

Univerzita Karlova  
Pedagogická fakulta  
Katedra chemie a didaktiky chemie

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Periodická soustava prvků a badatelsky orientovaná výuka chemie na  
základní škole

The Periodic Table of Elements and Inquiry-based Science Education in  
Lower Secondary School

Karolína Kavanová

Vedoucí práce: Prof. PhDr. Martin Bílek, Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice

Studijní obor: Chemie se zaměřením na vzdělávání a biologie, geologie a  
environmentalistika se zaměřením na vzdělávání

2020

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Periodická soustava prvků a badatelsky orientovaná výuka na základní škole potvrzují, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzují, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha 27. 4. 2020

Tímto bych chtěla poděkovat panu prof. PhDr. Martinu Bílkovi, Ph.D. za pomoc, ochotu, vstřícnost a cenné rady při vzniku této bakalářské práce.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se v teoretické části zabývá charakteristikou badatelsky orientované výuky a její identifikací v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání. Dále je teoretická část zaměřena na Periodickou soustavu prvků, jednak na nastínění jejího historického vývoje, jednak na její obecnou charakteristiku, a v neposlední řadě na způsoby jejího vyučování z pohledu odlišných vzdělávacích přístupů. Praktická část je zaměřena na tvorbu badatelsky orientovaných aktivit zabývajících se učivem souvisejícím s Periodickou soustavou prvků. Na toto téma byly vytvořeny úlohy a aktivity, které svým badatelským charakterem mají u žáků vzbudit přirozenou zvědavost a podnítit tak jejich zájem o chemii. Úlohy se zabývají tématy, jako jsou atomová hmotnost, kationty, charakteristické vlastnosti kovů a nekovů, přechodné prvky a bezpečnost práce.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Periodická soustava prvků, badatelsky orientovaná výuka, výuka chemie na základní škole.

## **ABSTRACT**

The theoretical part of this bachelor's thesis focuses on the characteristics of inquiry-based science education and its identification as a part of the Framework Educational Programme for Elementary Education. The theoretical section further focuses on the periodic table of elements, including an outline of the historical development, its general characteristics and different means of teaching it through various perspectives. The practical part of the thesis focuses on creating inquiry-based activities concerned with the periodic table of elements. Different tasks and activities focused around the periodic table of elements were created that shall evoke some natural curiosity in children and prompt their interest in chemistry. These tasks deal with topics such as atomic mass, cations, characterising properties of metals and non-metals, transition elements and work safety.

## **KEYWORDS**

Periodic table of elements, inquiry-based science education, chemistry education at lower secondary school.

### **Seznam použitých zkratek**

BOV - Badatelsky orientovaná výuka

IBE - Inquiry-based education

IBI - Inquiry-based instruction

IBL - Inquiry-based learning

IBT - Inquiry-based teaching

IBSE - Inquiry-based science education

PSP - Periodická soustava prvků

PTP - Periodická tabulka prvků

## Obsah

1	Úvod .....	8
2	Teoretická část.....	9
2.1	Badatelsky orientovaná výuka a její charakteristika .....	9
2.2	RVP ZV a BOV .....	18
2.3	Periodická tabulka prvků .....	20
2.3.1	Historický průřez názorů na klasifikaci chemických prvků .....	20
2.3.2	Dnešní periodická tabulka prvků .....	23
2.4	Způsoby výuky periodické soustavy prvků z pohledu rozdílných zdrojů .....	28
2.4.1	Periodické soustava prvků z pohledu kurikulárních dokumentů.....	28
2.4.2	Periodická soustava prvků a učebnice chemie pro základní školy .....	29
2.4.3	Periodická soustava prvků a její výuka v odborné literatuře.....	33
2.4.4	Periodická tabulka prvků na internetu a v mobilních aplikacích.....	36
3	Praktická část.....	39
3.1	Zpracování badatelsky orientovaných úloh s tématem periodické soustavy prvků .....	39
3.1.1	Ztracené prvky .....	39
3.1.2	A ty jsi jaký prvek?.....	59
3.1.3	Není prvek jako prvek .....	66
3.1.4	Shrnutí úloh a aktivit .....	72
4	Závěr .....	73
5	Seznam příloh.....	86



# 1 Úvod

Je zřejmé, že nejen kvůli oslavám 150 let Mendělejevova objevu byl rok 2019 vyhlášen rokem Periodické tabulky prvků. Periodická tabulka prvků je jedním z nejdůležitějších pomocníků v chemii vůbec. Je v ní obsaženo nespočet informací, vlastností a zákonitostí jednotlivých chemických prvků. Problémem jejího využití ve vzdělávání je, že na ni není nahlíženo komplexně. Když se začíná periodický systém (PSP) vyučovat v prvopočátcích výuky chemie v osmém ročníku základní školy, jde spíše o naučení symbolů prvků a jejich názvů nazpaměť a zapomíná se na její celkový potenciál (Distler, 2019). Tento způsob výuky vede k tomu, že žáci při prvním setkání s chemií vnímají věci pouze abstraktně a mechanicky, chemie jim připadá těžká, a to vede k její neoblíbenosti mezi ostatními předměty (Škoda, Doulík, 2009).

