

SYSTÉMOVÉ ÚLOHY VO VÝUČBE ORGANICKEJ CHÉMIE

MÁRIA GANAJOVÁ^a, IVANA SOTÁKOVÁ^a a HANA ČTRNÁCTOVÁ^b

^a Oddelenie didaktiky chémie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Moyzesova 11, 040 01 Košice, Slovensko, ^b Katedra učiteľství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Hlavova 8, 128 43 Praha, Česká republika
maria.ganajova@upjs.sk

Došlo 7.11.22, prijaté 6.6.23.

Tento článok nadväzuje na predchádzajúci článok s názvom "Systémové úlohy vo vyučovaní anorganickej chémie" uverejnený v Chemických listoch 9/2022, v ktorom bola vysvetlená metóda SATL (Systemic Approach in Teaching and Learning), popísané jednotlivé typy systémových úloh v anorganickej chémii a uvedené príklady. Cieľom tohto príspevku je sprístupniť o príklady systémových úloh určených na vyučovanie organickej chémie, ktoré sú zamerané na rozvoj kognitívnych procesov vyššieho rádu. Tieto systémové úlohy aplikovalo 89 učiteľov vo vyučovaní na 2136 žiakoch 2. ročníka gymnázií v priebehu dvoch školských rokov (2019–2021). Po overení sa potvrdilo, že systémové úlohy zlepšili porozumenie žiakov organickej chémie a prispeli k rozvoju kognitívnych a vedeckých zručností, ako sú kritické myslenie, riešenie problémov, spolupráca, argumentácia a interpretácia výsledkov. Učítelia zapojení do tohto výskumu tiež poskytli svoje názory na kladné a problémové stránky tohto vyučovacieho nástroja z hľadiska motivácie, hlbšieho porozumenia, identifikácie miskoncepcií a časovej náročnosti.

Kľúčové slová: metóda SATL, systémové úlohy, kognitívne procesy, výučba organickej chémie

Obsah

1. Úvod
2. Charakteristika pracovných listov so systémovými úlohami pre organickú chémiu
3. Ukážky vybraných systémových úloh z organickej chémie s priradením dimenzie vedomostí a kognitívneho procesu podľa revidovanej Bloomovej taxonómie
4. Názory učiteľov k implementácii systémových úloh do výučby organickej chémie
5. Záver

1. Úvod

Život v súčasnej spoločnosti vyžaduje stále viac schopnosť systémového myslenia, čo sa odráža aj v požiadavkách pre výučbu žiakov na stredných školách. Preto sme zamerali svoju pozornosť na osvojovanie chemických úloh, ktoré také myslenie rozvíjajú. V príspevku „Systémové úlohy vo výučbe anorganickej chémie“, publikovanom v Chemických listoch č. 9/2022, bola vysvetlená metóda SATL (z angl. Systemic Approach in Teaching and Learning) a opísané jednotlivé typy systémových úloh – spolu s ukážkami úloh k téme s-prvky a ich zlúčeniny na úrovni gymnázia¹. Ako bolo v tomto príspevku uvedené,

systémový prístup k výučbe a učeniu sa, označovaný SATL, zaviedli Fahmy a Lagowski v roku 1997 na Texaskej univerzite v Austine². Cieľom tohto prístupu je pretvárať mechanické učenie na hlboké učenie žiakov³. Tento cieľ je možné dosiahnuť rozvojom systémového myslenia v kontexte systémovo orientovaných učebných úloh⁴. 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 celok⁵.

Žiaci sa neučia izolované fakty (naspamäť), ale spájajú pojmy a fakty v logickom kontexte⁶.

Úlohy využívajúce systémové diagramy môžu evokovať štruktúru podobnú pojmovým mapám. Rozdiel medzi pojmovými mapami a systémovými úlohami je v tom, že pojmové mapy sú náročné na objektívnu skórovateľnosť z hľadiska posúdenia jednoznačnosti a správnosti⁷. V uzavretom systémovom diagrame existujú aj implikácie viaccestných vzťahov, ktoré môžu byť „odhalené“ neskôr a v danom čase použité na účely posudzovania. V tomto zmysle uzavreté systémové diagramy sú úplné, čo je v kontraste so štandardnými pojmovými mapami².

Systémové diagramy môžu obsahovať 3–6 zložiek (názvy prvkov či zlúčenín, chemické značky či chemické vzorce), pričom jednotlivé zložky diagramu musia navzájom súvisieť.

Cieľom tohto príspevku je sprístupniť ukážky vytvorených systémových úloh z organickej chémie zamerané na vyššie kognitívne procesy, ako aj názory učiteľov na ich implementáciu do výučby na gymnáziu. Vytvorené systémové úlohy majú pomôcť žiakom hlbšie porozumieť organickej chémii, ktorá je teoretickým základom mnohých špecializovaných chemických disciplín, ako sú chémia liečiv, farbív, makromolekulová chémia, kozmetická chémia apod.

2. Charakteristika pracovných listov so systémovými úlohami pre organickú chémiu

Učivo organickej chémie sa vyučuje prevažne v 2. ročníku 4-ročného gymnázia, resp. 6. ročníku gymnázia s osemročným štúdiom. Pre organickú chémiu bola vytvorená sada pracovných listov so systémovými úlohami na nasledovné témy: Úvod do organickej chémie, Uhl'ovodíky, Deriváty uhl'ovodíkov, Hydroxyderiváty a Karboxylové kyseliny a ich deriváty.

