

VÝUKA CHEMIE

ZASTOUPENÍ TÉMATU ORGANO- KOVOVÉ SLOUČENINY VE VÝUCE CHEMIE NA ČESKÝCH ŠKOLÁCH

FRANTIŠEK HOUSER^{a, c}, HELENA KLÍMOVÁ^b,
EVA ZEMANOVÁ^a a PETR SKŘEHOT^c

^a Státní úřad pro jadernou bezpečnost, L. B. Schneidera
370 07 České Budějovice, ^b Vysoká škola chemicko-
technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6,
^c Znalecký ústav bezpečnosti a ochrany zdraví, Office Cen-
ter Ženské domovy Ostrovského 253/3, 150 00 Praha 5
Frantisek.Houser@sujb.cz

Došlo 23.10.17, přijato 8.11.17.

Klíčová slova: organokovové sloučeniny, chemie, výuka,
střední školy, rámcové vzdělávací programy, školní
vzdělávací programy

Obsah

1. Úvod
2. Organokovové sloučeniny v Rámcových vzdělávacích programech
3. Katalog požadavků k maturitní zkoušce z předmětu chemie
4. Organokovové sloučeniny ve Školních vzdělávacích programech
5. Diskuse
6. Závěr

1. Úvod

Organokovové sloučeniny je téma, které je ve výuce na českých středních školách zastoupeno převážně jen okrajově a není mu věnována příliš velká pozornost. Celkově chemie nepatří v současnosti mezi populární a preferované předměty, a proto náplň tohoto předmětu zůstává ve starých osvědčených kolejích nebo se jen redukuje, spíše než aby se aktualizovala novými poznatky v souladu s postupujícím vývojem ve světě vědy.

Ačkoliv se v běžném životě organokovové sloučeniny lidem často nedostanou do ruky přímo samy o sobě, produkty výroby, pro něž jsou nezbytné, určují životní standard stále širšího počtu lidí. Účelem tohoto článku je poukázat na opomíjené téma a připoutat k němu pozornost učitelů, protože jde o téma zajímavé a aktuální.

Na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy vznikla disertační práce Organokovové sloučeniny ve výuce chemie¹, která se těmto sloučeninám věnovala v celé své šíři. Hlavním cílem práce bylo prozkoumat možnosti výuky tématu organokovových sloučenin na českých středních školách a systematicky zpracovat toto téma a začlenit jej do systému chemického vzdělávání. Práce se zaměřila nejprve na zjištění současného stavu poznání v oblasti organokovové chemie a její dopad do praxe. Protože bylo téma vyhodnoceno jako aktuální s velkým dopadem do praxe, byly vypracovány didaktické texty pro podporu výuky a následně byly tyto texty ověřeny u učitelů z praxe. Tvorbě didaktických textů musela logicky předcházet analýza dosavadního zpracování tohoto tématu pro výuku. Analyzovanými podklady byly závazné kurikulární dokumenty, což jsou Rámcové vzdělávací programy (RVP), Školní vzdělávací programy (ŠVP), a učebnice. Předmětem tohoto článku jsou výsledky analýzy RVP a ŠVP. Protože tyto analýzy byly provedeny již v roce 2012, byly jejich výsledky v roce 2017 znovu ověřeny se závěrem, že jsou pořád platné a situace v rozsahu výuky organokovových sloučenin se za posledních pět let nezměnila.

2. Organokovové sloučeniny v Rámcových vzdělávacích programech

Všechny školy v České republice musí vyučovat podle vlastního Školního vzdělávacího programu (ŠVP), který si každá škola vypracovává podle svého zaměření na základě Rámcových vzdělávacích programů (RVP) vydaných Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy ČR. Pro gymnázia je dostupný RVP G a zvláštní RVP G pro gymnázia se sportovní přípravou. Pro odborné školy jsou pro každý z 275 šíf koncipovaných oborů samostatné RVP. RVP jako základní kurikulární dokument vymezuje učivo pouze rámcově, proto je nutné se při určování jeho obsahu v tematickém celku řídit také tím, co bude od žáků požadováno při maturitní zkoušce². Proto bylo pro účely této práce nutné analyzovat nejen RVP a ŠVP, ale také Katalog požadavků společné části maturitní zkoušky.

