

# Jak eliminovat kritická místa počátečního chemického vzdělávání – příklady témat „Složení roztoků“ a „Názvosloví solí“

JIŘÍ RYCHTERA, MILAN ŠMÍDL, MARTIN BÍLEK



**Abstrakt:** V rámci projektu OP VVV „Didaktika: Člověk a příroda A“ je jedním z cílů identifikace a možná náprava tzv. kritických míst počátečního přírodovědného kurikula. Při rozhovorech s učiteli chemie na zapojených základních školách bylo jako kritické místo identifikováno zejména učivo chemie s kvantitativním charakterem. K zvládnutí takového učiva je třeba odpovídající matematický aparát, komplexní pochopení aplikovaných principů, a také do značné míry rozvinuté abstraktní myšlení a orientace ve strukturách a souvislostech. Příspěvek se zaměřuje na dva modelové příklady z identifikovaných kritických míst počáteční výuky chemie na základní škole, a to na složení roztoků a názvosloví solí. Diskutovány jsou východiska a podmínky realizace návrhů inovací a změn pojetí výuky těchto témat ve spolupráci oborových didaktiků s učiteli základních škol v rámci projektu budovaného tzv. společenství praxe.

**Klíčová slova:** Kritická místa počáteční výuky chemie, klíčová místa počáteční výuky chemie, složení roztoků, názvosloví solí.

RYCHTERA, J., ŠMÍDL, M., BÍLEK, M. 2019. Jak eliminovat kritická místa počátečního chemického vzdělávání – příklady témat „Složení roztoků“ a „Názvosloví solí“. *Arnica* 9, 1, 31–38. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň. ISSN 1804-8366. Rukopis došel 2. 4. 2019, byl přijat po recenzi 20. 5. 2019.

*Jiří Rychtera, Katedra chemie, Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni, Veleslavínova 42, 306 14 Plzeň, Česká republika; e-mail: rychterj@kch.zcu.cz • Milan Šmídl, Katedra chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, České mládeže 8, 400 01 Ústí nad Labem, Česká republika; e-mail: M.smidl@seznam.cz • Martin Bílek, Katedra chemie a didaktiky chemie, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova, M. Rettigové 4, 116 39 Praha, Česká republika; e-mail: martin.bilek@pedf.cuni.cz*

## Úvod

Chemie je mezi vyučovanými předměty na základních školách zařazována, i přes určitý pozitivní posun v posledních letech, stále mezi nejobtížnější a nejméně oblíbené (Höffer & Svoboda 2005, Grecmanová & Dopita 2007). Sám charakter tohoto předmětu, tj. přírodovědná orientace učiva se značnou mírou abstrakce podporovaná aplikací matematických zákonitostí, činí potíže žákům této věkové kategorie. Hledají se nejen příčiny tohoto problému, ale především cesty, vedoucí k zvyšování zájmu o problematiku této disciplíny, a tím i zlepšení výsledků ve výuce.

## Projekt Didaktika – Člověk a příroda A: Identifikace kritických míst počátečního kurikula chemie

V chemické sekci projektu OP VVV „Didaktika: Člověk a příroda A“ jsme se zaměřili na identifikaci kritických míst kurikula v počátečních fázích výuky chemie na základní škole (Rychtera a kol. 2018). V průběhu roku 2017 a 2018 byly prostřednictvím oborových didaktiků realizovány na všech do projektu zapojených univerzitách

polostrukurované rozhovory s celkem čtyřiceti spolupracujícími učiteli chemie ze základních škol a víceletých gymnázií. Otázky rozhovoru byly zaměřeny na zjištění postojů a zkušeností učitelů s výukou jednotlivých témat podle RVP ZV, tj. zejména identifikaci kritických, klíčových a dynamických míst kurikula (Rychtera a kol. 2018).

V rámci analýzy uskutečněných rozhovorů jsme zjistili, že učitelé považují za nejkritičtější témata stavbu atomu, oxidační číslo, názvosloví kyselin, názvosloví solí, chemické reakce, chemické rovnice (jejich zápis, vyčíslování a výpočty z chemických rovnic) a různé chemické výpočty, např. výpočty složení roztoků. Na tato témata byly vytvořeny výukové moduly, které mají za cíl zlepšení výuky kritických témat, a k jejichž evaluaci bude využit akční výzkum. Moduly slouží jako podklady pro revizi a případnou modifikaci přípravy učitele na vyučování a následné ověření přímo ve výuce daného tématu (podle podoby ŠVP daných škol). Ve spolupráci učitelů s oborovými didaktiky probíhá průběžná úprava modulů podle získaných zkušeností tak, aby zahrnovaly



EVROPSKÁ UNIE  
Evropské strukturální a investiční fondy  
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Didaktika - Člověk a příroda A CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_011/0000665

optimální postup prezentace, procvičování a hodnocení učiva daného tématu.

