\text{Br}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgBr} \downarrow \text{ (světle žlutá)}$ $\text{I}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgI} \downarrow \text{ (žlutá)}$ Ostatní halogenidy stříbrné jsou velmi špatně rozpustné (ve vodě), bílé až žluté sraženiny.

Odlišné vlastnosti fluoridových iontů od ostatních halogenidů 2

(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Jursík, 2001)





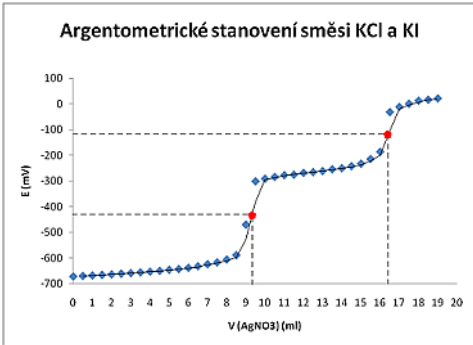
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	ochranné pomůcky, zkumavky, pipeta (Pasteurova pipeta)		
Chemikálie:	Ca(NO ₃) ₂ (aq, 5%), NaF, NaCl, NaBr, NaI (aq, 5%)		
Postup:	Do čtyř zkumavek nalijeme zleva asi 1-2 ml roztoků NaF, NaCl, NaBr a NaI (můžeme použít i draselné soli). Do každé zkumavky přidáme několik kapek roztoku vápenatých iontů (lze použít i jinou rozpustnou sůl např. CaCl ₂).		
Vysvětlení:	Pouze fluoridové anionty tvoří s ionty vápenatými nerozpustnou, bílou sraženinu. Fluorid vápenatý je podstatou minerálu fluoritu. Ostatní halogenidy vápenaté jsou dobře rozpustné. $2 \text{F}^- + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaF}_2 \downarrow \text{ (bílá)}$ $2 \text{Cl}^- + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaCl}_2 \text{ (aq)}$ $2 \text{Br}^- + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaBr}_2 \text{ (aq)}$ $2 \text{I}^- + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{CaI}_2 \text{ (aq)}$		
Příprava HF			
(upraveno podle Atkins, 2006, Rayner-Canham, Overton, 2006)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	chemická lžička, plastová kádinka (50 ml), podložní sklo na mikroskopování		









Chemikálie:	CaF ₂ (práškový), H ₂ SO ₄ (koncentrovaná)		
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami a v dobře táhnoucí digestoři. HF je toxický a korozivní!</p> <p>Do plastové kádinky nasypeme 1-2 g fluoridu vápenatého a přidáme 5-10 ml koncentrované kyseliny sírové. Na hrdlo kádinky položíme skleněnou destičku.</p> <p>Po asi 30 minutách destičku sundáme, pečlivě omyjeme destilovanou vodou (případně zředěným roztokem CaCl₂) a pozorujeme matný povrch v místě nad kádinkou.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeně)	<p>Kyselina sírová reaguje s fluoridem vápenatým za vzniku fluorovodíku a nerozpustného síranu vápenatého:</p> $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{HF} + \text{CaSO}_4\downarrow \text{ (bílá)}$ <p>Fluorovodík pak reaguje se sklem: (zreagovaná (naleptaná) část povrchu skla zmatní):</p> $\text{SiO}_2 + 4 \text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \text{ (zjednodušeně)}$		
Leptání skla			
(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	ochranné pomůcky, plastová kádinka (případně jiná nádoba), vosk, plastová pinzeta, rydlo		
Chemikálie:	HF (50% roztok), skleněná destička, toluen (nebo jiné nepolární rozpouštědlo)		
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami a v dobře táhnoucí digestoři. HF je toxický a korozivní!</p> <p>Nejdříve celou skleněnou destičku zakapeme voskem (případně ponoříme do roztaveného vosku). Rydlem do vosku vyryjeme požadovaný tvar a ponoříme do připraveného roztoku kyseliny fluorovodíkové v plastové nádobě.</p> <p>Asi po 10 minutách destičku vyjmeme (plastovou! pinzetou), důkladně opláchneme vodou a ponoříme asi na 10 minut do toluenu, ve kterém se vosk rozpustí. Destičku vyjmeme a osušíme. Pozorujeme vyleptaný reliéf.</p> <p>Celý postup trvá asi 30 minut.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeně)	<p>Kyselina fluorovodíková leptá sklo. HF reaguje s hlavní složkou skla, oxidem křemičitým, za vzniku fluoridu křemičitého a vody:</p> $\text{SiO}_2 + 4 \text{HF} \rightarrow \text{SiF}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \text{ (zjednodušeně)}$		





Stanovení fluoridových iontů pomocí ISE			
(upraveno podle Katedra analytické chemie, 2004)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	voltmetr, magnetická míchačka + míchadlo, 5 plastových odměrných baněk, 5 plastových kádinek, plastové pipety, ISE (iontově selektivní elektroda, F ⁻), kalomelová elektroda		
Chemikálie:	FeCl ₃ (nebo Fe ₂ (SO ₄) ₃ , 5% roztok), pufr (pH 4-7 s obsahem EDTA) pro větší přesnost měření, NaF (nebo KF, roztok o přesně známé koncentraci 0,2 mol.dm ⁻³), vzorek o neznámé koncentraci (např. minerální voda)		
Postup:	<p>Do 4 odměrných baněk si připravte roztoky NaF o koncentracích 1,0.10⁻¹, 1,0.10⁻², 1,0.10⁻⁴ a 1,0.10⁻⁵ mol.dm⁻³.</p> <p>Nejdříve odpipetujete 25 ml standardního roztoku, přidáte 5 ml pufru a doplníte na 50 ml. Tento postup opakujete s tím, že pokaždé ředíte 10x předcházející roztok.</p> <p>Dále změříte hodnoty potenciálu všech roztoků a sestavíte graf (závislost E na -log c). Nakonec změříte E neznámého vzorku (minerální voda) a vynesete ho do grafu, odkud zjistíte jednoduchým výpočtem koncentraci F⁻.</p> <p>POZOR! Nezapomeňte, že jste neznámý roztok 2x zředili.</p> <p>(Podrobnější návod viz Katedra analytické chemie, 2004)</p>		
Vysvětlení:	<p>Iontově selektivní elektroda F⁻ je elektroda specializovaná na určování koncentrace fluoridových iontů ve vodných roztocích. Dají se s ní změřit koncentrace až do 1,4 mmol.dm⁻³ (tedy asi 70 µg/l).</p> <p>Zkuste spočítat, jaká je koncentrace F⁻ iontů ve zkoumané minerální vodě? K řešení použijte změřenou hodnotu potenciálu neznámého vzorku a graf s kalibrační křivkou.</p>		
			









Chlor









Argentometrické stanovení směsi NaCl a NaI

(upraveno podle Katedra analytické chemie, 2004, Volka, 1995)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	třecí miska s tloučkem, navažovací lodička, kádinka (150 ml), byreta, stříbrná elektroda, merkurosulfátová elektroda, potenciometr s míchadlem, papír a tužka k záznamu hodnot		
Chemikálie:	AgNO ₃ (0,1M odměrný roztok), vzorek (směs pevných KI a KCl), destilovaná voda		
Postup:	<p>Pevný vzorek promícháme a rozetřeme ve třecí misce. Navážíme asi 0,2 g (s přesností na 0,1 mg) a kvantitativně ho spláchneme do kádinky a rozpustíme v 50 ml destilované vody.</p> <p>Do roztoku ponoříme stříbrnou (indikační) i merkurosulfátovou (referenční) elektrodu a míchadlo. Zapneme potenciometr (nastavený na mV) a roztok za stálého míchání titrujeme odměrným roztokem AgNO₃. Po každém přidavku 0,5 ml zapíšeme hodnotu potenciálu (až do 25 ml).</p> <p>Ze získaných hodnot můžeme sestavit graf závislosti potenciálu na objemu přidaného odměrného roztoku.</p>		
Vysvětlení:	<p>Chloridové (i jodidové) ionty tvoří sraženinu s ionty stříbrnými:</p> $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgCl}\downarrow \text{ (bílá)}$ $\text{I}^- + \text{Ag}^+ \rightarrow \text{AgI}\downarrow \text{ (žlutá)}$ <p>Chlorid i jodid stříbrný jsou špatně rozpustné ve vodě. Působením světla dochází k jejich rozkladu. Z hodnot získaných během titrace a vynesných do grafu lze vypočítat procentuální složení výchozí směsi KI a KCl.</p> <p>Součiny rozpustnosti při 25 °C $P(\text{AgI}) = 8,3 \cdot 10^{-17}$, $P(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$.</p> <div style="text-align: center;">  </div>		
Bengálské ohně			
(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006, Shakhshiri, 1992)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení

						
Pomůcky:	pipeta, třecí misky s tluččky, ocelová miska, nehořlavá podložka, špejle					
Chemikálie:	<ol style="list-style-type: none"> 1. KClO₃ (s), nebo KClO₄ (s) 2. Sr(NO₃)₂ (s) 3. Ba(NO₃)₂ (s) 4. Ca(NO₃)₂ (s) 5. LiNO₃ (s) 6. KNO₃ (s) 7. Cu(NO₃)₂ (s) 8. glukóza (s) 9. H₂SO₄ (konc.) 					
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s použitím ochranných pomůcek! Jednotlivé chemické látky roztřeme každou zvlášť. K vytvoření směsí požadované barvy smísíme chemikálie (podle seznamu výše) v hmotnostním poměru:</p> <ul style="list-style-type: none"> • zelený - 1:3:8 v poměru 2:1:2 • cihlově červený - 1:4:8 v poměru 2:1:2 • modro-fialový - 1:6:7:8 v poměru 2:1:1:2 • červený - 1:2:5:8 v poměru 2:1:1:2 • fialový - 1:6:8 v poměru 2:1:2 <p>Směsi zapalujeme kapkou koncentrované kyseliny sírové nebo zapálenou špejlí.</p>					
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Chlorečnany a chloristany se tepelně rozkládají za vzniku kyslíku a chloridů.</p> $2 \text{KClO}_3 \rightarrow 2 \text{KCl} + 3 \text{O}_2$ $\text{KClO}_4 \rightarrow \text{KCl} + 2 \text{O}_2$ <p>Jsou to silná oxidační činidla, která oxidují např. glukózu až na oxidy.</p> $6 \text{KClO}_3 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{KCl} + 6 \text{H}_2\text{O}$ <p>Ionty Ba²⁺, Sr²⁺, Li⁺, Ca²⁺, K⁺ a Cu²⁺ jsou zodpovědné za zbarvení plamene.</p>					
Příprava a vlastnosti oxidu chloričitého						
(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006, Brauer, 1963, Lukeš, Mička, 1998)						
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení			
						
Pomůcky:	zkumavka, pipeta, chemická lžička, stojan, špejle					

Chemikálie:	Zn (s, práškový), KClO ₃ (s), kyselina šťavelová (s), H ₂ SO ₄ (konc.), červený fosfor (s)		
Postup:	<p>Tento experiment je extrémně nebezpečný. Pracujeme pouze v malém množství, v digestoři s použitím ochranných pomůcek! Nebezpečí exploze!</p> <p>Do zkumavky nasypeme jednu lžičku směsi KClO₃ + (COOH)₂ smíchané v hmotnostním poměru 2,5:1. Přidáme 1-2 ml destilované vody a 0,5-1 ml koncentrované H₂SO₄.</p> <p>Ke vznikajícímu ClO₂ (žluto-oranžový) přisypáváme po malých kouscích vysušený červený fosfor nebo práškový zinek.</p> <p>Do zkumavky plné směsi ClO₂ a CO₂ vsuneme zapálenou špejli.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Okyselením roztoku chlorečnanu vzniká složitými reakce mimo jiné také oxid chloričitý, který je velmi nestálý a extrémně výbušný.</p> $2 \text{ClO}_3^- + 4 \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} \rightarrow 2 \text{ClO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{CO}_2$ <p>Oxid chloričitý prudce reaguje s mnoha organickými i anorganickými látkami. Tyto reakce mají často až explozivní průběh. Při reakci s fosforem vzniká velké množství produktů. Se železem oxid chloričitý reaguje za vzniku chloritanu železitého.</p> $2 \text{ClO}_2 + \text{Zn} \rightarrow \text{Zn}(\text{ClO}_2)_2$ <p>Při vyšší teplotě, vyšších koncentracích nebo působením světla se ClO₂ rozkládá na chlor a kyslík, proto je práce s ním velmi nebezpečná:</p> $2 \text{ClO}_2 \rightarrow 2 \text{O}_2 + \text{Cl}_2$		
Disproporcionace a bělicí účinky chloru			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Atkins, 2006)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	zásobní lahev s chlorem nebo aparatura pro přípravu chloru, odměrný válec (nebo jiná vyšší nádoba)		
Chemikálie:	destilovaná voda, methylčerven (nebo methyloranž, roztok), chlor (g)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s použitím ochranných pomůcek!</p> <p>Odměrný válec naplníme destilovanou vodou a přidáme asi 1-2 ml methylčervně.</p> <p>Do válce zavádíme chlor, dokud se roztok postupně úplně neodbarví.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	Chlor ve vodě částečně disproporcionuje na kyseliny chlorovodíkovou a chlornou. Barva indikátoru se nemění na červenou (je zde kyselé prostředí), protože je barvivo okamžitě atakováno (dochází k adičním reakcím na násobné vazby).		





$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$			
V zápětí se roztok odbarvuje, protože kyselina chlorná (i chlor) má silné oxidační účinky a narušuje strukturu barviva zodpovědnou za barevnost (methylčerveň).			
Reakce chloru se železem			
(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006, Gažo, 1977)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	Erlenmeyerova baňka, ocelový drátek (na zavěšení), zásobní lahev s chlorem nebo aparatura pro přípravu chloru, Bunsenův kahan		
Chemikálie:	Fe (vlna), chlor (g), destilovaná voda, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (aq, 5%)		
Postup:	Práce s plynným nebo kapalným chlorem je nebezpečná! Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Železnou vlnu připevníme k drátu, zapálíme (kahanem nebo i sirkami) a vložíme do Erlenmeyerovy baňky naplněné chlorem. Po skončení reakce a zchladnutí baňku naplníme destilovanou vodou a přidáme několik kapek roztoku žluté krevní soli - $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	Chlor je velmi reaktivní prvek se silnými oxidačními schopnostmi. S železnou vlnou reaguje za vzniku chloridu železitého. $2 \text{Fe} + 3 \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{FeCl}_3$ Železité ionty dokážeme v roztoku přidáním několika kapek roztoku žluté krevní soli. Vzniká tzv. berlínská modř. $\text{Fe}^{3+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \rightarrow \text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$		
Reakce kyseliny chlorovodíkové s kovy			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Rayner-Canham, Overton, 2006)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	4 zkumavky, stojan na zkumavky		
Chemikálie:	HCl (aq, 10%), Na (kusový), Zn (kusový), Fe (kusové), Cu (kusová)		
Postup:	Do zkumavek nalijeme 1-2 ml HCl a postupně do nich vhadzujeme jednotlivé kovy (Na, Zn, Fe, Cu). V případě sodíku vhadzujeme pouze velmi malý kousek a používáme		

	ochranné pomůcky!		
Vysvětlení:	<p>HCl je silná bezkyslíkatá kyselina bez oxidačních účinků. Proto reaguje pouze se sodíkem, zinkem a železem.</p> <p>Měď a jiné ušlechtilé kovy s kyselinou chlorovodíkovou nereagují.</p> $2 \text{ Na} + 2 \text{ HCl} \rightarrow 2 \text{ NaCl} + \text{ H}_2$ $\text{ Zn} + 2 \text{ HCl} \rightarrow \text{ ZnCl}_2 + \text{ H}_2$ $\text{ Fe} + 2 \text{ HCl} \rightarrow \text{ FeCl}_2 + \text{ H}_2$ $\text{ Cu} + \text{ HCl} \rightarrow \text{ nereaguje}$		
Acidobazická titrace vzorku HCl			
(upraveno podle Katedra analytické chemie, 2004, Volka, 1995)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	titrační baňka, pipeta, byreta, stojan		
Chemikálie:	NaOH (roztok o přesně známé koncentraci), HCl (roztok o neznámé koncentraci), fenolftalein		
Postup:	<p>Do titrační baňky odpipetujeme přesně 10 ml vzorku o neznámé koncentraci HCl. Naředíme destilovanou vodou asi na 50 ml a přidáme několik kapek fenolftaleinu.</p> <p>Byretu naplníme roztokem NaOH a začneme titrovat roztok v titrační baňce. Za stálého míchání titrujeme až do setrvalého růžového zbarvení roztoku.</p> <p>Nakonec odečteme spotřebu NaOH na byretě.</p>		
Vysvětlení:	<p>Kyselina chlorovodíková reaguje s hydroxidem sodným (neutralizace) za vzniku roztoku chloridu sodného a vody.</p> $\text{ NaOH} + \text{ HCl} \rightarrow \text{ NaCl} + \text{ H}_2\text{O}$ <p>Obě sloučeniny spolu reagují v molárním poměru 1:1.</p>		
Bělicí účinky chloru			
(upraveno podle Atkins, 2006)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	4 Erlenmeyerovy baňky, zásobní lahev s chlorem nebo aparatura pro přípravu chloru		
Chemikálie:	methylenová modř (aq, 1-5%), methyloranž (aq, 1-5%), zeleň světlá nebo		

	malachitová zeleň (aq, 1-5%), chlor (g)
Postup:	Práce s plynným nebo kapalným chlorem je nebezpečná! Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Do baněk s roztoky barviv postupně zavádíme chlor. Po odbarvení roztoku zavádění chloru ukončíme.
Vysvětlení:	Chlor atakuje násobné vazby ve sloučeninách, které jsou zodpovědné za barevnost (methylenová modř, methylooranž a zeleň světlá žlutavá). Vznikající chlorderiváty organických sloučenin bez násobných vazeb už nejsou barevné.





Bělící účinky chlornanů





(upraveno podle Atkins, 2006, Keusch, 2003)









Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	2 Erlenmeyerovy baňky (250 ml), barevná tkanina (např. riflovina), zásobní lahev s chlorem nebo aparatura pro přípravu chloru, drát na uchycení		
Chemikálie:	chlor (g), NaOH (aq, 5-10%)		
Postup:	Pracujeme v digestoři s použitím ochranných pomůcek! Do druhé Erlenmeyerovy baňky nalijeme asi 50-100 ml roztoku NaOH, první baňku necháme prázdnou. Do obou baněk vložíme pruh barevné tkaniny tak, aby ve druhé baňce byl ponořen v roztoku hydroxidu. Poté začneme zavádět chlor do obou baněk. Chlor musí ve druhé baňce probublávat roztokem. Zavádění chloru ukončíme, když se tkanina odbarví.		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	Chlor atakuje násobné vazby ve sloučeninách, které jsou zodpovědné za barevnost. V tomto případě (riflovina) je barvivem indigo. Vznikající chlorderiváty organických sloučenin bez násobných vazeb už nejsou barevné.		









Reakce chloru s ethynem









(upraveno podle Shkhashiri, 1992)

Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			

Pomůcky:	odměrný válec (500 - 1000 ml), zásobní lahev s chlorem nebo aparatura pro přípravu chloru		
Chemikálie:	CaC ₂ (s, kusový), chlor (g), voda		
Postup:	<p>POZOR! Práce s plynným nebo kapalným chlorem je velmi nebezpečná! Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Ethyn (acetylen) je ve směsi se vzduchem výbušný!</p> <p>Odměrný válec naplníme vodou a zavádíme do něj chlor. Postupně přihazujeme menší kousky karbidu vápníku.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Zatímco chlor přivádíme z vnějšího zdroje, ethyn vzniká přímo v místě reakce reakcí karbidu vápníku s vodou:</p> $\text{CaC}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2$ <p>Chlor je velmi reaktivní prvek se silnými oxidačními schopnostmi. S ethynem (acetylenem) podobně jako kyslík tvoří výbušnou směs.</p> $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl} + 2 \text{C} \text{ (zjednodušeno)}$ <p>Na vzduchu pak ethyn hoří:</p> $2 \text{C}_2\text{H}_2 + 2 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{C} + \text{CO}_2$		
Příprava chloridů v roztoku			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Greenwood, Earnshaw, 1993, Jursík, 2001)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	2 zkumavky, špejle, sirky, pipeta		
Chemikálie:	CaCO ₃ (kusový), Mg (kusový), HCl (aq, 10%)		
Postup:	<p>Do obou zkumavek odpipetujeme asi 1-2 ml HCl.</p> <p>Do první zkumavky vhodíme malý kousek hořčikové pásky (nebo několik kousků hořčikových pilin). Vznikající plyn dokážeme přiložením hořící špejle k ústí zkumavky.</p> <p>Do druhé zkumavky vhodíme malý kousek uhličitanu (můžeme použít i vápenec). Vznikající plyn dokážeme zasunutím hořící špejle do zkumavky.</p>		
Vysvětlení:	<p>Kyselina chlorovodíková reaguje s uhličitanem vápenatým za vzniku chloridu vápenatého, vody a oxidu uhličitého, který nepodporuje hoření.</p> $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ <p>Kyselina chlorovodíková reaguje s hořčíkem za vzniku chloridu hořečnatého a vodíku, který je ve směsi se vzduchem výbušný.</p> $\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$		

Důkaz iontů draselných chloristanovým aniontem			
(upraveno podle Holzbecher, 1987)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	2 zkumavky, pipeta		
Chemikálie:	NaCl (aq, 5%), KCl (aq, 5%), HClO ₄ nebo NaClO ₄ (aq, 10%)		
Postup:	<p>Pracujeme s použitím ochranných pomůcek!</p> <p>Do první zkumavky odpipetujeme 1-2 ml roztoku NaCl, do druhé stejné množství roztoku KCl.</p> <p>Do obou zkumavek přidáme několik kapek roztoku chloristanu nebo kyseliny chloristé.</p>		
Vysvětlení:	<p>Chloristan draselný je málo rozpustný ve vodě a sráží se ve formě bílé pevné látky.</p> $\text{ClO}_4^- + \text{K}^+ \rightarrow \text{KClO}_4\downarrow \text{ (bílá)}$		
Reakce chloru se sodíkem			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	Erlenmeyerova baňka, zkumavka s otvorem (asi 2 mm) v dolní části, zásobní lahev s chlorem nebo aparatura pro přípravu chloru, Bunsenův kahan		
Chemikálie:	Na (kusový), chlor (g)		
Postup:	<p>Práce s plynným nebo kapalným chlorem je nebezpečná! Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami.</p> <p>Do zkumavky, ve které jsme si udělali malý otvor (asi 2 mm) ve spodní části, vhodíme malý kousek (velikosti malého hrachu) čerstvě ukrojeného a očištěného sodíku.</p> <p>Spodní část zkumavky zahřejeme nad kahanem, dokud sodík neroztaje a hned zkumavku vložíme do Erlenmeyerovy baňky naplněné chlorem.</p>		
Vysvětlení:	<p>Chlor je velmi reaktivní prvek se silnými oxidačními schopnostmi. S roztaveným sodíkem reaguje za vzniku chloridu sodného.</p> $2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl}$		