RVP pro gymnázia a RVP pro gymnázia se sportovní přípravou se od sebe v kapitole chemie neliší. Rámcové vzdělávací programy, jak už jejich název napovídá, jsou pojaty obecně a dávají školám prostor přizpůsobit si náplň výuky. Organokovové sloučeniny v nich explicitně zmíněné nejsou. Není ale vyloučené začlenit toto téma do některé z jiných kategorií. Jako nejvhodnější se nabízí *Deriváty uhlovodíků a jejich klasifikace* ve vzdělávací oblasti *Organická chemie*. Očekávané výstupy k oblasti Organická chemie jsou pak:

- žák charakterizuje základní skupiny organických sloučenin a jejich významné zástupce, zhodnotí jejich

- surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí,
- žák aplikuje znalosti o průběhu organických reakcí na konkrétních příkladech.

V RVP pro odborné školy je situace podobná². Tyto RVP jsou rozděleny do kategorií podle způsobu ukončení studia. Z pohledu vyučování chemie je možné je rozdělit na obory, ve kterých se chemie vyučuje a ve kterých výuka chemie není. Pro všechny obory, ve kterých se chemie vyučuje, např. obory strojírenství, obory elektrotechnické a výpočetní techniky, obory chemické, potravinářské, zemědělské, zdravotnické a veterinární, ale i ekonomické, právní, obchodní, obory služeb a jiné je společná kategorie *Organické sloučeniny v běžném životě a odborné praxi ve vzdělávací oblasti Organická chemie*. Očekávané výstupy jsou pak uvedeny obdobně obecnou formou:

- žák uvede významné zástupce základních organických sloučenin a zhodnotí jejich využití v odborné praxi a v běžném životě, posoudí je z hlediska vlivu na zdraví a životní prostředí.

3. Katalog požadavků k maturitní zkoušce z předmětu chemie

Poněkud konkrétnější než RVP byl z hlediska výstupů v současné době již neplatný a z oficiálního webu Nová matura³ nedostupný *Katalog požadavků ze zkušebního předmětu chemie*. Možná právě to je důvodem, proč z něj stále mnoho učitelů vychází při přípravě výuky a tedy mělo smysl provést analýzu i tohoto dokumentu. Katalog požadavků k maturitě z chemie obsahoval v kapitole 3. *Organická chemie* podkapitulu 3.6. *Organoprvkové a organokovové sloučeniny*, ve které je požadováno:

- charakterizovat organické sloučeniny křemíku a fosforu, jejich názvosloví,
- popsat praktický význam organoprvkových sloučenin (pesticidy, plasty),
- posoudit využití organických sloučenin křemíku – silikonů,
- charakterizovat organokovové sloučeniny, jejich názvosloví, metody přípravy a reakce,
- popsat reakce organokovových sloučenin (např. hořčíku s vodou případně aldehydy a ketony),
- uvést praktické příklady použití organokovových sloučenin.

Dále se k organokovovým látkám vztahuje bod v kapitole 3.4. *Kyslíkaté deriváty uhlovodíků*:

- popsat a vysvětlit průběh reakce acetaldehydu s organokovovými sloučeninami (např. methylmagnesiumchloridem),
- bod požadavků v kapitole 3.3. *Halogenderiváty uhlovodíků*:
- objasnit průběh reakce halogenderivátů s kovy (sodíkem a hořčíkem).

Protože jsou organokovové látky hraničním oborem mezi organickou a anorganickou chemií⁴, není zanedbatelný jejich přesah do témat v kapitole 2.8. *Přechodné prvky (d-prvky)* v kapitole 2. *Anorganická chemie*:

- zapsat chemickými rovnicemi a pojmenovat vybrané koordinační sloučeniny d-prvků,
- uvést příklady využití významných sloučenin d-prvků (koordinačních sloučenin).