Cílem tohoto příspěvku je prezentovat základní východiska pro tvorbu a podobu dvou modulů, jednoho zaměřeného na téma „Složení roztoků“ a druhého na „Názvosloví solí“ (z důvodu rozsáhlosti tématu byla vybrána jen část věnovaná názvosloví solí kyslíkatých kyselin). Moduly sice nepřinášejí revoluční změnu ve způsobu výuky těchto témat, ale vyjadřují široké zkušenosti zapojených učitelů a postupy, které považují ve spolupráci s oborovými didaktiky čtyř zapojených univerzit za optimální pro zmírnění kritičnosti daného učiva. Výpočty „složení roztoků“ patří na jedné straně mezi učivo, které žáci obtížně zvládají a které vyžaduje zvládnutí odpovídajícího matematického aparátu, ale na druhé straně lze najít řadu možností, jak jej konkretizovat a experimentálně podpořit (snížit míru abstrakce). Pro obhajobu zařazení tohoto učiva do nabídky RVP hovoří také výrazný aplikativní charakter zahrnující celé spektrum lidských činností počínaje přípravou roztoků k ošetření pozemků a plodin v zemědělství a domácích zahradách, přes uchovávání potravin (zavařování), aplikaci některých typů léčiv ve zdravotnictví a konče ošetřováním automobilů (chladicí směsi, směsi do ostříkovačů apod.). Chemické názvosloví vnímá jako kritické čtvrtina oslovených učitelů, konkrétně názvosloví solí pak více než jejich polovina. Současně se učitelé vyjádřili, že obě popisovaná témata patří mezi klíčové učivo počáteční výuky chemie.

### ■ Složení roztoků jako kritické téma počáteční výuky chemie a jeho inovace

V českých kurikulárních dokumentech je složení roztoků zcela odůvodněně tradiční učivo pravidelně zařazované do počátečního chemického vzdělávání. Souvisí to jednak s výstupy, které vymezuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV) v obecné rovině, ale je i součástí nezbytné specifikace v rámci vzdělávací oblasti „Člověk a příroda“, včetně konkretizace vymezené pro počáteční výuku chemie. Jako důkaz a podporu těchto tvrzení uvedeme citace z RVP ZV spojené s naplňováním kompetence k řešení problémů (RVP 2017, s. 11): „...žák samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy případně **ověřuje prakticky správnost řešení problémů** a osvědčené postupy aplikuje při řešení obdobných nebo nových problémových situací, sleduje vlastní pokrok při zdolávání problémů...“. Tučně zvýrazněné partie citovaného textu nás následně přivedly na myšlenky, které by mohly být nosnými po odpovídajícím teoretickém zdůvodnění právě pro snižování míry kritičnosti analyzovaného

učiva – tedy výpočtů spojených s vyjadřováním „složení roztoků“.

První zvýrazněná myšlenka „**s předpokladem využití operativních myšlenkových postupů**“ má svůj původ v Piagetově teorii kognitivního vývoje a je ve své podstatě principiálním základem didaktické transformace učiva. Pod pojmem didaktická transformace učiva rozumíme takovou změnu či úpravu učiva (transformaci), k jehož zvládnutí bylo původně zapotřebí operativních myšlenkových postupů (výrazně abstraktního charakteru), jež se prostřednictvím konkretizace pro žáka stane myšlenkově přístupným a pochopitelným. Myšlenkově přístupné a pochopitelné se učivo stává podporou konkrétními názornými prostředky výuky, jako jsou reálné obrazy nebo obrazy zprostředkované ICT, chemikálie a nádoby, chemické experimenty (tedy i metody a postupy), zařazení laboratorních metod apod., které podporují proces racionálního poznávání a racionálního zpracování získaných informací (druhosignálního) výrazně poznáváním smyslovým (tzv. prvosignálním). Vysvětlení je v souladu nejen s Piagetovou teorií (Piaget 2018), o které se ještě zmíníme v dalším pojednání, ale je proklamováno už i Komenským (1874) v jeho zásadách vyjadřujících požadavek názornosti uplatňované při prezentaci učiva.