Příprava chloridu sodného neutralizací NaOH			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	magnetická míchačka + míchadlo, titrační baňka, pipeta, kahan, trojnožka, síťka		
Chemikálie:	NaOH (aq, 10%), HCl (aq, 10%), fenolftalein		
Postup:	<p>Do titrační baňky odpipetujeme asi 20-30 ml NaOH, přidáme 2-3 kapky fenolftaleinu, míchadlo a baňku postavíme na magnetickou míchačku.</p> <p>Míchačku zapneme a začneme přidávat roztok HCl, až se roztok právě odbarví. Vyjmeme míchadlo, baňku přemístíme na trojnožku se sítkou a zahříváme nad kahanem, dokud se všechna voda neodpaří.</p>		
Vysvětlení:	<p>Kyselina chlorovodíková reaguje s hydroxidem sodným (neutralizace) za vzniku chloridu sodného a vody.</p> $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ <p>Obě sloučeniny spolu reagují v molárním poměru 1:1.</p>		
Laboratorní příprava HCl			
(upraveno podle Patnaik, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	zkumavka, chemická lžička, univerzální indikátorový papírek, kahan		
Chemikálie:	NaCl (s), NaHSO ₄ (s), AgNO ₃ (aq, 1-5%), NH ₃ (aq, 5-10%)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři! Chlorovodík je žravý a toxický!</p> <p>Ve zkumavce smícháme 1 lžičku NaCl, 1 lžičku NaHSO₄ a zahřejeme nad kahanem.</p> <p>Vznikající bezbarvý plyn dokážeme navlhčeným indikátorovým papírkem, tmavým papírem namočeným do roztoku AgNO₃ nebo přiložením hrdla lahve s amoniakem.</p>		
Vysvětlení:	<p>Chlorovodík je bezbarvá, silně dráždivá plynná látka.</p> <p>Reakcí se stříbrnými ionty vzniká sraženina AgCl. Reakcí s amoniakem vznikají bílé páry salmiaku (NH₄Cl).</p>		

$\text{NaHSO}_4 + \text{NaCl} \rightarrow \text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{AgCl}\downarrow \text{ (bílá)}$ $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$			
Odbarvení růže chlorem			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	titrační baňka (250 - 500 ml), zásobní lahev s chlorem nebo aparatura pro přípravu chloru		
Chemikálie:	červená růže, chlor (g)		
Postup:	<p>Práce s plynným nebo kapalným chlorem je nebezpečná! Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami.</p> <p>Titrační baňku naplníme chlorem. Vložíme do ní růži a vsuneme přívod chloru. Asi po 5 - 10 minutách růži vyjmeme. Pro ilustraci můžeme květ podélně rozkrojit.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Chlor atakuje násobné vazby ve sloučeninách, které jsou zodpovědné za barevnost (antokyany - kyanidin).</p> <p>Vznikající chlorderiváty organických sloučenin bez násobných vazeb už nejsou barevné.</p>		
Zápalná směs chlorečnanu draselného s červeným fosforem			
(upraveno podle Meixner, 2000)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	filtrační papír, třecí miska s tloučkem, kladivo, nehořlavá podložka		
Chemikálie:	KClO ₃ (s), P (s, červený)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s použitím ochranných pomůcek! Chlorečnan rozetřeme ve třecí misce. Fosfor (pokud je třeba dosušíme) přimícháme velice opatrně, vyhneme se tření a nárazům. Umístíme na nehořlavou podložku.</p> <p>Směs opatrně zabalíme do filtračního papíru a kladivem s dlouhou násadou do něho udeříme.</p>		
Vysvětlení:	Chlorečnan draselný reaguje s červeným fosforem při nárazu explozivně.		

(zjednodušeno)	Výsledkem reakce je směs produktů, z nichž některé jsou uvedeny i ve zjednodušeném schématu reakce níže: $\text{KClO}_3 + \text{P} \rightarrow \text{KCl} + \text{P}_4\text{O}_{10}$ (zjednodušeno)
----------------	--





Elektrolýza roztoku chloridu sodného

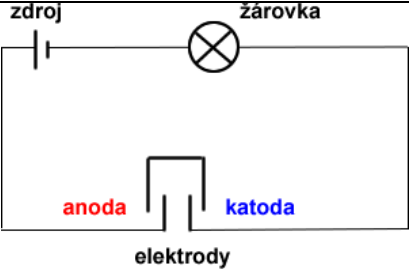




(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)





Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	U trubice, 2 uhlíkové elektrody, zdroj stejnosměrného napětí		
Chemikálie:	NaCl (aq, 5-10%), bromthymolová modř (aq, 1-5%)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s použitím ochranných pomůcek!</p> <p>Do U trubice nalijeme roztok NaCl tak, aby při vložení elektrod zůstala hladina asi 1 cm pod hrdlem trubice.</p> <p>Do obou konců U trubice vložíme elektrody připojené ke zdroji stejnosměrného napětí. Elektrolýzu zastavíme po změně zbarvení roztoku v prostoru elektrod.</p>		
Vysvětlení:	<p>Na katodě vzniká sodík (redukce), který ale okamžitě reaguje s vodou na hydroxid sodný (zásadité pH), proto se prostor katody zabarvuje modře:</p> $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}^0$ $2 \text{Na} + 2 \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow 2 \text{Na}^+ + \text{H}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ <p>Na anodě vzniká chlor (oxidace), který má bělicí účinky - aduje se na dvojně vazby barviva (bromthymolová modř).</p> $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$		

Elektrolýza taveniny chloridu sodného





(upraveno podle Vacík et al., 1995a)









Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	žíhací kelímek, 2 uhlíkové elektrody, zdroj stejnosměrného napětí, jodidoškrobový papírek, žárovka s objímkou, stojan, kahan, trojhran		
Chemikálie:	NaCl (s)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s použitím ochranných pomůcek!</p> <p>Do obvodu zapojíme sériově elektrody a žárovku.</p>		

	<div style="text-align: center;">  <p>zdroj žárovka</p> <p>anoda katoda</p> <p>elektrody</p> </div> <p>Do žihacího kelímku nasypeme NaCl, vložíme elektrody a zapneme zdroj stejnosměrného napětí (žárovka nesvítí). Zdroj zase vypneme, elektrody oddálíme a zahříváme nad kahanem do roztavení NaCl. Do roztaveného NaCl vložíme elektrody a opět zapneme zdroj (žárovka svítí). Nad anodu umístíme navlhčený jodidoškrobový papírek.</p> <p>Po zchladnutí a ztuhnutí opět zapneme zdroj (žárovka nesvítí).</p>		
Vysvětlení:	<p>Na katodě vzniká sodík (redukce):</p> $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}^0$ <p>Na anodě vzniká chlor (oxidace), který má oxidační účinky (oxiduje jodidový anion na jod, který tvoří se škrobem modrý komplex).</p> $2 \text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$ $2 \text{I}^- + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{Cl}^-$		
Laboratorní příprava chloru			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Rohovec, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	5 zkumavek, jodidoškrobový papírek, pipeta, chemická lžička		
Chemikálie:	HCl (aq, 10-20%), KMnO ₄ (s), K ₂ Cr ₂ O ₇ (s), MnO ₂ (s), PbO ₂ (s), Ca(ClO) ₂ (s)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s použitím ochranných pomůcek! Elementární chlor je toxický a nebezpečný pro životní prostředí.</p> <p>Do zkumavek nasypeme zleva postupně asi 1/2 malé chemické lžičky KMnO₄, K₂Cr₂O₇, MnO₂, PbO₂ a Ca(ClO)₂.</p> <p>Do všech zkumavek přidáme 1-2 ml HCl. Vznikající chlor můžeme dokázat navlhčeným jodidoškrobovým papírkem přiloženým k ústí zkumavky.</p>		
Vysvětlení:	<p>Sloučeniny KMnO₄, K₂Cr₂O₇, MnO₂, PbO₂ a Ca(ClO)₂ v kyselém prostředí oxidují ionty Cl⁻ na chlor.</p> $2 \text{KMnO}_4 + 16 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{KCl} + 2 \text{MnCl}_2 + 5 \text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 14 \text{HCl} \rightarrow 2 \text{KCl} + 2 \text{CrCl}_3 + 3 \text{Cl}_2 + 7 \text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_2 + 4 \text{HCl} \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{PbO}_2 + 4 \text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{Ca}(\text{ClO})_2 + 4 \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2 \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$		

	Vznikající chlor dokážeme reakcí s jodidovými ionty, kdy vzniká jod, který se škrobem tvoří modrý komplex. $\text{Cl}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{Cl}^-$		
Význam chloridu kobaltnatého v silikagelu			
(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	krystalizační miska, trojnožka, kahan, keramická síťka		
Chemikálie:	silikagel (s příměsí CoCl_2), destilovaná voda		
Postup:	<p>Pracujeme s použitím ochranných pomůcek!</p> <p>Ze zásobní nádoby vybereme několik kuliček silikagelu s příměsí CoCl_2 (mají modrou barvu) a přemístíme je do krystalizační misky, kterou máme umístěnou na keramické síťce. Pracujeme v rukavicích kvůli vlhkosti rukou.</p> <p>Do misky přidáme asi 2 ml destilované vody. Po změně barvy začneme misku zahřívat nad kahanem, dokud se barva znovu nevrátí na původní.</p>		
Vysvětlení:	<p>Bezvodý CoCl_2 má modrou barvu a je hygroskopický, hydratovaný $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ je růžovo-červený.</p> $\text{CoCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ <p>Silikagel je silnější hygroskopické činidlo, a proto k barevným změnám CoCl_2 dochází až po nasycení silikagelu vodou.</p>		

Brom

Těkavost par bromu			
(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993, Eisner, 1996)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	kádinka (nebo válec, 150-250 ml)		
Chemikálie:	Br_2 (l)		
Postup:	<p>Pracujeme v dobře táhnoucí digestoři a důsledně používáme ochranné pomůcky. Brom je toxický, žíravý a nebezpečný pro životní prostředí.</p> <p>Zásobní lahev s bromem otevřeme a opatrně přelijeme malé množství par</p>		

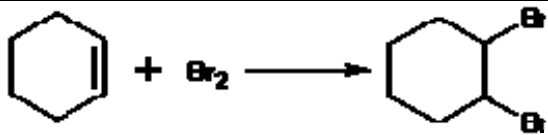





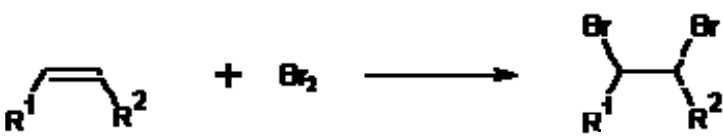




	<p>bromu do připravené kádinky.</p> <p>Zásobní lahev opět důkladně zavřeme a po delších intervalech (15-30 minut) pozorujeme pronikání bromu přes zábrus.</p> <p>Brom likvidujeme přidavkem malého množství 10% roztoku NaOH do odbarvení.</p>		
Vysvětlení:	<p>Plynný brom je těžší než vzduch, takže se dá dobře přelévat.</p> <p>Brom je velmi těkavý. To znamená, že snadno přechází z kapalného do plynného skupenství. Hodnota jeho molární výparné entalpie $\Delta H_v = 31 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ je totiž asi třetinu nižší než u vody ($\Delta H_v = 44 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$).</p> <p>Díky těkavosti, nebezpečnosti a reaktivitě musí být brom skladován na dobře větraném místě pod několika zábrusovými uzávěry.</p>		
Reakce bromu s amoniakem			
(upraveno podle Patnaik, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	zkumavka, pipeta (nebo Pasteurova pipeta)		
Chemikálie:	Br ₂ (l), NH ₃ (aq, 25%)		
Postup:	<p>Pracujeme v dobře táhnoucí digestoři a důsledně používáme ochranné pomůcky. Brom je toxický, žíravý a nebezpečný pro životní prostředí.</p> <p>Do zkumavky upnuté ve stojanu nalijeme 1-2 ml amoniaku.</p> <p>Pipetou pomalu přikapáváme brom. Můžeme nechat kapky stékat po stěně zkumavky.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Brom reaguje s amoniakem za vzniku dusíku a bromovodíku:</p> $3 \text{ Br}_2 + 2 \text{ NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 6 \text{ HBr}$ <p>Bromovodík ihned reaguje s dalším amoniakem za vzniku bromidu amonného (neutralizace):</p> $\text{HBr} + \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Br} \text{ (bílá pevná látka)}$		
Oxidační a bělicí vlastnosti bromu			
(upraveno podle Lukeš, Mička, 1998)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			









Pomůcky:	3 zkumavky, pipeta, lakmusový papírek
Chemikálie:	bromová voda ($\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$), KI (aq, 5%), Na_2S (aq, 5%)
Postup:	Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Do zkumavky nalevo vhodíme lakmusový papírek, do prostřední odpipetujeme asi 5 ml roztoku KI a do zkumavky napravo asi 5 ml roztoku Na_2S . Do všech zkumavek postupně přidáváme po kapkách bromovou vodu.
Vysvětlení: (zjednodušeno)	Brom má oxidační a bělicí účinky. Ve zkumavce nalevo dochází k adici bromu na dvojné vazby barviv v lakmusovém papírku a tím k jeho odbarvení. Ve zkumavce uprostřed dochází k oxidaci jodidových aniontů bromem za vzniku elementárního jodu: $\text{Br}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{Br}^- + \text{I}_2$ Ve zkumavce napravo dochází k oxidaci sulfidových aniontů bromem za vzniku elementární síry (nažloutlý zákal): $\text{Br}_2 + \text{S}^{2-} \rightarrow 2 \text{Br}^- + \text{S}^0$





Adice bromu na dvojnou vazbu cyklohexenu









(upraveno podle Pacák, 1982)









Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
Pomůcky:	2 zkumavky, pipeta, gumová zátka		
Chemikálie:	bromová voda ($\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$), cyklohexan (l), cyklohexen (l)		
Postup:	Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Do zkumavky nalevo nalijeme 1-2 ml cyklohexanu, do zkumavky napravo stejné množství cyklohexenu. Do obou zkumavek přidáme 1-2 ml čerstvě připravené bromové vody, zašpuntujeme a několik sekund protřepáváme.		
Vysvětlení:	Ve zkumavce nalevo nedošlo k žádné reakci, pouze se brom částečně extrahoval do cyklohexanu: Ve zkumavce došlo k adici bromu na dvojnou vazbu (roztok se odbarvil):		









			
Adice bromu a chloru na lykopen			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Hrubý, 2006)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	2 zkumavky, 2 kádinky		
Chemikálie:	bromová voda ($\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$), chlorová voda ($\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$), rajčatové pyré		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami.</p> <p>Do obou zkumavek nalijeme 5-10 ml rajčatového pyré předem naředěného destilovanou vodou v poměru 1:1.</p> <p>Do zkumavky vlevo nalijeme asi 5 ml čerstvě připravené bromové vody, do zkumavky vpravo stejné množství chlorové vody.</p> <p>Obě zkumavky necháme stát asi 10 minut.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Barevnost rajčat způsobuje především terpenoid lykopen, který obsahuje 13 dvojných vazeb, z toho 11 konjugovaných.</p>  <p>V obou zkumavkách dochází k adičním reakcím:</p>  <p>Reakce s bromem probíhá pomaleji, a proto je dobře patrný barevný přechod způsobený postupným zánikem dvojných vazeb lykopenu v místech s různou koncentrací bromu.</p>		
Reakce bromu se železem			
(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	zkumavka, pipeta, kahan		





Chemikálie:	Br ₂ (l), železná vlna		
Postup:	<p>Pracujeme v dobře táhnoucí digestoři a důsledně používáme ochranné pomůcky. Brom je toxický, žíravý a nebezpečný pro životní prostředí.</p> <p>Do zkumavky upnuté ve stojanu pod úhlem asi 45° odpipetujeme asi 0,5 ml kapalného bromu.</p> <p>Do vrchní části zkumavky umístíme smotek železné vlny.</p> <p>Kahanem zahříváme zkumavku. Nejdříve důkladně horní část s železem, a když teprve poté lehce zahřejeme spodní část, aby páry bromu přešly přes rozehřáté železo.</p>		
Vysvětlení:	<p>Brom reaguje se železem za vzniku bromidu železitého:</p> $3 \text{ Br}_2 + 2 \text{ Fe} \rightarrow 2 \text{ FeBr}_3$		
Reakce bromu s hliníkem			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Mička, 2004, Jursík, 2001)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	dlouhá zkumavka (demonstrační), pipeta		
Chemikálie:	Br ₂ (l), hliníková fólie (alobal)		
Postup:	<p>Pracujeme v dobře táhnoucí digestoři a důsledně používáme ochranné pomůcky. Brom je toxický, žíravý a nebezpečný pro životní prostředí.</p> <p>Do zkumavky nalevo odpipetujeme asi 1 ml kapalného bromu.</p> <p>K bromu vhodíme malý kousek hliníkové fólie a digestoř zavřeme!</p>		
Vysvětlení:	<p>Brom prudce reaguje s hliníkem za vzniku bromidu hlinitého:</p> $3 \text{ Br}_2 + 2 \text{ Al} \rightarrow 2 \text{ AlBr}_3$ <p>Reakce je exotermická a velké množství bromu uniká ze zkumavky.</p>		
Reakce bromu s fosforem			
(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	kádinka (100-200 ml), pipeta, krystalizační miska, nehořlavá podložka, chemická lžička		

Chemikálie:	Br ₂ (l), P (s, červený)		
Postup:	<p>Pracujeme v dobře táhnoucí digestoři a důsledně používáme ochranné pomůcky. Brom je toxický, žíravý a nebezpečný pro životní prostředí.</p> <p>Do misky a kádinky postavených na nehořlavé podložce odpipetujeme asi 1 ml kapalného bromu.</p> <p>Do obou přidáme malé množství (asi 1/2 malé chemické lžičky) fosforu.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Brom reaguje s červeným fosforem za vzniku bromidu fosforitého a bromidu fosforečného:</p> $3 \text{Br}_2 + 2 \text{P} \rightarrow 2 \text{PBr}_3$ $\text{Br}_2 + \text{PBr}_3 \rightarrow \text{PBr}_5 \text{ (žlutooranžová pevná látka)}$ <p>Reakce je prudce exotermická a za přístupu vzduchu současně probíhá reakce fosforu s kyslíkem:</p> $5 \text{O}_2 + 4 \text{P} \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$		
Bromatometrické stanovení oxidu arsenitého			
(upraveno podle Nesměrák, 2008, Volka, 1995)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	titrační baňka (250 ml), elektrický vaříč, byreta		
Chemikálie:	As ₂ O ₃ (s), destilovaná voda, HCl (6 mol.dm ⁻³), NaOH (4 mol.dm ⁻³), KBrO ₃ (0,016 mol.dm ⁻³ , titrační činidlo), methylčerveně (indikátor)		
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami! As₂O₃ je jed!</p> <p>Navážíme přibližně 0,15 g As₂O₃ přesně a rozpustíme ho asi ve 3-4 ml NaOH. Přidáme 30 ml HCl a roztok zředíme asi na 100 ml destilovanou vodou.</p> <p>Přidáme 2-3 kapky methylčerveně, zahřejeme asi na 50-60 °C a titrujeme roztokem bromičnanu za intenzivního míchání. Před koncem titrace přidáme další indikátor a titrujeme do odbarvení.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Bromičnan v kyselém prostředí je oxidační činidlo a oxiduje ionty As³⁺ na As⁵⁺:</p> $\text{BrO}_3^- + 3 \text{As}^{3+} + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{As}^{5+} + \text{Br}^- + 3 \text{H}_2\text{O}$ <p>Vzniklý bromid reaguje s bromičnanem za vzniku bromu, což se využívá k indikaci konce titrace (brom má bělicí účinky, reaguje s barvivem, methylčervení, a nevratně ho odbarvuje).</p> $\text{BrO}_3^- + 5 \text{Br}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{Br}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$		
Bělousova-Žabotinského reakce			

(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993, Zaikin, Zhabotinsky, 1970, Field, Burger, 1985, Kugler, Pacák, 1974-1975)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	kádinka (250 ml), 4 kádinky (100 ml), magnetická míchačka + míchadlo, Petriho miska		
Chemikálie:	KBrO ₃ (s), KBr (s), kyselina malonová, H ₂ SO ₄ (koncentrovaná), ferroin		
Postup:	<p>Do čtyř menších kádinek si připravíme roztoky A, B, C, D.</p> <ul style="list-style-type: none"> • A: 3,37 g KBrO₃ rozpustíme v 60 ml destilované vody • B: 7,8 g kyseliny malonové rozpustíme v 50 ml destilované vody • C: 0,65 g KBr rozpustíme v 15 ml destilované vody • D: 7 ml koncentrované H₂SO₄ nalijeme do 32 ml destilované vody <p>Větší kádinku (250 ml) postavíme na magnetickou míchačku a vhodíme do ní magnetické míchadlo. Přilijeme roztoky v pořadí A, B, C a D a zapneme míchání. Po odbarvení roztoku (z oranžové na bezbarvou) přidáme několik kapek ferroinu.</p>		
Vysvětlení: (velmi zjednodušeno)	<p>V soustavě probíhá mnoho vzájemně se ovlivňujících se reakcí, jejichž výsledkem je kolísání koncentrací meziproductů a redoxního potenciálu, což vede ke změnám barvy ferroinu, redoxního indikátoru.</p> <p>Velice zjednodušeně se dá tento proces popsat následujícími dvěma reakcemi:</p> $6 \text{H}^+ + 5 \text{Br}^- + \text{BrO}_3^- \rightarrow 3 \text{Br}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{Mal} \rightarrow \text{BrHMal} + \text{HBr}$ <p>H₂Mal = kyselina malonová, BrHMal = bromderivát kyseliny malonové</p> <p>Po krátké době začne oscilace mezi červenou (redukováný stav ferroinu) a modrou (oxidováný stav ferroinu). Oscilace může podle podmínek trvat až desítky minut.</p>		
„Likvidace“ bromu			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	2 kádinky (100-150 ml)		
Chemikálie:	bromová voda (Br ₂ + H ₂ O), NaOH (aq, 10%)		









