

VÝUKA CHEMIE

SYSTÉMOVÉ ÚLOHY VO VÝUČBE ANORGANICKEJ CHÉMIE

MÁRIA GANAJOVÁ^a, IVANA SOTÁKOVÁ^a,
ZUZANA DZURIŠINOVÁ^b a HANA ČTRNÁCTOVÁ^c

^a Oddelenie didaktiky chémie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Moyzesova 11, 040 01 Košice, Slovensko, ^b Gymnázium Jána Adama Raymana, Mudroňova 20, 080 01 Prešov, Slovensko, ^c Katedra učiteľstvi a didaktiky chémie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Karlova, Hlavova 8, 128 43 Praha 2, Česká republika
maria.ganajova@upjs.sk

Došlo 12.1.22, prijaté 23.6.22.

Kľúčové slová: metóda SATL, systémové úlohy, výučba chémie

• <https://doi.org/10.54779/chl20220552>

Obsah

1. Úvod
2. Od tradičného spôsobu výučby k systémovému prístupu k výučbe a systémovému hodnoteniu
3. Vybrané systémové úlohy k téme s-prvky a ich zlúčeniny
4. Názory a postoje učiteľov k implementácii systémových úloh do výučby anorganickej chémie
5. Záver

1. Úvod

Žijeme v spoločnosti, ktorá sa stáva čoraz viac globalizovanou, v dôsledku čoho sme neustále pod tlakom globálnych kultúrnych, sociálnych, ekonomických, technologických či environmentálnych zmien. Preto je potrebné u žiakov rozvíjať systémové myslenie a schopnosť hľadať súvislosti, aby dokázali čeliť tomuto globalizujúcemu sa svetu, konštruktívne premýšľať o svojej budúcnosti a o úlohe, ktorú majú zohrávať pri jej formovaní¹.

Systémový prístup k výučbe rozvíjali odborníci už v 60. rokoch 20. storočia, príkladom sú publikácie^{2–5}. Nová koncepcia výučby založená na deduktívnom prístupe k prírodným vedám v nasledujúcich 70. rokoch mala za následok, že uplatňovať tento prístup vo výučbe bolo veľmi problematické.

Systémový prístup k výučbe a učeniu sa, označovaný SATL (z angl. Systemic Approach in Teaching and Learning), zaviedli Fahmy a Lagowski v roku 1997 na Texaskej univerzite v Austine⁶. Cieľom tohto prístupu je pretvárať mechanické (povrchné) učenie na zmysluplné (hlboké) učenie žiakov⁷. Tento cieľ je možné dosiahnuť rozvojom systémového myslenia v kontexte systémovo orientovaných učebných úloh⁸.

Takéto úlohy využívajú uzavreté schémy tzv. systémové diagramy, v ktorých sú pojmy priamo alebo nepriamo prepojené a vytvárajú uzavretú pojmovú štruktúru. Od žiakov sa vyžaduje analýza, zostrojenie alebo doplnenie systémového diagramu, pričom na splnenie týchto úloh by žiaci mali používať systémové myslenie a rozvíjať dôležité zručnosti, ako sú schopnosť rozlišovať pojmy, vytvárať vzťahy, analyzovať systém na základné zložky (pojmy a prepojenia) a syntetizovať tieto zložky do vzájomne prepojených subsystémov tvoriacich celok⁹. Ukazuje sa, že riešenie úloh založených na systémových diagramoch rozvíja práve také zručnosti, ako sú analýza, syntéza či hodnotenie.

Metóda SATL bola implementovaná do rôznych odborov chémie – všeobecná chémia¹⁰, anorganická, organická a analytická chémia¹¹, fyzikálna chémia¹² a biochémia¹³.

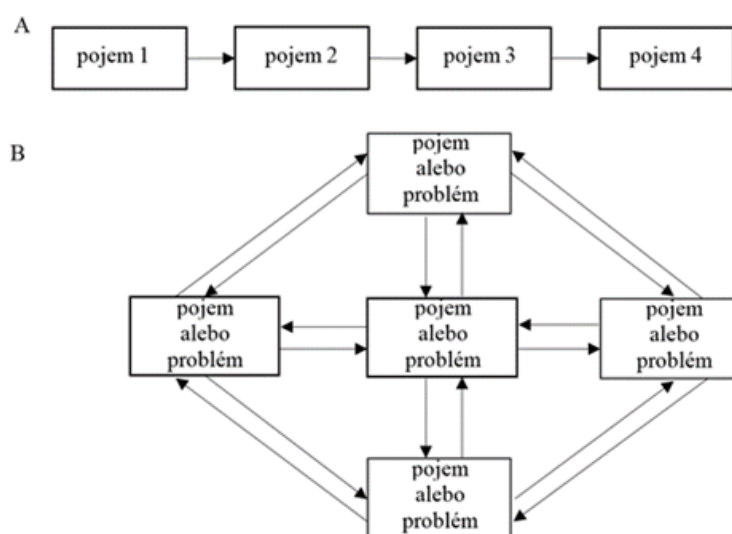
2. Od tradičného spôsobu výučby k systémovému prístupu k výučbe a systémovému hodnoteniu

Tradičný prístup k výučbe a učeniu sa zahŕňa väčšinou usporiadanie súvisiacich pojmov lineárnym spôsobom (obr. 1A). Systémový prístup k výučbe a učeniu sa (SATL) zahŕňa usporiadanie pojmov/problémov vyjadrujúce vzájomné vzťahy a súvislosti medzi nimi (obr. 1B). Schematické znázornenie týchto dvoch prístupov k výučbe a učeniu sa znázorňuje obr. 1.