Piaget (2018) v rámci své teorie kognitivního vývoje vyděluje čtyři období, z nichž pro naše potřeby budeme analyzovat dvě stadia, která se váží k čtrnáctiletým žákům osmé třídy základní školy. První pro nás zajímavé období, dle Piageta (2018) třetí období, je označováno jako „Stadium konkrétních operací“, a v tomto stadiu se nacházejí žáci v rozmezí cca od 7 do 12 let. Tito žáci dokážou logicky přemýšlet o **konkrétních** událostech, chápou stálosti počtu, množství a hmotnosti. Žáci osmé třídy (14 let) zdánlivě do této kategorie nepatří, ale je třeba vzít v úvahu připomínku samotného autora, že „chronologická období jsou pouze přibližná a nemohou být chápána jako ostře stanovené normy“!!! To zdůvodňuje, proč velká většina žáků v osmé třídě, kde chemie je začínajícím předmětem, ke zvládnutí učiva abstraktního charakteru potřebuje nezbytně výše vzpomínané konkrétní, názorné materiální i nemateriální podpory. Tuto myšlenku ještě umocňuje skutečnost, že dnešní generace těchto žáků je naučená potřebné informace „vygooglovat“, tzn. získat je hotové, získat je bez užívání logických, matematických a empirických postupů, jak se předpokládá a je vyjádřeno v RVP ZV (2017). Lze se domnívat, že důsledkem těchto způsobů práce s informacemi se věk přechodu žáků do stadia formálních operací, dle Piageta (2018) 12 let a více, kde již žák dokáže logicky myslet o abstraktních pojmech, zvyšuje. V zájmu podpory psychického vývoje žáků je však zapotřebí učivo tohoto charakteru z požadavků

vyjádřených RVP nevyřazovat, ale hledat cesty ke snížení míry kritičnosti takového učiva. Domníváme se, že naši učitelé jsou pro využívání takových postupů připravování, ovládají je a v řadě případů využívají. Někdy jim však chybí potřebné zázemí – nedostatek času pro nadměrné požadavky RVP vzhledem k velkému objemu vybraného učiva nebo nedostatek vhodných materiálních prostředků k podpoře výuky apod. V našem případě se nabízí pro podporu učiva za tímto účelem např. zařazení dvouhodinové laboratorní práce s tematikou „přípravy roztoků daného složení“.

Na základě našich analýz jsme pro počáteční výuku chemie z hlediska konkretizace problematiky složení roztoků doporučili zařazení dvouhodinové laboratorní práce s tematikou „příprava roztoků daného složení“. Zařazení laboratorní práce tohoto typu není v našich školách neobvyklé. Žáci mají zpravidla připravit roztok cukru nebo kuchyňské soli požadovaného složení. Používají se tedy látky známé a dostupné a nejví se v tomto případě žádný technický problém. Objevuje se však problém didaktický související s požadavkem RVP ZV (viz tučně vymezený požadavek v podkapitole RVP a SLOŽENÍ ROZTOKŮ) „**ověřuje prakticky správnost řešení problémů**“ (RVP ZV 2017). Žák se zpravidla při laboratorní práci nedoví, jestli roztok požadovaného složení připravil správně. Z didaktického hlediska tedy vnímáme absenci tak významného fenoménu, jako je zpětná vazba. Problematikou zpětné vazby se v našich podmínkách intenzivně zabýval Kulič (1971, 1989, 1992). Některé jeho myšlenky, které uvádíme, nás inspirovaly k řešení analyzované problematiky. V první řadě platí, že při zabezpečování kontrolních principů jsou často zjišťovány odchylky od předpokládaných výsledků zpravidla označované jako chyby. Nemíníme se zde zabývat psychologickými bariérami souvisejícími s historicky podmíněným chápáním chyby jako negativního, morálně etického nedostatku spojovaného s atributy nedbalosti, neschopnosti a hlouposti, ale chceme analyzovat chybu jako zcela typickou součást úspěšného poznávání. V tomto pojetí plní chyba funkci prostředku poznávání tehdy, je-li včas odhalena (detekce), blíže určena a klasifikována (identifikace), určena její příčina a poučení z ní (interpretace) a korigována (korekce)“ (Kulič 1989). Abychom tedy mohli popisovanou proceduru absolvovat, musí mít žák možnost ověřit si správnost svého počínání, tj. zjistit, zda jím připravený roztok má složení odpovídající požadavkům zadané úlohy. Pro tento účel jsme využili jednoduchý přístroj vhodný pro snadné určení složení roztoků v hmotnostních procentech, refraktometr pro ovocné šťávy a slané nálevy RBS2 – ATC (obr. 1). Na stupnici tohoto přístroje žáci odečtou přímo hmotnostní procenta jimi připraveného roztoku

a mohou se získanou informací dále pracovat. Jako efektivnější se jeví, když má refraktometr k dispozici každá skupina žáků (tedy přibližně osm přístrojů na jednu dělenou třídu). Lze však i organizovat činnost žáků tak, aby na zabezpečení zpětné vazby stačil jeden přístroj v rukou vyučujícího. Na základě osobní zkušenosti autorů návrhu modulu i učitelů, kteří modul testovali v praxi, je možné sdělit, že aktivita žáků při laboratorní práci s použitím refraktometru k identifikaci složení roztoku je výrazná, bez ohledu na skutečnost, že vlastní princip měření je pro žáky této věkové kategorie zatížen tzv. efektem „černé skříňky“. Didaktická analýza tématu vede k dvouhodinovému bloku zaměřenému na laboratorní činnost žáků s doporučením, že navržená složení roztoků cukru či kuchyňské soli si může vyučující přizpůsobit s využitím svých zkušeností. Je nezbytné však brát ohled na rozsah stupnice refraktometru (v našem doporučeném případě cca do 30 %).