4. Organokovové sloučeniny ve Školních vzdělávacích programech

Základním dokumentem, podle kterého se řídí práce škol a samotných učitelů je *Školní vzdělávací program*. ŠVP si vypracovává každá škola samostatně a předkládá ho ke schválení Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy. V ŠVP je již uvedeno konkrétní vyučované učivo, očekávané výstupy žáků, způsob jejich hodnocení a mezipředmětové vazby. ŠVP dává školám možnost se profilovat podle svého zaměření a vybavení.

Z hlediska organokovových sloučenin bylo analyzováno patnáct ŠVP různých gymnázií a čtyři ŠVP odborných škol. Výběr byl proveden náhodně ze škol, které mají na internetu volně dostupné své ŠVP.

Gymnázium Trutnov (vyšší stupeň)⁵

Učivo: *Organokovové látky*

Výstup: žák definuje pojem organokovové sloučeniny, jejich přípravu, vlastnosti a význam.

Gymnázium Jana Keplera, Praha 6 (cit.⁶)

Nezmiňují ani organokovové ani organoprvkové látky vůbec.

Gymnázium Pardubice, Dašická 1083 (cit.⁷)

Učivo: *Organokovové sloučeniny a sloučeniny Si a P*

Výstup: Zhodnotí význam organokovových sloučenin při přípravě org. sloučenin. Uvede org. sloučeniny Si a P, vlastnosti a význam.

Gymnázium Třebíč⁸

Samostatně nezmiňují ani organokovové sloučeniny ani organoprvkové sloučeniny. Nejbližším okruhem, ve kterém by mohly být organokovové sloučeniny zmíněny, je učivo *Léčiva, drogy, pesticidy, barviva*.

Výstup: žák zhodnotí význam organických sloučenin využívaných člověkem.

Gymnázium Františka Křižíka, Plzeň⁹

Samostatně nezmiňují ani organokovové sloučeniny ani organoprvkové sloučeniny. Nejbližším tématem je učivo *Mechanismy polyreakcí*, do kterého by mohly organokovové látky částečně zasahovat.

Gymnázium Pierra de Coubertina, Tábor¹⁰

V průřezovém tématu *Environmentální výchova: Člověk a životní prostředí* uvádí *Organokovové sloučeniny*.

Učivo: *Grignardovy sloučeniny*

Výstup: žák zná Grignardovy sloučeniny, jejich význam, přípravu a reakce.

Gymnázium Jírovcova, České Budějovice¹¹

Učivo: *Deriváty uhlovodíků (deriváty dusíkaté, kyslíkaté, organokovové)*

Výstup: žák charakterizuje jednotlivé typy derivátů uhlovodíků, uvede jejich zástupce, zhodnotí jejich zdroje, využití a vliv na ŽP.

Gymnázium tř. Kpt. Jaroše 14, Brno¹²

Samostatně nezmiňují ani organokovové sloučeniny ani organoprvkové sloučeniny. Nejbližším tématem je učivo *Pesticidy* (některé pesticidy jsou organokovové povahy).

Gymnázium Jana Masaryka, Jihlava¹³

Nezmiňují ani organokovové sloučeniny ani organoprvkové sloučeniny.

Gymnázium Písek¹⁴

Samostatně nezmiňují ani organokovové sloučeniny ani organoprvkové sloučeniny.

Učivo: *Organická chemie v praxi – Léčiva, pesticidy, barviva a pigmenty, detergenty, syntetické makromolekulární látky*

Výstup: žák charakterizuje základní skupiny látek běžně používaných v každodenním životě, jejich výrobu, využití v praxi a vliv na zdraví člověka a na životní prostředí. Na základě znalostí o struktuře a chemických znalostech těchto látek objasní způsob jejich využití a fungování v praxi. Porovná výhody a nevýhody syntetických makromolekulárních látek, vyhodnotí jejich vliv na životní prostředí. Porovná strukturu přírodních a synteticky vyráběných sloučenin s podobnými chemickými a biologickými vlastnostmi. Objasní význam farmaceutického průmyslu pro lidské zdraví a uvědomí si zodpovědnost za používání léků.