Postup:	Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Do kádinky nalijeme asi 50 ml bromové vody a za stálého míchání přidáváme roztok NaOH, dokud se roztok v kádince neodbarví.		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	Brom v roztoku hydroxidu sodného disproportionuje. Z jedné látky (Br^0) vznikají dvě sloučeniny, z nichž v jedné má Br oxidační číslo nižší (Br^{-1}) a ve druhé vyšší (Br^{v}) než ve výchozí látce. $3 \text{Br}_2 + 6 \text{NaOH} \rightarrow 5 \text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O}$ (za laboratorní teploty)		
Příprava bromovodíku			
(upraveno podle Teachers.tv, 2003, Roesky, Möckel, 1996)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	Erlenmeyerova baňka (širokohrdlá, 250 ml), aparatura na vývin vodíku, špejle, Petriho miska (na přikrytí baňky)		
Chemikálie:	Br_2 (l), H_2 (g)		
Postup:	Pracujeme v dobře táhnoucí digestoři a důsledně používáme ochranné pomůcky. Brom je toxický, žíravý a nebezpečný pro životní prostředí. Pozor! Vodík je ve směsi se vzduchem výbušný! Baňku naplníme parami bromu. Následně do ní zavádíme čistý vodík (před začátkem zavádění provedeme zkoušku čistoty) po několik sekund. Do baňky co nejdříve po ukončení zavádění vodíku zasuneme hořící špejli (snažíme se omezit přístup vzduchu a únik vodíku pomocí Petriho misky).		
Vysvětlení:	Brom reaguje s vodíkem po iniciaci hořící špejlí za vzniku bromovodíku. $\text{Br}_2 + \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{HBr}$ Při správném provedení směs tiše shoří. Při kontaminaci vzduchem se ozve ostrý zvuk charakteristický pro reakci vodíku s kyslíkem.		
Příprava bromu 1			
(upraveno podle Jursík, 2001)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	zkumavka, chemická lžička, stojan, pipeta		
Chemikálie:	NaBr nebo KBr (s), H_2SO_4 (koncentrovaná)		









Postup:	Pracujeme v digestoři a používáme ochranné pomůcky. Do zkumavky nasypeme asi 1/2 malé lžičky bromidu. Přidáme asi 0,5 ml koncentrované H ₂ SO ₄ . Brom likvidujeme přidavkem malého množství 10% roztoku NaOH do odbarvení.		
Vysvětlení:	Koncentrovaná kyselina sírová reaguje s bromidem sodným nejdříve za vzniku bromovodíku, který se ale okamžitě oxiduje na elementární brom. $2 \text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{HBr} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $2 \text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$		
Příprava bromu 2			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Rohovec, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	zkumavka, chemická lžička, stojan, Bunsenův kahan		
Chemikálie:	NaBr nebo KBr (s), H ₂ SO ₄ (10% roztok), MnO ₂		
Postup:	Pracujeme v digestoři a používáme ochranné pomůcky. Do zkumavky nasypeme asi 1/2 malé lžičky směsi NaBr a MnO ₂ v hmotnostním poměru přibližně 1:1 a přidáme asi 0,5 ml kyseliny sírové. Směs mírně zahřejeme nad plamenem kahanu, dokud se nezačne vyvíjet brom. Brom likvidujeme přidavkem malého množství 10% roztoku NaOH až do odbarvení roztoku.		
Vysvětlení:	Oxid manganitý v kyselém prostředí oxiduje bromidové ionty na brom. $2 \text{NaBr} + \text{MnO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4$		
Příprava bromu 3			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	kádinka (100-150 ml), zásobní lahev s chlorem nebo aparatura pro přípravu chloru		

Chemikálie:	NaBr (aq, 5%), chlor (g)		
Postup:	Práce s plynným nebo kapalným chlorem a bromem je nebezpečná! Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Do kádinky nalijeme asi 50 ml roztoku NaBr a zavedeme do ní proud plynného chloru. Brom likvidujeme přidavkem 10% roztoku NaOH do odbarvení.		
Vysvětlení:	Chlor je velmi silné oxidační činidlo, které oxiduje bromidové ionty na elementární brom. $2 \text{NaBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{Br}_2$		
Příprava bromu 4			
(upraveno podle Nesměrák, 2008, Jursík, 2001)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	zkumavka, stojan, pipeta		
Chemikálie:	NaBr (aq, 5%), NaBrO ₃ (aq, 5%), H ₂ SO ₄ (aq, 10%)		
Postup:	Do zkumavky nalijeme asi 5 ml roztoku NaBr a přidáme několik kapek kyseliny sírové. Přidáme několik kapek roztoku bromičnanu. Brom likvidujeme přidavkem malého množství 10% roztoku NaOH do odbarvení.		
Vysvětlení:	Ve zkumavce probíhá tzv. synproporcionační reakce, která má opačný princip než disproporcionace. Ze dvou sloučenin o různých oxidačních číslech NaBr ^{-I} a NaBr ^{VO₃} vzniká jedna sloučenina, jejíž oxidační číslo je mezi oxidačními čísly výchozích látek Br ⁰ . $5 \text{NaBr} + \text{NaBrO}_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{Br}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4$		

Jod

Sublimace jodu			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení





							
Pomůcky:	kádinka (600 ml), baňka s kulatým dnem (500 ml), led, trojnožka, síťka, stojan, kahan, chemická lžička						
Chemikálie:	I ₂ (s)						
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s použitím ochranných pomůcek. Jod (a především jeho páry) je zdraví škodlivý a nebezpečný pro životní prostředí.</p> <p>Malé množství jodu (asi 1/2 malé chemické lžičky) nasypeme do kádinky umístěné na trojnožce se síťkou.</p> <p>Na kádinku postavíme baňku dnem dolů a upneme ji do stojanu. Do baňky nalijeme malé množství vody a vhodíme několik kostek ledu.</p> <p>Zapálíme kahan a mírně zahříváme kádinku přes síťku. Po 2-5 minutách vyvíjení par jodu kahan vypneme a kádinku necháme zchladnout.</p>						
Vysvětlení:	<p>Jod při dodání tepla snadno sublimuje. Jeho sublimační entalpie je pouze $\Delta h_{\text{sub}} = 238,4 \text{ J.g}^{-1}$.</p> <p>Po ochlazení jod desublimuje. Tento proces se s úspěchem využívá k přečišťování jodu.</p>						
Rozpustnost jodu v různých rozpouštědlech							
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Greenwood, Earnshaw, 1993)							
Nebezpečnost		Doba trvání experimentu		Náročnost provedení		Náročnost vysvětlení	
							
Pomůcky:	4 zkumavky, skleněná tyčinka, chemická lžička, třecí miska s tloučkem						
Chemikálie:	I ₂ (s), destilovaná voda, ethanol (l, denaturovaný), benzen (l), NaI (aq, 5%)						
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři a používáme ochranné pomůcky. Jod (a především jeho páry) je zdraví škodlivý a nebezpečný pro životní prostředí.</p> <p>Do zkumavek nalijeme asi 5 ml zleva: destilované vody, ethanolu, benzenu a roztoku NaI.</p> <p>Do všech zkumavek přidáme malé množství jodu (lépe rozetřeného) a zamícháme.</p>						
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Jod je nepolární látka, která se špatně rozpouští v polárních rozpouštědlech (např. voda), ale dobře se rozpouští v rozpouštědlech nepolárních:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. alifatické uhlovodíky a halogenovaná rozpouštědla - barva jasně fialová, netvoří komplexy, barva zůstává fialová (chloroform) 2. aromatické uhlovodíky - barva růžová až červenohnědá (benzen) 3. „silná donorová rozpouštědla“ - barva hnědá (ethanol) 						

Důvodem změn barvy je vznik slabých komplexů u skupin 2 a 3, které mají různou energii elektronového přechodu, který my vnímáme jako změnu barvy.			
Acidobazické vlastnosti oxidu jodičného			
(upraveno podle Jursík, 2001)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	kádinka (100-250 ml), skleněná tyčinka, chemická lžička		
Chemikálie:	I ₂ O ₅ (s), destilovaná voda, methylerveň (nebo methyloranž)		
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami.</p> <p>Do kádinky nalijeme asi 50 ml destilované vody, přidáme několik kapek methylerveň a zamícháme.</p> <p>Prisypeme malé množství (asi 1/2 chemické lžičky) oxidu jodičného a znovu zamícháme.</p>		
Vysvětlení:	<p>Oxid jodičný je nejstálejší z oxidů halogenů (stálý za standardních podmínek). S vodou reaguje za vzniku kyseliny jodičné, proto ho řadíme mezi kyselinotvorné oxidy:</p> $\text{I}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{HIO}_3$ <p>Zpětnou reakcí (dehydratací) se dá oxid jodičný z kyseliny jodičné připravit.</p>		
Tepelný rozklad oxidu jodičného			
(upraveno podle Holleman, Wiberg, 2001)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	zkumavka, špejle, chemická lžička, kahan		
Chemikálie:	I ₂ O ₅ (s)		
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami. Oxid jodičný je oxidující činidlo s dráždivými účinky.</p> <p>Do zkumavky upnuté ve stojanu pod úhlem asi 45° nasypeme velmi malé množství (na špičku chemické lžičky) I₂O₅.</p> <p>Zkumavku zahříváme nad kahanem, dokud se neobjeví fialové zbarvení.</p> <p>Poté provedeme zkoušku na přítomnost kyslíku žhnoucí špejlí.</p>		

Vysvětlení:	Oxid jodičný se tepelně rozkládá ($T_{\text{roz}} = 340 \text{ }^{\circ}\text{C}$) na elementární jod a kyslík: $2 \text{I}_2\text{O}_5 \rightarrow 2 \text{I}_2 + 5 \text{O}_2$ Vznik plynného jodu se projeví intenzivním fialovým zbarvením. Důkaz kyslíku provedeme pomocí žhnoucí špejle, která se ve zkumavce rozhoří.
-------------	---

Reakce jodu se železem





(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006)

Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			





Pomůcky:	zkumavka (nejlépe těžkotavitelná), pinzeta, kahan
Chemikálie:	I_2 (s), Fe (s, železná vlna)
Postup:	Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Do zkumavky našikmo upnuté ve stojanu nasypeme asi 1/4 malé chemické lžičky jodu a do vrchní části vložíme smotek železné vlny. Zkumavku zahříváme v oblasti železné vlny, až dokud se zkumavka nerozžhaví. Poté začneme lehce zahřívat i spodní část obsahující jod.
Vysvětlení:	Jod reaguje s železem za vzniku jodidu železnatého. $\text{Fe} + \text{I}_2 \rightarrow \text{FeI}_2$ Reakce má mírný průběh (reakce jodu se železem se projevuje „vymizením“ plynného jodu). Reakce neprobíhá tak bouřlivě jako u bromu nebo chloru. Jodid železitý nevzniká, protože jodidový anion redukuje ionty železité na železnaté. $\text{Fe}^{3+} + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{I}_2$









Reakce jodu se rtuťí





(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993, Gažo, 1977)









Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			





Pomůcky:	zkumavka, pipeta, kahan
Chemikálie:	I_2 (s), Hg (l)
Postup:	Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Do zkumavky našikmo upnuté ve stojanu nasypeme asi 1/4 malé chemické






	lžičky jodu a přidáme několik kapek rtuťi. Necháme několik minut stát a potom lehce zahřejeme spodní část zkumavky.		
Vysvětlení:	<p>Jod reaguje se rtuťí za vzniku jodidu rtuťnatého.</p> $\text{Hg} + \text{I}_2 \rightarrow \text{HgI}_2$ <p>Jodid rtuťnatý má dvě různě zbarvené modifikace. Nejdříve vzniká žlutá modifikace, která se při zahřívání mění na červenou.</p>		
„Jodové hodiny“ (Landoltova reakce)			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Keusch, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	3 kádinky (150 ml), 3 kádinky (50 ml), 2 kádinky (300 ml), chemická lžička, pipeta, odměrné válce (50-100 ml)		
Chemikálie:	KIO ₃ (s), Na ₂ SO ₃ (s), H ₂ SO ₄ (konc.), destilovaná voda, škrob		
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami a co nejpřesněji.</p> <p>Roztok A: 0,5 g škrobu rozpustíme ve 125 ml vody, povaříme a necháme vychladnout. Poté přidáme 0,05 g Na₂SO₃. Roztok okyselíme 0,5 ml H₂SO₄ a doplníme destilovanou vodou do 250 ml.</p> <p>Roztok B: 0,5 g KIO₃ rozpustíme ve 250 ml destilované vody.</p> <p>Do kádinek odměříme: 1) 50, 2) 40 a 3) 30 ml roztoku A a doplníme do 50 ml destilovanou vodou, respektive 1) 50, 2) 40 a 3) 30 ml roztoku B a doplníme do 50 ml destilovanou vodou (viz schéma).</p> <p>Nakonec sléváme najednou kádinky se stejnými čísly.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>V kyselém prostředí dochází nejdříve k redukci jodičnanu siřičitanem na jodid. Synproporcionací vzniká jod, který je ale okamžitě redukován siřičitanem:</p> $\text{IO}_3^- + 3 \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{I}^- + 3 \text{SO}_4^{2-}$ $5 \text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{I}_2$ $3 \text{I}_2 + 3 \text{SO}_3^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6 \text{I}^- + 3 \text{SO}_4^{2-} + 6 \text{H}^+$ <p>Až po zreagování veškerého siřičitanu převládne druhá reakce a vzniklý jod se váže na škrob, za vzniku charakteristického (modrého) zbarvení.</p>		
Briggs-Rauscherova oscilace			
(upraveno podle Briggs, Rauscher, 1973, Atkins, 2006, Shakhshiri, 1992)			
Nebezpečnost	Doba trvání	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení













	experimentu		
			
Pomůcky:	kádinka (400-500 ml), 3 kádinky (250 ml), chemická lžička, pipeta, odměrné válce (250-500 ml), magnetická míchačka a míchadlo		
Chemikálie:	KIO ₃ (s), H ₂ O ₂ (aq, 30%), H ₂ SO ₄ (konc.), destilovaná voda, škrob (s), kyselina malonová (s), MnSO ₄ (s)		
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami.</p> <p>Roztok A: 10,75 g jodičnanu draselného a 1 ml konc. kyseliny sírové se rozpustí ve 250 ml destilované vody.</p> <p>Roztok B: 4 g kyseliny malonové, 0,85 g síranu manganatého a 0,75g škrobu se rozpustí v 50 ml vroucí vody a doplní do 250 ml destilovanou vodou.</p> <p>Roztok C: 102,5 ml peroxidu vodíku doplníme do 250 ml destilovanou vodou.</p> <p>Do velké kádinky slijeme stejné objemy roztoků A, B a C.</p>		
Vysvětlení: (velmi zjednodušeno)	<p>V roztoku probíhá velké množství reakcí, které se vzájemně ovlivňují. Ionty manganaté reakce katalyzují. Následující rovnice alespoň částečně naznačují podstatu probíhajících dějů:</p> $\text{IO}_3^- + 2 \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{HIO} + 2 \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HIO} + \text{CH}_2(\text{COOH})_2 \rightarrow \text{ICH}(\text{COOH})_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HIO} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{I}^- + \text{O}_2 + \text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}$ <p>Za opakovanou změnu koncentrací jodu a I⁻ je zodpovědná souhra radikálových a neradikálových reakcí. Při zvýšení koncentrace jodu se projeví zbarvení jod-škrobového komplexu, při snížení koncentrace toto zbarvení mizí.</p> $\text{I}^- + \text{HOI} + \text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{I}_2 + \text{CH}_2(\text{COOH})_2 \rightleftharpoons \text{ICH}(\text{COOH})_2 + \text{H}^+ + \text{I}^-$		
Reakce jodu s červeným fosforem			
(upraveno podle Greenwood, Earnshaw, 1993)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	kádinka (100-250 ml), stojan, síťka, kahan, železný drát, Petriho miska		
Chemikálie:	I ₂ (s), P (s, červený), voda		
Postup:	Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami.		





	<p>Do kádinky nasypeme červený fosfor a jod v hmotnostním poměru 1:2, směs promícháme a přidáme asi 1-2 ml vody.</p> <p>Kádinku přikryjeme Petriho miskou a směs mírně zahříváme asi 1 minutu. Mezitím si nad kahanem rozžháváme drát, který po sejmutí Petriho misky vsuneme do kádinky.</p>		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Jod reaguje s fosforem a vodou za vzniku jodidu fosfonia, jodovodíku a kyseliny trihydrogenfosforečné.</p> $2 P + I_2 + 4 H_2O \rightarrow (PH_4)I + HI + H_3PO_4$ <p>Když vsuneme rozžhavený drát do kádinky, dojde k rozkladu jodovodíku mimo jiné za vzniku fialových par jodu.</p> $2 HI \rightarrow H_2 + I_2$ <p>Procesy probíhající v kádince jsou složitější a zde je uveden pouze zjednodušený výběr reakcí.</p>		
Reakce jodu se zinkem			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	krystalizační miska, pipeta		
Chemikálie:	I ₂ (s), Zn (s, práškový), H ₂ O		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. POZOR: vzniklá směs je velmi citlivá na přítomnost vody! Pracujeme opatrně a se suchým nádobím.</p> <p>V misce důkladně promícháme směs složenou z dobře rozetřeného jodu a zinku! Směs o celkové hmotnosti asi 2 g vytvoříte smícháním hmotnostních poměrů jodu:zinku – 1:3,9.</p> <p>Opatrně a po kapkách přidávejte vodu.</p>		
Vysvětlení:	<p>Jod reaguje se zinkem za vzniku jodidu zinečnatého.</p> $Zn + I_2 \rightarrow ZnI_2$ <p>Voda zde působí jako katalyzátor - snižuje aktivační energii reakce. Reakce je exotermická a vzniklé teplo způsobuje sublimaci jodu.</p>		
Koktejl „Old Nassau“			
(upraveno podle Keusch, 2003, Shakhashiri, 1992)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení

				
Pomůcky:	3 kádinky (250 - 300 ml), kádinka (400-500 ml), 3 odměrné válce, skleněné tyčinky			
Chemikálie:	Na ₂ S ₂ O ₅ (nebo Na ₂ SO ₃ , s), škrob, destilovaná voda, HgCl ₂ (s), KIO ₃ (s)			
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami. HgCl₂ je toxický!</p> <p>Připravíme si tři roztoky:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Roztok A: 0,1 g škrobu rozpustíme ve 125 ml vroucí H₂O, přidáme 3,43 g Na₂S₂O₅ (nebo 4,55 g Na₂SO₃) a doplníme destilovanou vodou do 250 ml. • Roztok B: 0,75 g HgCl₂ rozpustíme ve 250 ml dest. vody. • Roztok C: 3,75 g KIO₃ rozpustíme ve 250 ml dest. vody. <p>Odměříme si 150 ml roztoku A, 175 ml roztoku B a 150 ml roztoku C. Roztoky slijeme do velké kádinky v abecedním pořadí (A→B→C).</p>			
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Nejdříve dochází k redukci jodičnanu siřičitanem za vzniku jodidových iontů, které okamžitě tvoří sraženinu s ionty rtuťnatými (oranžová barva):</p> $\text{IO}_3^- + 3 \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{I}^- + 3 \text{SO}_4^{2-}$ $\text{Hg}^{2+} + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{HgI}_2 \downarrow$ <p>Následně dochází ke tvorbě jodu reakcí jodidových a jodičnanových iontů. Jod je ale redukován siřičitanem a teprve po zreagování siřičitanu se jod váže na škrob (modrofialová barva). Vzniklé zbarvení je dáno kombinací oranžové barvy HgI₂ a modré barvy komplexu jod-škrob.</p> $\text{IO}_3^- + 5 \text{I}^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$ $3 \text{I}_2 + 3 \text{SO}_3^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6 \text{I}^- + 3 \text{SO}_4^{2-} + 6 \text{H}^+$			
Příprava a vlastnosti jododusíku				
(upraveno podle Atkins, 2006)				
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení	
				
Pomůcky:	kádinka (50 ml) nebo zkumavka, aparatura pro filtraci, síťka, trojnožka, drát (nebo píрко) s dlouhou rukojetí			
Chemikálie:	I ₂ (s), NH ₃ (aq, koncentrovaný)			
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. POZOR! Produkt je velmi nebezpečný, a pokus smí provádět pouze zkušený chemik za dodržení přísných bezpečnostních pravidel!</p> <p>Jemně rozetřený jód (0,25 - 0,5 g) promícháme ve zkumavce s koncentrovaným amoniakem (10 ml) a po 15 minutách zfiltrujeme.</p>			

	Filtrační papír sušíme na vzduchu. Filtrační papír sušíme na vzduchu v digestoři. Když jsou krystalky jododusíku suché, explodují již při mírném otřesu, zahřátí nebo působením ostrého světla!		
Vysvětlení:	Jod reaguje s amoniakem za vzniku $\text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3$. $2 \text{NH}_3 + 3 \text{I}_2 \rightarrow \text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3 + 3 \text{HI}$ Jododusík se rozkládá podle rovnice: $8 \text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3 \rightarrow 5 \text{N}_2 + 9 \text{I}_2 + 6 \text{NH}_4\text{I}$ Zjednodušeno. Při reakci může vznikat mnoho dalších produktů. Při rozkladu se uvolňuje mimo jiné elementární jod (viz fialové páry). POZOR! Nikdy nepřipravujte větší množství jododusíku najednou, ani nemanipulujte s již suchým produktem!!		
„Zlatý déšť“			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Roesky, Möckel, 1996)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	kádinka nebo baňka s plochým dnem (250 ml), 2 kádinky (150 ml), síťka, trojnožka, kahan		
Chemikálie:	KI (s), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (s), destilovaná voda, HNO_3 (aq, 10%)		
Postup:	Pracujeme s ochrannými pomůckami. Dusičnan olovnatý je toxický! Ve 100 ml destilované vody v kádince rozpustíme 0,33 g dusičnanu olovnatého, pokud se tvoří zákal, přidáme několik kapek kyseliny dusičné, až se zákal rozpustí. V druhé kádince rozpustíme ve 100 ml destilované vody 0,33 g jodidu draselného. Oba roztoky zahřejeme k varu a slijeme do baňky. Baňku chladíme proudem studené vody, až se vyloučí zlatavé krystalky jodidu olovnatého. Můžeme dovnitř také vhodit kostku ledu.		
Vysvětlení:	Jodidové ionty tvoří žlutou sraženinu s ionty olovnatými: $2 \text{I}^- + \text{Pb}^{2+} \rightarrow \text{PbI}_2 \downarrow \text{ (žlutá)}$ Jodid olovnatý je špatně rozpustný ve vodě. Při rychlém ochlazení vznikají malé krystaly, při pomalém ochlazení (za laboratorní teploty) jsou vzniklé krystaly větší se zlatožlutou barvou. Pokus se dá mnohokrát opakovat. Pokud zahřejete směs k varu, PbI_2 se rozpustí (rozpustnost při 100 °C je 0,44 g ve 100 ml vody). Přitom rozpustnost za laboratorní teploty je o řád menší (25 °C - 0,08 g ve 100 ml vody).		