Obr. 1. Refraktometr pro ovocné šťávy a slané nálevy RBS2 – ATC (foto autoři).

## ■ Návrh laboratorní práce: Připravujeme roztoky známého složení

### ■ Proč musíme pít (úvod)

- Voda tvoří ze všech látek největší podíl tělesné hmoty člověka. Je prostředím, ve kterém probíhají složité životní děje. Voda má vlastnosti, bez kterých si nelze život ani životní děje představit. Je především nejvhodnějším rozpouštědlem pro mnoho látek (Šimek, 1995)
- Vznik roztoku - realizujeme prakticky
- Roztok nenasycený
- Roztok nasycený - definice
- Roztok zředěný a koncentrovaný
- Abychom mohli roztoky navzájem rozlišovat a porovnávat, vyjadřujeme jejich složení číselně tzv. hmotnostním procentem

**Laboratorní práce č. XX (postup a laboratorní protokol)****Název: Voda jako rozpouštědlo****Úkoly:**

- Připravte roztoky cukru dle uvedeného návodu
  - Roztok 1: Do 90g vody přesně odvažte 10g cukru a dobře promíchejte až do úplného rozpuštění.
  - Roztok 2: Do 160g vody přesně odvažte 40g cukru a dobře promíchejte až do úplného rozpuštění.
  - Roztok 3: Do 135g vody odvažte 15g cukru a dobře promíchejte až do úplného rozpuštění.
- Vypočítejte, kolik procent rozpuštěné látky se nachází v každém z připravených roztoků.
- Ověřte svůj výpočet měřením prostřednictvím refraktometru.
- Pokuste se vytvořit obecný vztah pro výpočet procentuálního zastoupení rozpuštěné látky v roztoku.

**Pomůcky:** elektronické váhy, odměrný válec nebo odměrná zkumavka, kádinky 3 ks, skleněná tyčinka nebo malá pipeta, 3 ks zkumavek na vzorky k měření, cukr, destilovaná voda, refraktometr.

**Postup práce:**

- Pracujte ve trojčlenných skupinách.
- Práci ve skupině při přípravě roztoků cukru ve vodě si účelně rozdělte.
- Změřte hmotnostní procenta cukru v připravených roztocích refraktometrem. Na optickou část refraktometru kápněte měřenou látku, přiklopte krytku hranolu (tím se látka lépe rozprostře po měřicím hranolu), přiložte oko k okuláru, podívejte se proti světlu (případně doostřete) a na stupnici odečtěte výslednou hodnotu.
- Do výsledků uveďte svoje výpočty pro jednotlivé varianty roztoků (a, b, c) a запиšte hodnoty, které jste naměřili refraktometrem. Zdůvodněte případné chyby!

**Výsledky:** (vyplňte přiloženou tabulku)

Roztok číslo	Naměřené hodnoty obsahu cukru v roztoku v %	Vypočtené hodnoty obsahu cukru v roztoku v %
1 (roztok a)		
2 (roztok b)		
3 (roztok c)		

**Závěry** (obecný vztah pro výpočet):

(Provede případně vyučující)

Podpis čitelně:

Datum:

Třída:

## Názvosloví kyslíkatých solí jako kritické téma počáteční výuky chemie a jeho inovace

Vytvořený modul orientovaný na názvosloví solí je určen pro žáky 8. ročníku ZŠ a má za cíl odstranit nejvýznamnější předpokládané obtíže a překážky, které mohou v důsledku vést až k nezvládnutí tohoto učiva. K tomu slouží vymezení základních tezí:

1. Cílem výuky na ZŠ je osvojení základních principů tvorby názvů a chemických vzorců solí, nikoli univerzální dovednost pojmenovat každou sůl.
2. Pro žáky je vhodnější používat názvosloví běžných solí, se kterými se setkají během výuky nebo v běžném životě (celkový počet by měl být okolo deseti až patnácti kyslíkatých solí).
3. Pro žáky je v počáteční fázi výhodnější osvojení struktury a názvu základních aniontů kyslíkatých kyselin z paměti, které žáci využijí při sestavování názvů a vzorců solí s úsporou času, oproti odvozování aniontů od původních kyslíkatých kyselin.

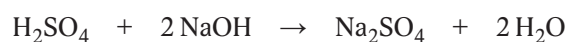
Postup s využitím mechanického odvozování aniontů solí od libovolných příslušných kyselin je výhodný z hlediska jeho univerzálnosti a je vhodné jej žákům uvést jako metodiku získání aniontů solí (je možné takto získat anion každé kyseliny a žáci by ji principálně měli znát). V reálné praxi, například při ověřování znalostí nebo při vyčíslování rovnic chemických reakcí, však tento postup může být pro řadu žáků časově náročný. Je také potenciálním místem chybování ze strany žáků díky většímu počtu kroků, které musejí žáci provést. V některých případech ani tato univerzálnost není jen čistě mechanická a vyžaduje určité chemické zkušenosti nebo vědomosti.