Gymnázium J. K. Tyla, Hradec Králové¹⁵

Samostatně nezmiňují ani organokovové sloučeniny ani organoprvkové sloučeniny.

Učivo: deriváty uhlovodíků II: dusíkaté deriváty, syntetické makromolekulární látky léčiva, pesticidy, barviva, detergenty

Výstupy: žák používá základní pravidla systematického názvosloví při tvorbě názvu a vzorce derivátů uhlovodíků, charakterizuje bezkyslíkaté a kyslíkaté deriváty uhlovodíků, popíše a vysvětlí působení organických sloučenin na životní prostředí a na lidský organismus, uvede příklady významných zástupců derivátů uhlovodíků a jejich využití v praxi, uvede produkty konkrétních substitučních, eliminačních a adičních reakcí derivátů uhlovodíků, polymerací.

Gymnázium Českolipská 373, Praha 9 (cit.¹⁶)

Samostatně nezmiňují ani organokovové sloučeniny ani organoprvkové sloučeniny.

Učivo: Úvod do organické chemie – deriváty uhlovodíků, Chemie v praxi: plasty, syntetická vlákna, léčiva, detergenty, pesticidy, drogy

Výstupy: žák si osvojí základní názvosloví různých derivátů uhlovodíků, vyjmenuje typické zástupce derivátů, jejich

vlastnosti a využití, rozliší běžné typy plastů a syntetických vláken a zná jejich využití, vysvětlí působení běžných léčiv a drog, popíše účinek detergentů a rozliší jednotlivé skupiny pesticidů.

Gymnázium Česká Třebová¹⁷

Samostatně nezmiňují ani organokovové sloučeniny ani organoprvkové sloučeniny.

Učivo: Organická chemie – deriváty uhlovodíků a jejich klasifikace, syntetické makromolekulární látky, léčiva, pesticidy, barviva, detergenty, Biochemie – enzymy

Výstup: žák aplikuje pravidla systematického názvosloví při popisu sloučenin s možností využití triviálních názvů, charakterizuje základní skupiny organických sloučenin a jejich zástupce, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí, aplikuje znalosti o průběhu organických reakcí na modelových příkladech, objasní strukturu a funkci sloučenin nezbytných pro důležité chemické procesy probíhající v organismech.

Gymnázium J. Š. Baara, Domažlice¹⁸

Učivo: Organokovové sloučeniny – názvosloví, Grignardova činidla, reakce

Výstup: žák charakterizuje organokovové sloučeniny, uvede praktické příklady jejich použití.

Gymnázium a Střední odborná škola Hořice¹⁹

Učivo: Organoprvkové a organokovové sloučeniny – silany, silikony, fosfiny, organofosfáty, Grignardovy sloučeniny, Zieglerovy katalyzátory

Výstup: žák popíše praktický význam organoprvkových sloučenin, charakterizuje organokovové sloučeniny, metody přípravy a reakce, popíše reakce organokovových sloučenin, uvede praktické příklady použití organokovových sloučenin.

Střední průmyslová škola chemická, Brno²⁰, Obor:

Aplikovaná chemie

Učivo: Organokovové sloučeniny, definice organokovových sloučenin, fyzikální a chemické vlastnosti, reaktivita, příprava a výroba, zástupci a jejich použití

Výstup: žák charakterizuje a pojmenuje libovolnou organokovovou sloučeninu, popíše metody jejich přípravy, popíše a vysvětlí různé typy reakcí organokovových sloučenin (nukleofilní adici, elektrofilní substituci), popíše praktické použití a vlastnosti vybraných sloučenin.

Střední škola obchodu, služeb a podnikání, České Budějovice²¹, Obory: Analýza potravin (dobíhající), Farmaceutická technologie

Učivo: Organokovové sloučeniny, definice organokovových sloučenin, názvosloví, fyzikální a chemické vlastnosti, reaktivnost, příprava a výroba, zástupci a jejich použití

Výstup: žák charakterizuje a pojmenuje organokovovou sloučeninu, popíše metody jejich přípravy a výroby, popíše a vysvětlí různé typy reakcí organokovových sloučenin – nukleofilní adici, elektrofilní substituci.