„Pivo a cola“			
(upraveno podle Keusch, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	4 kádinky (150 ml), 2 púllitry s uchem (500 ml), chemická lžička, pipeta, odměrné válce (250-500 ml)		
Chemikálie:	KIO ₃ (s), Na ₂ SO ₃ (s), H ₂ SO ₄ (konc.), destilovaná voda, škrob (aq, 1-5%)		
Postup:	<p>Pracujeme s ochrannými pomůckami a co nejpřesněji.</p> <p>"Pivo": Do 1. kádinky navážíme 0,05 g Na₂SO₃, přidáme asi 50 ml vody, roztok okyselíme 0,5 ml H₂SO₄ a doplníme vodou do 250 ml.</p> <p>"Cola": Do 1. kádinky navážíme 0,05 g Na₂SO₃, přidáme asi 50 ml vody, roztok okyselíme 0,5 ml H₂SO₄, přidáme 5 ml roztoku škrobu a doplníme destilovanou vodou do 250 ml.</p> <p>Ve druhých kádinkách rozpustíme 0,5 g KIO₃ ve 250 ml destilované vody (viz schéma). Najednou slijeme kádinky 1 a 2.</p> <div style="text-align: center;">  </div>		
Vysvětlení:	<p>V kyselém prostředí dochází nejdříve k redukci jodičnanu siřičitanem na jodid. Synproporcionací vzniká jod, který je ale okamžitě redukován siřičitanem:</p> $\text{IO}_3^- + 3 \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{I}^- + 3 \text{SO}_4^{2-}$ $5 \text{I}^- + \text{IO}_3^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{I}_2$ $3 \text{I}_2 + 3 \text{SO}_3^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 6 \text{I}^- + 3 \text{SO}_4^{2-} + 6 \text{H}^+$ <p>Až po zreagování veškerého siřičitanu převládne druhá reakce a vzniklý jod se buď váže na škrob, za vzniku charakteristického (modrého) zbarvení – při větší koncentraci je barva tmavě modrá až černá (viz cola) nebo se rozpouští v roztoku I⁻, za vzniku charakteristického hnědooranžového zbarvení (viz pivo).</p>		










Redukční vlastnosti jodidů			
(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006, Patnaik, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			 
Pomůcky:	2 zkumavky, 2 gumové zátky		
Chemikálie:	FeCl ₃ (aq, 5%), Cu(NO ₃) ₂ (nebo CuSO ₄ , aq, 5%), KI (aq, 5%), chloroform (nebo CCl ₄ , CH ₂ Cl ₂)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Halogenovaná rozpouštědla jsou potenciální karcinogeny.</p> <p>Do obou zkumavek nalijeme 1-2 ml chloroformu. Do první zkumavky přidáme asi 1 ml roztoku chloridu železitého, do druhé stejné množství roztoku dusičnanu měďnatého.</p> <p>Do obou zkumavek přidáme několik kapek roztoku KI, zkumavky zazátkujeme a protřepeme.</p>		
Vysvětlení:	<p>Jodidový anion má slabé redukční vlastnosti:</p> $2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{Fe}^{2+}$ $2 \text{Cu}^{2+} + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{Cu}^+$ <p>Vzniklý jod se po protřepání extrahuje do vrstvy chloroformu a jeho barva se změni na fialovou.</p> <p>Díky této vlastnosti jodidových aniontů nelze připravit jodidy některých kovů ve vyšších oxidačních číslech (např. FeI₃ nebo CuI₂ neexistují).</p>		
Sloní zubní pasta			
(upraveno podle Bihelovic, Savic, 2009)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
 			  
Pomůcky:	odměrný válec, promývačka apod., omyvatelná podložka, potravinářská barviva		
Chemikálie:	H ₂ O ₂ (koncentrovaný roztok), KI (nebo NaI, nasycený roztok), detergent (Jar apod.)		
Postup:	<p>Do promývačky (válece) nalijeme asi 20 ml roztoku KI, přidáme 5 - 10 ml Jaru (nebo jiného detergentu) a nakonec 10 ml roztoku peroxidu vodíku.</p> <p>Před přidáním peroxidu vodíku je možné ještě přidat potravinářské barvivo</p>		









	pro efekt. Jako důkaz vzniku jednoho z produktů můžeme do vzniklé pěny ponořit žhnoucí špejli.		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	Peroxid vodíku oxiduje jodidové anionty na jod, který se rozpouští v nadbytku jodidových iontů (hnědé zbarvení): $2 \text{NaI} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{NaOH}$ Hnědé zbarvení (způsobené přítomností jodu) záhy mizí, jak je jod dále oxidován až na jodičnan. Reakcí jodičnanu s peroxidem vzniká kyslík, který způsobuje napěnění saponátu. Současně probíhá také rozklad peroxidu vodíku. $\text{I}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{HIO}_3 + 4 \text{H}_2\text{O}$ $2 \text{HIO}_3 + 5 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{I}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{O}_2$ $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$		
„Likvidace“ jodu			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	Erlenmeyerova baňka (250 ml) + gumová zátka, trojnožka, síťka, stojan, kahan, chemická lžička		
Chemikálie:	I ₂ (s), NaOH nebo Na ₂ S ₂ O ₃ (aq, 10%)		
Postup:	Pracujeme v digestoři a používáme ochranné pomůcky. Malé množství jodu (asi 1/4 malé chemické lžičky) nasypeme do baňky umístěné na trojnožce se sítkou a mírně zahřejeme. Jakmile se objeví fialové páry, přestaneme zahřívat a přidáme 10-20 ml NaOH. Baňku zazátkujeme a obsah protřepeme.		
Vysvětlení:	Jod v hydroxidu sodném disproportionuje. Z jedné látky (I ⁰) vznikají dvě sloučeniny, z nichž v jedné má jod oxidační číslo nižší (I ⁻¹) a ve druhé vyšší (I ^v) než ve výchozí látce. $3 \text{I}_2 + 6 \text{NaOH} \rightarrow 5 \text{NaI} + \text{NaIO}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} \text{ (za laboratorní teploty)}$		
Příprava jodu 1			
(upraveno podle Jursík, 2001, Cotton, Wilkinson, 1973)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení





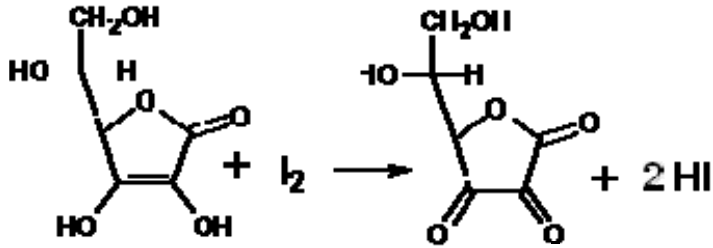




Pomůcky:	zkumavka, chemická lžička, stojan, pipeta			
Chemikálie:	NaI nebo KI (s), H ₂ SO ₄ (konc.)			
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři a používáme ochranné pomůcky.</p> <p>Do zkumavky nasypeme asi 1/2 malé lžičky jodidu. Přidáme asi 0,5 ml koncentrované H₂SO₄.</p> <p>Vzniklý jod likvidujeme přidavkem malého množství 10% roztoku NaOH do odbarvení.</p>			
Vysvětlení:	<p>Kyselina sírová reaguje s jodidem sodným nejdříve za vzniku jodovodíku, který ale v zápětí oxiduje na elementární jod.</p> $2 \text{NaI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{HI} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $2 \text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2$			
Příprava jodu 2				
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)				
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení	
Pomůcky:	zkumavka, chemická lžička, stojan, Bunsenův kahan			
Chemikálie:	NaI nebo KI (s), H ₂ SO ₄ (aq, 10%), MnO ₂			
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři a používáme ochranné pomůcky.</p> <p>Do zkumavky nasypeme asi 1/2 malé lžičky směsi NaI a MnO₂ v hmotnostním poměru přibližně 1:1 a přidáme asi 0,5 ml kyseliny sírové.</p> <p>Směs mírně zahřejeme nad plamenem kahanu, dokud se nezačne vyvíjet jod.</p> <p>Jod likvidujeme přidavkem malého množství 10% roztoku NaOH do odbarvení.</p>			
Vysvětlení:	<p>Oxid manganitý v kyselém prostředí oxiduje jodidové ionty na jod.</p> $2 \text{NaI} + \text{MnO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4$			
Příprava jodu 3				
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000)				
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení	

Pomůcky:	kádinka (100-150 ml), zásobní lahev s chlorem nebo aparatura pro přípravu chloru						
Chemikálie:	NaI (aq, 5%), chlor (g)						
Postup:	Práce s plynným nebo kapalným chlorem a bromem je nebezpečná! Pracujeme v digestoři s ochrannými pomůckami. Do kádinky nalijeme asi 50 ml roztoku NaI a zavedeme do ní proud plynného chloru. Jod likvidujeme přidavkem 10% roztoku NaOH do odbarvení.						
Vysvětlení:	Chlor je velmi silné oxidační činidlo, které oxiduje jodidové ionty na elementární jod. $2 \text{NaI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{I}_2$						
Příprava jodu 4							
(upraveno podle Rohovec, 2003, Tomíček, 1949)							
Nebezpečnost		Doba trvání experimentu		Náročnost provedení		Náročnost vysvětlení	
Pomůcky:	zkumavka, stojan, pipeta						
Chemikálie:	NaI (aq, 5%), NaIO ₃ (aq, 5%), H ₂ SO ₄ (aq, 10%)						
Postup:	Do zkumavky nalijeme asi 5 ml roztoku NaI a přidáme několik kapek kyseliny sírové. Přidáme několik kapek roztoku jodičnanu. Jod likvidujeme přidavkem malého množství 10% roztoku NaOH do odbarvení.						
Vysvětlení:	Ve zkumavce probíhá tzv. synproportionační reakce, která má opačný princip než disproportionace. Ze dvou sloučenin o různých oxidačních číslech NaI ⁻¹ a NaI ⁺⁵ O ₃ vzniká jedna sloučenina, jejíž oxidační číslo je mezi oxidačními čísly výchozích látek I ⁰ . $5 \text{NaI} + \text{NaIO}_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 3 \text{I}_2 + 3 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{Na}_2\text{SO}_4$						
Důkaz škrobu v bramboře							
(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006)							
Nebezpečnost		Doba trvání experimentu		Náročnost provedení		Náročnost vysvětlení	

							
Pomůcky:	2 hřebíky (nebo plíšky), brambora, nůž, zdroj stejnosměrného proudu						
Chemikálie:	KI (aq, 5-10%), fenolftalein (ethanolový roztok)						
Postup:	<p>Do středu brambory vydlabeme asi 1-2 cm hlubokou jamku. Po obou stranách jamky zapíchneme hřebíky, z nichž jeden je namočený v roztoku fenolftaleinu. Oba hřebíky se snažíme umístit co nejbližší vydlabané jamce, přitom ale nesmí dojít k přímému propojení otvorů.</p> <p>Do jamky nalijeme roztok KI. Zapojíme elektrický obvod, přičemž hřebík namočený ve fenolftaleinu zapojíme jako katodu, tedy k zápornému pólu. Zapneme zdroj a necháme elektrolýzu probíhat.</p> <p>Po asi 30 minutách zdroj vypneme, hřebíky vytáhneme, roztok KI odsajeme a bramboru rozkrojíme podélně přes otvory po elektrodách.</p>						
Vysvětlení:	<p>Jodidové a draselné ionty pronikají mezibuněčnými prostory, až se dostanou k příslušné elektrodě, kde probíhá jejich oxidace respektive redukce:</p> <p style="text-align: center;">Katoda: $K^+ + e^- \rightarrow K$ Anoda: $2 I^- \rightarrow I_2 + 2 e^-$</p> <p>Jod vzniklý na anodě vytváří se škrobem (přesněji amyložou) komplex (viz tmavé zbarvení).</p> <p>Červené zbarvení prostoru katody je důkazem zásaditého prostředí, které zde vzniká posunutím rovnováhy disociace vody ve prospěch OH^- iontů. To je způsobeno reakcí H_3O^+ iontů se vznikajícím draslíkem.</p>						
Příprava Lugolova roztoku							
(upraveno podle Atkins, 2006, Rayner-Canham, Overton, 2006)							
Nebezpečnost		Doba trvání experimentu		Náročnost provedení		Náročnost vysvětlení	
							
Pomůcky:	kádinka (50 ml) nebo širší zkumavka, skleněná tyčinka						
Chemikálie:	I_2 (s), KI (s), destilovaná voda						
Postup:	<p>Používáme ochranné pomůcky.</p> <p>Do kádinky nebo zkumavky postupně přidáme jod, KI a destilovanou vodu v hmotnostním poměru 1 : 2 : 17.</p> <p>Všechny ingredience zamícháme skleněnou tyčinkou, dokud se všechnen jod nerozpustí. Vznikne hnědý roztok.</p>						
Vysvětlení:	<p>Jod se špatně rozpouští ve vodě, ale velmi dobře v roztoku KI.</p> <p>V roztoku vznikají ionty I_3^-, které jsou dobře rozpustné ve vodě.</p>						

Důkaz škrobu jodem			
(upraveno podle Rayner-Canham, Overton, 2006, Keusch, 2003)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	3 zkumavky, pipeta		
Chemikálie:	Lugolův roztok, škrob (aq, 1%)		
Postup:	Používáme ochranné pomůcky. Nakonec do všech zkumavek přidáme několik kapek škrobového roztoku.		
Vysvětlení:	<p>Jod se škrobem (přesněji amylozou) tvoří komplex, který má podle koncentrace jodu barvu modrou až hnědofialovou.</p> <p>Tento princip se používá k důkazu jodu, k indikaci bodu ekvivalence v jodometrii nebo naopak k důkazu škrobu. Ionty I_3^- (zeleně) jsou zabudovány ve šroubovici amylozy.</p> 		
Příprava jodové tinktury			
(upraveno podle Lide, 2005)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	kádinka (50 ml) nebo širší zkumavka, skleněná tyčinka		
Chemikálie:	I_2 (s), KI (s), destilovaná voda, ethanol (čistý)		
Postup:	<p>Používáme ochranné pomůcky.</p> <p>Do kádinky nebo zkumavky postupně přidáme jod, KI, ethanol a destilovanou vodu v hmotnostním poměru 1 : 1,2 : 20 : 27,8.</p> <p>Všechny ingredience zamícháme skleněnou tyčinkou, dokud se všechen jod nerozpustí. Vznikne hnědý roztok.</p>		
Vysvětlení:	Jod je nepolární a špatně se rozpouští ve vodě, ale zato velmi dobře		

	v ethanolu (a jiných málo polárních či nepolárních rozpouštědlech).		
Příprava jodoformu			
(upraveno podle Katedra analytické chemie, 2004)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	kádinka (100-150 ml), magnetická míchačka a míchadlo, pipeta, sestava pro filtraci		
Chemikálie:	I ₂ (s), aceton (l), NaOH (aq, 10%)		
Postup:	<p>Pracujeme v digestoři a používáme ochranné pomůcky.</p> <p>Do kádinky s míchadlem postavené na magnetické míchačce nasypeme 7,5 g jodu, přidáme 10 ml acetonu a zapneme míchání.</p> <p>Po malých dávkách přidáváme roztok NaOH (případně chladíme studenou vodou) dokud všechen pevný jod nezreaguje a nezačne se vylučovat žlutá sraženina (celkově se spotřebuje okolo 30 ml NaOH).</p> <p>Vzniklou sraženinu zfiltrujeme (stále v digestoři) a promyjeme vodou. Jodoform má charakteristický zápach. Můžeme ho rekrystalizovat z ethanolu.</p>		
Vysvětlení:	<p>Jod v zásaditém prostředí reaguje s acetonem za vzniku jodoformu a dalších produktů:</p> $ \begin{array}{c} \text{H}_3\text{C} \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{O} \end{array} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{C} \\ \\ \text{O} \end{array} + 3 \text{I}_2 + 4 \text{NaOH} \rightarrow \text{CHI}_3 + 2 \text{CH}_3\text{COONa} + 3 \text{H}_2\text{O} + \varepsilon \text{NaI} $ <p>Jod zde vystupuje jako oxidační činidlo. Touto reakcí se dá jodoform připravit z methylketonů nebo z některých alkoholů (ethanol).</p>		
Vlastnosti jodoformu			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Katedra analytické chemie, 2004)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	drát (ocel, měď), Bunsenův kahan, hodinové sklo		
Chemikálie:	jodoform (s)		
Postup:	Pracujeme v digestoři a používáme ochranné pomůcky. Na hodinové sklo nasypeme malé množství jodoformu a přiložíme předem		

	rozžhavený drát.		
Vysvětlení: (zjednodušeno)	Jodoform se teplem rozkládá. Jedním z produktů je jod. Dalšími produkty je směs organických jodderivátů, HI, C atd.		
Jodometrické stanovení kyseliny askorbové v Celaskonu			
(Katedra analytické chemie, 2004, Volka, 1995)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			
Pomůcky:	navažovací lodička, analytické váhy, titrační baňka, třecí miska s tloučkem, byreta s odměrným roztokem I ₂		
Chemikálie:	I ₂ (odměrný roztok), škrob (aq), H ₂ SO ₄ (aq, 0,05M), tableta vitaminu C		
Postup:	<p>Nejprve tabletu přesně zvažte na analytických vahách. Poté rozetřete tabletu v třecí misce a rozdělte ji na analytických vahách na tři podíly srovnatelné hmotnosti.</p> <p>Přesně zvážený podíl pevného vzorku spláchněte kvantitativně destilovanou vodou do titrační baňky, rozpusťte jej v 50 ml destilované vody, přidejte 5 ml 0,05 M kyseliny sírové a 2-3 ml roztoku škrobu jako indikátoru.</p> <p>Roztok titrujte odměrným roztokem jodu, až jediná kapka titračního činidla změni zbarvení titrovaného roztoku na modré popřípadě hnědé.</p>		
Vysvětlení:	<p>Kyselina askorbová (vitamin C) se oxiduje jodem na kyselinu dehydroaskorbovou:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Po zreagování veškeré kyseliny askorbové jod vytvoří hnědý až modrý komplex se škrobem, což indikuje konec titrace.</p>		
Nesslerovo činidlo			
(upraveno podle Čtrnáctová et al., 2000, Greenwood, Earnshaw, 1993)			
Nebezpečnost	Doba trvání experimentu	Náročnost provedení	Náročnost vysvětlení
			

Pomůcky:	4 zkumavky, pipeta
Chemikálie:	NH ₄ Cl (nasycený aq), Nesslerovo činidlo (K ₂ [HgI ₄] v KOH)
Postup:	<p>Používáme ochranné pomůcky.</p> <p>Do zkumavky vlevo odpipetujeme 10 ml roztoku NH₄Cl. Do druhé zkumavky odebereme 1 ml roztoku z první zkumavky a doplníme do 10 ml destilovanou vodou. Postup opakujeme u dalších zkumavek. Nakonec získáme 4 roztoky, kde se koncentrace amonných iontů postupně vždy 10x snižuje.</p>
Vysvětlení: (zjednodušeno)	<p>Amonné ionty reagují s Nesslerovým činidlem za vzniku složité komplexní sloučeniny (derivátu Milonovy báze).</p> $2 \text{K}_2[\text{HgI}_4] + \text{NH}_4\text{OH} + 3 \text{NaOH} \rightarrow [\text{Hg}_2(\text{NH}_2)(\text{I})(\text{O})] + 3 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{KI} + 3 \text{NaI}$ <p>Zjednodušeno. Produkty reakce závisí mimo jiné také na koncentraci výchozích látek. Uvedený produkt je pouze jedna z možností.</p> <p>Vzniklá červeno-hnědá sloučenina se v koncentrovanějších roztocích vylučuje ve formě sraženiny.</p>

Příloha III – Halogenová žárovka – studijní text k online kurzu „Chemie 3 - Anorganika“ v Talnetu

Halogenové žárovky

(studijní text)

Úvod a historie

Využití halogenových žárovek stále roste díky jejich skvělým vlastnostem a relativně snadné výrobě. Jsou jednou ze tří nejpoužívanějších kategorií zdrojů světla spolu s klasickými žárovkami a fluorescenčními zářivkami.

První komerční halogenové žárovky se objevily už v roce 1959 (Edward G. Zubler, USA) a používaly elementární jod. Od té doby se proces výroby a výběr použitých chemických látek výrazně zdokonalil. O tom svědčí mimo jiné i více než 75.000 patentů, které se týkají halogenových žárovek.

Popis

Baňka žárovky je vyrobena z křemenného skla nebo skla s vyšší teplotou tání (nad 250 °C) kvůli procesům, které probíhají uvnitř a vyžadují vysokou teplotu (ad 1 obr. 1). Sklo je navíc dopováno oxidem titaničitým nebo ceričitým případně potaženo speciálním pláštěm kvůli zabránění průchodu nebezpečného UV záření. (Poznámka: Křemenné sklo totiž na rozdíl od klasického propouští i vznikající UVA a UVB záření.)



Obr. 1 © PT

Žhavicí vlákno je vyrobeno z wolframu, stejně jako je tomu u klasických žárovek (ad 2 obr. 1).