Proto je vhodnější, aby si žáci z paměti osvojili několik základních aniontů a kationtů (viz tab. 1), které pak využívají při sestavování názvů a vzorců solí. Tučně vyznačené anionty v tabulce lze považovat za klíčové

a základní, ostatní až při konkrétním využití jejich solí a procvičování. Z počátku je možné nechat žáky s tabulkou pracovat i v rámci opakování a ověřování. Je zřejmé, že k osvojení základních principů je potřeba dostatek času a procvičování.

Z hlediska zařazení do kontextu obsahu učiva je nutné, aby měli žáci osvojené základní pojmy (oxidační číslo a jeho vztah k náboji atomu, kation, anion apod.), názvy a značky vybraných prvků, základní binární sloučeniny a jejich názvosloví a bezkyslíkaté kyseliny a jejich soli a učivo o kyslíkatých kyselinách. Teprve poté lze úspěšně navázat učivem o solích kyslíkatých kyselin a jejich názvosloví.

Způsoby, jakými je možné žákům prezentovat postupy tvorby názvů a vzorců solí kyslíkatých kyselin je mnoho a každý učitel má s různými způsoby různé zkušenosti. Dnes je tradičním a nejrozšířenějším způsobem výkladu názvosloví solí odvození jejich názvů a vzorců pomocí reakce příslušné kyslíkaté kyseliny s hydroxidem za vzniku soli a vody (neutralizace).



Pro názvosloví solí pak platí stejná pravidla, která již žáci znají z názvosloví binárních sloučenin. Název je tvořen podstatným jménem aniontu soli, který vzniká odtržením vodíkového kationtu od původní kyseliny a přidáním jménem kationtu odvozeným od původního hydroxidu. V pokročilejších fázích výuky je pak možné nechat žáky odvozovat i další vzorce solí.

Anion soli vzniká odtržením vodíkového kationtu z původní kyseliny, čímž na něm vzniká záporný náboj odpovídající počtu odtržených kationtů vodíku. Název aniontu (podstatné jméno) se tvoří od názvu kyseliny s koncovkou oxidačního čísla a zakončením -AN (výjimku tvoří pouze oxidační číslo VI, kde není zakončení -OVAN ale -AN)

anionty solí kyslíkatých sloučenin		kationty	
(SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	síranový	sodný	Na <sup>+</sup>
(NO <sub>3</sub> ) <sup>1-</sup>	dusičnanový	draselný	K <sup>+</sup>
(CO <sub>3</sub> ) <sup>2-</sup>	uhličitanový	vápenatý	Ca <sup>2+</sup>
(ClO) <sup>1-</sup>	chlornanový	hořečnatý	Mg <sup>2+</sup>
(ClO <sub>3</sub> ) <sup>1-</sup>	chlореčnanový	železnatý/železitý	Fe <sup>2+</sup> /Fe <sup>3+</sup>
(NO <sub>2</sub> ) <sup>1-</sup>	dusitanový	zinečnatý	Zn <sup>2+</sup>
(SO <sub>3</sub> ) <sup>2-</sup>	siřičitanový	stříbrný	Ag <sup>+</sup>
(PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup>	fosforečnanový	hlinitý	Al <sup>3+</sup>
(MnO <sub>4</sub> ) <sup>1-</sup>	manganistanový	amonný	(NH <sub>4</sub> ) <sup>+</sup>

Tab. 1. Anionty a kationty solí kyslíkatých kyselin.

– viz tab. 2. Vzorce oxokyselin jsou však pro žáky značně nepřehledné a těžko se v nich orientují. Podle vyjádření učitelů žáci například nedokáží jednoznačně určit hranici mezi kationtovou a aniontovou částí molekuly a zaměňují kladné oxidační číslo centrálního atomu za součást kationtu. Z toho důvodu je pro ně výhodnější identifikovat konkrétní anion s odpovídajícím nábojem.

vzorec kyseliny	název kyseliny	vzorec aniontu	název aniontu
$\text{H}_2\text{C}^{\text{IV}}\text{O}_3$	uhličitá	$(\text{CO}_3)^{2-}$	uhličitanový
$\text{HN}^{\text{V}}\text{O}_3$	dusičná	$(\text{NO}_3)^-$	dusičnanový
$\text{H}_2\text{S}^{\text{VI}}\text{O}_4$	sírová	$(\text{SO}_4)^{2-}$	síranový

Tab. 2. Příklady vzorců a názvů kyselin a jejich aniontů.