Jednou z kľúčových tém vo výučbe systematickej anorganickej chémie je reaktivita prvkov a ich zlúčenín. Prostredníctvom tradičného prístupu k výučbe učiteľia žiakom prezentujú vybrané reakcie prvkov, reakcie ich zlúčenín a príslušné chemické rovnice, žiaci sa ich naučia napísať pomocou chemických značiek a vzorcov, ale často nerozumejú podstate vzťahov medzi reaktantmi, produktmi a reakčnými podmienkami. V konečnom dôsledku sa chemické rovnice len mechanicky naučia^{11,14}.

Tradičný prístup k výučbe môžeme ukázať na príklade s-prvkov. Učiteľ od žiakov vyžaduje, aby žiaci napísali chemickými rovnicami napríklad tieto deje:

- a) reakciu sodíka s vodou;
- b) neutralizáciu hydroxidu sodného kyselinou chlorovodíkovou;
- c) elektrolýzu taveniny chloridu sodného.



Obr. 1. Porovnanie lineárneho a systémového prístupu k výučbe a učeniu sa (SATL); upravené podľa cit.⁶

Od žiakov sa očakáva, že napíšu nasledovné chemické rovnice:

- $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$
- $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- $2 \text{NaCl} \rightarrow 2 \text{Na} + \text{Cl}_2$

Podľa Ausubela (cit.¹⁵) sú takto naučené poznatky izolované jednotky, ktoré nesúvisia s už zavedenými pojmi v kognitívnej štruktúre.

V praxi sa stretávame s tým, že sa žiaci naučia zapísať chemické rovnice bez toho, aby porozumeli vzájomnému vzťahu medzi sodíkom a jeho zlúčeninami. Rovnako skúsenosti ukazujú, že pri tomto mechanickom učení sa žiaci nesústredia na podstatu chemických dejov, ako je substitúcia, acidobázická reakcia, elektrolyza, tepelný rozklad a i. Podľa Bloomovej taxonómie učebných úloh sú tieto úlohy zamerané na nižšie úrovne – zapamätanie a porozumenie¹¹.

Metóda SATL vychádza z pojmového mapovania, ktoré zahŕňa prvky konštruktivismu v tom zmysle, že sami žiaci spájajú nové vedomosti s už existujúcou štruktúrou vedomostí. Pre daný súbor pojmov je tak možné vytvoriť niekoľko rôznych pojmových máp. Problémom však je, že pojmové mapy sú náročné na objektívnu skórovateľnosť z hľadiska posúdenia jednoznačnosti a správnosti pojmovej mapy¹⁶. V literárnych zdrojoch nájdeme viac prístupov ku kvantifikácii a interpretácii žiakmi vytvorených pojmových máp. Väčšina autorov, napr. P. Boyer, podobne ako J. D. Novak, navrhujú neurčovať vopred jediný, konečný a nemenný počet bodov, ale vymedzujú iba postupy a kritéria, ktoré napokon určia bodový zisk jednotlivých žiakov za danú pojmovú mapu¹⁷. Vyhodnocovanie pojmových máp, hlavne v početných triedach, je časovo náročné a pre žiakov, ktorí majú silné sklony k mechanickému učeniu, môže byť stresujúce¹⁸. Johnstone a Otis¹⁹ vo svojich vý-

skumoch zistili, že medzi kvalitou pojmovej mapy a hodnotením žiaka neexistuje relevantný vzťah a pojmová mapa je subjektívnou záležitosťou každého žiaka.

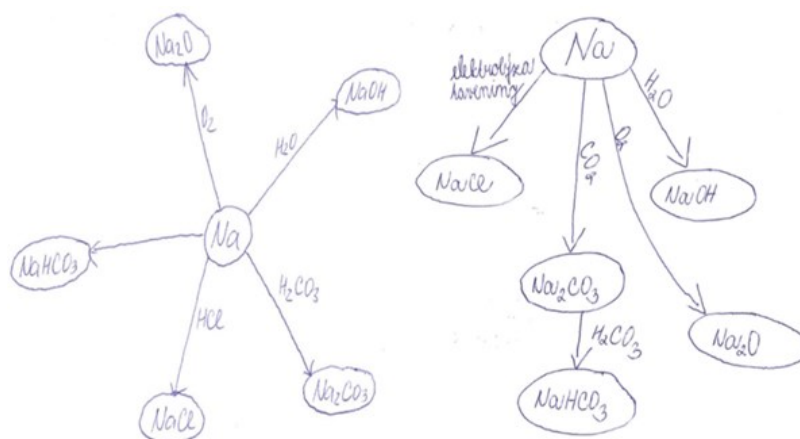
Uvedené skutočnosti možno vysvetliť na nasledovnom príklade: Ak žiakom zadáme úlohu, aby vytvorili pojmovú mapu z nasledovných pojmov (chemických látok): Na, NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, NaCl, Na₂O a Na₂O₂ so zdôraznením na reakčné podmienky a vzájomné vzťahy medzi látkami, môžu vytvoriť niekoľko rôznych pojmových máp, ktoré „správne“ zobrazujú vzťahy medzi daným súborom pojmov (látok) (obr. 2).