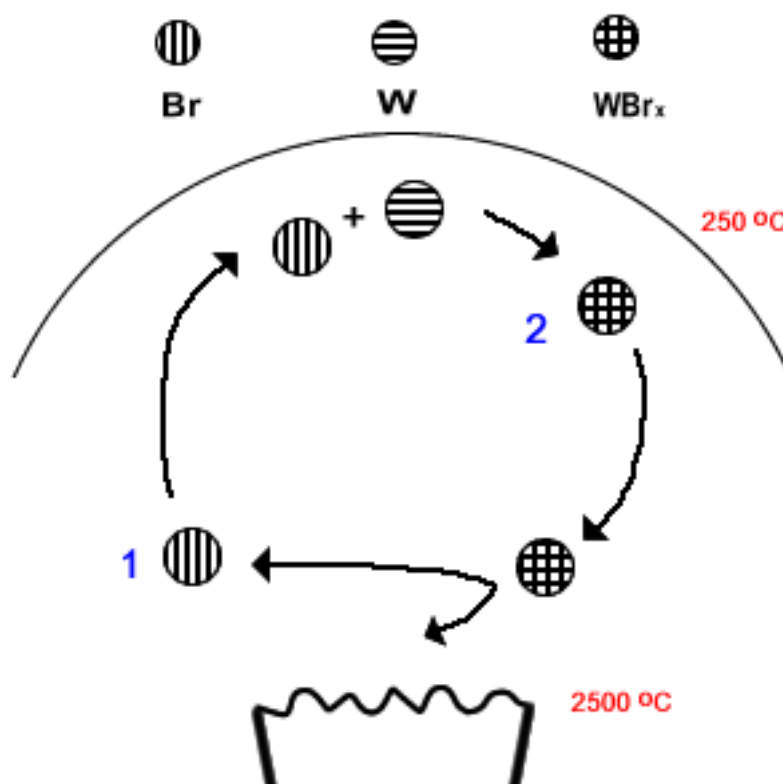
Náplň baňky je tvořena inertním plynem (Poznámka: většinou se jedná o směs Kr a Xe), do kterého se přidává malé množství (asi 0,1 obj. %) halogenu ve formě derivátu organické sloučeniny (ad 3 obr. 1). Jedná se nejčastěji o brom- nebo jodderiváty nižších uhlovodíků, které mají nízkou teplotu varu (Poznámka: např. CH_3I , CH_2Br_2 , CH_3Br apod.). Tlak v baňce dosahuje několika atmosfér (při vypnutém stavu).

Principy fungování

U klasické žárovky s wolframovým vláknem dochází při zapnutém stavu k „odpařování“ wolframu z vlákna, jehož teplota dosahuje i přes 2 000 °C. Odpařený wolfram se pak usazuje na stěnách žárovky a dochází k tzv. tmavnutí žárovky, které je neklamnou předzvěstí toho, že se život žárovky chýlí ke konci. Zároveň s tmavnutím žárovky dochází také ke ztenčování wolframového vlákna, které je v konečném důsledku hlavní příčinou ztráty funkčnosti. (Poznámka: Různé části wolframového vlákna mají za provozu různou teplotu. V důsledku závislosti odpařování wolframu na teplotě, dochází v těch nejteplejších oblastech vlákna k největšímu odpařování a tedy k největšímu ztenčování.)

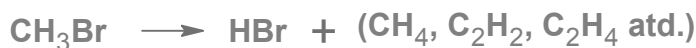
U halogenových žárovek je odpařování wolframu zmírněno vyšším tlakem uvnitř baňky, což má kladný vliv na životnost žárovek. Ovšem hlavní přínos halogenových žárovek tkví v přidaném halogenderivátu.

Při uvedení žárovky do provozu a dosažení provozní teploty uvnitř baňky se rozbíhá složitý soubor fyzikálních procesů a chemických reakcí, které se shrnují pod označení „**halogenový cyklus**“. Tyto reakce jsou zodpovědné za zvýšení účinnosti, zlepšení a vyšší stabilitu světelného toku, příjemnější barva světla (bělejší oproti klasickým žárovkám) a v poslední řadě také za výrazné prodloužení životnosti žárovek.



Obr. 2 © PT

Halogenový cyklus začíná rozkladem organického derivátu za vysoké teploty, která panuje v okolí wolframového vlákna. Dochází především k uvolnění halogenu (viz bod 1 v obr. 2) (Poznámka: Halogenderivát se rozkládá na mnoho produktů, které následně mohou vstupovat do dalších vzájemných reakcí. Např.



). Halogen cirkuluje baňkou, a když narazí na wolfram (ať už na stěně baňky nebo v plynném stavu), dojde k jejich reakci a vytvoření halogenidu wolframu (viz bod 2 v obr. 2). Halogenid se pohybuje baňkou, dokud se nedostane do blízkosti rozžhaveného vlákna, kde dojde k jeho tepelnému rozkladu. Halogen se uvolní a je připraven reagovat s dalším wolframem v chladnější části baňky (cyklus se opakuje). Wolfram se usadí zpět na wolframovém vláknu.

Výhody

Oproti klasickým žárovkám mají halogenové mnoho výhod:

1. Příjemnější bílé světlo (teplota chromatičnosti je kolem 3000 K)
2. Žárovky postupem času netmavnou (lepší stabilita světelného toku a teploty chromatičnosti – neklesá o více než 5 %)
3. Vyšší účinnost (při přeměně elektrické energie na světelnou)
4. Delší životnost při stejném měrném výkonu
5. Menší rozměry

Nevýhody

Mnohem vyšší cena, než u klasických žárovek je asi hlavní nevýhodou pro spotřebitele. Další nevýhodu můžeme vidět v relativně náročné technologii výroby.

Velká závislost parametrů (svítivost, výkon, životnost) halogenových žárovek na napájecím napětí.

Možnosti využití

Klasicky se využívají halogenové žárovky jako svítidla v domácnostech a obytných prostorách, scénické osvětlení, promítací technika, dekorativní osvětlení ale také jako venkovní osvětlení nebo jako žárovky do automobilových reflektorů.

Halogenové žárovky s nedopovaným sklem se také používají jako zdroj světla pro spektrofotometry, protože poskytují široké spektrum záření (od ultrafialového po infračervené). Využití mají také v zubním lékařství (jako zdroj UV-B záření).

Rizika

Vzhledem k velmi horkému povrchu baňky žárovky je zde akutní riziko popálení a požáru (Poznámka: Vysoká teplota baňky je způsobena její větší blízkostí vlákna k wolframovému vláknu. Vysoká teplota je nutná pro správnou funkci žárovky.). Žárovky s vysokým výkonem

(1-2 kW) používané např. v divadlech musí být dokonce chráněny mřížkou, která zabraňuje styku s hořlavými předměty. Pro halogenové žárovky s ještě vyššími výkony platí zákaz jejich používání v obytných budovách.

Při používání halogenových žárovek je dokonce možné se i opálit, případně i spálit. To ovšem platí pouze pro tzv. nedopované sklo, tedy pro žárovky neobsahující příměsi filtrující UV záření (viz popis). Tyto žárovky se obvykle neprodávají pro běžné použití (viz výše).

Velký tlak v halogenových žárovkách je jedním z velkých bezpečnostních rizik. K narušení povrchu může dojít velmi lehce už pouhým dotykem holou rukou a následně může dojít k explozi. Výrobci proto nedoporučují dotýkat se povrchu baňky halogenových žárovek holýma rukama. Namísto toho je při manipulaci vhodné použít textil, papír nebo jiný čistý materiál. Pokud už se žárovky dotkneme, doporučuje se to místo důkladně otřít denaturovaným alkoholem a samozřejmě osušit. (Poznámka: Soli obsažené v našem potu se po zapnutí dostávají do skla a mění v tom místě jeho sklovitou formu na krystalickou, která je křehčí a propouští plyn. Toto zeslabení může způsobit, že se v daném místě vytvoří bublina a následně může dojít k explozi.)

Zdroje a další informace:

DVOŘÁČEK, V.: *Světelné zdroje – obyčejné žárovky*. Světlo, 4/2008.

HABEL, J. et al.: *Světelná technika a osvětlování*. FCC Public, Praha, 1995.

DVOŘÁČEK, V. Světelné zdroje – halogenové žárovky. *Světlo* [online]. 2008, č. 05 [cit. 2009-08-19].

Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=37973>.

http://en.wikipedia.org/wiki/Halogen_lamp

http://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%BD%C3%A1rovka#Halogenov.C3.A1_.C5.BE.C3.A1rovka

Příloha IV – Freony – studijní text k online kurzu „Chemie 3 - Anorganika“ v Talnetu

Freony

(studijní text)

Úvod a historie

Freony jsou organické sloučeniny, které patří do skupiny halogenderivátů. Abychom mohli nějakou sloučeninu zařadit mezi freony, musí splňovat určitá kritéria. Obvykle to bývají deriváty nižších uhlovodíků, nejčastěji methanu a ethanu. S tím souvisí i jejich nízká teplota varu (obvykle to bývají plyny). Hlavním kritériem ale je, že každý freon je halogenderivát s minimálně dvěma atomy halogenu, z nichž alespoň jeden musí být fluor. Z této definice mimo jiné také vychází jejich anglické označení CFC (Chloro-Fluoro Carbons).

Poprvé byly freony využity na začátku 20. století pro svoji nejedovatost jako náhrada za tehdy používané jedovaté chladicí média (NH_3 , CH_3Cl , SO_2). Bohužel se v 70. letech 20. století zjistilo, že freony ničí ozonovou vrstvu (Molina, Rowland 1974 Nature). V roce 1987 byl proto sepsán tzv. Montrealský protokol, ve kterém se podepsané země zavazují zastavit používání chemických látek, které poškozují ozonovou vrstvu. Tento protokol byl dále rozšířen a zpřísněn v roce 1990 (Londýnský dodatek) a v roce 1992 (Kodaňský dodatek).

Freony jsou také předmětem jednání tzv. Kyotského protokolu (1997, 2009), který byl sepsán za účelem snížení produkce tzv. skleníkových plynů. Mezi skleníkové plyny totiž patří i freony, které mají velmi silný potenciál (především HFC, PFC a SF_6 , který mezi freony nepatří).

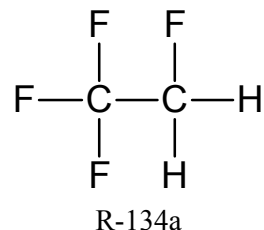
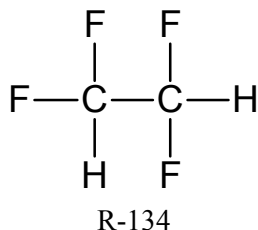
Rozdělení a názvosloví

CFC (chlorofluorouhlovodíky) je označení pro skupinu freonů, které obsahují jak fluor, tak i chlor, ale žádný vodík. HCFC (hydrogenchlorofluorouhlovodíky) jsou freony obsahující chlor, fluor i vodík. Jako HFC (hydrogenfluorouhlovodíky) se označují takové freony, které v molekule neobsahují žádný chlor (pouze fluor a vodík) a PFC (perfluorouhlovodíky) jsou takové tvořeny pouze uhlíkem a fluorem (tedy všechny vodíky v uhlovodíku byly nahrazeny fluorem).

Jako všechny organické sloučeniny, i freony se dají popsat pomocí IUPAC názvosloví, tedy tzv. systematickým názvem. Na druhou stranu všechny freony mají své zkrácené označení (používané především jako obchodní název a v průmyslu) pomocí čísel 0, 1, 2, 3, 4 a písmen „a“, „b“, „B“, „c“ (toto zkrácené označení vychází právě ze systematického). Kombinací těchto písmen a čísel můžeme popsat všechny freony podle následujících pravidel:

1. číslo na prvním místě určuje počet dvojných vazeb v molekule (toto číslo chybí, pokud je to nula)
2. na druhém místě je číslo vyjadřující počet atomů uhlíku v molekule snížený o 1 (toto číslo chybí, pokud je to nula)
3. na třetím místě je počet atomů vodíku zvýšený o 1
4. na čtvrtém místě je počet atomů fluoru
5. na pátém místě se vyskytuje velké písmeno B, pokud je v molekule obsažen brom, a číslo vyjadřující počet atomů

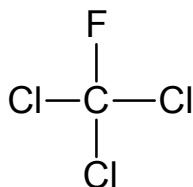
6. na posledním místě může být malé písmeno a-c, podle toho o jaký izomer se jedná (pokud písmeno chybí, znamená to, že se jedná i izomer s nejmenším možným rozdílem M_r mezi jednotlivými uhlíky)



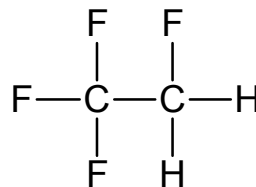
7. zbylé vazby, které nejsou zaplněné ani vodíkem ani fluorem ani bromem jsou obsazeny chlorem

Např.:

Freon-11 (R-11 nebo CFC-11) je tvořen 0 dvojných vazeb (0), 1 atom uhlíku (1-1), 0 atomů vodíku (0+1) a jedním atomem fluoru (1), zbývají tedy 3 atomy chloru. Vzorec je tedy CFCl_3 .



R-134a (HFC-134a, Suva-134a) je tvořen 0 dvojných vazeb (0), 2 atomy uhlíku (2-1), 2 atomy vodíku (2+1) a 4 atomy fluoru (4), zbývá tedy 0 atomů chloru. Vzorec je tedy $\text{F}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{F}$.



Zdroj:

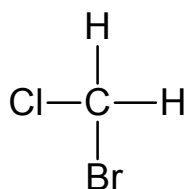
<http://www.made-in-china.com/image/2f0j00pffTBiQgBrWcM/Freon-Gas.jpg>

Podobné, ale jednodušší názvosloví mají halony. Halony jsou deriváty, které obsahují kromě fluoru a chloru i brom. Označení je zjednodušené (nic se nepřičítá ani neodečítá):

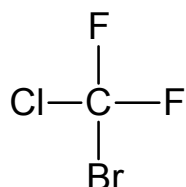
1. první místo je počet atomů uhlíku
2. druhé místo je počet atomů fluoru
3. třetí místo je počet atomů chloru
4. čtvrté místo je počet atomů bromu
5. zbytek se doplní vodíky

Např.:

Halon 1011 je tvořen 1 atomem uhlíku, 0 atomy fluoru, 1 atomem bromu 1 atomem chloru a zbývají tedy 2 atomy vodíku. Vzorec je tedy CH_2BrCl .



Halon 1211 je tvořen 1 atomem uhlíku, 2 atomy fluoru, 1 atomem bromu 1 atomem chloru a zbývá tedy 0 atomů vodíku. Vzorec je tedy CBrClF₂.



Význam a využití

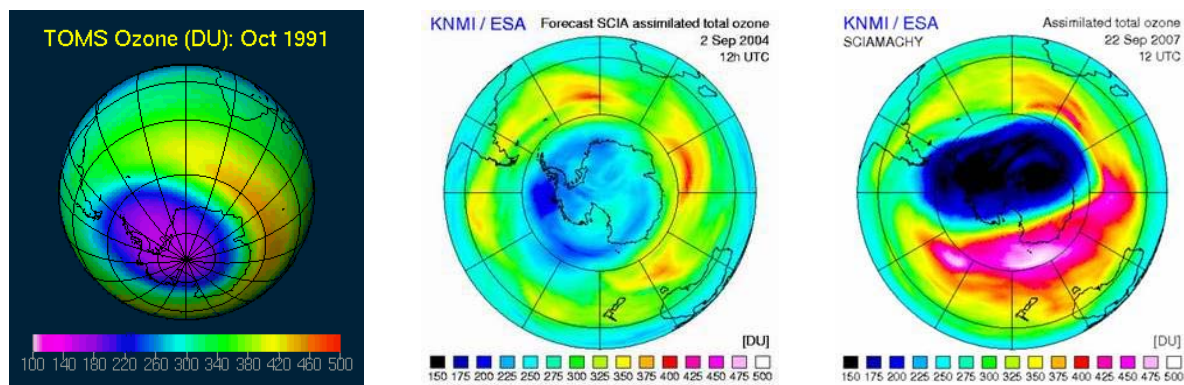
Dříve se freony ve velkém měřítku používaly v chladicích zařízeních, jako hasicí prostředky (především halony) nebo hnací médium ve sprejích. Halonové hasicí prostředky jsou ve srovnání s ostatními typy hasicích prostředků mnohem efektivnější při hašení. Zatímco například hasicí přístroje používající oxid uhličitý musí obsahovat 34-75 % CO₂, aby byly účinné, tak u halonových hasicích přístrojů stačí koncentrace účinné látky 3-7 %. Používají se proto s výhodou k hašení pevných organických látek, hořlavých kapalin a plynů a elektrických vedení. Dají se použít také k hašení kuchyňských tuků a olejů, ale naopak nevhodné jsou k hašení kovů. Např. halon 1211 (CBrClF₂) se používá v ručních hasicích přístrojích. Halon 1301 (CBrF₃) se používá v automatizovaných hasicích systémech např. letadla, místnosti určené pro provoz serverů apod.

Freony byly využívány i jako nadouvadla při vyfukování pěnových hmot (izolace, pružné pěny, čalounění) a jako rozpouštědla pro čištění mikroprocesorů a dalších elektronických součástek. V dnešní době se od jejich používání upouští pro negativní vliv na ozónovou vrstvu zemské atmosféry.

Ozon ničí především chlorované freony, postupně jsou proto nahrazovány jejich bezchlorovými analogy (jsou to halogenderiváty obsahující především F a Br, nebo jen F a H tzv. HFC).

Působení na životní prostředí

Jak už bylo řečeno výše, freony poškozují ozónovou vrstvu tím, že ničí ozon. Velkým problémem je především to, že tyto reakce s ozonem probíhají radikálovým mechanismem a jedná se tedy o řetězovou reakci, která může trvat i několik desítek let a zničit obrovské množství molekul ozonu (viz obr. 1-3).



Obr. 1-3 Stav ozonu v oblasti Antarktidy

rok 1991

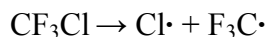
rok 2004

rok 2007

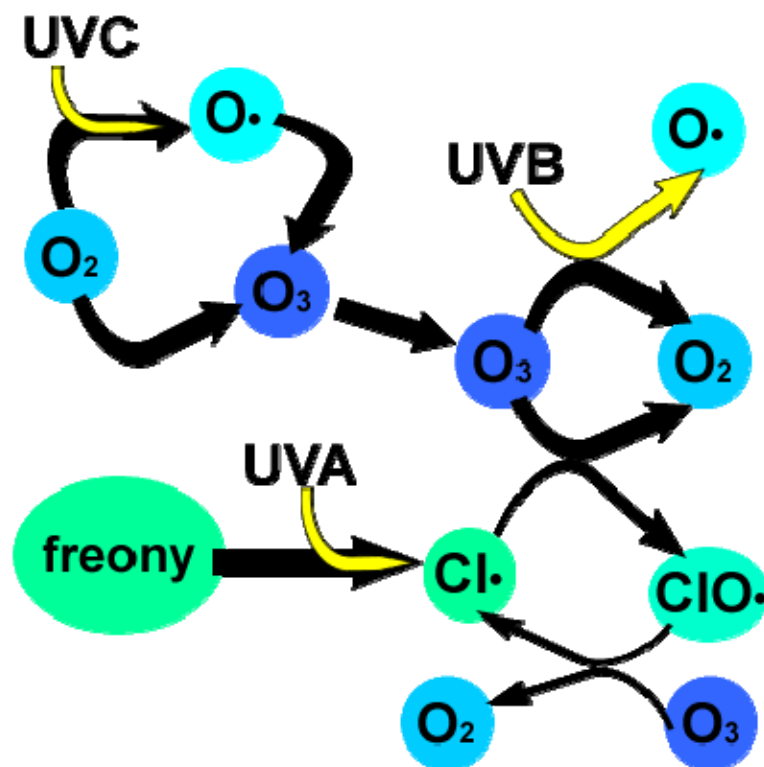
Zdroje:

http://msnbcmedia4.msn.com/j/msnbc/Components/Photos/071003/071003_ozone_vmed_2p.widec.jpg
<http://www.physorg.com/newman/gfx/news/2004/ozone.jpg>
http://www.jhu.edu/~dwaugh1/gallery/ozone_1091.gif

Freony jsou za normálních okolností nereaktivní sloučeniny, což vede k jejich dlouhé životnosti a zároveň se tím řadí mezi významné látky znečišťující životní prostředí. Některé freony přetrvávají v životním prostředí i přes 100 let, a proto mají dost času dostat se i dost daleko od místa vypuštění, např. do ozonoféry. Když se molekula ozonu dostane do ozonoféry, dojde působením UV záření, které je zde intenzivnější k rozštěpení vazby mezi C a Cl, která je k tomu v daných podmínkách nejnáchylnější (viz obr. 4). Štěpení probíhá homolyticky a vznikají dva radikály: Cl· a radikál na uhlíku.



Radikál chloru, který je velmi reaktivní, se pak může účastnit různých reakcí včetně té, při které zaniká ozon. Uvádí se, že jeden radikál Cl· může zničit řádově až tisíce molekul ozonu.



Obr. 4 Schematické znázornění dějů v ozonoféře za přítomnosti freonů (zjednodušeno)

Zdroj: PT

Výroba

Freony se dají podobně jako jiné halogenderiváty připravit např. radikálovou halogenací alkanů.

Rizika

Freony obecně nejsou nijak zvlášť toxické, i když některé mohou při vdechnutí nebo potřísnění dráždit dýchací cesty, oči a kůži (Freon 11). Vysoké koncentrace mohou ovlivnit centrální nervovou soustavu a činnost srdce, v extrémních případech hrozí až smrt. Některé jsou podezřelé mutageny.

Naneštěstí ale, přestože jsou freony nejedovaté, jsou také nedýchatelné, a proto je smrtelně nebezpečné vyskytovat se při požáru v prostorách, s automatickým halonovým hasicím systémem. Na to doplatila 8.11. 2008 i posádka ruské ponorky K-152 Nerpa, kde se při cvičení neočekávaně zapnul hasicí systém a 20 členů posádky se udusilo.

Zdroje a další informace:

<http://www.irz.cz/latky/chlorofluorouhlovodi>

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Freon>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Freon>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Haloalkanes>

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ozone_cfc_trends.png

<http://archives.starbulletin.com/2007/01/07/business/brill.html>

Příloha V – Dotazník 1 (učitelský) – zjišťující hledisko učitele na vzdělávání nadaných žáků v chemii

Učitelský dotazník 1

Identifikační údaje

muž žena ročník narození:.....