Přídavné jméno, které je tvořeno z kationtu původního hydroxidu s koncovkou jeho oxidačního čísla – viz tab. 3. Komplikace nastává, když je při neutralizaci použita jiná zásada, než hydroxid (například amoniak), ale tuto variantu lze zmínit jako výjimku nebo amoniak považovat za vodný roztok, a tudíž hydroxid amonný  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

vzorec hydroxidu	název hydroxidu	vzorec kationtu	název kationtu
$\text{NaOH}$	hydroxid sodný	$\text{Na}^+$	sodný
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	hydroxid vápenatý	$\text{Ca}^{2+}$	vápenatý
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	hydroxid železitý	$\text{Fe}^{3+}$	železitý

Tab. 3. Příklady vzorců a názvů hydroxidů a jejich kationtů.

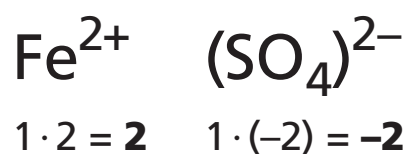
Tvorba názvu nebo vzorce soli se nakonec tvoří kombinací kationtu hydroxidu a aniontu kyseliny. Zde se projeví jednoduchost postupu, pokud žáci ovládají již předem vzorec aniontu s odpovídajícím nábojem, neboť pak stačí dopočítat počty nábojů a atomů v kladné nebo záporné části molekuly (viz obr. 2 a obr. 3). U následujících úkolů je mimo metodiky rovněž uvedeno několik nejčastěji zmiňovaných chyb, které žáci podle zapojených učitelů mohou udělat.

### Úkol: Pojmenuj vzorec kyslíkaté soli $\text{FeSO}_4$

V tomto případě žáci nemusí správně identifikovat anion odvozený od kyseliny sírové a mohou mu přiřadit celkový náboj aniontu ( $1-$ ). S mechanickým využitím křížového pravidla, které znají z binárních sloučenin, pak určí náboj (resp. oxidační číslo) železa ( $1+$ ). Aby mohli dojít k tomu,

že došlo k vykrácení čísel v indexu označující počet kationtů a aniontů, vyžaduje se od nich znalost buď správné podoby aniontu  $(\text{SO}_4)^{2-}$  odvozeného od kyseliny sírové nebo znalost oxidačních stavů železa ( $2+$ ) nebo ( $3+$ ).

Pokud žáci vědí, že „ $\text{SO}_4$ “ v zadaném vzorci je odvozeno od kyseliny sírové a má podobu  $(\text{SO}_4)^{2-}$  a dále vědí, že celkový náboj molekuly je nulový, stačí jim dopočítat náboj kationtu. Náboj kationtu odpovídá jeho oxidačnímu číslu, tudíž jeden atom železa musí mít náboj  $2+$ .



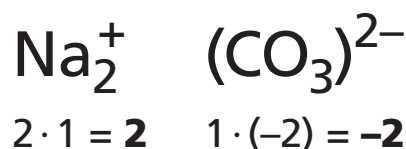
## síran železnatý

Obr. 2. Příklady tvorby názvu ze vzorce soli.

### Úkol: Sestav chemický vzorec kyslíkaté soli uhličitanu sodného

V tomto případě žáci určují podobu aniontu odvozením od kyseliny uhličité. Za předpokladu, že jej odvodí správně (avšak ne vždy tomu tak je), napíše na pravou stranu vzorec aniontu a na levou stranu vzorec kationtu s odpovídajícími náboji. Náboj sodíku lze získat z názvu. Jelikož musí být náboj molekuly nulový, je potřeba dvou atomů sodíku.

## uhličitan sodný

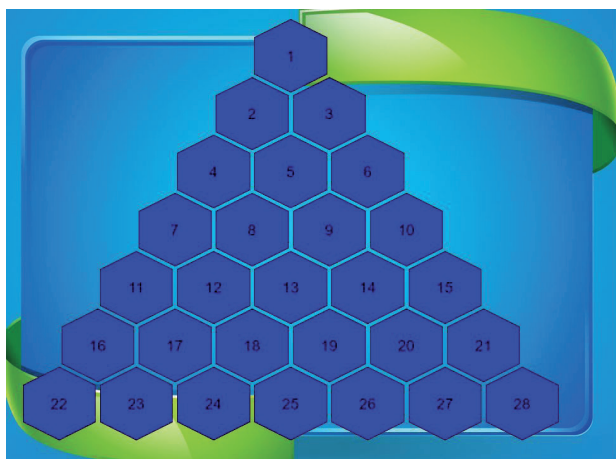


Obr. 3. Příklady tvorby vzorce soli z názvu.