Práve z dôvodu, že existuje veľa možných pojmových máp, ktoré „správne“ zobrazujú vzťahy medzi daným súborom pojmov, pojmové mapy sa nepovažujú za vhodný hodnotiaci nástroj žiakov⁶.

Kľúčovým bodom, ktorý spája pojmové mapy a metódu SATL, je výber pojmov a ich organizácia v systéme⁷.

Metóda SATL umožňuje učiteľovi so žiakmi postupne vybudovať logickú štruktúru pojmov a poznatkov o týchto pojmoch. Začína s lineárnou štruktúrou pojmov, ktorú rozvíja do uzavretého systému. V uzavretom systémovej diagrame existujú aj implikácie viaccestných vzťahov, ktoré môžu byť „odhalené“ neskôr a v danom čase použité na účely posudzovania. V tomto zmysle uzavreté systémove diagramy sú úplné, čo je v kontraste so štandardnými pojmovými mapami⁶. Diagramy môžu obsahovať 3–6 zložiek (názvy prvkov či zlúčenín, chemické značky či chemické vzorce), pričom jednotlivé zložky systémovej diagramu musia navzájom súvisieť.

Pre overovanie porozumenia a vedomostí žiakov v rámci SATL Fahmy a Lagowski⁸ zaviedli tzv. systémove hodnotenie SA (z angl. Systemic Assessment). Systémove hodnotenie má niekoľko výhod: ľahko sa skóruje, je objektívne, reliabilné (spoľahlivé) a validné (platné)⁸. Jeho



Obr. 2. Pojmové mapy vytvorené žiakmi; Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka I

Typy systémových úloh a ich charakteristika

Typy systémových úloh podľa úrovne overovaných vedomostí a zručností

Úlohy na systémovú syntézu – overujú vedomosti žiakov na úrovni syntézy, teda na základe pochopenia reakčných vzťahov medzi látkami. Od žiakov vyžadujú zostrojenie systémového diagramu z daných chemických látok.

Úlohy na systémovú analýzu – overujú vedomosti žiakov na úrovni analýzy. Žiaci analyzujú chemické reakcie v systémovom diagrame.

Úlohy na systémovú syntézu a analýzu – overujú vedomosti žiakov na úrovni syntézy a analýzy. Žiaci vytvárajú schému vyjadrujúcu reakčné vzťahy a zároveň analyzujú vytvorené vzťahy v diagrame.

Typy systémových úloh podľa formy ich zadania a riešenia

Úlohy na dopĺňovanie – overujú vedomosti žiakov na úrovni syntézy. Žiaci dopĺňajú systémový diagram o chýbajúce zložky.

Úlohy na priradovanie – overujú vedomosti žiakov na úrovni syntézy. Žiaci hľadajú vzťah medzi súborom dvoch zložiek. Úlohu tvoria dva krajné stĺpce – súbor látok a reakčných podmienok a tretí stĺpec v strede, v ktorom sa z ponuky v krajných stĺpcoch vytvára systémový diagram.

Úlohy typu „pravda-nepravda“ – overujú vedomosti žiakov na úrovni porozumenia, syntézy a analýzy. Od žiakov vyžadujú posúdenie, či je systémový diagram správny alebo nie. Umožňujú v krátkom čase odpovedať na otázky týkajúce sa veľkého počtu pojmov, faktov a vzťahov.

Úlohy s možnosťou výberu z viacerých odpovedí – overujú vedomosti žiakov na úrovni analýzy, syntézy a hodnotenia. Žiaci uskutočňujú výber zo zoznamu systémových diagramov; každý systémový diagram pozostáva z troch až piatich chemických vzťahov.

Úlohy na zoradovanie – overujú vedomosti žiakov na úrovni analýzy, syntézy a hodnotenia. Od žiakov vyžadujú umiestniť text alebo vzorec v danej postupnosti do systémového diagramu.

základným nástrojom sú systémové úlohy. Uvedení autori navrhli viacero typov systémových úloh^{8,11,14,20} (tab. I).

3. Vybrané systémové úlohy k téme s-prvky a ich zlúčeniny

Uvedené typy systémových úloh boli využité pri tvorbe úloh k téme s-prvky a ich zlúčeniny zo systematickej anorganickej chémie gymnázia.

Pracovné listy so systémovými úlohami boli vytvárané v spolupráci autorov článku s ďalšími učiteľmi, pilotne overené a následne optimalizované.

Systémové úlohy sme vytvorili pre pracovné listy k témam „Sodík a jeho zlúčeniny“ a „Vápnik a jeho zlúčeniny“ v súlade s obsahovými a výkonovými štandardmi tematického celku „Prvky a ich anorganické zlúčeniny“ podľa Štátneho vzdelávacieho programu (ŠVP) pre gymnázia²¹ (SR) a Rámcového vzdelávacieho programu (RVP) pre gymnázia²² (ČR).

Cieľom úloh v pracovných listoch bolo prehĺbiť, upevniť a overiť porozumenie poznatkom o chemických reakciách sodíka a vápnika. Systémové úlohy overujú a rozvíjajú spôsobilosť žiakov určovať vzťahy a súvislosti medzi reaktantami a reakčnými podmienkami, a zručnosti, ktoré súvisia so zapisovaním chemických reakcií príslušnými chemickými rovnicami (tab. II).