Jsem učitelem na:

- a) ZŠ
- b) nižší gymnáziu
- d) vyšší gymnázium
- c) střední škole

Práci s počítače ovládám na úrovni:

- a) velmi dobře (programuji, vytvářím webové stránky, upravuji videa a fotografie)
- b) průměrné (práce s Word, Excel, internet)
- c) špatně (spíše se počítači vyhýbám)

Jako učitele mám praxi:

- a) méně než 2 roky
- b) 2-5 let
- c) 5 a více let

Legenda:

- *Zvolte vždy jednu odpověď, pokud u otázky není uvedeno jinak.*
- *Pokud je to relevantní, předpokládejte, že diskutované téma je anorganická chemie (potažmo chemie halogenů) pro vyšší gymnázium.*
- *Pod pojmem nadaný žák zde máme na mysli všechny žáky se zvýšeným zájmem o chemii.*

Dotazník PRO UČITELE

1 Průměrný počet žáků v mnou vyučovaných třídách je:

- a) <20
- b) 20-25
- c) 26-30
- d) 30<

2 Žáků se zvýšeným zájmem o chemii se v průměru se na jednu třídu vyskytuje asi:

- a) 0-1
- b) 2-4
- c) 5 a více

3 V naší škole se žáci mohou účastnit **školních** volitelných a nepovinných chemických aktivit:

a) ano (doplňte jakých)

.....
.....
.....

b) ne (proč?)

.....
.....
.....

4 Počet žáků v těchto školních aktivitách je (celkově):

- a) <5
- b) 5-10
- c) 10<

A má z dlouhodobého hlediska:

- i. Stoupavou tendenci
- ii. Klesavou tendenci
- iii. Kolísavou tendenci

5 Žáci se účastní i **mimoškolních** aktivit spojených s chemií (můžete vybrat více alternativ):

- a) neúčastní
- b) Talnet
- c) Chemická olympiáda
- d) KSICHT
- e) KorChem
- f) jiné (doplňte)

.....

6	<p>Počet žáků v těchto mimoškolních aktivitách je (celkově):</p> <p>a) <5 b) 5-10 c) 10<</p> <p>A má z dlouhodobého hlediska:</p> <p>i. Stoupavou tendenci ii. Klesavou tendenci iii. Kolísavou tendenci</p>
7	<p>Jaký typ diferenciacie kurikula je podle Vašeho názoru vhodnější pro vzdělávání nadaných žáků?</p> <p>a) vnější (zřízení speciálních tříd nebo škol) b) vnitřní (integrace nadaných do běžných tříd, učitel zajišťuje optimální podmínky pro vzdělávání nadaných)</p>
8	<p>Ve svých vyučovacích hodinách vnitřní diferenciaci:</p> <p>a) používám b) nepoužívám, protože</p> <p>c) nadaným žákům se věnuji jinak (jak?).....</p>
9	<p>Používám učební pomůcky, které mi usnadňují vnitřní diferenciaci učiva:</p> <p>a) ano (jaké).....</p> <p>b) ne</p>
10	<p>Učební pomůcky, které mi usnadňují vnitřní diferenciaci učiva, nepoužívám, protože (můžete vybrat více alternativ):</p> <p>a) jsou finančně nedostupné b) mají příliš úzké využití c) neumím je používat d) nevím o žádných takových pomůckách e) jiný důvod (napište důvod)</p>

11 Pro zodpovězení složitých otázek zvědavých žáků (nad rámec učiva) využívám (můžete vybrat více alternativ):

- a) vlastní poznámky
- b) učebnice, encyklopedie apod.
- c) internet
- d) konzultace s odborníky
- e) jiné (doplňte)

.....
.....
.....
.....
.....
.....

12 Je Vámi používaná učebnice chemie (uvedte její název+autora) vhodná i pro vzdělávání nadaných žáků (anorganická chemie – chemie halogenů, Váš názor)?

Název učebnice:

.....
.....

- a) ano (proč?)

.....
.....
.....

- b) ne (proč?)

.....
.....
.....

13 Jak byste charakterizoval(a) typického nadaného žáka(žákyni), respektive žáka se zvýšeným zájmem o chemii, v porovnání s ostatními? (můžete vybrat více alternativ):

- a) svými znalostmi přesahuje stanovené požadavky
- b) má problematický přístup k pravidlům školní práce
- c) má tendence k vytváření vlastních pravidel
- d) má sklon k perfekcionismu
- e) není ochotný spolupracovat v kolektivu
- f) má dobrou paměť a dobře se soustředí
- g) je dobře motivovaný
- h) má rušivý vliv na spolužáky
- i) je zvědavý
- j) jiné (doplňte)

.....
.....
.....

14	<p>Myslíte si, že je v ČR vzdělávání nadaných žáků věnována dostatečná pozornost?</p> <p>a) ano b) ne</p>
15	<p>Co je podle Vašeho názoru důležité při vzdělávání nadaných (co jim může pomoci v rozvoji a být jinak užitečné)? (můžete vybrat více alternativ):</p> <p>a) individuální přístup učitele b) diferenciaci učiva (hlubší či širší záběr oproti ostatním) c) dostatečný přísun informací d) materiály k samostudiu e) účast na mimoškolních aktivitách (chemického zaměření) f) možnost spolupodílet se na studijním plánu g) začlenění mezi ostatní žáky h) zařazení do speciální třídy (školy) i) jiné (doplňte)</p> <p>.....</p>
16	<p>Které faktory podle Vás nejvíce ovlivňují počty účastníků chemické olympiády a dalších mimoškolních chemických aktivit? (můžete vybrat více alternativ)</p> <p>a) osobnost učitele b) klima školy a třídy c) aktuálně probírané učivo d) jiné (doplňte)</p> <p>.....</p>
17	<p>Při výběru programu s chemickou tematikou jako vyučovací pomůcky bych upřednostnil(a) program:</p> <p>a) pouze se základními informacemi o tématu (v případě potřeby bych informace sám doplnil-rozšířil atp.) b) se základními + nadstandardními informacemi (v případě potřeby bych některé informace vynechal atp.)</p>

Příloha VI – Dotazník 2 (žakovský) – zjišťující názor žáků na vytvořený hypermediální výukový program „Chemie halogenů“

Dotazník k programu Chemie halogenů

Označení (označí vyučující - Z, O)	Jméno a příjmení (čitelně)

Identifikační údaje

(zaškrtněte nebo zakroužkujte správnou možnost)

- Pohlaví:
Dívka Chlapec
- Jsem žákem ročníku (číslování v rámci čtyřletého gymnázia):
3. 4. Jiného (jakého)
- Zájem o chemii:
chemie mě zajímá nemám zájem o chemii
- Budoucí zaměření:
a) rád(a) bych se chemii dále věnoval(a) (studium na VŠ)
b) chemii potřebuji ke zkouškám (maturita, VŠ), ale dále se jí věnovat nechci
c) zatím nevím, jaké bude mé budoucí zaměření
d) chemii určitě dělat nebudu

Zúčastnil(a) jsem se mimoškolní chemické aktivity:

1. Chemické olympiády
 - a) Jednou
 - b) Dvakrát či vícekrát
 - c) Nikdy
2. Korespondenčního kurzu
 - a) KorChem
 - b) KSICHT
 - c) Jiného (napište jakého).....
 - d) Nikdy
3. Online kurzu (seminář)
 - a) Talnet (talnet.cz)
 - b) Jiného (napište jakého).....
 - c) Nikdy

Legenda:

Vybranou odpověď zakroužkujte. V případě potřeby program srovnávejte s učebnicí chemie nebo jiným Vámi používaným materiálem.

Hodnocení čísla 1, 2, 3, 4, 5 podobně jako ve škole:

1 = nejlepší, nejvíce, nejsložitější, velmi důležitý, velmi obtížný, dobře srozumitelný

5 = nejhorší, nejméně, nejjednodušší, nedůležitý, málo obtížný, špatně srozumitelný

Hodnocení programu						
1	Ohodnoťte program Chemie halogenů jako celek.	1	2	3	4	5
2	Ohodnoťte přínos programu pro Vás osobně (pro studium chemie, pro porozumění chemii, pro Váš další rozvoj v chemii apod.).	1	2	3	4	5
3	Jaká je podle Vás praktická využitelnost programu (je použitelný pro vzdělávací účely)?	1	2	3	4	5
4	Ohodnoťte ovládání programu.	1	2	3	4	5
5	Jak byste ohodnotili atraktivitu programu?	1	2	3	4	5
6	Jakou cenu (v českých korunách) byste byli případně ochotni zaplatit za tento program?					
Hodnocení grafické části						
7	Ohodnoťte celkově grafickou stránku programu.	1	2	3	4	5
8	Zhodnoťte videa , která jsou součástí programu.	1	2	3	4	5
9	Jak byste ohodnotili přínos videí pro program?	1	2	3	4	5
10	Zhodnoťte obrázky a fotografie , které jsou součástí programu.	1	2	3	4	5
11	Jak byste ohodnotili přínos obrázků a fotografií pro program?	1	2	3	4	5
12	Zhodnoťte animace (brom-využití-halogenová žárovka), které jsou součástí programu.	1	2	3	4	5
13	Jak byste ohodnotili přínos animací pro program?	1	2	3	4	5
14	Jak byste ohodnotili přínos všech grafických prvků v programu pro Vás?	1	2	3	4	5
Hodnocení textové části						
15	Ohodnoťte celkově textovou stránku programu.	1	2	3	4	5
16	Jaká je podle Vás obtížnost textu?	1	2	3	4	5
17	Jaká je podle Vás srozumitelnost textu?	1	2	3	4	5
18	Jak byste ohodnotili přínos celé textové části programu pro Vás?	1	2	3	4	5
Návrhy na zlepšení						

19	<p>Množství informací v programu bych:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) zvýšil b) snížil c) ponechal stejné
20	<p>Množství obrázků a fotografií v programu bych:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) zvýšil b) snížil c) ponechal stejné
21	<p>Množství videí v programu bych:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) zvýšil b) snížil c) ponechal stejné
22	<p>Jako studijní materiál k chemii nejčastěji využívám:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) tištěnou učebnici (název?)..... b) poznámky z výuky c) internetové zdroje (Wikipedia apod.) d) jiné (jaké?)..... <p>.....</p>
23	<p>Zde je prostor pro Vaše připomínky, reakce, dojmy a nápady, které se nevešly jinam (co Vám v programu chybělo nebo naopak přebývalo). Vaše zpětná vazba je pro využitelnost programu v praxi velmi důležitá.</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Příloha VII – Pilotní didaktický test – zadání ověřovacího didaktického testu

Didaktický test

Jméno a příjmení

(1) Určete postavení chloru ve slepé PSP a doplňte jeho chemickou značku do vámi zvoleného prázdného políčka, víte-li že chlor má 17 protonů. (jedna správná)

A blank periodic table with 7 rows and 18 columns. The rows are numbered 1 to 7 on the left. The first two rows have 2 columns each. The third row has 8 columns. The fourth, fifth, and sixth rows have 18 columns each. The seventh row has 8 columns. Below the main table are two rows of 18 cells each, labeled 'Lanthanoidy' and 'Aktinoidy' on the left.

(2) Podle čeho dostal chlor svůj název? (jedna správná)

- a) své barvy (světle zelený – řecky „χλωρός“)
- b) místa prvního nález (poblíž francouzského Chloroix)
- c) způsobu výroby (chlorace)
- d) charakteristického zápachu (latinsky Chlorum = zapáchající)

(3) V laboratorní digestoři jste připravili neznámý plyn. Vyberte možnosti, které musí tento plyn splňovat, abychom si mohli být jistí, že se jedná o chlor. (jedna nebo více správných)

- a) bezbarvý
- b) slabě zbarvený
- c) charakteristický zápach
- d) bez zápachu
- e) tvořen jednotlivými atomy
- f) tvořen dvouatomovými molekulami
- g) velmi reaktivní
- h) inertní
- i) lehčí než vzduch
- j) těžší než vzduch

(4) Halit je nejrozšířenějším minerálem chloru. Které informace o halitu jsou pravdivé? (jedna nebo více správných)

- a) chemický název je chlorid sodný
- b) krystalizuje v šesterečné krystalové soustavě
- c) chemický vzorec je KCl
- d) vyskytuje se např. v rakouském Salzburgu
- e) jiný název je sůl kamenná
- f) dá se získat odpařováním mořské vody
- g) může mít i jiné barvy než bezbarvou a bílou

(5) Chlor se snaží dosáhnout elektronové konfigurace argonu tak, že: (jedna správná)

- a) odevzdá elektron a vytvoří Cl^-
- b) přijme elektron a vytvoří Cl^+
- c) odevzdá elektron a vytvoří Cl^+
- d) přijme elektron a vytvoří Cl^-

(6) Ve světových konfliktech byly k vojenským účelům zneužity některé jedovaté plynné sloučeniny chloru jako bojové látky. Která z následujících látek to nebyla? (jedna správná)

- a) fosgen
- b) chlor
- c) chlornan
- d) yperit

(7) Chlor při reakci s hydroxidem vytváří dva typy solí, chloridy, kde má oxidační číslo -1 a chlornany, kde má oxidační číslo +1. Jak se tato schopnost chloru nazývá? (jedna správná)

- a) disociace
- b) distorze
- c) disproportionace
- d) disharmonie

(8) Ve kterých dvou městech u nás se chlor vyrábí? (jedna správná)

- a) Ústí nad Labem a Děčín
- b) Děčín a Neratovice
- c) Děčín a Plzeň
- d) Neratovice a Ústí nad Labem

(9) Které tvrzení o průmyslové výrobě chloru je pravdivé? (jedna správná)

- a) amalgamový způsob je ekologicky nejpříjemnější

- b) při všech způsobech vzniká jako vedlejší produkt NaOH
- c) na anodě se vylučuje sodík
- d) na katodě se vylučuje chlor

(10) Které tvrzení o přípravě chloru je pravdivé? (jedna správná)

- a) Připravuje se reakcí HCl s oxidačními činidly.
- b) Připravuje se reakcí HCl s redukčními činidly.
- c) Vznikající chlor se dokazuje univerzálním indikátorovým papírkem.
- d) HCl při reakci působí jako oxidační činidlo.

(11) Který z následujících chloridů je nerozpustný ve vodě? (jedna správná)

- a) NaCl
- b) CaCl₂
- c) FeCl₃
- d) AgCl

(12) Které(á) z následujících tvrzení o cisplatině jsou pravdivá? (jedna nebo více správných)

- a) Je to léčivo.
- b) Je to koordinační sloučenina.
- c) Její vzorec je [PtCl₂(NH₃)₂].
- d) Váže se na DNA.

(13) Jaké vlastnosti nemají chlornany? (jedna správná)

- a) oxidační
- b) dezinfekční
- c) bělicí
- d) výbušné

(14) Ve kterých průmyslových oblastech se významně uplatňují sloučeniny chloru (jedna nebo více správných)?

- a) výroba plastů
- b) výroba železa
- c) výroba pyrotechniky
- d) výroba bělicích prostředků
- e) výroba piva
- f) výroba sirek

(15) Pod zkratkami DDT, PCB, PCDD a PCDF se skrývají sloučeniny, jejichž společnou vlastností je, že: (jedna správná)

- a) slouží k ochraně životního prostředí
- b) jsou velmi prospěšné v lékařství
- c) patří mezi pesticidy
- d) patří mezi v přírodě se pomalu rozkládající látky

(16) Která tvrzení o PVC jsou správná (jedna nebo více správných)?

- a) Je to plast.
- b) Používá se k výrobě nepřilnavých povrchů kuchyňského nádobí.
- c) Vyrábí se polymerací.
- d) Výchozí látkou pro jeho výrobu je C_2H_3Cl .
- e) Celý název je polovinylchlor.

(17) Máte několik kontejnerů s vnitřním povrchem z různých materiálů a musíte rozhodnout, který z těchto materiálů je nejvhodnější pro uchovávání chloru? (jedna správná)

- a) polypropylen
- b) hliník
- c) polytetrafluorethylen (teflon)
- d) zinek

(18) Přiřaďte následující symboly nebezpečí k příslušným sloučeninám chloru.

a) HCl

b) Cl_2

c) NaClO

d) ClO_2



(19) Kterým z následujících způsobů se nedá připravit HCl? (jedna správná)

- a) $H_2 + Cl_2$
- b) $NaCl + H_2O$
- c) $Cl_2 + H_2O$
- d) $NaCl + NaHSO_4$

(20) C. W. Scheele byl významný švédský chemik. Kromě chloru objevil mnoho dalších prvků a sloučenin, co ale neobjevil? (jedna správná)

- a) Barium
- b) Astat
- c) Dusík
- d) Kyslík

Příloha VIII – Dotazník 3 (učitelský) – hodnotící hypermediální výukový program „Chemie chloru“ z pohledu učitelů

Učitelský dotazník 3

Identifikační údaje

muž žena ročník narození:.....

Legenda:

- Vybranou odpověď **zvýrazněte**. V případě potřeby program srovnávejte s učebnicí chemie nebo jiným Vámi používaným materiálem.
- Hodnocení čísly 1, 2, 3, 4, 5 podobně jako ve škole:
- **1** = nejlepší, nejvíce, nejsložitější, velmi důležitý, velmi obtížný, dobře srozumitelný
- **5** = nejhorší, nejméně, nejjednodušší, nedůležitý, málo obtížný, špatně srozumitelný

Hodnocení programu						
1	Ohodnoťte program Chemie halogenů jako celek.	1	2	3	4	5
2	Jaká je podle Vás praktická využitelnost programu (je použitelný pro vzdělávací účely)?	1	2	3	4	5
3	Jaká je podle Vás praktická využitelnost programu pro vzdělávání nadaných žáků (žáků se zájmem o chemii)?	1	2	3	4	5
4	Ohodnoťte ovládání programu.	1	2	3	4	5
5	Jak byste ohodnotili atraktivitu programu?	1	2	3	4	5
6	Jakou cenu (v českých korunách) byste byli teoreticky ochotni zaplatit za tento program?					
Hodnocení grafické části						
7	Ohodnoťte celkově grafickou stránku programu.	1	2	3	4	5
8	Zhodnoťte videa , která jsou součástí programu.	1	2	3	4	5
9	Jak byste ohodnotili přínos videí pro program?	1	2	3	4	5
10	Jak byste ohodnotili přínos obrázků a fotografií pro program?	1	2	3	4	5
11	Zhodnoťte animace (brom→využití→halogenová žárovka), které jsou součástí programu.	1	2	3	4	5

12	Jak byste ohodnotili přínos animací pro program?	1	2	3	4	5
Hodnocení textové části						
13	Ohodnoťte celkově textovou stránku programu.	1	2	3	4	5
14	Jaká je podle Vás obtížnost textu?	1	2	3	4	5
15	Jaká je podle Vás srozumitelnost textu?	1	2	3	4	5
16	Jak byste ohodnotili přínos celé textové části programu pro Vás?	1	2	3	4	5
Návrhy na zlepšení (se zřetelem k výuce nadaných žáků)						
17	Množství informací v programu bych: a) zvýšil b) snížil c) ponechal stejné					
18	Množství obrázků a fotografií v programu bych: a) zvýšil b) snížil c) ponechal stejné					
19	Množství videí v programu bych: a) zvýšil b) snížil c) ponechal stejné					
20	Jako studijní materiál k chemii nejčastěji využívám: a) tištěnou učebnici (název?)..... b) vlastní poznámky c) internetové zdroje (Wikipedia apod.) d) jiné (jaké?).....					
21	Zde je prostor pro Vaše připomínky, reakce, dojmy a nápady, které se nevešly jinam (co Vám v programu chybělo nebo naopak přebývalo). Vaše zpětná vazba je pro využitelnost programu v praxi velmi důležitá:					

Příloha IX – Didaktický test A - zjišťující výchozí znalosti o chemii chloru (před hodnocením programu)

Didaktický test A

Označení (označí vyučující - Z, O)	Jméno a příjmení (čitelně)

(1) Určete postavení chloru ve slepé PSP a doplňte jeho chemickou značku do vámi zvoleného prázdného políčka, víte-li že chlor má 17 protonů. (jedna správná)

A blank periodic table with 7 rows and 18 columns. The rows are numbered 1 to 7 on the left. Below the main table are two rows for Lanthanoids and Actinoids, each with 14 columns.

(2) Podle čeho dostal chlor svůj název? (jedna správná)

- a) své barvy (světle zelený – řecky „χλωρός“)
- b) místa prvního nálezu (poblíž francouzského Chloroix)
- c) způsobu výroby (chlorace)
- d) charakteristického zápachu (latinsky Chlorum = zapáchající)

(3) V laboratorní digestoři jste připravili neznámý plyn. Vyberte možnosti, které musí tento plyn splňovat, abychom si mohli být jistí, že se jedná o chlor. (jedna nebo více správných)

- a) bezbarvý
- b) slabě zbarvený
- c) charakteristický zápach
- d) bez zápachu
- e) tvořen jednotlivými atomy
- f) tvořen dvouatomovými molekulami
- g) velmi reaktivní
- h) inertní
- i) lehčí než vzduch
- j) těžší než vzduch

(4) Halit je nejrozšířenějším minerálem chloru. Které informace o halitu jsou pravdivé? (jedna nebo více správných)

- a) chemický název je chlorid sodný
- b) krystalizuje v šesterečné krystalové soustavě
- c) chemický vzorec je KCl
- d) vyskytuje se např. v rakouském Salzburgu
- e) jiný název je sůl kamenná
- f) dá se získat odpařováním mořské vody
- g) může mít i jiné barvy než bezbarvou a bílou

(5) Chlor se snaží dosáhnout elektronové konfigurace argonu tak, že: (jedna správná)

- a) odevzdá elektron a vytvoří Cl^-
- b) přijme elektron a vytvoří Cl^+
- c) odevzdá elektron a vytvoří Cl^+
- d) přijme elektron a vytvoří Cl^-

(6) Ve světových konfliktech byly k vojenským účelům zneužity některé jedovaté plynné sloučeniny chloru jako bojové látky. Která z následujících látek to **nebyla**? (jedna správná)

- a) fosgen
- b) chlor
- c) chlornan
- d) yperit

(7) Chlor při reakci s hydroxidem vytváří dva typy solí, chloridy, kde má oxidační číslo -1 a chlornany, kde má oxidační číslo +1. Jak se tato schopnost chloru nazývá? (jedna správná)

- a) disociace
- b) distorze
- c) disproportionace
- d) disharmonie

(8) Ve kterých dvou městech u nás se chlor vyrábí? (jedna správná)

- a) Ústí nad Labem a Děčín
- b) Děčín a Neratovice
- c) Děčín a Plzeň
- d) Neratovice a Ústí nad Labem

(9) Které tvrzení o průmyslové výrobě chloru je pravdivé? (jedna správná)

- a) amalgamový způsob je ekologicky nejpříjemnější
- b) při všech způsobech vzniká jako vedlejší produkt NaOH

- c) na anodě se vylučuje sodík
- d) na katodě se vylučuje chlor

(10) Které tvrzení o přípravě chloru je pravdivé? (jedna správná)

- a) Připravuje se reakcí HCl s oxidačními činidly.
- b) Připravuje se reakcí HCl s redukčními činidly.
- c) Vznikající chlor se dokazuje univerzálním indikátorovým papírkem.
- d) HCl při reakci působí jako oxidační činidlo.