### Procvičování názvosloví soli

Fixace učiva je nedílnou součástí úspěšného osvojení. V případě pro žáky složitějšího názvosloví solí to platí o to více. Jako nástroje upevnění a prohlubování potřebných vědomostí a dovedností je možné využít procvičování formou didaktických her. Jako příklad lze uvést například modifikaci známé televizní soutěže AZ kvíz, kterou lze stáhnout zdarma z internetu (Beran 2014). Žáci nebo skupiny žáků si volí postupně jednotlivá políčka s názvy nebo vzorci solí (prezentaci lze libovolně modifikovat) a pokud odpoví správně, políčko se zbarví barvou dané skupiny. Vyhrává ten žák nebo skupina, která propojí první všechny tři strany hracího trojúhelníku. Další možností zapojení her je vytvoření pexesa, kde žáci

vybírají z otočených kartiček vždy dvojici tvořící název soli a její vzorec. Vyhrává ten, který má největší počet nalezených dvojic. Názvosloví solí je možné rovněž procvičovat hrou Bingo, kdy mají žáci na kartičkách v tabulce 9 nebo 16 různých vzorců solí (vždy jinak uspořádané) a učitel pomalu předčítá jejich názvy. Kdo spojí vzorce v řadě, sloupku nebo uhlopříčce, zvolá „bingo“ a vítězí (viz obr. 4 a obr. 5).



Obr. 4. Úvodní obrazovka prezentace AZ kvíz – názvy a vzorce solí (Beran 2014).



Obr. 5. Ukázka vybraného políčka hry AZ-kvíz (Beran 2014).

Jako vhodné se rovněž osvědčilo používání tabulek na doplňování, popřípadě procvičování v kombinaci s moderními ICT jako je interaktivní tabule (např. Žemličková 2011, Krtička 2014). Lze rovněž využít rozsáhlé databáze chemických didaktických her, např. databáze American Chemical Society (ACS 2018). Popis těchto možností ovšem přesahuje možnosti tohoto příspěvku.

## Závěr

Navržené postupy zohledňují většinu parametrů uskučených didaktických analýz obou témat počáteční výuky chemie. Jejich hlavním přínosem je široká diskuze obou témat s cílem co nejvíce zjednodušit a zpřístupnit

prezentované učivo na základě zkušeností oborových didaktiků a zkušeností získaných od učitelů základních škol, kteří jsou přímými účastníky výuky. Kritičnost témat složení roztoků i názvosloví je v přímé souvislosti s myšlenkovou vyspělostí žáků, neboť se jedná, jak už bylo výše uvedeno, o témata velmi abstraktní. Proto je vhodná jejich kombinace s ukázkami objektů a činností, s kterými se žáci setkávají nebo mohou setkat ve škole, v domácnosti či na zahradách.

První výsledky akčního výzkumu, zaměřeného na ověření a hodnocení modulů Složení roztoků a Názvosloví solí učiteli, prokázaly, že metodické přístupy učitelů jsou velmi heterogenní, a je tedy dobré je do určité míry sjednotit, například pomocí výše uvedených navrhovaných postupů. Zapojení učitelé potvrzují, že si žáci osvojovali dovednost řízení laboratorních prací s refraktometrem a tvoření chemických názvů a vzorců solí kyslíkatých kyselin lépe, než v jejich předchozí výuce a lze se tedy domnívat, že základní teze modulů byly potvrzeny.

Je nutné si uvědomit, že jak složení roztoků tak názvosloví nelze vnímat jako izolované tematické celky, ale že prostupují i dalším učivem chemie. Proto je pro skutečné osvojení učiva třeba žákům poskytnout dostatečný čas na fixaci a získání zkušeností. Ukázalo se rovněž, že žáci potřebují vyšší míru aktivizace formou laboratorní činnosti, didaktických her a procvičování. Není tedy za každou cenu nutné výrazně redukovat nebo hledat nový revoluční způsob expozice daných témat žákům, ale spíše změnit přístup k již existujícím postupům se zaměřením na větší aktivitu žáků a dostatečný čas.

## Poděkování

Příspěvek vznikl s finanční podporou projektu OP VVV: „Didaktika: Člověk a příroda A“ registrační číslo: MS2014 CZ.02.3.68/0.0/0.0/16\_011/0000665.

## Literatura

- AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, 2018. *Chemistry Puzzles, Games, & Toys*. [online]. [cit. 2018-10-14]. Dostupné na WWW: <<https://www.acs.org/content/acs/en/education/students/highschool/chemistryclubs/activities/chemistry-games.html>>
- BERAN, V. 2014. *AZ kvíz – názvy a vzorce solí*. [online]. [cit. 2018-10-14]. Dostupné na WWW: <https://slideplayer.cz/slide/3840726/>
- BLAŽEK, J., FLEMR, V., KOLAŘ, K., LIŠKA, F. & ZEMÁNEK, F. 2004. *Přehled chemického názvosloví*. SPN, Praha. 144 pp.
- DRAHOŠ, B. & KŘIKAVOVÁ, R. 2013. *Názvosloví anorganických látek a bezpečnost v laboratoři v angličtině*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. 57 pp.
- EARL, B. & WILFORD, L. D. R. 1999. *Chemia – podręcznik dla gimnazjum*. Prószyński i S-ka, Warszawa, 203 pp.