Pro přírodovědné vyučování je v současné době doporučována badatelsky orientovaná výuka (BOV) (Stuchlíková, 2010). Jeden z důvodů, proč ji ale učitelé nezařazují často nebo vůbec, je podle jejich vyjádření nedostatečné množství materiálů k provádění badatelských aktivit (Radvanová a kol., 2018). Tato skutečnost se ale s každým rokem zlepšuje. Ročně přibývá témat bakalářských a diplomových prací s tématem BOV, a tím i vytváření badatelských úloh, které mohou pomoci s realizací BOV (Kalová, 2015; Hlubková, 2014 aj.). Také na internetu můžeme najít spoustu dostupných materiálů k realizaci badatelských aktivit (BADATELÉ, 2012; GLOBE, 2011). Některá témata k badatelským úlohám přímo vybízejí, proto je můžeme najít zpracované v mnoha podobách. Ne všechna témata jsou ale na první pohled badatelsky orientovaná a učitelé je ve většině případů nakonec vyučují tradičním způsobem.

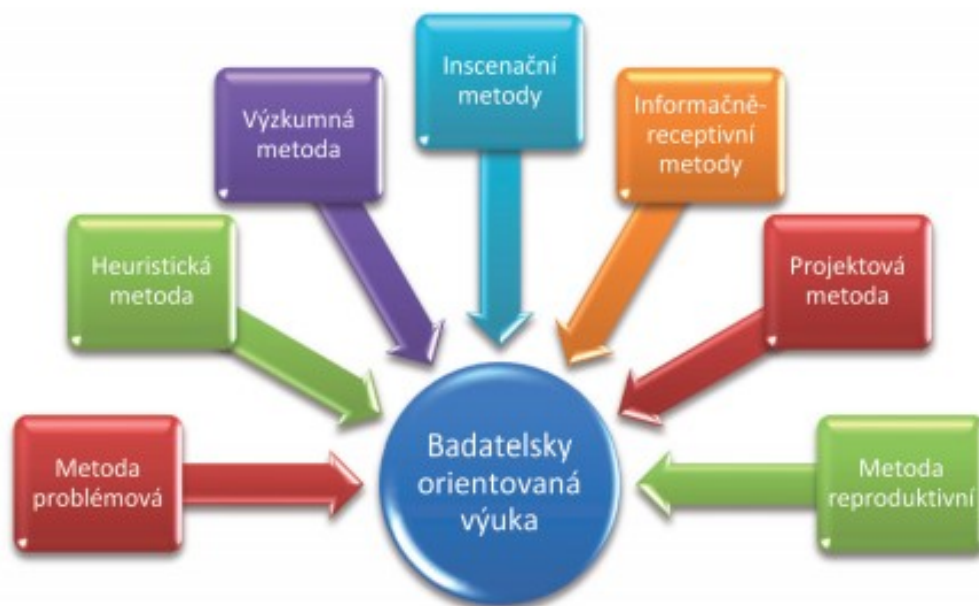
Cílem této práce je inovace výuky jednoho z nosných témat učiva chemie na základní škole, konkrétně Periodické soustavy prvků, přispět k většímu zapojení žáků do její výuky a k tomu vytvořit aktivity s badatelskou orientací, které se pokusí ukázat učivo o PSP v jiném světle.

## **2 Teoretická část**

### **2.1 Badatelsky orientovaná výuka a její charakteristika**

Pro lepší pochopení badatelsky orientované výuky je dobré definovat rozdíl mezi pojetím pedagogického konstruktivismu a transmisivního vyučování. Pedagogický konstruktivismus vznikl spojením kognitivního konstruktivismu a sociálního konstruktivismu (Turek, 2014; Průcha, Walterová, Mareš, 2003). Kognitivní konstruktivismus vychází podle Průchy, Walterové a Mareše (2003) z teorie poznání od J. Piageta a z kognitivní psychologie J. S. Brunera. Kognitivní konstruktivismus má snahu přicházet s didaktickými postupy, které se zakládají na předpokladu, že poznávání vychází ze spojování dílčích informací z vnějšího prostředí do celkového obrazu, se kterým se pak provádějí patřičné mentální operace odpovídající kognitivní úrovni jedince (Průcha, Walterová, Mareš, 2003). Sociální konstruktivismus pak vychází z prací o sociální dimenzi učení (A Bandura, L. S. Vygotskij aj.), kde je kladen důraz na proces poznání, ve kterém hraje důležitou roli sociální a kulturní interakce. V didaktické oblasti pak hraje důležitou roli v kooperativním učení (Průcha, Walterová, Mareš, 2003).