Diagramy využívané v systémových úlohách (tab. II) môžu pripomínať tzv. experimentálne cykly^{23,24}. Experimentálne cykly podobne predstavujú uzavreté cykly reakcií, zahrňujúce rôzne typy premien chemických látok, v ktorých je východisková látka zároveň finálnym produktom cyklu. Napríklad v ČR pre potreby výučby boli navrhnuté cykly medi a vápnika^{23,24}. Z hľadiska uskutočnenia jednotlivých reakcií v školskom laboratóriu spĺňa bezpečnostné požiadavky (toxicita látok) iba cyklus vápnika.

Systémové úlohy sa odlišujú od experimentálnych cyklov tým, že žiaci dopĺňajú okrem látok aj reakčné podmienky (tab. II), ktoré však nemajú ponúknuté. Žiaci tu tiež musia uvažovať o všetkých produktoch chemických reakcií.

U experimentálnych cyklov sa stretávame iba s typmi úloh zameraných na syntézu, pričom u systémových úloh

aj s ďalšími typmi úloh, ako sú úlohy na priradovanie, úlohy typu „pravda-nepravda“, úlohy s možnosťou výberu z viacerých odpovedí alebo úlohy na zoradovanie. Práve tieto úlohy sú zamerané na overovanie poznatkov na vyšších úrovniach Bloomovej taxonómie.

4. Názory a postoje učiteľov k implementácii systémových úloh do výučby anorganickej chémie

Väčšina štúdií, ktoré sa týkajú metódy SATL, sú zamerané hlavne na tvorbu systémových úloh a zisťovanie efektívnosti výučby s ich implementáciou z hľadiska rozvoja konceptuálneho porozumenia^{6,25}. Názory a postoje učiteľov na tento spôsob výučby sa vo výskumoch nezisťujú.

Metóda SATL je pre slovenských učiteľov nová, a preto cieľom nášho výskumu bolo zistiť názory a postoje učiteľov k implementácii systémových úloh do výučby systematickej anorganickej chémie, ich kladné a problémové stránky.

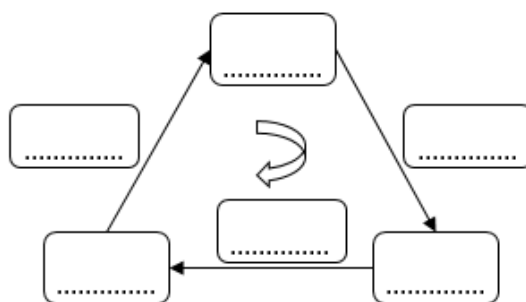
Tabuľka II

Príklady systémových úloh k téme s-prvky a ich zlúčeniny

Úloha na systémovú syntézu:

Máme k dispozícii tieto látky: Na, NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, NaCl, Na₂O₂.

Zostrojte trojuholníkový diagram zobrazujúci chemické reakcie a reakčné podmienky medzi tromi vybranými látkami.



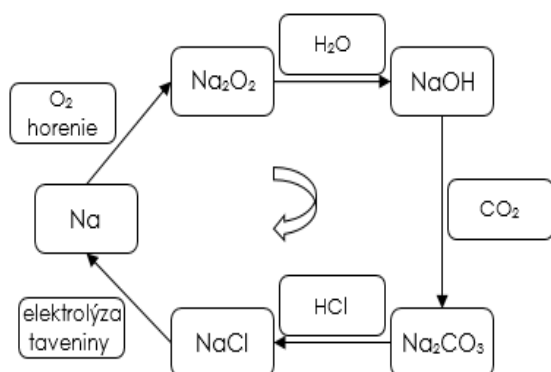
Riešenie: Z uvedených látok možno zostaviť niekoľko systémových diagramov, napr.:



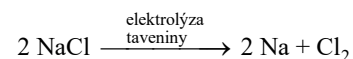
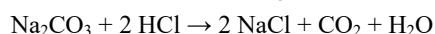
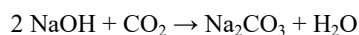
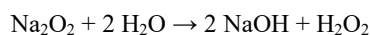
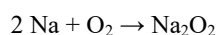
Uvedená úloha overuje poznatky na úrovni vyšších myšlienkových operácií, ako sú syntéza a hodnotenie. Žiaci okrem doplnenia látok do reakčného diagramu musia doplniť aj správne reakčné podmienky, ktoré však nemajú ponúknuté.

Úloha na systémovú analýzu:

Prepíšte systémový diagram zobrazujúci vzťahy medzi sodíkom a jeho zlúčeninami do chemických rovníc.

**Riešenie:**

Chemické rovnice:

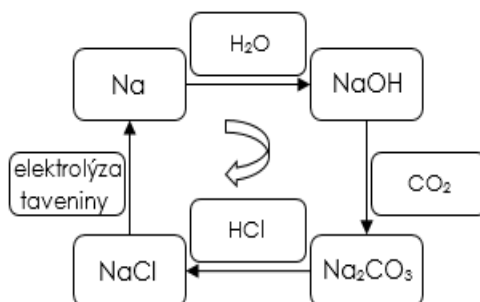


V tejto úlohe žiaci musia brať do úvahy ďalšie produkty a stechiometrické koeficienty. Úlohu môžeme rozšíriť zadaním, aby žiaci charakterizovali deje, ktoré tieto chemické rovnice popisujú.