(11) Který z následujících chloridů je **nerozpustný** ve vodě? (jedna správná)

- a) NaCl
- b) CaCl₂
- c) FeCl₃
- d) AgCl

(12) Které(á) z následujících tvrzení o cisplatině jsou pravdivá? (jedna nebo více správných)

- a) Je to léčivo.
- b) Je to koordinační sloučenina.
- c) Její vzorec je [PtCl₂(NH₃)₂].
- d) Váže se na DNA.

(13) Jaké vlastnosti **nemají** chlornany? (jedna správná)

- a) oxidační
- b) dezinfekční
- c) bělicí
- d) výbušné

(14) Ve kterých průmyslových oblastech se významně uplatňují sloučeniny chloru (jedna nebo více správných)?

- a) výroba plastů
- b) výroba železa
- c) výroba pyrotechniky
- d) výroba bělicích prostředků
- e) výroba piva
- f) výroba sirek

(15) Pod zkratkami DDT, PCB, PCDD a PCDF se skrývají sloučeniny, jejichž společnou vlastností je, že: (jedna správná)

- a) slouží k ochraně životního prostředí
- b) jsou velmi prospěšné v lékařství

- c) patří mezi pesticidy
- d) patří mezi v přírodě se pomalu rozkládající látky

(16) Která tvrzení o PVC jsou správná (jedna nebo více správných)?

- a) Je to plast.
- b) Používá se k výrobě nepřilnavých povrchů kuchyňského nádobí.
- c) Vyrábí se polymerací.
- d) Výchozí látkou pro jeho výrobu je C_2H_3Cl .
- e) Celý název je polovinylchlor.

(17) Máte několik kontejnerů s vnitřním povrchem z různých materiálů a musíte rozhodnout, který z těchto materiálů je nejvhodnější pro uchovávání chloru? (jedna správná)

- a) polypropylen
- b) hliník
- c) polytetrafluorethylen (teflon)
- d) zinek

(18) Přiřaď následující symboly nebezpečí k příslušným sloučeninám chloru (jeden symbol použij 2x).

a) HCl

b) Cl_2

c) NaClO

d) ClO_2



(19) Kterým z následujících způsobů se **nedá** připravit HCl? (jedna správná)

- a) $H_2 + Cl_2$
- b) $NaCl + H_2O$
- c) $Cl_2 + H_2O$
- d) $NaCl + NaHSO_4$

(20) C. W. Scheele byl významným švédským chemikem. Kromě chloru objevil mnoho dalších prvků a sloučenin, co ale **neobjevil**? (jedna správná)

- a) Barium
- b) Astat
- c) Dusík
- d) Kyslík

Příloha X – Didaktický test B - zjišťující koncové znalosti o chemii chloru (po hodnocení programu)

Didaktický test B

Označení (označí vyučující - Z, O)	Jméno a příjmení (čitelně)

(1) Kterým z následujících způsobů se nedá připravit HCl? (jedna správná)

- a) $H_2 + Cl_2$
- b) $NaCl + H_2O$
- c) $Cl_2 + H_2O$
- d) $NaCl + NaHSO_4$

(2) Chlor se snaží dosáhnout elektronové konfigurace argonu tak, že: (jedna správná)

- a) odevzdá elektron a vytvoří Cl^-
- b) přijme elektron a vytvoří Cl^+
- c) odevzdá elektron a vytvoří Cl^+
- d) přijme elektron a vytvoří Cl^-

(3) Pod zkratkami DDT, PCB, PCDD a PCDF se skrývají sloučeniny, jejichž společnou vlastností je, že: (jedna správná)

- a) slouží k ochraně životního prostředí
- b) jsou velmi prospěšné v lékařství
- c) patří mezi pesticidy
- d) patří mezi v přírodě se pomalu rozkládající látky

(4) Které(á) z následujících tvrzení o cisplatině jsou pravdivá? (jedna nebo více správných)

- a) Je to léčivo.
- b) Je to koordinační sloučenina.
- c) Její vzorec je $[PtCl_2(NH_3)_2]$.
- d) Váže se na DNA.

(5) Podle čeho dostal chlor svůj název? (jedna správná)

- a) své barvy (světle zelený – řecky „χλωρός“)
- b) místa prvního nálezu (poblíž francouzského Chloroix)
- c) způsobu výroby (chlorace)
- d) charakteristického zápachu (latinsky Chlorum = zapáchající)

(6) Které tvrzení o průmyslové výrobě chloru je pravdivé? (jedna správná)

- a) amalgamový způsob je ekologicky nejpříjemnější

(10) Halit je nejrozšířenějším minerálem chloru. Které informace o halitu jsou pravdivé? (jedna nebo více správných)

- a) chemický název je chlorid sodný
- b) krystalizuje v šesterečné krystalové soustavě
- c) chemický vzorec je KCl
- d) vyskytuje se např. v rakouském Salzburgu
- e) jiný název je sůl kamenná
- f) dá se získat odpařováním mořské vody
- g) může mít i jiné barvy než bezbarvou a bílou

(11) Ve světových konfliktech byly k vojenským účelům zneužity některé jedovaté plynné sloučeniny chloru jako bojové látky. Která z následujících látek to **nebyla**? (jedna správná)

- a) fosgen
- b) chlor
- c) chlornan
- d) yperit

(12) Chlor při reakci s hydroxidem vytváří dva typy solí, chloridy, kde má oxidační číslo -1 a chlornany, kde má oxidační číslo +1. Jak se tato schopnost chloru nazývá? (jedna správná)

- a) disociace
- b) distorze
- c) disproportionace
- d) disharmonie

(13) Máte několik kontejnerů s vnitřním povrchem z různých materiálů a musíte rozhodnout, který z těchto materiálů je nejvhodnější pro uchovávání chloru? (jedna správná)

- a) polypropylen
- b) hliník
- c) polytetrafluorethylen (teflon)
- d) zinek

(14) Jaké vlastnosti **nemají** chlornany? (jedna správná)

- a) oxidační
- b) dezinfekční
- c) bělicí
- d) výbušné

(15) Které tvrzení o přípravě chloru je pravdivé? (jedna správná)

- a) Přípravuje se reakcí HCl s oxidačními činidly.
- b) Přípravuje se reakcí HCl s redukčními činidly.
- c) Vznikající chlor se dokazuje univerzálním indikátorovým papírkem.

d) HCl při reakci působí jako oxidační činidlo.

(16) C. W. Scheele byl významným švédským chemikem. Kromě chloru objevil mnoho dalších prvků a sloučenin, co ale **neobjevil**? (jedna správná)

- a) Barium
- b) Astat
- c) Dusík
- d) Kyslík

(17) Který z následujících chloridů je **nerozpustný** ve vodě? (jedna správná)

- a) NaCl
- b) CaCl₂
- c) FeCl₃
- d) AgCl

(18) Ve kterých průmyslových oblastech se významně uplatňují sloučeniny chloru (jedna nebo více správných)?

- a) výroba plastů
- b) výroba železa
- c) výroba pyrotechniky
- d) výroba bělicích prostředků
- e) výroba piva
- f) výroba sirek

(19) Která tvrzení o PVC jsou správná (jedna nebo více správných)?

- a) Je to plast.
- b) Používá se k výrobě nepřilnavých povrchů kuchyňského nádobí.
- c) Vyrábí se polymerací.
- d) Výchozí látkou pro jeho výrobu je C₂H₃Cl.
- e) Celý název je polovinylchlor.

(20) Přiřaď následující symboly nebezpečí k příslušným sloučeninám chloru (jeden symbol použij 2x).

- a) HCl
- b) Cl₂
- c) NaClO
- d) ClO₂



Seznam použité literatury a internetových odkazů:

- ATKINS, P. ET AL. *Shriver&Atkins Inorganic chemistry*. 4th edition, 822 s., Oxford: Oxford University Press, 2006, ISBN 978-0-19-926463-6
- BANÝR, J. *Základy anorganické chemie I*. Praha: Karolinum, 1999, ISBN 80-7184-937-5
- BÁRTA, M. *Jak (ne)vyhodit školu do povětrí*. Brno: Didaktis, 2004, ISBN 8086285-99-5
- BELAUŠOV, B.P. Sb. Ref. Radial. Med., *Collections of Abstracts on Radiation Medicine*, Moskva: Medgiz, 1958, s. 145
- BENEŠ, P. *Experimenty ve vědě a při výuce chemie*. Rešeršní práce, 48 s., Praha: PřF UK, 1979
- BENEŠ, P., HOLADA, K. *Projekce experimentů ve výuce chemie II*. Praha: SPN, 1984
- BENEŠ, P.; MACHÁČKOVÁ, J. *200 chemických pokusů*. Praha: Mladá fronta, 1977, 215 s.
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J. *Základy chemie 1*. Praha: Fortuna, 47 s., 2004, ISBN 80-7168-906-8
- BENEŠ, P., PUMPR, V., BANÝR, J. *Základy chemie 2*. Praha: Fortuna, 96 s., 2001, ISBN 80-7168-748-0
- BERTRAND, Y. *Soudobé teorie vzdělávání*. Praha: Portál, 1998, 247 s., ISBN: 80-7178-216-5
- BÍLEK, M. *ICT ve výuce chemie*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2005, ISBN 80-7041-631-9
- BÍLEK, M. ET AL. *Vybrané aspekty vizualizace učiva přírodovědných předmětů. Obrazový materiál – možnosti a meze jeho využití ve výuce (chemie)*. Hradec Králové: Miloš Vognar - M&V Hradec Králové 2007, 180 s., ISBN 80-86771-21-0
- BÍLEK, M., RYCHTERA, J. *Chemie krok za krokem*. Moby Dick, Praha: 1999, 200 s., ISBN 80-86237-03-6
- BÍLEK, M., RYCHTERA, J. *Chemie na každém kroku*. Praha: Moby Dick, 2000, 192 s., ISBN 80-86237-05-2
- BÍLEK, M., TURČÁNI, M. *Vzdálené a virtuální laboratoře ve výuce a v přípravě učitelů přírodovědných předmětů*. Pedagogika, roč. LVI, 4/2006, s. 361 – 372, ISSN 0031-3815
- BÍNA, J. ET AL. *Malá encyklopedie chemie*. Praha: SNTL, 1976
- BLECHOVÁ, A. *Halogeny*. Diplomová práce, 67 s., Praha: PřF UK, 1988
- BRAUER, G. ET AL. *Handbook of preparative inorganic chemistry*. New York: Academic Press, 1963, 859 s.
- BRIGGS, T. S., RAUSCHER, W. C. *J. Chem. Educ.* 50: 496, 1973
- BURJAN, V. *Mathematical giftedness – some question to be answered*. In Mönks, F. J., Katzko, M.V., Boxtel, H. W. (Eds.): *Education of the Gifted in Europe: Theoretical and Research Issues*, Amsterdam: Swets & Zeitlinger 1991, s. 165-170
- COTTON, F. A.; WILKINSON, G. *Anorganická chemie*. Praha: Academia, 1973
- CZESCHLIK, T., ROST, D. H. *Hochbegabte und ihre Peers*. Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, 1988, 2, Heft 1
- ČIPERA, J. *Chemie I*. Praha: SPN, 1979, 302 s.
- ČIPERA, J. *Rozprawy o didaktice chemie I*. Praha: Karolinum, 2000, 149 s., ISBN 80-246-0134-6
- ČIPERA, J. ET AL. *Chemistry education – Computers – ICT*. In *2nd European Variety in Chemistry Education*, Prague: Charles University Faculty of Science, 2007a, ISBN 978-80-86561-85-1

- ČIPERA, J. ET AL. Použití flexibilních programů v procesu osvojování chemického učiva. In *Aktuálne trendy vo vyučovaní prírodovedných predmetov*, Bratislava: Univerzita Komenského, 2007b, s. 389-392, ISBN 978-80-88707-90-5
- ČTRNÁCTOVÁ, H. ET AL. *Chemické pokusy pro školu a zájmovou činnost*. Praha: Prospektrum, 2000, ISBN 80-7175-071-9
- ČTRNÁCTOVÁ, H. ET AL. *Chemie pro 8. ročník základní školy*. Praha: SPN, 2004, 144 s., ISBN 80-7235-268-7
- ČTRNÁCTOVÁ, H. ET AL. *Přehled chemie pro základní školy*. Praha: SPN, 2006, 144 s., ISBN 80-7235-260-1
- DACEY, J. S., LENNON, K. H. *Kreativita*. Praha: Grada Publishing, 2000, ISBN 80-7169-903-9
- DANĚK, F. *Tvorba výukových videí laikem*. Brno: 2009, 45 s., Bakalářská práce, Masarykova univerzita Fakulta informatiky
- DOPITA, M. Zájem žáků středních škol o fyziku, chemii a matematiku. In KVÍTEK, L., et al. *Možnosti motivace mládeže ke studiu přírodních věd : sborník recenzovaných příspěvků*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008, s. 20-29. Dostupné z WWW: <http://chemikalie.upol.cz/ost/rsbornik_08.pdf>. ISBN 978-80-244-2206-0
- DOSTÁL, J. *Multimedia, hypertext and hypermedia teaching aids – current trend in education*. Journal of Technology and Information Education, 2009, Volume 1, Issue 2, pp. 18-23, ISSN 1803-537X
- DVOŘÁK, M. *Interaktivní flexibilní program - Chemie síry a jeho vliv na efektivitu osvojování učiva*. Praha: 2009, 156 s., Disertační práce, Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta
- EISNER, P. ET AL. *Chemie pro střední školy 1a*. KRATOCHVÍL, B. et al., Praha: Scientia, 1996, 111 s., ISBN 80-7183-043-7
- FELDHUSEN, J.F. A conception of giftedness. In Sternberg, R.J., Davidson, J.E. (Eds.) *Conceptions of giftedness*, Cambridge: University Press, s. 112-125, 1986
- FIELD, R.J., BURGER, M. (eds) *Oscilating and Traveling Waves in Chemical Systems*. New York: Wiley-Interscience, 1985
- FLEMR, V., DUŠEK, B. *Chemie obecná a anorganická pro gymnázia*. Praha: SPN, 2001, ISBN 80-7235-147-8
- GAGNÉ, F. *A proposal for subcategories within gifted or talented populations*. Gifted Child Quarterly, 1998, 42, pp 87-95
- GAGNÉ, F. Toward a Differentiated Model of Giftedness and Talent. In Colangelo, N., Davis, G.A. (Eds.) *Handbook of Gifted Education*, Needham Hights, Allyn and Bacon, 1991, s. 65-80
- GARDNER, H. *Dimenze myšlení*. Praha: Portál, 400 s., 1999
- GAŽO, J. ET AL. *Anorganická chémie – laboratorné cvičenia a výpočty*. Bratislava: ALFA, 1977
- GAŽO, J. ET AL. *Všeobecná a anorganická chémie*. Bratislava: ALFA/SNTL, 1981
- GÖRNER, T. *Interaktivní flexibilní program - Prvky 2. skupiny*. Diplomová práce, Praha: PšF UK, 2008, 60 str.
- GREENWOOD, N. N., EARNSHAW, A. *Chemie prvků I, II*. Praha: Informatorium, 1993, ISBN 80-85427-38-9
- GROSSE, E., WEISSMANTEL, C. *Chemie z vlastních pozorování*. Praha: SPN, 1977
- HAMILTON, J. G., DURBIN, P.W., PARROTT, M. *The Accumulation and Destructive Action of Astatine²¹¹ (Eka-Iodine) in the Thyroid Gland of Rats and Monkeys*. Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, vol. 14, is. 10, s. 1161-1178, 1954

- HAMPEL, C. A. *The encyclopedia of the chemical elements*. New York: Reinhold book corporation, 1968
- HASEBROOK, J. P. *Evaluation of two studies about information and communication technologies in education and training*. Expert opinion in charge of the Scientific and Technical Options Assessment (STOA) of the European Parliament, Luxembourg, 1996
- HÄUSLER, K. *Natur und technik Chemie 1+2*. München: R. Oldenbourg Verlag, 1970
- HÄUSLER, K., RAMPF, H., REICHEL, R. *Experimente für den Chemieunterricht*. München: R. Oldenbourg Verlag, 1991
- HELLER, K. A. ET AL. *International Handbook of Giftedness and Talent, 2nd Edition*. 950 p., Amsterdam-NewYork: Elsevier, 2000, ISBN: 978-0-08-04
- HESLOP, R. B., JONES, K. *Anorganická chemie*. Praha: SNTL, 1982
- HOLLEMAN, A. F., WIBERG, E. *Inorganic Chemistry*. San Diego: Academic Press, 2001, ISBN 0-12-352651-5
- HOLLINGWORTH, L. S. *Children above 180 IQ: Stanford-Binet origin and development*. New York: World Book (Yonkers-on-Hudson), 1942
- HOLZBECHER, Z. ET AL. *Analytická chemie*. Praha: SNTL/ALFA, 1987, 663 s.
- HONZA, J, MAREČEK, A. *Chemie pro čtyřletá gymnázia - 1. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998, ISBN 80-7182-055-5
- HORÁK, J., LINHART, I., KLUSOŇ, P. *Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky*. 1. vyd., Praha: VŠCHT, 2004, ISBN 80-7080-548-X
- HŘÍBKOVÁ, L. *Československé pobočky mezinárodních organizací zaměřených na podporu nadané a talentované populace*. Alfa Revue, 1992, r. II, č. 2
- HŘÍBKOVÁ, L. *Nadání a nadaní*. Praha: Grada, 2009, 256 s., ISBN 978-80-247-1998-6
- HŘÍBKOVÁ, L. *Výchova a vzdělávání nadaných – okrajový problém?* Pedagogika, 44, č. 3, 1994
- HŘÍBKOVÁ, L., CHARVÁTOVÁ, M. *Péče o talentovanou populaci v období docházky do mateřské a základní školy*. (Výzkumná zpráva) Praha: MŠMT ČR – ÚPPV, 1991
- CHRÁSKA, M. *Didaktické testy ve školní praxi*. Brno: Paido, 2002
- JOLLIFF, T. *Chemistry for the Gifted and Talented*. London: Royal Society Of Chemistry, 2007, 74 s., ISBN 978-0-85404-288-3
- JUNG, C. G. *Nadaný*. In Jung, C. G. *Duše moderního člověka*. Brno: Atlantis, 1994
- JURÁŠKOVÁ, J. *Základy pedagogiky nadaných*. Praha: IPPP ČR, 2006, ISBN 80-86856-19-4
- JURSÍK, F. *Anorganická chemie nekovů*. Praha: VŠCHT, 2001, ISBN 80-7080417-3
- KALHOUS, Z., OBST, O. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002, ISBN 80-7178-235-X
- KARNES, M.B., SHWEDEL, A.M. *Assessment of Preschool Giftedness*. In Paget, K., Bracken, B. (Eds.) *The Psychoeducational Assessment of Preschool Children*, New York: Grune and Stratton 1982, s. 473-507
- KLEČKA, M. *Nejpoužívanější učebnice chemie pro gymnázia a jejich hodnocení učiteli chemie*. In: *Současné problémy v chemickém vzdělávání*. Ostrava: Přírodovědecká fakulta, 2008
- KLIKORKA, J. ET AL. *Úvod do preparativní anorganické chemie*. Praha: SNTL/ALFA, 1972
- KLIKORKA, J., HÁJEK, B., VOTINSKÝ, J. *Obecná a anorganická chemie*. Praha: SNTL/ALFA, 1985

- KNEEN, W. R., ROGERS, M. J. W., SIMPSON, P. *Chemistry (facts, patterns and principles)*. London: Addison-Wesley Publishers Limited, 1972
- KOL. AUT. *Základní praktika z analytické chemie*. Praha: PŘF UK, 2004, 50 s. Dostupné z WWW: <<http://web.natur.cuni.cz/analchem/zprakt/navody.pdf>>
- KOLOROS, P. *Technika a didaktika školních pokusů I*. České Budějovice: VŠ skriptum JU ZF, 1999
- KRELOVÁ, K. IKT a vzdělávání. In Sborník příspěvků z mezinárodní konference: *Modernizace vysokoškolské výuky technických předmětů*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2004, ISBN 80-7041-318-2
- KUGLER, P.; PACÁK, J. *Bělousovova oscilační reakce*. Přírodní vědy ve škole : Časopis pro teorii a praxi vyučování přírodním vědám a zeměpisu. 1974-1975, XXV, 10, s. 378-380
- LAGOWSKI, J. J. *Modern inorganic chemistry*. New York: Marcel Dekker, 1977
- LAMBRECHT, R. M. ET AL. *Astatine-211 - Production and Radiochemistry for the Development of Therapeutic Radiopharmaceuticals*. Abstracts of Papers of the American Chemical Society, vol. 189, is. APR-, s. 109-NUCL, 1985
- LAZNIBATOVÁ, J. *Nadané dieťa: jeho vývin, vzdelávanie a podporovanie*. Bratislava: Iris, 2001, 394 s., ISBN 8088778238
- LEDVINA, M., STOKLASOVÁ, A. *Kompendium středoškolské chemie*. Olomouc: Votobia, 1997, ISBN 80-7198-191-5
- LIDE, D. R. ET AL. *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. New York: CRC Press LLC, 2005, 2661 s., ISBN 0-8493-0485-7
- LOS, P. ET AL. *Nebojte se chemie, 1. díl chemie pro základní a občanskou školu*. Praha: Scientia, 1997, ISBN 80-7183-027-5
- LUKEŠ, I., MIČKA, Z. *Anorganická chemie II*. Praha: Karolinum, 1998, ISBN 80-7184-663-5
- MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia. 2. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 1998, 231 s., ISBN 80-7182-141-1
- MAREČEK, A., HONZA, J. *Chemie pro čtyřletá gymnázia. 3. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2000, 250 s., ISBN 80-7182-057-1
- MELOUN, M.; MILITKÝ, J. *Kompendium statistického zpracování dat. 2. vydání*. Praha: Academia, 2006, 982 s., ISBN 80-200-1396-2
- MIČKA, Š. *Digitalizace chemického experimentu a jeho didaktické využití*. Praha: 2004, 43 s. Diplomová práce, PŘF UK
- MOKREJŠOVÁ, O. *Moderní výuka chemie*. Praha: Triton, 2009, ISBN 978-807387-234-2
- MÖNKS, F.J. *Beratung und Förderung besonders begabter Schüler*. Psychol. Erz. Unterr., 1987, 34, s. 214-222
- NESMĚRÁK, K. *Praktikum z klasických metod analýzy*. Praha: PŘF UK, 2008, 24 s., Dostupné z WWW: <http://web.natur.cuni.cz/analchem/nesmerak/0708_pka_scriptum_04.pdf>
- NIKL, J. *Výpočetní technika ve vzdělávacím procesu*. On CD ROM *Vysokoškolská pedagogika pro učitele – inženýry*. 1.vyd. Praha: CSVŠ, 2001
- NOVOTNÁ, L. *Specifika třídních vztahů nadprůměrně nadaných studentů osmiletého gymnázia*. Praha: nepublikovaný rukopis, 2004
- NOVOTNÝ, P. ET AL. *Chemie pro 9. ročník základní školy*. Praha: SPN, 2000, ISBN 80-7235-031-5
- PACÁK, J. *Úvod do studia organické chemie*. Praha: SNTL, 1982, 270 s.
- PARKER, W.D., ADKINS, K.K. Perfectionism and gifted. In: *Roeper Review*, 1995, 17, 3, 173 - 175