Na rozdíl od transmisivního (tradičního) pojetí vyučování, kde je důraz kladen na pouhé předávání informací žákům přímou cestou k pochopení poznatků (Kalhous, Obst, 2002), je konstruktivní přístup spojován s komplexnějšími prvky a je plný aktivizačních metod, jako jsou dialog, výuka spojená s počítačem, didaktické hry atd. (Maňák, Švec, 2003). Nemůžeme však vyloučit, že transmisivní přístup vyučování nemá s BOV nic společného. Tento přístup může předcházet BOV, kdy je žáky potřeba seznámit s danou problematikou (Dostál, 2015). Konstruktivistické myšlenky jsou obsaženy v BOV, ale tyto pojmy nemůžeme zaměňovat, stejně tak s BOV souvisí celá řada vzdělávacích modelů jako je např. problémové vyučování, aktivní učení, heuristické učení a kooperativní učení (viz obr.1) (Dostál, 2015).



Obrázek 1 – Metodická různorodost v rámci BOV (Dostál, 2015, s. 44)

Dostál (2015) spojuje BOV se slovy Immanuela Kanta „*Myšlenky bez obsahu jsou prázdné, smyslový názor bez pojmů je slepý.*“ Při řešení problémů v přírodních vědách je dobré si uvědomit důležitost empirické a racionalistické úrovně zároveň. BOV v sobě neskrývá pouze empirické aktivity, které spočívají v pozorování, měření a experimentování, ale myšlenkové procesy, zahrnující analýzu, syntézu, dedukci, indukci a komparaci (Dostál, 2015).

Jedním z metodologických nástrojů, který pomáhá v řešení problému, je právě experiment. Experiment má sloužit k ověření námi vyřčených hypotéz (Bílek, Machková, 2015). Vědecký experiment je proveden na základě teorie, která vymezuje daný problém a interpretuje získané výsledky (Bílek, Machková, 2015).

Experiment můžeme dělit na kvalitativní a na kvantitativní. Kvalitativní experiment se orientuje na prokázání přítomnosti nebo nepřítomnosti určitého jevu nebo objektu, který jsme předpokládali. Kvantitativní experiment je o něco složitější, protože nám umožňuje prozkoumat vlastnosti daného jevu a tyto vlastnosti i číselně vyjádřit, kvantifikovat (Bílek, Machková, 2015). Avšak experiment nemusíme chápat vždy jen jako reálný pokus. Proto stojí na druhé straně i myšlenkový experiment, který se skládá

z myšlenkových operací a má za úkol objasnit vztahy základních principů dané teorie (Bílek, Machková, 2015).

Na české půdě se BOV objevilo daleko později než v zahraničí jako v USA nebo v Anglii, kde se pojem začal objevovat už v 60. letech 20. století a začalo být rozvíjeno jako protiklad tradičního vyučování (Nezvalová, 2010). Ovšem to neznamená, že s bádáním jsme se u nás v dřívější době nemohli ve školní praxi setkat. Janík a Stuchlíková (2013) uvádějí např. Sokratovské dialogy, které jsou samy o sobě cestou bádání. Prvky bádání se tedy objevují v celé řadě výukových metod (heuristické, aktivizační, problémové, projektové atd.).

Při definování BOV se můžeme setkat s celou řadou akronymů. Česká zkratka BOV (badatelsky orientovaná výuka), anglické akronymy jako jsou IBE (inquiry-based education), IBI (inquiry-based instruction), IBL (inquiry-based learning), IBT (inquiry-based teaching) a se zaměřením na přírodní vědy IBSE (inquiry-based science education) (Dostál, 2015).

Dostál (2015) vymezuje BOV na dva základní směry podle náhledů autorů. Kde první směr vyjadřuje podstatu BOV v řešení problémů a ve výrazném překryvu s problémovou výukou. Jako příklad můžeme uvést dva autory Papáčka (2010), který označuje BOV jako jednu z aktivizačních metod problémového vyučování, které vychází z konstruktivistického přístupu a Petra (2010) nahlízejícího na BOV jako způsob vyučování, které má budovat znalosti při řešení určitého problému krok za krokem.

Ve druhém směru se díváme na pojetí výuky s významnou rolí řešit problémy, ale chápeme jej ve smyslu přesahujícím problémovou výuku s odlišnými cíli. Pro příklad uvedeme pojetí BOV od Nezvalové (2010), která uvádí, že žáci jsou ti, kteří vytváří aktivně výuku ve třídě pomocí dříve získaných zkušeností, zkoumáním a aktivním bádáním. Učitel je pak facilitátorem, který provádí žáky výukou. BOV je zde chápáno v širším pojetí (Dostál, 2015).

Podle Banchiho a Bella (2008) můžeme BOV rozdělit do čtyř úrovní na základě toho, zda jsou známy, tedy předem pro žáky zadány, otázky, postup a výsledek (viz tab. 1).

Tabulka 1 – Úrovně bádání (Banchi, Bell, 2008)

Úrovně bádání (Inquiry level)	Otázky (Question)	Postup (Procedure)	Řešení (Solution)
Potvrzující bádání (Confirmation Inquiry)	+	+	+
Strukturované bádání (Structured Inquiry)	+	+	-
Nasměrované bádání (Guided Inquiry)	+	-	-
Otevřené bádání (Open Inquiry)	-	-	-

Potvrzující bádání je z velké části řízeno učitelem, který je přímo vede za pomoci detailního návodu skrz otázky a metody. Důležité je potvrzení daných zákonitostí a teorií. Potvrzující bádání je důležité, když potřebujeme u žáků rozvinout schopnosti nezbytné pro bádání jako je sběr informací a následně jejich zpracování (Banchi, Bell, 2008).