Pracovné listy so systémovými úlohami boli vytvorené v súlade s obsahovými a výkonovými štandardmi Štátneho vzdelávacieho programu (ŠVP) pre gymnázia⁸ (SR) a Rámcového vzdelávacieho programu (RVP) pre gymnázia⁹ (ČR). V týchto štandardoch je zdôraznené, že v organickej chémii je potrebné kľásť dôraz na súvislosti medzi štruktúrou a vlastnosťami organických látok, princípmi ich reaktivity a zamerať sa na ich najdôležitejšie reakcie. Práve reaktivita organických zlúčenín predstavuje pre žiakov jednu z najnáročnejších častí štúdia organickej chémie.

Cieľom vytvorených pracovných listov je preto prehĺbovanie a upevňovanie učiva organickej chémie prostredníctvom systémových úloh, ktoré sú koncipované tak, aby žiaci porozumeli širším súvislostiam a vzťahom, pravidlám a zákonitostiam zápisov reakčných schém reakcií organických zlúčenín¹⁰.

Vytvorené pracovné listy predstavujú súbory úloh obsahujúce systémové diagramy zamerané na posilnenie kognitívneho porozumenia základným pojmom organickej chémie, typom chemických reakcií organických zlúčenín, vzťahom medzi uhl'ovodíkmi a ich derivátmi, hydroxyderivátmi uhl'ovodíkov a ich reaktivitou, karboxylovými kyselinami a ich derivátmi s dôrazom na reakčné podmienky/reakčné činidlá.

Všetky pracovné listy boli vytvárané v spolupráci autorov článku s učiteľmi, pilotne overené a následne optimalizované.

3. Ukážky vybraných systémových úloh z organickej chémie s priradením dimenzie vedomostí a kognitívneho procesu podľa revidovanej Bloomovej taxonómie

V súvislosti s požiadavkou na zvyšovanie úrovne tvorivého a kritického myslenia žiakov vo vzdelávacom procese je dôležité zamerať sa najmä na rozvíjanie vyšších kognitívnych procesov a využívanie takých vzdelávacích aktivít, ktoré ich rozvíjajú^{11,12}.

Ako uvádzajú Fahmy a Lagowski¹³, systémové úlohy a testy z nich vytvorené môžu rozvíjať a overovať vyššie kognitívne procesy, ako sú analýza, syntéza a hodnotenie v Bloomovej taxonómii¹⁴. Tradičné objektívne testy nedokážu posúdiť učenie nad rámec porozumenia.

Preto sme sa aj v našom príspevku zamerali na príklady systémových úloh z organickej chémie (tab. I) určených na rozvíjanie vyšších kognitívnych procesov, ktoré sú hierarchicky usporiadané v rámci revidovanej Bloomovej taxonómie (ďalej RBT)¹⁵.

Predpokladom rozvíjania kognitívnych procesov je poznanie príslušných aktívnych sloviess, ktoré vymedzujú jednotlivé kategórie. Na základe týchto aktívnych sloviess dokážeme identifikovať, ktoré kognitívne procesy by sa mali rozvíjať^{16,17}.

Z hľadiska vedomostnej dimenzie podľa RBT možno rozvíjať faktické, konceptuálne, procedurálne a metakognitívne vedomosti. Navrhnuté systémové úlohy v pracovných listoch prehĺbujú a upevňujú predovšetkým vedomosti žiakov v kategórii konceptuálne vedomosti. V závere pracovných listov sa nachádzajú úlohy na rozvoj metakognitívnych vedomostí a zručností žiakov so zameraním na stratégiu sebahodnotenia.

Z hľadiska dimenzie kognitívnych procesov podľa RBT sú systémové úlohy v pracovných listoch zamerané nielen na zapamätanie a porozumenie, ale hlavne na:

- schopnosť uplatniť vedomosti v nových konkrétnych situáciách,
- schopnosť analyzovať alebo syntetizovať jednotlivé časti systémového diagramu,
- schopnosť porovnávať a vyhodnocovať správnosť prístupných systémových diagramov.

Vytvorené pracovné listy so systémovými úlohami prehĺbujú schopnosti žiakov pracovať s odborným textom, schémami, kriticky analyzovať informácie a syntetizovať ich. Ďalej rozvíjajú schopnosti žiakov pracovať vo dvojiciach alebo skupinách, diskutovať, komunikovať a argumentovať.

Je potrebné zdôrazniť, že diagramy v systémových úlohách obsahujú iba schematické zápisy (nie úplné), preto sa v niektorých reakciách vedľajší produkt nepíše.

V závere pracovných listov sa nachádzajú úlohy overujúce metakognitívne znalosti žiakov prostredníctvom sebahodnotenia. Zo skúseností vieme, že žiaci majú často problém slovne zhodnotiť úroveň svojich vedomostí a zručností. Práve sebahodnotiaca karta žiaka tomuto javu