Masarykova střední odborná škola chemická, Praha 1 (cit.²²), Obory: Aplikovaná chemie – 1. ročníky, Aplikovaná chemie – klinická a toxikologická analýza, Aplikovaná chemie – syntéza a výroba léčiv, Aplikovaná chemie – forenzní analýza

Organická chemie (2. roč.), učební blok Organokovové sloučeniny (dotace 4 hodiny)

Učivo: definice organokovových sloučenin, fyzikální a chemické vlastnosti, reaktivita, příprava a výroba, použití

Výsledky vzdělávání: žák charakterizuje a pojmenuje libovolnou organokovovou sloučeninu, popíše metody jejich přípravy, vysvětlí různé typy reakcí organokovových sloučenin, popíše praktické využití organokovových sloučenin. Organokovové sloučeniny jsou zařazeny také v průřezovém tématu Člověk a životní prostředí (2. roč.), které má přesah do učebních bloků Organická chemie (Klasifikace a názvosloví organických sloučenin, Uhlovodíky, Halogenderiváty, Dusíkaté a sírné deriváty uhlovodíků) a Toxikologie 1 (Toxicita anorganických látek, Toxicita, organických látek, Toxikologie léků, Toxikomanie).

Střední průmyslová škola chemická akademika Heyrovského Ostrava²³, Obory: Aplikovaná chemie, Přírodovědné lyceum

Učivo: Soustava organických sloučenin – deriváty uhlovodíků – organokovové sloučeniny

Výsledky vzdělávání: žák charakterizuje vlastnosti, reakce a použití nejdůležitějších uhlovodíků a jejich derivátů, vysvětlí jejich význam biologický, farmakologický, vliv na zdraví člověka a životní prostředí. V informačních zdrojích vyhledá příklady výrob, užití a významu vybraných látek v chemickém, farmaceutickém průmyslu a v příbuzných oborech, objasní jejich vliv na ŽP.

5. Diskuse

Z provedené analýzy rámcových vzdělávacích programů vyplývá, že téma organokovových sloučenin není přímo vyžadováno pro výuku chemie na středních školách, ale tento určující dokument dává prostor školám organokovové sloučeniny do výuky chemie začlenit. Následující analýza školních vzdělávacích programů potvrdila, že mnoho škol tento prostor využilo a téma organokovových sloučenin do výuky zařadilo. Katalog požadavků k maturitě zmiňuje organoprvkové i organokovové sloučeniny a vyžaduje některé kompetence přímo spojené s tímto tématem. Navíc v některých dalších tématech ŠVP jsou požadované kompetence, které s tématem organokovových sloučenin úzce souvisí.

Je vidět, že v některých ŠVP jsou uvedeny organokovové sloučeniny explicitně jako zvláštní kapitola a jiné školy organokovové sloučeniny zvláště nevyčleňují. Z vybraného vzorku celkem devět škol uvádí organokovové sloučeniny samostatně a v deseti školách samostatně vyčleněny nejsou. Na školách, které organokovové sloučeniny samostatně nevyčleňují, není vyloučeno, že učitelé zakomponují téma organokovových sloučenin nebo třeba

jen příklady a použití organokovových sloučenin do jiných probíraných okruhů. Z analýzy ŠVP různých středních škol je patrné, že se školy snaží reagovat na rozvoj vědeckého poznání a pokrok v technologiích chemických výrob. Možným důvodem jsou i požadavky k maturitní zkoušce, ve kterých se organokovové sloučeniny objevují také. Reakce odborných škol na nové trendy se zdají být pružnější, protože zařazují organokovové sloučeniny jako celek, zatímco gymnázia vyučují většinou jen Grignardovy sloučeniny. Možným důvodem je větší množství nově vznikajících odborných oborů.