Při strukturovaném bádání hraje stále významnou roli učitel, ale žáci se začínají učit řešit problém sami. Učitel klade otázky a navrhuje je správnou cestou, jak problém řešit. Žáci hledají řešení problému pomocí důkazů, které shromáždili během badatelské cesty. Řešení problému není předem známé, a tak žáci mají možnost kreativního myšlení. Tato úroveň je důležitá pro rozvoj vyšších badatelských úrovní (Banchi, Bell, 2008).

Pro nasměrované bádání je důležitá zkušenost z prvních dvou úrovní bádání. Učitel zastává roli aktivního průvodce a žákům pomáhá vymýšlet pouze výzkumné otázky, které je navedou na postupy, podle nichž budou pracovat a tím přijdou sami na řešení. Žáci jsou daleko více samostatnější než při práci v předchozích dvou úrovních (Banchi, Bell, 2008).

Poslední úroveň je otevřené bádání, kdy je zapotřebí předešlých úrovní pro správnou realizaci. Žáci mají příležitost být v roli vědců, kteří přichází s vlastními výzkumnými otázkami, vytváří postupy a následně řešení. Žáci jsou schopni sami sbírat data, zpracovat je a své výsledky obhájit bez pomoci učitele. (Banchi, Bell, 2008).

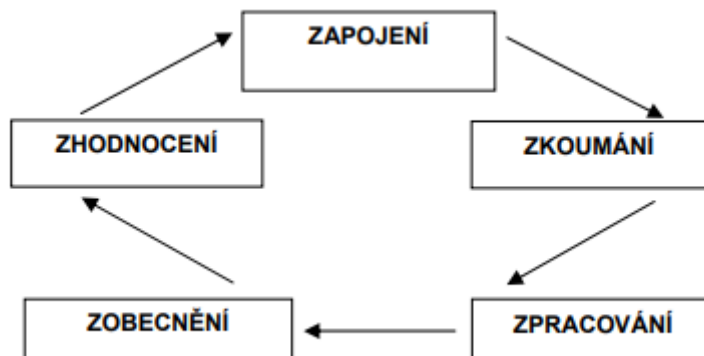
BOV je charakteristické svým zaměřením na dosažení cílů badatelským působením, proto je důležité neopomenout všechny oblasti výuky (viz tab. 2) (Dostál, 2015).

*Tabulka 2 – Složky výuky a jejich badatelsky orientovaný charakter (Dostál, 2015, s. 45)*

Složka výuky	Charakter při badatelsky orientované výuce
Cíl	Osvojení znalostí souvisejících s předmětem poznávání, badatelských metod a postojů, rozvoj vnímání, emocí a myšlení.
Učitel	Vyučování prostřednictvím badatelských aktivit, příprava vhodných situací pro bádání. Kompetence k realizaci BOV.
Žák	Učení prostřednictvím badatelských aktivit, objevování. Učení se badatelským postupům.
Obsah vzdělávání	Poznatky získané prostřednictvím badatelských aktivit a osvojované badatelské metody- experimentování, měření, pozorování aj.
Metodické podmínky	Metoda problémového výkladu, heuristické metody, metoda vysvětlování, instruktáž, metoda předvádění, metoda diskuzní, projektová metoda, dramatizace, inscenační metody aj.
Organizační podmínky	Skupinová výuka, exkurze, projektová výuka aj.
Materiální podmínky	Laboratorní pomůcky, experimentální soupravy, materiál aj.

Podle Čtrnáctové a Cídlové (2013) BOV můžeme chápat jako postup založený na vlastním bádání pomocí aktivizačních metod. Proces je plný stanovování problémů,

vyhledávání informací, stanovování a ověřování hypotéz, plánování výzkumů, experimentování, tvorby závěrů a diskuze. Snaží se najít analogii mezi výzkumy prováděnými vědci a výukou založenou na bádání. Použili tzv. 5Z model (viz obr. 2).



*Obrázek 2 – Pětifázový cyklus učení metodou IBSE (Čtrnáctová, Cídllová, 2013, s. 899)*

Model 5Z obsahuje následující aktivity (Čtrnáctová, Cídllová, 2013):

- Zapojení – zapojení žáků, je potřeba žáky namotivovat a probudit. Pro učitele je to čas hodnocení předešlých znalostí a žákům umožní využití zkušeností.
- Zkoumání – žáci se staví do role badatelů, zde dojde k zahájení bádání pomocí otázek, návrhů hypotéz, ke shromažďování informací, k navržení a k realizaci pokusů.
- Zpracování – žáci zde zpracovávají své výsledky, vede se diskuze a vysvětlují se pojmy společně pro celou třídu.
- Zobecnění – učitel je nápomocen žákům zobecňovat obecné principy.
- Zhodnocení – v této fázi se vše zhodnocuje, učitel klade doplňující otázky, potřebné pro analýzu samotných žáků.