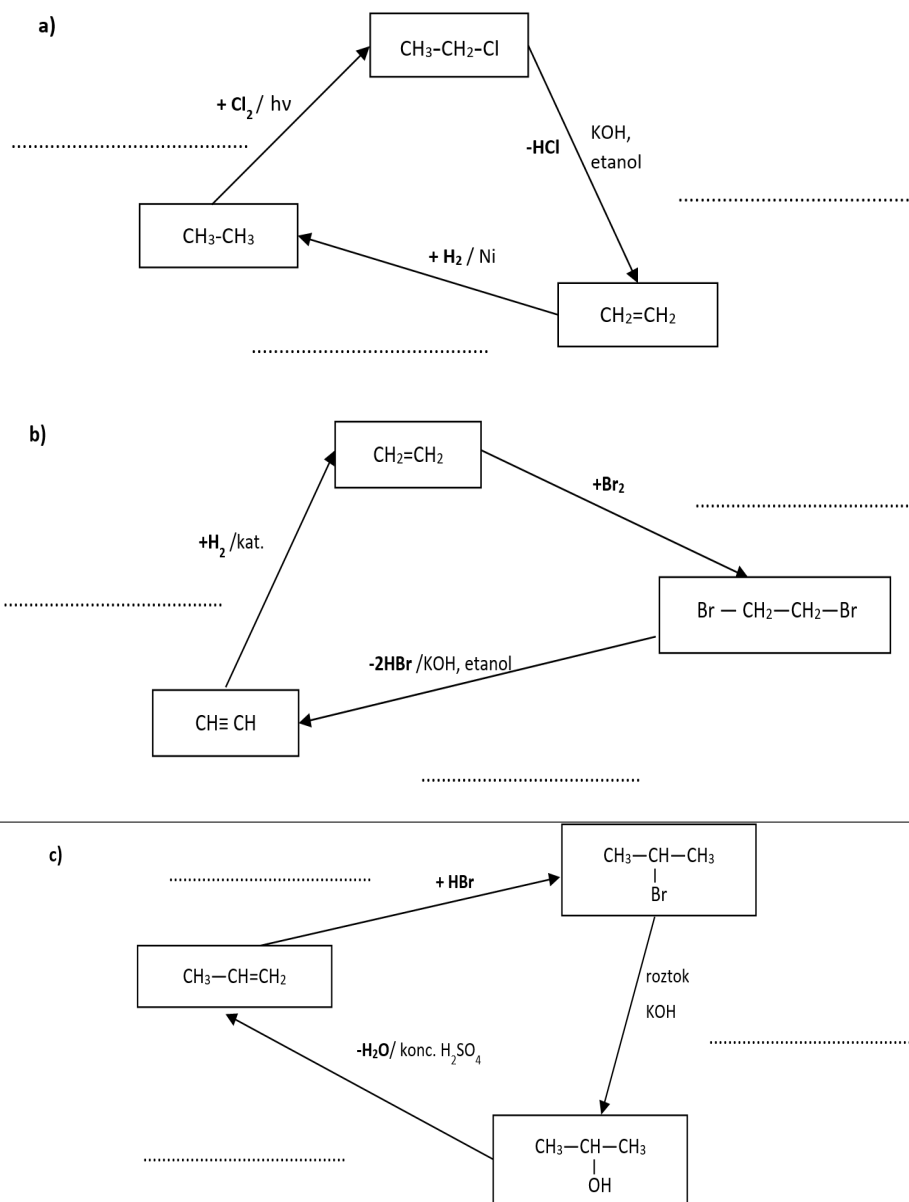
Tabuľka I

Príklady systémových úloh z organickej chémie s priradením dimenzie vedomostí a dimenzie kognitívneho procesu podľa RBT

Úloha č. 1 na systémovú analýzu

Dimenzia vedomostí/kognitívneho procesu: konceptuálne vedomosti/aplikácia

Doplňte typy chemických reakcií v nasledujúcich systémových diagramoch.



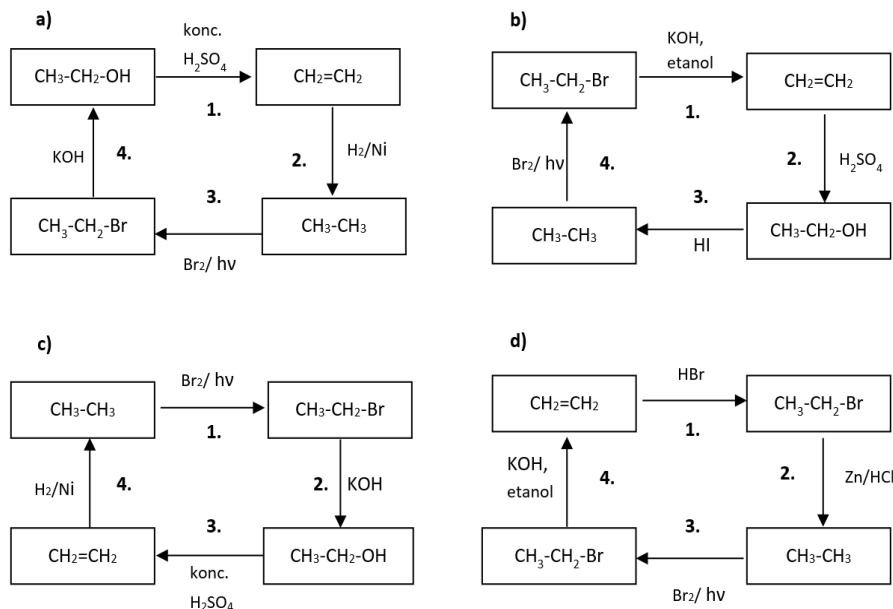
Žiaci analyzujú vzťahy medzi jednotlivými organickými zlúčeninami a reakčnými podmienkami/reakčnými činidlami.