6. Závěr

Přestože analýza ŠVP nebyla vyčerpávající, celoplošná a týkala se jen vzorku na internetu dostupných ŠVP omezeného počtu škol, lze z výsledků uvedených analýz přesvědčivě vyčíst, že téma organokovových sloučenin je aktuální, má své místo v systému chemického vzdělávání. Navazující analýzou na analýzy kurikulárních dokumentů byla analýza učebnic z hlediska zpracování tématu organokovových sloučenin, jejíž výsledky jsou obsáhlejší, a proto je autoři uveřejní v samostatném článku. Ve výhledu je i pojednání o tvorbě vlastních didaktických materiálů určených pro podporu výuky organokovových sloučenin a to *výkladového textu a sady testových úloh*.

LITERATURA

1. Houser F.: *Disertační práce*. Univerzita Karlova, Praha 2017.
2. www.nuov.cz/ramcove-vzdelavaci-programy, staženo 13.9. 2017.
3. www.novamaturita.cz/katalogy-pozadavku-1404033138.html, staženo 6. 11. 2017.
4. Dvořák D.: *Chemie organokovových sloučenin přechodných kovů*, skripta VŠCHT Praha, 1994.
5. <https://www.gymnaziumtu.cz/files/g-tu-svp-4g-15-16.pdf>, staženo 13.9. 2017.
6. <https://sites.google.com/a/gjk.cz/svp/5-osnovy/osnovy-4leteho-gymnazia/chemie>, staženo 13.9. 2017.
7. <http://www.gypce.cz/dokumenty/>, staženo 13. 9. 2017.
8. <http://gtr.cz/dokumenty-skoly/>, staženo 10. 3. 2011.
9. <http://www.krizik.eu/gymnazium/skolni-vzdelavaci-programy/>, staženo 13. 9. 2017.
10. <http://www.gymta.cz/index.html>, staženo 13. 9. 2017.
11. <https://www.gymji.cz/dulezite-dokumenty>, staženo 13. 9. 2017.
12. <https://www.jaroska.cz/node/8>, staženo 13. 9. 2017.
13. <https://www.gymnaziumjihlava.cz/cs/skola/svp>, staženo 13. 9. 2017.
14. <https://www.gymna-pi.cz/content/svp-skolni-vzdelavaci-program>, staženo 13. 9. 2017.
15. <http://www.gjkt.cz/zakladni-dokumenty/svp>, staženo 13. 9. 2017.
16. <http://www.ceskolipska.cz/o-skole/o-nas#Studium>,

- staženo 13. 9. 2017.
17. <http://www.gymnct.cz/svp>, staženo 13. 9. 2017.
 18. <http://gymdom.cz/o-skole/dokumenty>, staženo 13. 9. 2017.
 19. www.ghorice.cz/w-svp-vg1.php, staženo 13. 9. 2017.
 20. <http://www.spschbr.cz/cs/o-studiu/obory-studia/>, staženo 13. 9. 2017.
 21. www.ssvos.cz/ss/stahuj/svpap.pdf, staženo 13. 9. 2017.
 22. www.mssch.cz/o-studiu/skolni-vzdelavaci-program/prehled-ucebnich-planu-oboru-vyucovanych-od-1.9.2009, staženo 3. 11. 2017.
 23. <https://www.spsch.eu/aplikovana-chemie/> a <https://www.spsch.eu/prirodovedne-lyceum/>, staženo 6. 11. 2017.

F. Houser^{a,c}, H. Klímová^b, E. Zemanová^a, and P. Skřehot^c (^a *State Office on Nuclear Safety, Regional Center České Budějovice*, ^b *University of Chemistry and Technology Prague*, ^c *The Expert Institute of Safety and Health Protection, Prague*): **Representation of the Organometallic Compounds in Teaching Chemistry at Czech Schools**

The main aim of the thesis entitled Organometallic Compounds in Chemistry Education was to explore the possibilities of incorporating the topic of organometallic compounds into secondary school education and to create a supporting didactic text for teachers. The first step was the analysis of obligatory curriculum documents. The analysis of the framework educational programs has shown that the topic of organometallic compounds is not directly required for teaching chemistry at secondary schools, but this document gives a leeway for the schools to integrate these substances into the syllabuses. The following analysis of school curricula has confirmed that some schools have integrated the topic into teaching. In some schools, organometallic compounds are specially allocated as a separate educational unit, in other schools this topic is incorporated into different thematic units.