- GREB, E. a kol. 1995. *Chémia pre základné školy*. SPN, Bratislava. 239 pp.
- GRECMANOVÁ, H. & DOPITA, M. 2007. Jaký je zájem žáků základní školy o přírodní vědy? *Učitelství listy* 14 (10): 18.
- HÖFER, G. & SVOBODA, E. 2005. Některé výsledky celostátního výzkumu „Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky“. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2, Rámcové vzdělávací programy: sborník z konference: Srní 2005*. Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 52–70.
- KOMENSKÝ, J. A. 1874. *Didaktika analytická*. Nakl. Fr. A. Urbánek, Praha. 92 pp.
- KRTIČKA, V. 2014. *Soli – názvosloví solí kyslíkatých kyselin*. [online]. [cit. 2018-10-14]. Dostupné na WWW: <<http://dumy.cz/material/127569-soli-nazvoslovi-soli-kyslikatych-kyselin>>.
- KULIČ, V. 1971. *Chyba a učení*. SPN, Praha. 248 pp.
- KULIČ, V. 1992. Chybami se člověk učí – ale kdy a jak?. *Pedagogika* 42(1): 1–12.
- KULIČ, V. 1989. *Člověk, učení, automat*. SPN, Praha. 290 pp.
- MÖHLE, H. u. a. 1972. *Chemie – Lehrbuch für Klasse 8*. Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 206 pp.
- PIAGET, J. 2018. *Stadia kognitivního vývoje*. [online]. [cit. 29. 7. 2018]. Dostupné na WWW: <[https://wikisofia.cz/wiki/Jean\\_Piaget](https://wikisofia.cz/wiki/Jean_Piaget)>
- RENDL, M. & VONDROVÁ, N. a kol. 2013. *Kritická místa matematiky na základní škole očima učitelů*. Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha. 358 pp.
- RVP ZV. 2017. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. [online]. [cit. 29. 7. 2018]. Dostupné na WWW: <<http://www.msmt.cz/file/43792/>>.
- RYCHTERA, J., BÍLEK, M., BÁRTOVÁ, I., CHROUSTOVÁ, K., SLOUP, R., ŠMÍDL, M., MACHKOVÁ, V., ŠTROFOVÁ, J., KOLÁŘ, K. & KESNEROVÁ-ŘÁDKOVÁ, O. 2018. Která jsou klíčová, kritická a dynamická místa počáteční výuky chemie v České republice? *Arnica* 8(1): 35–44.
- ŠIMEK, J. 1995. *Číslo o lidském těle a jak jim rozumět*. Victoria Publishing, Praha. 201 pp.
- TRHLÍKOVÁ, L. 2017. *Anorganické názvosloví a chemické výpočty ve výuce chemie na základní škole*. MS, Diplomová práce, depon. in Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni. 63 pp.
- ŽEMLIČKOVÁ, L. 2011. *Tvorba materiálů pro využití interaktivní tabule ve výuce chemie na ZŠ*. MS, Bakalářská práce, depon. in Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita v Brně, Brno. 46 pp.

## E English summary

### How to Eliminate Critical Points of Initial Chemistry Education – Examples of “Solutions Composition” and “Salts Nomenclature”

Within the OP RDE project “Didactics: Man and Nature A” is one of the goals of identification and possible improvement of so-called critical points of the initial science curriculum. In the interviews with chemistry teachers from the lower secondary schools was identified as critical point the chemistry topics with quantitative character. To master such part of chemistry curriculum, an appropriate mathematical apparatus is needed, a comprehensive understanding of applied principles, as well as largely developed abstract thinking and orientation in structures and contexts. The paper focuses on two model examples of identified critical points of initial chemistry education at lower secondary schools, namely the solutions composition and the salts nomenclature. There are discussed the starting points and conditions of realization and proposals of innovations and changes of the conception of teaching these topics in cooperation of subject didacticians with teachers of lower secondary schools within the project of the so-called community of practice.

**Keywords:** Critical points of initial chemistry education, key points of initial chemistry education, solutions composition, salts nomenclature.

#### Figures and Tables

**Fig. 1.** Refractometer for fruit juices and brines RBS2 – ATC.

**Fig. 2.** Examples of the name creation from the salt formula.

**Fig. 3.** Examples of the salt formula creation from the name.

**Fig. 4.** Introduction screen of game presentation “AZ quiz – salts names and formulas” (Beran 2014).

**Fig. 5.** Screen shot of selected item from the game “AZ quiz – salts names and formulas” (Beran 2014).

**Tab. 1.** Anions and cations of salts derived from oxygen acids.

**Tab. 2.** Examples of acids formulas and names and their anions.

**Tab. 3.** Examples of bases formulas and names and their cations.