Riešenie (zhora v smere hodinových ručičiek):

- a) eliminácia – adícia – substitúcia
 b) adícia – eliminácia – adícia
 c) substitúcia – eliminácia – adícia

Úloha č. 2 s možnosťou výberu z viacerých odpovedí**Dimenzia vedomostí/kognitívneho procesu: konceptuálne vedomosti/analýza**

Určte, ktorý zo systémových diagramov vyjadruje priebeh chemických reakcií v poradí: substitúcia – substitúcia – eliminácia – adícia.



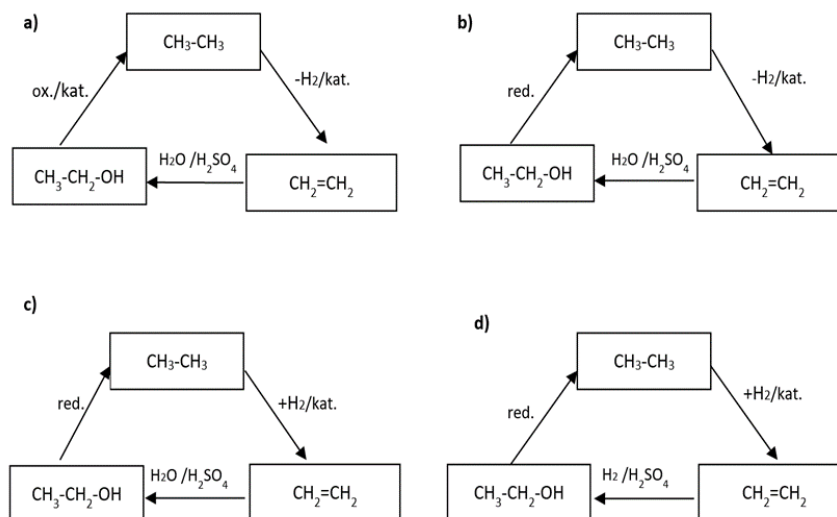
Žiaci vyberajú správnu odpoveď z viacerých odpovedí, pričom analyzujú každú možnosť. Úlohu môžeme rozšíriť zadáním, aby žiaci vysvetlili a zdôvodnili svoju odpoveď.

Riešenie:

Správny je systémový diagram c).

Úloha č. 3 s možnosťou výberu z viacerých odpovedí**Dimenzia vedomostí/kognitívneho procesu: konceptuálne vedomosti/analýza**

Určte, ktorý zo systémových diagramov správne vyjadruje priebeh chemických reakcií medzi etánom, eténom a etanolom.

**Riešenie:**

Správny je systémový diagram b).

Úloha č. 4 na priradovanie**Dimenzia vedomostí/kognitívneho procesu: konceptuálne vedomosti/analýza**

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

A	C	B
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ CH_3-CH_3 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Br}$		$+\text{Br}_2/h\nu$ $+\text{HBr}$ $-\text{H}_2/\text{kat.}$ $+\text{H}_2/\text{kat.}$

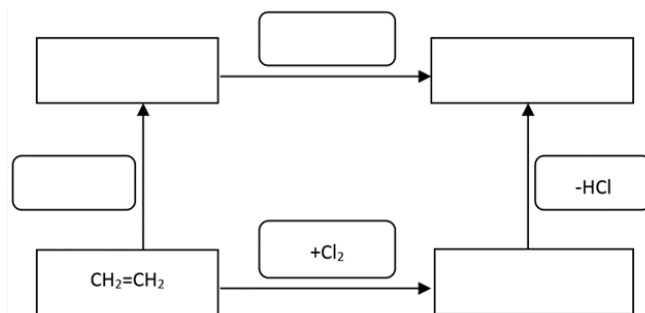
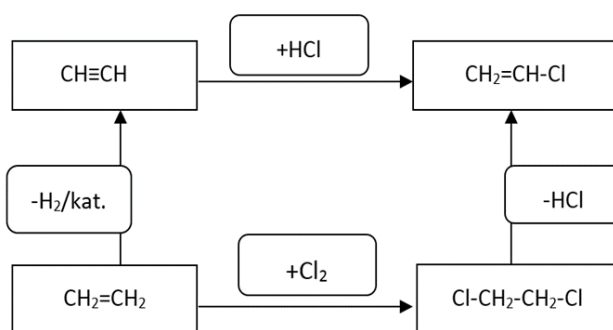
Riešenie:

A	C	B
$\text{CH}_2=\text{CH}_2$ CH_3-CH_3 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Br}$		$+\text{Br}_2/h\nu$ $+\text{HBr}$ $-\text{H}_2/\text{kat.}$ $+\text{H}_2/\text{kat.}$

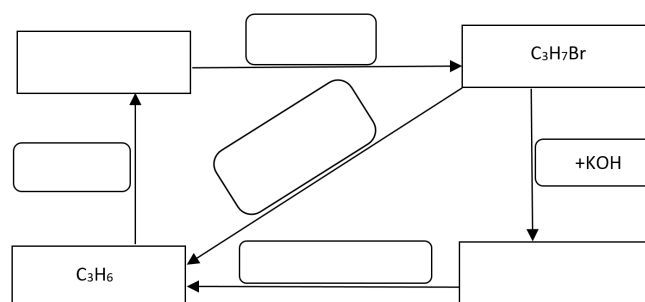
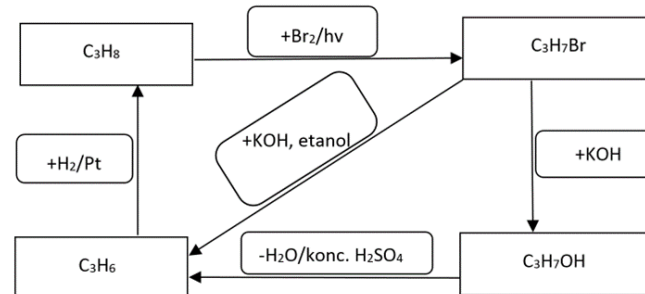
Uvedenú úlohu je vhodné využiť aj na hodnotenie, body môžeme pridelovať za správne zaradenie vybraných zlúčenín a reakčných podmienok/reakčných činidiel do diagramu.