Na BOV můžeme podle jiného modelu nahlížet ve čtyřech dílčích krocích (Votápková, Vašíčková a kol., 2013):

- Co chci řešit – v prvním kroku žáci přemýšlí o daném problému, snaží se získat informace z rozdílných zdrojů a umí se rozhodnout, který ze zdrojů je věrohodným. Kladou si otázky, které jim pomůžou ve vlastním bádání a porovnávají je se svými spolužáky. Díky tomu si rozvíjí schopnost s nimi spolupracovat. Nakonec vyberou svou vlastní výzkumnou otázku.

- Přicházím s domněnkou – žáci se snaží předpokládat budoucí výsledek pokusu, na základě získaných informací. Formulují svou vlastní hypotézu, která splňuje některé podmínky jako je jednoznačnost, ověřitelnost, zobecnitelnost, měřitelnost a specifčnost.
- Jak zjistím, zda mám pravdu – žák si sám nastavuje, jakými kroky bude svou hypotézu ověřovat. Žáci si ve skupince sami rozdělí své vlastní role. Během provedení pokusu si žáci rozvíjí analytické schopnosti a zpracovávají svá nově získaná data.
- Na konci cesty sklízím ovoce své práce – žák na základě svých získaných výsledků vyvozuje závěry, interpretuje své výsledky a dokáže je zobecnit se svým životem. Dále vybere podstatné informace, umí s nimi pracovat a dále je prezentuje ostatním.

V BOV je podle Nezvalové (2010) učitel tzv. facilitátorem, který provádí žáky jejich učením, napomáhá jim při získávání poznatků. Měl by vše plnit za těchto předpokladů:

- Učitel je schopen plánovat badatelsky orientovanou výuku, její metody a tvořit tím prostředí vhodné pro žákovo aktivní bádání.
- Učitel umí pokládat správné otázky, aby se u žáků projevovalo divergentní myšlení.
- Učitel je připraven na neočekávané otázky a umí s nimi pracovat pro podpoření žákova myšlení.

Podle Nezvalové (2010) vychází role žáka v BOV z jeho vnitřní motivace a z předpokladů:

- Žák má kladný vztah k učení, snaží se přicházet s nápady a je aktivním účastníkem v procesu bádání.
- Žák je samostatný v procesu bádání - výběr pomůcek, pozorování.
- Žák spolupracuje ve skupině, komunikujeme s učitelem i s ostatními, je aktivní.
- Žák si pokládá otázky, propojuje získané myšlenky s předešlými znalostmi.
- Žák sám navrhuje nové metody, umí na základě informací své myšlenky podpořit či vyvrátit a roztřídit podle důležitosti.
- Žák umí využít různorodé metody a umí své myšlenky vyjádřit.



- Žák přemýšlí kriticky jak o daném problému, tak o svém procesu učení.

Podle Čížkové a Čtrnáctové (2016) BOV bojuje s mnoha nedostatky jak na straně žáků a učitelů, tak v obecné rovině i na straně vzdělávacího systému (viz tab. 3).

*Tabulka 2 – Překážky BOV (Čížková, Čtrnáctová, 2016, s. 11)*

Obecné překážky	Překážky na straně vzdělávacího systému	Překážky na straně žáků	Překážky na straně učitelů
Časová a finanční náročnost	Nedostatečná příprava budoucích učitelů	Různá míra zájmů u bádání žáků (náročnost může odradit)	Nedostatečný zájem učitelů
Nejasná metodologie hodnocení	Nepovinné další vzdělávání učitelů		Nedostatečná připravenost učitelů
Neexistence uznávané platformy (předmětově a pedagogicky)			

Čížková a Čtrnáctová (2016) se domnívají, že vyřešit výše zmíněné problémy (viz tab. 3) potrvá delší dobu, a proto navrhuji inovaci samotného BOV pomocí vložení atraktivního prvku záhady do BOV, který zpracovávali např. v projektu TEMI (Teaching Enquiry with Mysteries Incorporated). Záhada by sebou měla přinést nečekané, neobvyklé jevy, které mají vzbudit u žáků zvědavost ve snaze záhadu vyřešit (TEMI, 2015).

Podle projektu TEMI (2015) jsou pro BOV se záhadou charakteristické její čtyři části:

- Záhada by měla být pro žáky dostatečně motivující a zároveň překvapující.
- Využívá se zde cyklu 5Z.
- Učitel napomáhá udržet motivaci žáka svým vystupováním (dramatizace).

- Zodpovědnost za samotné učení je přenesena z učitele na žáka.

Dobrá záhada by měla mít následující vlastnosti (TEMI, 2015):

- Záhada umožňuje zapojení žáků.
- Vzbuzuje v žácích zvědavost a tím i otázky.
- Svoji jednoduchostí umí překvapit a vzbudit zvědavost.
- Umožňuje vytvoření kognitivního konfliktu.
- Umožňuje zkoumání a objasnění v rámci dovedností na úrovni vědomostí žáka.
- Problematizuje nebo umožňuje vytvářet znalosti žákům.
- Od žáků očekává využití badatelských činností k objasnění záhady.
- Vyžaduje takový čas v rámci učebních osnov, aby zároveň mohl být ospravedlněný čas, který je na záhady vyžadován.
- Řešení přichází v omezeném čase (dotace 1-2 hodiny).