Systémová úloha na priradovanie:

Vyberte prvky a zlúčeniny zo stĺpca A a reakčné podmienky zo stĺpca B a zostavte systémový diagram v stĺpci C.

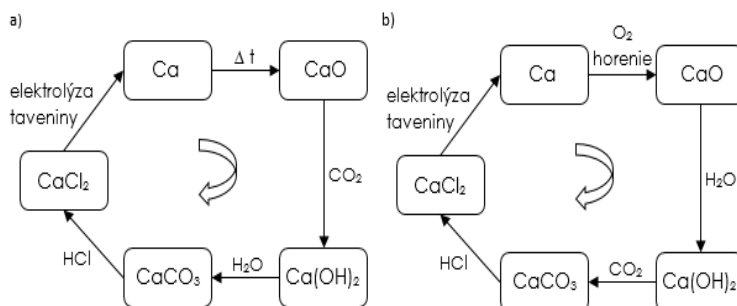
(A)	(C)	(B)
Na		H ₂ O
NaCl		O ₂ /teplo
Na ₂ CO ₃		CO ₂
NaNO ₃		HCl
Na ₂ O		elektrolýza taveniny
NaOH		HNO ₃

Riešenie:

V porovnaní s tradičnými priradovacími úlohami sa od žiakov vyžaduje zostavenie systémového diagramu, čo znižuje pravdepodobnosť, že správne odpovede žiakov môžu byť výsledkom tipovania. Uvedenú úlohu je vhodné využiť aj na hodnotenie, body môžeme pridelovať za správne zaradenie vybraných látok a reakčných podmienok do diagramu.

Systémová úloha s možnosťou výberu z viacerých odpovedí:

Určte, ktorý z diagramov vyjadruje správny priebeh chemických reakcií medzi vápnikom a jeho zlúčeninami. Svoj výber zdôvodnite.

**Riešenie:**

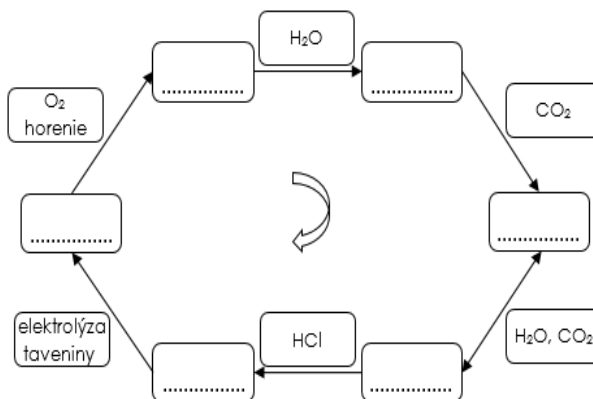
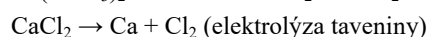
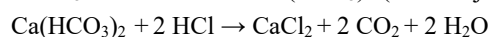
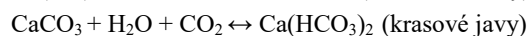
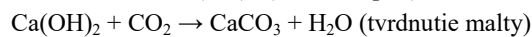
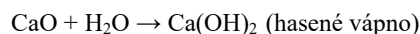
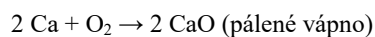
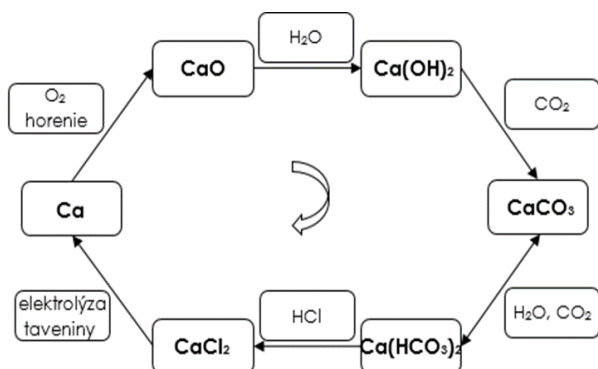
Správny je systémový diagram b). Hydroxid vápenatý vzniká reakciou CaO s vodou, a nie s CO_2 . Uhličitan vápenatý vzniká reakciou Ca(OH)_2 s CO_2 , a nie s vodou.

Od žiakov sa očakáva, že posúdia správnosť jednotlivých systémových diagramov.

Pri tejto úlohe väčšinou nevieme, či má žiak dané poznatky osvojené, nakoľko sa jedná o nápoď pre žiaka a správna odpoveď môže byť výsledkom tipovania alebo náhody. Preto úlohu môžeme rozšíriť zadaním, aby žiaci vysvetlili a zdôvodnili svoju odpoveď.

Úloha na systémovú analýzu a syntézu:

Usporiadajte správne vápnik a jeho zlúčeniny CaO , CaCO_3 , CaCl_2 , $\text{Ca(HCO}_3)_2$, Ca(OH)_2 do nasledovného systémového diagramu. Prepíšte vytvorený systémový diagram zobrazujúci vzťahy medzi vápnikom a jeho zlúčeninami do chemických rovníc. Doplňte k chemickým rovniciam praktický význam dejov, ktoré popisujú.