Úloha č. 5 na zorad'ovanie**Dimenzia vedomostí/kognitívneho procesu: konceptuálne vedomosti/analýza**

Zaraďte organické zlúčeniny $\text{Cl-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$, $\text{CH}\equiv\text{CH}$, $\text{CH}_2=\text{CH-Cl}$ a doplňte príslušné reakčné podmienky/reakčné činidlá do nasledovného systémového diagramu.

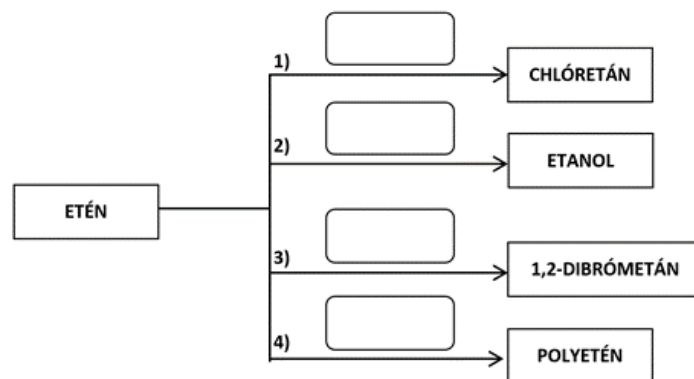
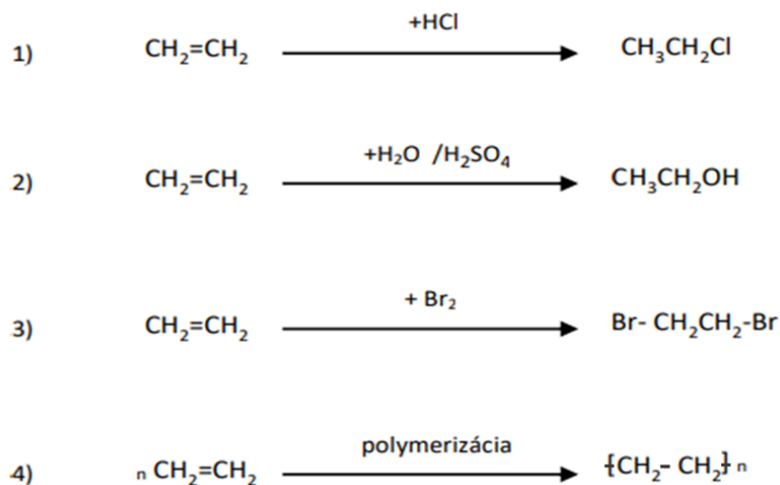
**Riešenie:****Úloha č. 6 na zorad'ovanie****Dimenzia vedomostí/kognitívneho procesu: konceptuálne vedomosti/analýza**

Zaraďte organické zlúčeniny C_3H_8 , $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$ a doplňte príslušné reakčné podmienky/reakčné činidlá do nasledovného systémového diagramu.

**Riešenie:**

Úloha č. 7 na systémovú syntézu a analýzu**Dimenzia vedomostí/kognitívneho procesu: konceptuálne vedomosti/ analýza**

Doplňte správne reakčné podmienky/reakčné činidlá do diagramu a zapíšte príslušné reakcie chemickými rovnicami. Reakciu č. 4 pomenujte.

**Riešenie:**

Pracovné listy obsahovali i obťažnejšie úlohy zložené z viac typov systémových úloh. Ako príklad uvádzame systémovú úlohu k téme Karboxylové kyseliny a ich deriváty obsahujúcu čiastkové úlohy zamerané na doplňovanie, analýzu a syntézu. Úloha je vhodná na prácu žiakov v skupinách.

Tabuľka II

Ukážka sebahodnotiacej karty žiaka k téme Uhľovodíky

Vyznačte krížikom, do akej miery súhlasíte s uvedeným výrokom	Áno, bez pomoci	Čiastočne, s pomocou	Zatiaľ nie
Viem doplniť do systémových diagramov vzorce a reakčné podmienky/reakčné činidlá, ktoré správne vyjadrujú reakcie medzi alkánmi, alkénmi a alkinmi.			
Viem pomocou systémových diagramov zapísať chemickými rovnicami reakcie medzi alkánmi, alkénmi a alkinmi.			
Viem zostaviť systémový diagram na základe ponúknutých organických látok/zlúčenín a reakčných podmienok/reakčných činidiel.			