Špatná záhada pro realizaci BOV se naopak vyznačuje následujícími prvky (TEMI, 2015):

- Pokud záhada umožňuje zapojení pouhého učitele.
- Pokud samotná záhada vytváří málo překvapení, zvědavosti a vše zbývá na učiteli.
- Pokud jsou součástí příliš složité přírodovědné problémy, které žáci nechápu.
- Pokud záhada nenaplňuje příliš učební osnovy.
- Pokud je záhada natolik složitá a nepochopitelná, že ji samotní žáci vnímají jako kouzlo.

Jak již bylo zmíněno, dostupnost badatelských materiálů každým rokem roste, jednak díky závěrečným pracím s tematikou BOV a také díky existujícím projektům, které se snaží zapojit BOV do běžného vyučování. Jako jeden z neznámějších projektů v České republice, který se zaměřuje na přírodovědné vzdělání, můžeme uvést Badatele.cz, který vznikl ve spolupráci vzdělávacího centra TEREZA a týmů učitelů (BADATELÉ, 2012). Dostál (2015) ale kriticky poukazuje, že projekt Badatele.cz nahlíží na BOV pouze jako na metodu, nikoli jako na celý koncept výuky. Na stránkách projektu Badatele.cz můžeme najít materiály pro badatelské aktivity jak pro první a

druhý stupeň základní školy, tak pro střední školy. Dalšími známými projekty, kde můžeme najít podpůrné materiály pro realizaci BOV, jsou Globe (GLOBE, 2011) a Věda není žádná věda (VNŽV, 2011).

Pro učitele i pro veřejnost existuje řada seminářů jednodenních i vícedenních, které mají pomoci učitelům s realizací BOV. Výše zmíněné projekty také nabízejí semináře pro vzdělávání pedagogů (BADATELÉ, 2012; GLOBE, 2011). Tyto možnosti také nabízí např. nezisková vzdělávací instituce zabývající se environmentální výchovou a vzděláním (CHALOUPKY, 2000) a vzdělávací agentura Descartes, která poskytuje akreditované kurzy od MŠMT (DESCARTES, 2004).

Do výše zmíněných projektů se mohly zapsat školy, kde učitelé následně tvořili materiály zaměřené na BOV a testovali je ve své výuce.

## **2.2 RVP ZV a BOV**

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (2017), který byl vytvořen na základě směrů rozvoje vzdělávání v České republice, označované jako „Bílá kniha“ (Bílá kniha, 2001), se snaží klást důraz na propojování jednotlivých školních předmětů. Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda pojednává o problémech spojených se zkoumáním přírody, snaží se poukazovat na přírodní zákonitosti a jejich porozumění. Má podporovat otevřené, kritické a logické myšlení.

Vzdělávací obory jako jsou Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis náležící vzdělávací oblasti Člověk a příroda umožňují díky svému badatelsky orientovanému charakteru žákům přiblížit přírodní procesy, poznatky a následně jejich využití v běžném životě (RVP ZV, 2017).

Prosazují metody experimentální, měřící, vytváření hypotéz a jejich ověřování. Důraz je kladen i na vytváření otázek (RVP ZV, 2017).

Učitelé dříve po žácích požadovali, aby měli aspoň dostatečné znalosti a správné chování. V dnešní době se na žácích vyžadují určité kompetence. Kompetence mají představovat soubor vědomostí, postojů a dovedností, které jsou rozvíjeny společně. Propojení má být pro žáky výhodné tak, aby jedinec mohl úspěšně zvládnout nové situace, do kterých se v životě dostane (KK ZV, 2007).

Mezi šest klíčových kompetencí, které žák může využít a rozvinout v celém svém procesu vzdělávání patří (RVP ZV, 2017):

- kompetence k učení,
- kompetence k řešení problému,
- kompetence komunikativní,
- kompetence sociální a personální,
- kompetence občanská,
- kompetence pracovní“ (RVP ZV, 2017, s. 10).

RVP ZV (2017) a jeho nároky na kompetence žáka se odrážejí v BOV. Pro srovnání můžeme porovnat některé klíčové kompetence a hlavní myšlenky fází z cyklu 5Z (Čtrnáctová, Cídllová, 2013).

Do první fáze cyklu, zapojení, kdy učitel motivuje žáky a umožňuje jim na základě hodnocení jejich znalostí využít jejich předešlé zkušenosti, můžeme uvést příklad z kompetence pracovní: „využívá znalosti a zkušenosti získané v jednotlivých vzdělávacích oblastech v zájmu vlastního rozvoje i své přípravy na budoucnost, činí podložená rozhodnutí o dalším vzdělávání a profesním zaměření“ (RVP ZV, 2017, s. 13).