**Riešenie:**

V prípravnej fáze výskumu sme vytvorili dva pracovné listy pre žiakov 2. ročníka gymnázia obsahujúce systémové úlohy pre témy „Sodík a jeho zlúčeniny“ a „Vápnik a jeho zlúčeniny“ (pozri kapitolu 3).

V realizačnej fáze výskumu vytvorené pracovné listy implementovalo do výučby 30 učiteľov počas dvoch školských rokov (2019–2021). Na tejto výučbe sa zúčastnilo spolu 687 žiakov 2. ročníka gymnázií. Výber škôl bol uskutočnený náhodne tak, aby boli zastúpené školy z celého Slovenska.

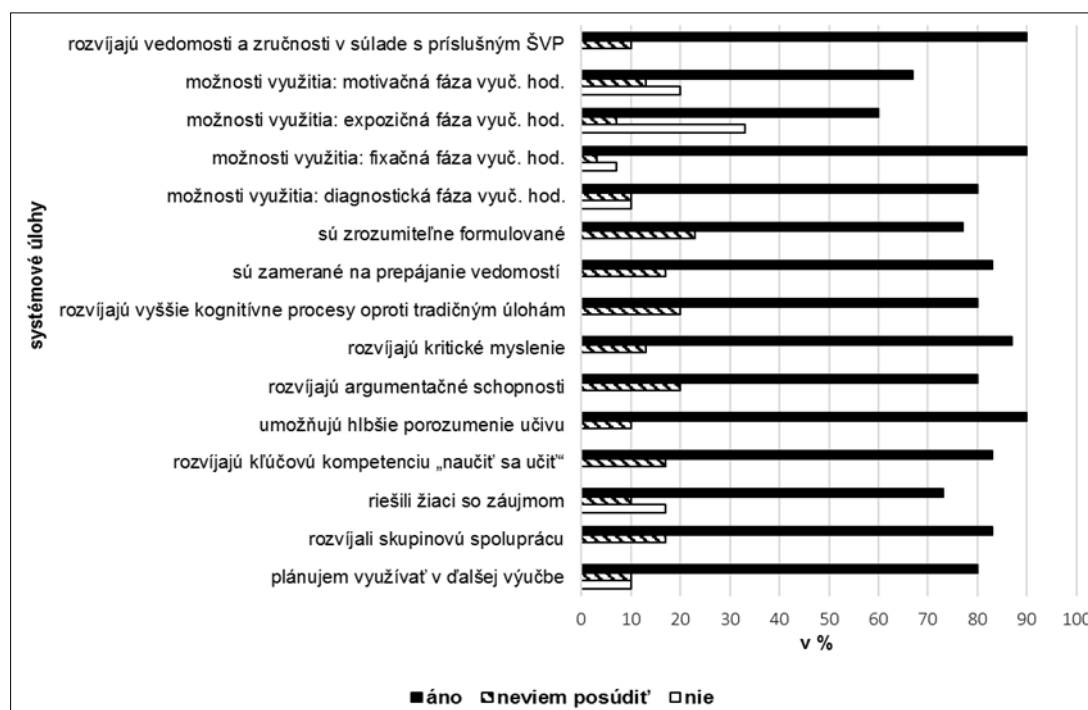
V literárnych zdrojoch^{8,11,14,20} sa nestretávame s presným hodnotením systémových úloh za účelom známkovania. Preto učitelia na základe vlastného uváženia mohli systémové úlohy implementovať do výučby buď s cieľom poskytnúť žiakom spätnú väzbu slúžiacu na zlepšenie ich procesu učenia sa, alebo za účelom sumatívneho hodnotenia, kedy napr. pridelovali body za správne zaradenie vybraných látok a reakčných podmienok do diagramu.

Názory a postoje učiteľov k pracovným listom so systémovými úlohami po ich implementácii vo výučbe boli zisťované prostredníctvom elektronického spätnoväzbového dotazníka.

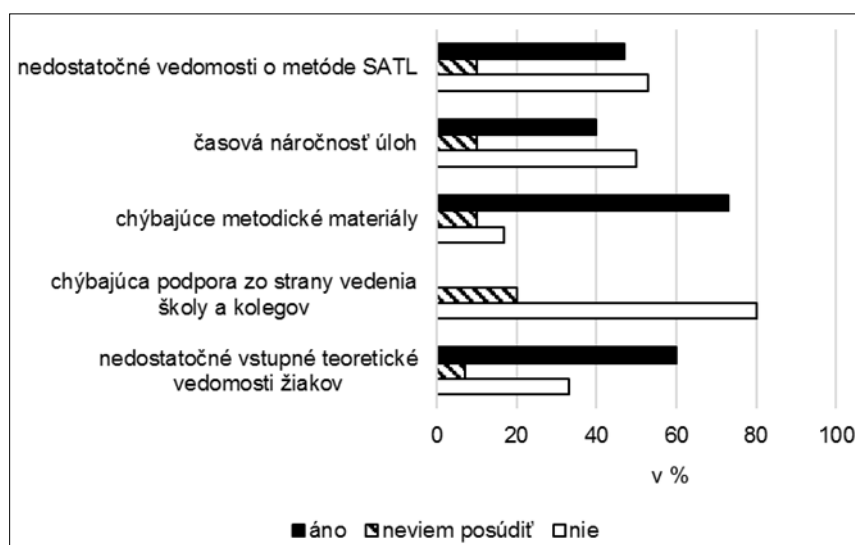
Dotazník obsahoval 17 položiek, ktoré boli rozdelené do dvoch oblastí, a to aké sú výhody implementácie systémových úloh do výučby a aké sú problémové stránky. Učitelia vyjadrovali svoje názory a postoje k jednotlivým položkám dotazníka na trojstupňovej škále „áno“, „neviem posúdiť“ a „nie“. Výsledky vyhodnotenia jednotlivých položiek dotazníka uvádzame na obr. 3.