Tabuľka III

Ukážka sebahodnotiacej karty žiaka k téme Karboxylové kyseliny

Vyznačte krížikom, do akej miery súhlasíte s uvedeným výrokom	Samostatne	S malou pomocou	S výraznou pomocou
Viem napísať vzorcom dôležité karboxylové kyseliny.			
Viem doplniť činidlá a reakčné podmienky v reakciách prípravy karboxylových kyselín.			
Viem napísať produkty reakcií karboxylových kyselín a pomenovať ich.			
Viem analyzovať systémový diagram chemických reakcií alkoholov a karboxylových kyselín a doplniť v ňom reakčné podmienky, produkty a typ reakcie.			
Viem argumentovať a zdôvodňovať správnosť svojich tvrdení.			

jať zručnosti systémového myslenia u žiakov strednej školy. Výsledky štúdií potvrdzujú, že pre rozvoj systémového myslenia žiakov v oblasti organickej chémie je výučba s implementáciou systémových úloh efektívnejšia v porovnaní s tradičnými metódami výučby. Názory učiteľov na tento spôsob výučby však neboli zisťované.

Preto cieľom nášho výskumu bolo zistiť názory učiteľov k implementácii systémových úloh pri výučbe organickej chémie. Vytvorené pracovné listy (pozri kapitola 2) implementovalo do výučby 89 učiteľov počas dvoch školských rokov (2019–2021). Na tejto výučbe sa zúčastnilo spolu 2136 žiakov 2. ročníka gymnázií. Výber škôl bol uskutočnený náhodne tak, aby boli zastúpené školy z celého Slovenska. Všetci učitelia boli aktívne zapojení do národného projektu IT Akadémia – vzdelávanie pre 21. storočie (<https://itakademia.sk/>) a prejavili záujem implementovať vytvorené pracovné listy so systémovými úlohami do svojej výučby.

Názory učiteľov k pracovným listom so systémovými úlohami po ich implementácii vo výučbe boli zisťované prostredníctvom elektronického spätnoväzbového dotazníka. Učitelia vyjadrovali svoje názory k jednotlivým polož-

kám dotazníka na trojstupňovej škále „áno“, „nevím posúdiť“ a „nie“.

Dotazník obsahoval 12 položiek, ktoré boli rozdelené do štyroch oblastí:

1. Vhodnosť obsahovej stránky pracovných listov v súlade s obsahovými a výkonovými štandardami podľa ŠVP pre gymnáziá
 2. Význam systémových úloh pre rozvoj vybraných zručností žiakov
 3. Kladné stránky implementácie systémových úloh do výučby
 4. Problémové stránky implementácie systémových úloh do výučby
- V ďalšej časti uvádzame výsledky vyhodnotenia jednotlivých oblastí dotazníka.

- 4.1. Vhodnosť obsahovej stránky pracovných listov v súlade s obsahovými a výkonovými štandardami podľa ŠVP pre gymnáziá

Podľa 87,64 % učiteľov vytvorené pracovné listy prehľbujú a upevňujú vedomosti žiakov v súlade s cieľmi stanovenými príslušným ŠVP pre gymnáziá⁸.



Obr. 1. Názory učiteľov na systémové úlohy; Zdroj: vlastné spracovanie

Systémové úlohy v pracovných listoch učiteľia považovali za veľmi dobre spracované po odbornej stránke (84,27 %), jasne a zrozumiteľne formulované (89,89 %) a názorné vďaka systémovým diagramom (100 %) – pozri obr. 1. Učiteľia kladne hodnotili rôznorodosť úloh (88,76 %) ako aj rôznu obtiažnosť úloh (88,76 %). Radenie úloh od jednoduchších k obťažnejším žiakov povzbudzovalo. Ak sa im podarilo správne odpovedať na niekoľko prvých úloh, boli viac motivovaní zamýšľať sa nad zložitejšími úlohami, čo je v súlade aj s cieľmi RBT.

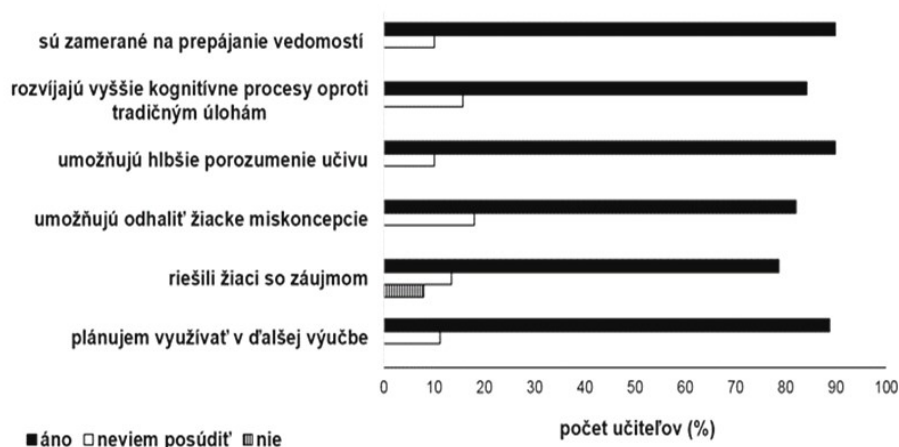
Poznámka: Vzhľadom k tomu, že v tejto oblasti na trojstupňovej škále „áno“, „neviem posúdiť“ a „nie“ u učiteľov nebola zaznamenaná žiadna negatívna odpoveď, obr. 1 predstavuje iba prvé dva stupne škály.

Asi 50 % učiteľov implementovalo tieto pracovné listy do výučby počas pandémie dištančnou formou, pričom znižovali počet úloh väčšinou o jednu úlohu.