Fáze zkoumání umožňuje žákům klást otázky, přicházet individuálně s novými hypotézami a postupně uskutečňovat své pozorování a pokusy. RVP nám nabízí hned několik podobností jak v kompetenci k učení: „samostatně pozoruje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti“ a s kompetencí řešení problémů: „samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy“ (RVP ZV, 2017, s. 11).

Do třetí fáze zpracování, kdy žáci díky svým postupům umí zpracovávat informace a jednotlivé důkazy jako skupiny i ve třídě a poté společně diskutují, můžeme zařadit hned dvě z kompetencí komunikativních: „rozumí různým typům textů a záznamů, obrazových materiálů, běžně užívaných gest, zvuků a jiných informačních a komunikačních prostředků, přemýšlí o nich, reaguje na ně a tvořivě je využívá ke svému rozvoji a k aktivnímu zapojení se do společenského dění“ (RVP ZV, 2017, s. 11)

a „naslouchá promluvám druhých lidí, porozumí jim, vhodně na ně reaguje, účinně se zapojuje do diskuse, obhájí svůj názor a vhodně argumentuje“. Také můžeme najít podobnost v jedné kompetenci sociální a personální: „přispívá k diskusi v malé skupině i k debatě celé třídy, chápe potřebu efektivně spolupracovat s druhými při řešení daného úkolu, oceňuje zkušenosti druhých lidí, respektuje různá hlediska a čerpá poučení z toho, co si druzí lidé myslí, říkají a dělají“ (RVP ZV, 2017, s. 11).

Ve fázi zobecnění, kde se rozšiřují dané poznatky na nové situace, můžeme najít podobnost s kompetencí k řešení problémů: „ověřuje prakticky správnost řešení problémů a osvědčené postupy aplikuje při řešení obdobných nebo nových problémových situací, sleduje vlastní pokrok při zdolávání problémů“ (RVP ZV, 2017, s. 11).

V poslední fázi, zhodnocení, se žáci kriticky zamýšlí a hodnotí svoji práci jako při jedné z kompetencí řešení problémů: „kriticky myslí, činí uvážlivá rozhodnutí, je schopen je obhájit, uvědomuje si zodpovědnost za svá rozhodnutí a výsledky svých činů zhodnotí“ a z kompetence k učení: „poznává smysl a cíl učení, má pozitivní vztah k učení, posoudí vlastní pokrok a určí překážky či problémy bránící učení, naplánuje si, jakým způsobem by mohl své učení zdokonalit, kriticky zhodnotí výsledky svého učení a diskutuje o nich“ (RVP ZV, 2017, s. 11).

## **2.3 Periodická tabulka prvků**

### **2.3.1 Historický průřez názorů na klasifikaci chemických prvků**

Téma PSP bylo vybráno kvůli své důležitosti pro studium oboru chemie. Rok 2019 byl pro periodickou tabulku prvků důležitý svým 150. výročím a díky němu, byl vyhlášen rokem periodické tabulky. Když Dmitrij Ivanovič Mendělejev v roce 1869 objevil periodický zákon, dal vznik periodické tabulce prvků (Strathern, 2005). Vývoj PSP se s časem měnil, a proto ve stručnosti přiblížíme jeho vznik.

Jako jeden z prvních pokusů o systematické seřazení prvků, můžeme označit tabulku chemicky čistých látek rozdělenou na kovy a nekovy podle jejich kovového charakteru od francouzského chemika Louis-Bernard Guyton-Morveauova. S jeho jménem jsme se také mohli setkat ve spojitosti s počátky chemického názvosloví (Meta-synthesis, 1999).

Další zásluhu lze připsat francouzskému chemikovi Antoine Laurent de Lavoisierovi, který v roce 1789 rozdělil 33 chemických látek do čtyř skupin na kovy, nekovy, plyny a zeminy. Díky své vlastní naléhavé iniciativě při používání přesných vah a laboratorních přístrojů, přišel s teorií o hoření, která vyvrátila flogistonovou teorii o obsahu flogistonu v každé látce, která hoří (Strathern, 2005).

*Tabulka 3 – Rozdělení chemických látek podle Lavoisiera (Meta-synthesis, 1999)*

1. kovy	Např. Ag, Bi, Co, As, Sb
2. nekovy	Např. S, P, C, HCl, HF, H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
3. zeminy	Např. CaO, MgO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
4. plyny	Např. N, O, H, světlo

Dokud John Dalton v roce 1803 nevyslovil svou myšlenku o základních stavebních částicích – atomech, spadaly do pokusu o systematické seřazení prvků i molekulové sloučeniny, teplo, a dokonce i světlo. Roku 1808 Dalton dokázal vyvodit atomové hmotnosti prvků za předpokladu, že atomová hmotnost vodíku byla jednotková. Některé atomové hmotnosti určil nepřesně, např. u kyslíku, kdy předpokládal jiný poměr s atomy vodíku v molekule vody (Rouvray, 2004).