Podľa 90 % učiteľov vytvorené systémové úlohy rozvíjajú vedomosti a zručnosti žiakov v súlade s cieľmi stanovenými príslušným ŠVP pre gymnázia²¹. To pomôže učiteľom posúdiť dosiahnuté výsledky žiakov vzhľadom na obsahové aj výkonové štandardy²⁰. Učitelia odporúčajú takéto typy úloh implementovať do výučby v rámci fixačnej fázy (90 %) za účelom upevnenia a prehĺbenia učiva alebo diagnostickej fázy (80 %), a to na overovanie vedomostí. Za kladné stránky týchto úloh považujú učitelia to, že rozvíjajú prepájanie vedomostí (83 %), kritické myslenie (87 %) a argumentačné schopnosti (80 %). Prepájanie vedomostí pomáha žiakom vidieť pojmy nie izolovane, ale vnímať ich vo vzájomných súvislostiach s ďalšími poznatkami a pojmi¹¹. Podľa 80 % učiteľov systémové úlohy oproti tradičným úlohám rozvíjajú poznatky žiakov v rámci vyšších úrovní Bloomovej taxonómie, ako sú analýza či hodnotenie. Význam implementácie týchto úloh do výučby vidia učitelia i v tom, že poskytujú spätnú väzbu pre ďalšie učenie sa žiakov (83 %), žiak pochopí poznatky, ktorým predtým nerozumel, hlbšie porozumie učivu (90 %). Toto hĺbkové učenie sa líši od povrchného učenia, ktoré sa zameriava na pamäťové zapamätanie a povrchné chápanie pojmov^{11,26}. Podľa 73 % učiteľov žiaci o riešenie takýchto typov úloh záujem majú a pritom sa vytvoril priestor na rozvoj skupinovej spolupráce (83 %). Väčšina učiteľov (80 %) sa vyjadrilo, že plánuje využívať takéto typy úloh vo výučbe aj naďalej.

Implementácia systémových úloh do výučby naráža na niektoré problémy (obr. 4). Ako hlavné problémy sa



Obr. 3. Výhody implementácie systémových úloh do výučby; Zdroj: vlastné spracovanie



Obr. 4. Problémové stránky implementácie systémových úloh do výučby; Zdroj: vlastné spracovanie

ukazujú chýbajúce metodické materiály (73 %), čím sa myslia pracovné listy, nedostatočné vstupné teoretické vedomosti žiakov (60 %) a obavy učiteľov z implementácie metódy SATL do výučby (47 %), čo si podľa nich vyžaduje vzdelávanie. Ďalším problémom je, že niektorí žiaci nemajú hlboké vedomosti napr. o názvosloví anorganických zlúčenín, určovaní typov chemických reakcií či vyčíslňovaní chemických rovníc (t. j. výpočet stechiometrických koeficientov). Niektorí učitelia sa sťažujú na nedostatok času na riešenie systémových úloh (40 %) z dôvodu extenzívneho nárastu učebného obsahu, teda tlaku na pribúdanie poznatkov, ktoré sa majú žiaci naučiť. Učitelia sa mnohokrát snažia žiakov naučiť všetko, čo vedie iba k povrchnému učeniu. Počiatočný nezvyk žiakov na takéto typy úloh sa po 2–3 úlohách odstraňuje.

5. Záver

Učitelia na Slovensku ani v Českej republike sa doposiaľ nestretli s možnosťami implementácie systémových úloh do výučby chémie. Z názorov učiteľov na kvalitu pracovných listov so systémovými úlohami vyplynulo, že sú plne využiteľné vo výučbe systematickej anorganickej chémie. Uváľali by takto spracované pracovné listy aj pre iné témy. Učitelia vidia potenciál systémových úloh v hlbokom porozumení a rozvoji kritického a systémového myslenia žiakov, na rozdiel od učenia sa naspamäť.

Skúsenosti s tvorbou systémových úloh a poznatky z využitia systémových úloh v systematickej anorganickej chémii nás viedli k tvorbe úloh pre organickú chémiu, ktorá umožňuje oproti anorganickej chémii väčšiu rozmanitosť vychádzajúc z uplatňovania logických pravidiel

medzi zlúčeninami, reakčnými podmienkami a typmi chemických reakcií.

Táto práca bola podporená národným projektom IT Akadémia – vzdelávanie pre 21. storočie s ITMS kódom 312011F057 a grantom KEGA č. 004UPJŠ-4/2020 „Tvorba, implementácia a overovanie efektívnosti digitálnej knižnice s nástrojmi formatívneho hodnotenia pre prírodovedné predmety, matematiku a informatiku na základnej škole“.