4.2. Význam systémových úloh pre rozvoj vybraných zručností žiakov

Pracovné listy so systémovými úlohami podľa učiteľov rozvíjajú nasledovné zručnosti:

- kritické myslenie (88,76 %),
- argumentácia (88,76 %),
- skupinová spolupráca (84,27 %),
- pracovať s diagramami – tvoriť, analyzovať a dopĺňať systémové diagramy (89,89 %),
- interpretovať výsledky (82,02 %),
- tvoriť závery a zovšeobecňovania (86,51 %).



Obr. 2. Názory učiteľov na kladné stránky implementácie systémových úloh do výučby; Zdroj: vlastné spracovanie

4.3. Kladné stránky implementácie systémových úloh do výučby

Za kladné stránky implementácie systémových do výučby (pozri obr. 2) považovali učitelia predovšetkým prepájanie vedomostí (89,89 %), čo pomáha žiakom vnímať pojmy vo vzájomných súvislostiach, upevňovať ich a učiť sa myslieť hlbkovo^{26,27}. Podľa 84,27 % učiteľov systémové úlohy oproti tradičným úlohám rozvíjajú vyššie kognitívne procesy, ako sú analýza či hodnotenie (podľa RBT). Systémové úlohy umožňujú odhaliť aj žiacke miskoncepce (82,02 %), čo súvisí so vstupnými vedomosťami žiakov pri riešení týchto úloh. 78,65 % učiteľov sa vyjadrilo, že žiaci majú záujem riešiť takéto typy úloh. 88,76 % učiteľov chce využívať takéto typy úloh vo výučbe aj naďalej.

4.4. Problémové stránky implementácie systémových úloh do výučby

Na obr. 3 uvádzame problémy s implementáciou systémových úloh do výučby podľa učiteľov.

Ako hlavné problémy sa ukazujú chýbajúce metodické materiály (73,03 %), čím sa myslia pracovné listy, nedostatočné vstupné teoretické vedomosti žiakov (60,67 %) a obavy učiteľov z implementácie metódy SATL do výučby (41,57 %), čo si podľa nich vyžaduje školenie napríklad formou webinárov.

Niektorí žiaci nemajú dostatočné vedomosti napr. o názvosloví organických zlúčenín, určovaní typov chemických reakcií či príslušných reakčných podmienok/reakčných činidiel, čo má vplyv na úspešnosť riešenia týchto úloh. U slabších žiakov sa ukázali problémy s argumentáciou, čo súvisí so slovnou zásobou, porozumeli síce vysvetleniu, ale nevedeli ho zdôvodniť.

Ďalším problémom sa ukazuje časové hľadisko – niektorí učitelia sa sťažovali na nedostatok času na riešenie systémových úloh počas dištančnej formy vzdelávania (40,44 %).

5. Záver

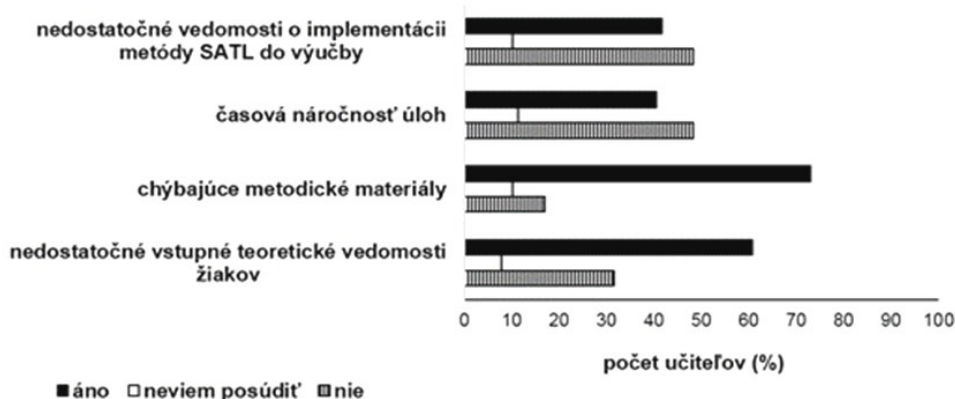
Z názorov učiteľov na kvalitu sady pracovných listov so systémovými úlohami vyplynulo, že je plne využiteľná vo výučbe organickej chémie v 2. ročníku 4-ročného gymnázia, resp. 6. ročníku gymnázia s osemročným štúdiom v rámci riadnych vyučovacích hodín ako aj v 4. ročníku pri opakovaní učiva na seminároch.

Učitelia plánujú využívať tieto pracovné listy aj v budúcnosti. Potenciál systémových úloh vidia v rozvoji hlbokého porozumenia a kritického a systémového myslenia žiakov, na rozdiel od učenia sa naspamäť. Rozvinutá schopnosť žiakov systémovo myslieť sa môže odraziť aj pri výučbe ďalších tém v chémii (napr. biochémii) i v rámci ďalších predmetov ako aj pri riešení problémov bežného života.

Učitelia na základe vlastného uváženia môžu systémové úlohy implementovať do výučby buď s cieľom poskytnúť žiakom spätnú väzbu slúžiacu na zlepšenie procesu učenia sa alebo za účelom sumatívneho hodnotenia (známkovania), kedy napr. môžu prideliť body za správne zaradenie vybraných organických zlúčenín a reakčných podmienok/reakčných činidiel do systémového diagramu.