- PATNAIK, P. *Handbook of Inorganic Chemicals*. New York: McGraw-Hill, 2003, 1086 s. ISBN 0-07-049439-8
- PELIKÁN, J. *Programovaná výuka v kombinaci s hypertextem*. Zpravodaj ÚVT MU, roč. IX, č. 2, s. 9-13, 1998, ISSN 1212-0901
- PERSSON, R. S. *Paragons of virtue: teacher's conceptual understanding of high ability in an egalitarian school system*. *High Ability Studies*, 9, 1998
- RAYNER-CANHAM, G., OVERTON, T. *Descriptive inorganic chemistry*. 4th edition. 616 s. New York: W.H. Freeman and Company, 2006, ISBN 978-0-71-677695-6.
- RENZULLI, J.S. The Three-Ring Conception of Giftedness: A developmental Model for Creative Productivity. In Sternberg, R.J., Davidson, J.E. (Eds.) *Conceptions of Giftedness*, Cambridge University Press, 1986, s. 53-92
- RENZULLI, J.S. The Three-Ring Conception of Giftedness: A developmental Model for Promoting Creative Productivity. In Sternberg, R.J., Davidson, J.E. (Eds.) *Conceptions of Giftedness*. 2nd edition, New York: Cambridge University Press, 2005, s. 246-279
- RENZULLI, J.S. *What makes giftedness? Re-examination a definition*. *Phi Delta Kappan*, 1978, 60, s. 180-184
- RETTNER, O. J. Learning from a hypertext: The effect of Reading interactive text containing non-sequential, associative linkages on comprehension. UMI 9200771, Dissertation: University of Toledo, 1991
- ROHOVEC, J. *(L)učebnice anorganické chemie*. Praha: Karolinum, 2003, ISBN 80-246-0562-7
- RVP G : Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: VÚP, 2007, 100 s. Dostupné z WWW: <http://old.vuppraha.cz/soubory/RVPG-2007-07_final.pdf>. ISBN 978-80-87000-11-3.
- SHAKHASHIRI, B.Z., *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry, Volume 4*, Wisconsin, USA: The University of Wisconsin Press, 1992
- SCHINDLER, R. ET AL. *Rukověť autora testových úloh*. Praha: CERMAT, 2006, ISBN 80-239-7111-5
- SILVERMAN, L. K. Counseling Needs and Programs for the Gifted. In Heller, K. A., Mönks, F. J., Passow, A. H. (Eds.) *International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent*, Oxford: Pergamon Press, 1993
- SIMONTON, D. K. *Greatness. Who Makes History and Why*. New York: The Guilford Press, 1994
- SISK, D. *Creative Teaching of the Gifted*. New York: McGraw-Hill Book Company, 1987
- SJÖGREN, C. E.; KOLBOE, S.; RUOFF, P. *Transitions between two oscillatory states in a closed malonic acid Belousov-Zhabotinsky reaction simultaneously catalyzed by ferrous and cerium ions*. *Chemical Physics Letters*. 1986, 130, 1-2, s. 72-75
- SOLÁROVÁ, M. *Chemické pokusy pro základní a střední školu*. Brno: Paido, 2002, 95 s., ISBN 80-85931-43-5
- STANÍČEK, P. ET AL. *CSS : Hotová řešení*. Brno: Computer Press, 2006, 268 s., ISBN 80-251-1031-1
- STANLEY, J. C., KEATING, D. P., FOX, L. H. *Mathematical talent: Discovery, Description and Development*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1974
- STERNBERG, R.J. *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. New York: Cambridge University Press, 1985
- STRACH, J. Využití počítačů ve výuce. In: Šimoník, O. *Vybrané kapitoly z obecné didaktiky*. Brno: PdF MU, 1996

- STRAKA, M. *Kouzelnické pokusy z chemie*. Žďár nad Sázavou: Informační a metodické centrum, 1997, 34 s.
- SVOBODA, L.; KOTHEROVÁ, L. Internetová video-databáze chemických pokusů : „Efektní pokusy II“. In *Alternativní metody výuky : sborník konference*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2007. s. 63. Dostupné z WWW: <http://everest.natur.cuni.cz/konference/2007/prispevek/svoboda_kotherova.pdf>. ISBN 978-80-7041-129-2
- ŠÝKOROVÁ, I. *Výběr optimálního chemického experimentu k tématu halogeny*. Praha: Diplomová práce, 103 s., PřF UK, 1982
- ŠIMONÍK, O., VÍTKOVÁ, M. (EDS.) *Výchova a nadání 1*. Brno: Pedagogická fakulta MU, 2008. ISBN 978-80-7392-024-1.
- ŠKODA, J., DOULÍK, P. *Chemie 8 - učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2006a, ISBN 80-7238-442-2
- ŠKODA, J., DOULÍK, P. *Interaktivní cvičebnice tvorby a hodnocení didaktických testů* [online]. 2006b [cit. 2009-01-05]. Dostupný z WWW: <<http://cvicebnice.ujep.cz/>>
- ŠKODA, J., DOULÍK, P. Lesk a bída školního chemického experimentu. In BÍLEK, M. (ed.) *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX*. Research, Theory and Practice in Chemistry Didactics XIX, 1. část: Původní výzkumné práce, teoretické a odborné studie, Hradec Králové: Gaudeamus, 2009a, s. 238-245, ISBN 978-80-7041-827-7
- ŠKODA, J., DOULÍK, P. *Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání*. Pedagogická orientace, 2009b, roč. 19, č. 3, s. 24-44. ISSN 1211-4669
- ŠKODA, J., DOULÍK, P. Výzkum současného stavu využívání informačních technologií při výuce chemie. In: *Sociální a kulturní souvislosti výchovy a vzdělávání*. Brno: 2003
- ŠKODA, J., DOULÍK, P. Změny učebních činností-nezbytný předpoklad modernizace výuky chemie. In *Změny ve výuce v souvislosti s proměnami společnosti*. Ustí n. Labem: Univerzita J. E. Purkyně 2001, s. 53 – 59, ISBN 80-7044-380-4
- ŠULCOVÁ, R. Úloha multimedií a chemických experimentů v moderním pojetí chemického vzdělávání a jejich význam pro ČŽV. In: Kohnová, J. (ed.) *Další profesní vzdělávání učitelů na UK v Praze – sborník z konference k celouniverzitnímu projektu*. Praha: UK v Praze, PedF, 2005, ISBN 80-7290-231-8
- TANNENBAUM, A. J. The Social Psychology of Giftedness. In Colangelo, N., Davis, G. A. (Eds.) *Handbook of Gifted Education*. Boston: Allyn and Bacon, 1991
- TAYLOR, D. *Creating Cool Web Sites with HTML, XHTML, and CSS*. Indianapolis, Indiana, USA: Wiley Publishing, 2004, 405 s., ISBN 0-7645-5738-6
- TEPLÝ, P. *Chemie železa a jeho sloučenin : flexibilní program*. Praha: 2006, 73 s., Diplomová práce, Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta
- TEPLÝ, P. ET AL. Rozvoj chemických talentů prostřednictvím e-learningu. In *Alternativní metody výuky : sborník konference*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2009, s. 56, ISBN 978-80-7041-515-3
- TEPLÝ, P.; ČIPERA, J. Využití DiV při práci s talentovanými žáky v chemii. In *Alternativní metody výuky*, Praha: PřF UK, 2007, ISBN 978-80-7041-129-2
- TERMAN, L. M. *Genetic studies of genius: Vol. 1 Mental and physical traits of thousand gifted Children*. Stanford: Stanford University Press, 1925
- TOMÍČEK, O. *Odměrná analýsa*. Praha: Československá chemická společnost pro vědu a průmysl, 1949, 371 s.
- TUTTLE, F.B., BECKER, L.A., SOUSA, J.A. *Characteristics and Identification of Gifted and Talented Students*. Washington: National Education Association, 1988

- URBAN, K. K. Zur Förderung besonders Begabter in der BRD. In Mehlhorn, H. G. Urban, K. K. (Hrsg.) *Hochbegabte Förderung international*. Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1989
- VACÍK, J. ET AL. *Chemie (obecná a anorganická) pro gymnázia*. Praha: SPN, 1995a, ISBN 80-85937-00-X
- VACÍK, J. ET AL. *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1995b, ISBN 80-85937-08-5
- VÁGNEROVÁ, M.; KLÉGROVÁ, J. *Poradenská psychologická diagnostika dětí a dospělých*. Praha: Karolinum, 2008, ISBN 978-80-246-1538-7
- VANĚČEK, D. *Informační a komunikační technologie ve vzdělávání*. Praha: ČVUT, 2008, ISBN 978-807220-301-7
- VAN TASSEL-BASKA, J. L. ET AL. *Curriculum for Gifted and Talented Students*. California, USA: Corwin Press, 2003, 208 s., ISBN 978-0761988748
- VASILESKÁ, M., MARVÁNOVÁ, H. *Rukověť autora testových úloh II. : chemie* Praha: CERMAT, 2006, ISBN 80-239-8335-0
- VOHLÍDAL, J., JULÁK, A., ŠTULÍK, K. *Chemické a analytické tabulky*. Praha: Grada Publishing, 1999, ISBN 80-7169-855-5
- VOLKA, K. ET AL. *Analytická chemie II*. Praha: VŠCHT, 1995. 236 s. ISBN 80-7080-227-8
- VONDRÁKOVÁ, E. Čeští učitelé si s talenty nevědí rady. In *Děti a my*, roč. 38, č.6/2008.
- VOŠICKÁ, J., VOŠICKÝ, B. *Halogeny*. Praha: Diplomová práce, 51 s., PŘF UK, 1993
- WUNDERLICH, G. ET AL. *Two ways to establish potential At-211 radiopharmaceuticals*. Anticancer Research, vol. 17, is. 3B, s. 1809-1813, 1997
- ZHABOTINSKY, A.M. *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, **157**, 1964, s. 392
- ZAIKIN, A.N., ZHABOTINSKY, A.M. *Nature*, **225**, 1970, s. 525
- ZELINKOVÁ, O. *Pedagogická diagnostika a individuální vzdělávací program*. Praha: Portal, 2001, ISBN 80-7178-544-X

Internetové odkazy:

- AMAVET. *AMAVET : Asociace pro mládež, vědu a techniku* [online]. 2003-2009, [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.amavet.cz/>>
- AMD ČR. *AMD ČR : Asociace malých debrujařů České republiky* [online]. 2002-2009, [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.debrujar.cz/2010/>>
- ANY-FLV-PLAYER.COM. *Any FLV Player* [online]. 2006-2008 [cit. 2010-07-26]. Any FLV Player. Dostupné z WWW: <<http://www.any-flv-player.com/index.html>>
- BEYLS, C. *Digitalia.be* [online]. 2007-2008 [cit. 2010-07-26]. Slimbox, the ultimate lightweight Lightbox clone. Dostupné z WWW: <<http://www.digitalia.be/software/slimbox>>
- BIHELOVIC, F., SAVIC, M. *ChemToddler* [online]. 2009 [cit. 2010-06-29]. Dostupné z WWW: <<http://www.chem-toddler.com/>>
- BRYANT, O.; TAGG, M. *WebAppers* [online]. 2006 [cit. 2010-07-26]. BoxOver DHTML/Javascript Lightweight Tooltips. Dostupné z WWW: <<http://boxover.swazz.org>>
- CCEA. *Gifted and talented children in (and out) of the classroom : A report for the Council of Curriculum, Examinations and Assessment (CCEA)*. Council of Curriculum, Examinations and Assessment, 2006 [cit. 2010-05-19]. Dostupné z WWW: <http://www.nicurriculum.org.uk/docs/inclusion_and_sen/gifted/gifted_children_060306.pdf>

- Centrum nadání. *Centrum nadání* [online]. 2010, [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <http://www.centrumnadani.cz/>
- Centrum rozvoje nadaných dětí. *Centrum rozvoje nadaných dětí* [online]. 2001-2010 [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <http://www.nadanedeti.cz/>
- ČTK, Počet českých domácností s počítačem se za pět let zdvojnásobil. *ČTK : Ekonomické zpravodajství* [online]. 20.06.2010, [cit. 2010-06-27]. Dostupný z WWW: http://www.ctk.cz/sluzby/slovni_zpravodajstvi/ekonomicke/index_view.php?id=493568.
- ECHA. *European Council for High Ability* [online]. 2009, [cit. 2010-05-12]. Dostupné z WWW: <http://www.echa.info/>
- ECHA ČR. *Společnost pro talent a nadání* [online]. 2009 [cit. 2010-05-12]. Dostupné z WWW: <http://www.talent-nadani.cz/>
- JAGODZIŃSKI, P., WOLSKI, R. ET AL. *Eksperymenty chemiczne* [online]. 2006-2008 [cit. 2010-02-10]. Dostupný z WWW: <http://www.eksperymentychemiczne.pl/>
- NESPER, R. ET AL. *Experiments on the web* [online]. ETH ZÜRICH, 02-12-2007 [cit. 2008-08-16]. Dostupné z WWW: <http://www.cci.ethz.ch/>
- FREEMAN, J. *Out-of-school educational provision for the gifted and talented around the world. A report for the DfES*. [cit. 2010-05-19]. 2001, Dostupné z WWW: <http://www.joanfreeman.com/mainpages/freepapers.htm>
- Google : *videos* [online]. 2008 [cit. 2010-07-26]. Fluorine Reactions. Dostupné z WWW: <http://video.google.com/videoplay?docid=-6688597173987734856&ei=chX3StXdNY3uqQKcyvXbBw&q=fluorine&hl=en#>
- HEIDER, D. *Longitudinální výzkum nadaných žáků a standardizace SON-R : dílčí zpráva*. IPPP ČR [online]. 2006, [cit. 2010-04-27]. Dostupný z WWW: http://ippp.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=76
- HRUBÝ, M. Duha z rajčatové šťávy. In *Otevřená věda* [online]. Praha: AV ČR, 2006 [cit. 2010-06-29]. Dostupné z WWW: <http://archiv.otevrena-veda.cz/users/Image/default/C1Kurzy/Chemie/29hruby.pdf>
- Chemická olympiáda* [online]. 2007 [cit. 2010-04-21]. Dostupné z WWW: <http://web.natur.cuni.cz/cho/>
- IMPRESSUM. *Experiments on the web* [online]. 1997-2007 [cit. 2010-02-10]. Dostupný z WWW: <http://www.cci.ethz.ch/>
- IPPP ČR [online]. 2010 [cit. 2010-04-14]. Dostupné z WWW: <http://ippp.cz/>
- JANOVSKÝ, D. *Jak psát web : o tvorbě internetových stránek* [online]. 2003 [cit. 2010-07-20]. Dostupné z WWW: <http://www.jakpsatweb.cz/>. ISSN 1801-0458
- JUNG, SUNG-MOO; LIM, KWANG-BIN Leading Future Education: Development of Digital Textbooks in Korea. In *Quality Innovations for Teaching and Learning*. Bangkok, Thailand, 2009 [cit. 2010-04-22]. Dostupné z WWW: http://www.unescobkk.org/fileadmin/user_upload/apeid/Conference/12thConference/paper/Sung-Moo_Jung_paper.pdf
- KEUSCH, P. *Demonstration Experiments - Chemistry* [online]. 2003 [cit. 2010-02-10]. Dostupný z WWW: http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_IV/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/link.htm
- KOBÍKOVÁ, Z. *Hypertext*. Revue pro média. [online]. 2003, 5, [cit. 2009-01-18]. Dostupný z WWW: <http://fss.muni.cz/rpm/Revue/Heslar/hypertext.htm>

- KSICHT : Korespondenční Seminář Inspirovaný Chemickou Tematikou* [online]. 2001 [cit. 2010-07-05]. Dostupné z WWW: <<http://ksicht.natur.cuni.cz/o-ksichtu>>
- LÍŠKA, O. *Je třeba zlepšit péči o nadané děti* [online]. 2008 [cit. 2009-04-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.msmt.cz/ministerstvo/je-treba-zlepsit-peci-o-nadane-deti>>. Učitel'ské noviny, 2008
- MEIXNER, A. J. ET AL. *Allgemeine Chemie* [online]. 2000 [cit. 2010-07-03]. Dostupné z WWW: <<http://www2.uni-siegen.de/~pci/versuche/versuche.html>>
- MENČÍK, T. *STaN : Společnost pro talent a nadání* [online]. 2005-05-18 [cit. 2010-06-25]. Dostupné z WWW: <http://www.talent-nadani.xf.cz/cile_stan.htm>.
- Mensa České republiky. *Mensa České republiky* [online]. 1989-2010 [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.mensa.cz/>>
- MŠMT ČR. Vyhláška č. 73/2005. O vzdělávání dětí, žáků a studentů se speciálními vzdělávacími potřebami a dětí, žáků a studentů mimořádně nadaných. In *Sbírka zákonů, ČR*. 2005, částka 20, s. 503-508. Dostupný také z WWW: <http://www.msmt.cz/uploads/soubory/sb020_05.pdf>
- MŠMT ČR. Zákon č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon). In *Sbírka zákonů, ČR*, 2004, částka 190, s. 10262-10324, Dostupný také z WWW: <<http://aplikace.msmt.cz/Predpisy1/sb190-04.pdf>>
- Nadané dítě. *Nadané dítě* [online]. 2007-2008 [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.nadanedite.cz/>>
- NAVRCHOLU.cz* [online]. 19. 3. 2009a [cit. 2010-04-03]. Podíl uživatelů přehrávače Flash Player. Dostupné z WWW: <<http://www.iinfo.cz/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/navrcholu-flash-player-2009/>>
- NAVRCHOLU.cz* [online]. 25. 2. 2009b [cit. 2010-04-03]. Rozlišení obrazovky. Dostupné z WWW: <<http://www.iinfo.cz/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/navrcholu-obrazovky-2009/>>
- NAVRCHOLU.cz* [online]. 31. 3. 2010 [cit. 2010-04-03]. Zastoupení jednotlivých skupin prohlížečů. Dostupné z WWW: <<http://www.iinfo.cz/tiskove-centrum/tiskove-zpravy/navrcholu-prohlizece-02-2010/>>
- NIDM. *Shrnutí dílčích šetření současného stavu a způsobů realizace politik podpory identifikace a rozvoje kognitivně nadaných se zájmem o přírodovědné a technické obory v ČR a vybraných zemích EU*. [online]. 2008, [cit. 2010-05-07]. Dostupný z WWW: <<http://www.vyzkum-mladez.cz/zpravy/1239194140.pdf>>
- NIDV. *Národní institut pro další vzdělávání* [online]. 2006 [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.nidv.cz/cs/>>
- NOVOTNÁ, P.; DURMEKOVÁ, S. *Kvalitativní a kvantitativní analýza případových studií nadaných*. Praha, IPPP, 2009, [cit. 2010-04-28]. Dostupný z WWW: <http://ippp.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=19&Itemid=76>
- OBERMAN, C., LINDAUER, B. G. Integrating Information Literacy into the Curriculum. [online]. 2001, [cit. 20.04.2004]. Dostupný z WWW: <<http://www.ala.org/>>.
- Science is fun* [online]. 2009 [cit. 2010-02-10]. Dostupný z WWW: <http://www.scifun.org/>
- Scio.cz : tvorba testů* [online]. 2008 [cit. 2010-08-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.scio.cz/>>
- ŠVEJDA, G. *Základy technologie vzdělávání* [online]. 1999, [cit. 2007-10-10] Dostupné z WWW: <<http://www.pf.jcu.cz/toUTF8.en/stru/katedry/pgps/svejda.phtml>>
- Teachers.tv, Periodic Table: Ferocious Elements. Teachers.tv [online]. 2003 [cit. 2010-02-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.teachers.tv/videos/ks3-ks4-science-periodic-table-ferocious-elements>>
- Talnet. *Talnet* [online]. 2010 [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <http://www.talnet.cz/talnet_new/>

TOMÁŠEK, V. ET AL. *Výzkum TIMSS 2007 : Obstojí čeští žáci v mezinárodní konkurenci?.* UIV. 2008, Dostupný také z WWW: <www.msmt.cz/file/8249_1_1>. ISBN 978-80-211-0565-2

ÚIV : Ústav pro informace ve vzdělávání. *Statistická ročenka školství - výkonové ukazatele* [online]. 2006-2009 [cit. 2010-04-21]. Dostupné z WWW: <<http://toiler.uiv.cz/ročenka/ročenka.asp>>

Výzkumný ústav pedagogický. *Výzkumný ústav pedagogický* [online]. 2010 [cit. 2010-05-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.vuppraha.cz/>>

WCGTC, Inc. *World Council for Gifted and Talented Children* [online]. c2009 [cit. 2010-05-12]. Dostupné z WWW: <<https://world-gifted.org/>>

ZAPLETALOVÁ, J. Informace ke vzdělávání dětí, žáků a studentů mimořádně nadaných zabezpečující realizaci ustanovení § 17 zákona č. 561/2004 Sb. a části třetí vyhlášky č. 73/2005 Sb. In *Věstník MŠMT*, 2006, LXII, Sešit 12, Dostupný také z WWW:

<http://www.msmt.cz/uploads/soubory/vestniky/msmt12_06.PDF>

ZAPLETALOVÁ, J.; DURMEKOVÁ, S. *Koncepce péče o mimořádně nadané děti a žáky pro období let 2009-2013*. Praha: IPPP, 2008 [cit. 2010-04-14]. Dostupné z WWW:

<http://ippp.cz/images/stories/doc/koncepce/koncepce_pe_o_nadan_2009-13_koncepce.pdf>