LITERATÚRA

- Golemi S. B.: Afr. J. Chem. Educ. 7, 98 (2017).
- Bruner J. S.: *Vzdelávací proces*. SPN, Praha 1965.
- Iljina T. A.: *Systémové štruktúrní prístup v pedagogice*. VÚP, Praha 1972.
- Čtrnáctová H.: *Výběr a štruktúrace učiva chemie*. SPN, Praha 1982.
- Šimek M., Koča J.: Metoda štruktúrne logické analýzy učiva. Přír. Vědy. Šk. 34(1), 20 (1983).
- Fahmy A. F. M., Lagowski J. J.: Afr. J. Chem. Educ. 1, 29 (2011).
- Hrin T., Milenković D., Kekez Babić S., Segedinac M.: Croat. J. Educ. 16, 175 (2014).
- Fahmy A. F. M., Lagowski J. J.: Afr. J. Chem. Educ. 2, 66 (2012).
- Vachliotis T., Salta K., Tzougraki C.: Res. Sci. Educ. 44 (2014).
- Cardellini L.: J. Chem. Educ. 87, 1308 (2010).
- Fahmy A. F. M.: Afr. J. Chem. Educ. 7, 2 (2017).
- Nazir M., Naqvi I.: Afr. J. Chem. Educ. 1, 59 (2011).
- Golemi S., Këçira R., Laçej D.: J. Educ. Soc. Res. 3, 106 (2013).

14. Fahmy A. F. M., Lagowski J. J.: *Afr. J. Chem. Educ.* 5, 44 (2015).
15. Ausubel D., Novak J., Hanesian H.: *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd ed.). Holt, Rinehart & Winston, New York 1978.
16. Schubertová R., Bednářová M.: *Scientia in Educatione* 9, 104 (2018).
17. Novak J. D., Cañas, A. J.: *Technical Report No. IHMC CmapTools 2006-01*. Florida Institute for Human and Machine Cognition, Pensacola, FL 2006.
18. Zeilik M.: *Classroom assessment techniques: Concept mapping*. University of New Mexico 1999. <http://www.flaguide.org/extra/download/cat/conmap/conmap.pdf>, stiahnuté 15. 10. 2021.
19. Johnstone A. H., Otis K. H.: *Chem. Educ. Res. Pract.* 7, 84 (2006).
20. Fahmy A. F. M., Lagowski J. J.: *Afr. J. Chem. Educ.* 4, 35 (2014).
21. *Inovovaný ŠVP pre gymnáziá so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom. Vzdelávacia oblasť: Človek a príroda – Chémia*. https://www.statpedu.sk/files/articles/dokumenty/inovovany-statny-vzdelavaci-program/chemia_g_4_5_r.pdf, stiahnuté 16. 9. 2021.
22. *Rámcový vzdelávací program pro gymnázia*. MŠMT, Praha 2007.
23. Kolář K., Bílek M., Chroustová K., Rychtera J., Machková V.: *3rd International Baltic Symposium on Science and Technology Education, BalticSTE 2019* (Lamanskas V., ed.), str. 95. Scientia Socialis, Šiauliai 2019.
24. Kolář K., Chroustová K., Machková V.: *Project-based Education and other activating Strategies in Science Education XVII* (Rusek M., Tóthová M., Vojtíš K., ed.), str. 70. Charles University, Faculty of Education, Praha 2020.
25. Bradley J. D., Moodie P.: *Afr. J. Chem. Educ.* 7, 45 (2017).
26. Boshra Awad M.: *Afr. J. Chem. Educ.* 7, 82 (2017).

M. Ganajová^a, I. Sotáková^a, Z. Dzurišínová^b, and H. Čtrnáctová^c (^a Department of Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, ^b Grammar School of Ján Adam Rayman, Prešov, ^c Department of Teaching and Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague): **Systemic Tasks in the Teaching of Inorganic Chemistry**

The Systemic Approach in Teaching and Learning (SATL) involves an arrangement of concepts/problems into diagrams, which represent how they are linked. The goal of this paper is to present the systemic approach in teaching chemistry and provide examples of systemic tasks in terms of this approach on a selected topic from inorganic chemistry, i.e. s-block elements and their compounds. In accordance with SATL, systemic tasks in chemistry aim to verify and develop students' ability to determine the relationships and links between reactants and reaction conditions, as well as their ability to write down chemical reactions in the form of chemical equations. The paper compares the traditional approach to the creation of tasks, assignments, and the resulting mind maps with the systemic tasks. Thus, the evaluation of teachers' opinions on the pros and cons of the systemic tasks implementation into teaching are presented.

Keywords: SATL method, systemic tasks, chemistry teaching

- Ganajová M., Sotáková I., Dzurišínová Z., Čtrnáctová H.: *Chem. Listy* 116, 552–560 (2022).
- <https://doi.org/10.54779/chl20220552>

Acknowledgements

This work was supported by the National project "IT Academy – Education for the 21st Century", ITMS code of the project: 312011F057 and by the grant KEGA No. 004UPJŠ-4/2020 "Creation, Implementation, and Verification of the Effectiveness of Digital Library with the Formative Assessment Tools for the Natural Sciences, Mathematics and Informatics at the Elementary School".