Prezentované pracovné listy boli zaradené do *Zbierky inovatívnych metodík z chémie pre stredné školy*²⁸, ktorú vydalo Centrum vedecko-technických informácií SR v Bratislave a využíva ju vo výučbe väčšina slovenských učiteľov pôsobiacich na gymnáziách.

Táto práca bola podporená národným projektom IT Akadémia – vzdelávanie pre 21. storočie s ITMS kódom 312011F057 a grantom KEGA č. 001UPJŠ-4/2023 „Implementácia formatívneho hodnotenia do výučby na základnej škole so zameraním na digitálnu formu“.



Obr. 3. Názory učiteľov na problémové stránky implementácie systémových úloh do výučby; Zdroj: vlastné spracovanie

LITERATÚRA

- Ganajová M., Sotáková I., Dzurišinová Z., Čtrnáctová H.: *Chem. Listy* 116, 552 (2022).
- 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, 239 (2014).
- Fahmy A. F. M.: *Afr. J. Chem. Educ.* 2, 92 (2012).
- Schubertová R., Bednárová M.: *Sci. Educ.* 9, 104 (2018).
- 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 19. 9. 2022.
- Rámcový vzdelávací program pro gymnázia. MŠMT, Praha 2007.
- Fahmy A. F. M., Lagowski J. J.: *Afr. J. Chem. Educ.* 1, 62 (2011).
- Gillies R. M., Nichols K., Burgh G., Haynes M.: *Int. J. Educ. Res.* 53, 93 (2012).
- Mohammed Saido G., Siraj S., Bakar Bin Nordin A., Saadallah Al Amedy O.: *Malays. Online J. Educ. Sci.* 3, 13 (2015).
- Fahmy A. F. M., Lagowski J. J.: *19th International Conference on Chemical Education, 12–17 August 2006, Seoul, Korea*, Proceedings (Korean Chemical Society, ed.), str. 13, Korea 2006.
- Bloom B., Englehart M., Furst E., Hill W., Krathwohl D.: *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain*. Longmans, Green, New York 1956.
- Anderson L. W., Krathwohl D. R., Airasian P. W., Cruikshank K. A., Mayer R. E., Pintrich P. R., Raths J., Wittrock M. C.: *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives* (Complete Edition). Longman, New York 2001.
- Vávra J.: *Geografická revue* 9, 154 (2013).
- Hudecová D.: *Pedagogika* 54, 274 (2004).
- Ganajová M. a 10 spoluautorov: *Formatívne hodnotenie vo výučbe prírodných vied, matematiky a informatiky* (1. vyd.). Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Košice 2021.
- Dori Y. J., Tal R. T., Tsaushu M.: *Sci. Educ.* 87, 767 (2003).
- Evagorou M., Korfiatis K., Nicolaou C., Constantinou C.: *Int. J. Sci. Educ.* 31, 655 (2009).
- Hung W.: *Brit. J. Educ. Technol.* 39, 1099 (2008).
- Zoller U.: *J. Chem. Educ.* 70, 195 (1993).
- Hrin T. N., Milenković D. D., Segedinac M. D., Horvat S.: *J. Serb. Chem. Soc.* 81, 1455 (2016).
- Hrin T. N., Fahmy A. F. M., Segedinac M. D., Milenković D. D.: *Res. Sci. Educ.* 46, 525 (2016).
- Vachliotis T., Salta K., Vasiliou P., Tzougraki C.: *J. Chem. Educ.* 88, 337 (2011).
- Petlák E.: *Studia Scientifica Facultatis Paedagogicae Universitas Catholica Ružomberok* 21, 148 (2022).
- Fahmy A. F. M.: *Afr. J. Chem. Educ.* 7, 2 (2017).
- Ganajová a 17 spoluautorov: *Zbierka inovatívnych metodík z chémie pre stredné školy*. Centrum vedecko-technických informácií SR, Bratislava 2021. <https://vzdelavanie.itakademia.sk/vystupy/zim-che-ss.pdf>

M. Ganajová^a, I. Sotáková^a, and H. Čtrnáctová^b
^aDepartment of Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Pavol Jozef Šafárik University in Košice, Slovakia,
^bDepartment of Teaching and Didactics of Chemistry, Faculty of Science, Charles University, Prague, Czech Republic): **Systemic Tasks in the Teaching of Organic Chemistry**

This paper builds on a previous one entitled “Systemic Tasks in the Teaching of Inorganic Chemistry” published in *Chemické listy* 9/2022, which explained the SATL method (Systemic Approach in Teaching and Learning), described the individual types of systemic tasks in inorganic chemistry, and provided examples. This paper aims to share examples of systemic tasks designed for teaching organic chemistry, which focus on developing higher-order cognitive processes. 89 teachers applied these systemic tasks in teaching 2136 second year grammar school students in the course of two school years (2019–2021). Upon verification, it was confirmed that systemic tasks enhanced students’ understanding of organic chemistry and contributed to the development of cognitive and scientific skills such as critical thinking, problem-solving, cooperation, argumentation, and result interpretation. The teachers involved in this research also provided their opinions on the pros and cons of this teaching tool in terms of motivation, deeper understanding, identifying misconceptions, and time requirements.

Keywords: SATL method, systemic tasks, cognitive processes, chemistry teaching

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. 001UPJŠ-4/2023 “Implementation of Formative Assessment in Primary School Teaching with the Focus on the Digital Form”.