*Tabulka 4 – Atomové hmotnosti podle Daltona (Meta-synthesis, 1999)*

Vodík	Dusík	Uhlík	Kyslík	Fosfor	Síra	Hořčík	Vápník	Sodík	Draslík
1	5	5,4	7	9	13	20	24	28	42
Stroncium	Baryum	Železo	Zinek	Měď	Olovo	Stříbro	Platina	Zlato	Rtuť
46	68	50	56	56	90	190	190	190	167

Jako další se roku 1818 pokusil o uspořádání prvků švédský chemik Jöns Jacob Berzelius, který prvky rozdělil na elektropozitivní a elektronegativní za předpokladu, že atomy mají vlastnosti elektrického náboje. Jako nejelektronegativnější prvek označil

kyslík a za nejelektropozitivnější označil draslík. Časem byly objeveny nové prvky (i jeho zásluhou), a proto navrhl nový systém názvosloví prvků, ve kterém použil první písmena z latinského názvu, tak jak je známe dodnes. Roku 1829 na základě atomových vah sestavil druhou tabulku, která obsahovala již 53 prvků (Strathern, 2005).

Johann Wolfgang Döbereiner také roku 1829 na základě atomových vah a podobných vlastností prvků uspořádal prvky do tzv. triád. Triáda se skládala ze tří prvků, kde prostřední měl přibližnou atomovou váhu jako aritmetický průměr prvků krajních. Vlastnosti prostředního prvku měly být opět průměrné v porovnání s prvky krajními (Strathern, 2005).

*Tabulka 5 – Uspořádání chemických prvků do triád podle Döbereinera (Meta-synthesis, 1999)*

Li-Na-K	Ca-Sr-Ba	P-As-Sb	S-Sc-Te	Cl-Br-I
---------	----------	---------	---------	---------

Francouzský geolog Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois byl první člověk, který využil atomové hmotnosti prvků, aby vyjádřil periodické vlastnosti. V roce 1862 prvky nejprve zakreslil do spirály okolo metalového válce, který následně rozdělil na 16 částí. Přímký, které byly rovnoběžné s válcem, tvořily prvky s podobnými chemickými vlastnostmi. Jedinou chybou však bylo, že mezi ně byly vzneseny i některé prvky, které nemají s ostatními nic společného (Strathern, 2005).

*Tabulka 6 – Vyjádření periodických vlastností podle Chancourtoisa (Meta-synthesis, 1999)*

H	F	Cl	Co, Ni	Br	Pd	I	Pt, Ir
Li	Na	K	Cu	Rb	Ag	Cs	Os
G	Mg	Ca	Zn	Sr	Cd	Ba, V	Hg
Bo	Al	Cr	Y	Cr, La	U	Ta	Tl
C	Si	Ti	In	Zr	Sn	W	Pb
N	P	Mn	As	Di, Mo	Sb	Nb	Bi
O	S	Fr	Se	Ro, Ru	To	Au	Th

Německý chemik Julius Lothar Meyer opět využil atomové váhy pro seřazení 49 prvků do tabulky, kde prvky s podobnými vlastnostmi byly umístěny pod sebe. Dokonce ve své tabulce vynechal místa pro zatím neobjevené prvky (Mikhailov, 2019).

Slavnému ruskému chemikovi Dmitriji Ivanoviči Mendělejevi pro uspořádání chemických prvků do periodické tabulky pomáhaly obyčejné kartičky, kde měl napsané prvky a jejich sloučeniny. Traduje se však, že samotná PTP se mu vyobrazila ve snu, který přišel po několika předešlých probdělých nocích. Roku 1869 Mendělejev formuloval chemický zákon: „Vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich atomových vah.“. Ve své tabulce uvedl 63 tehdy známých prvků a předpověděl umístění řady prvků neobjevených. Z jeho tabulky byly odvozeny všechny pozdější periodické tabulky, které známe dnes. Když byla objasněna struktura atomu a elektronového obalu, bylo dále upřesněno i znění periodického zákona: „Chemické a fyzikální vlastnosti prvků jsou periodickou funkcí jejich protonového čísla.“ (Strathern, 2005).

V roce 1868 Pierre-Jules Janssen a Joseph Norman Lockyer objevili novou spektrální čáru ve slunečním spektru, která patřila heliu (Marschall, 2012). Další vzácné plyny byly objeveny v roce 1894 lordem Rayleighem a Williamem Ramsayem, kteří objevili argon při zkoumání spektrálních čar (Laszlo, Schrobilgen, 1988). Xenon, krypton a neon byly objeveny v roce 1898 Williamem Ramsayem a Morrisem Traversem, když pomocí frakční destilace zkapalňovali vzduch (Ramsay, Travers, 1997). Vzácné plyny byly poté do Mendělejevovy tabulky bez problému doplněny (Distler, 2019).

Další změna nastala díky příteli Mendělejeva, českému chemikovi Bohuslavu Braunerovi, který navrhl zařazení lanthanoidů mezi cer a tantal, ovšem v té době nebyl známý jejich přesný počet (Novák, 2019). Aktinoidy do tabulky zavedl americký vědec Glenn Theodore Seaborg (Karol, 2002).

### **2.3.2 Dnešní periodická tabulka prvků**

Periodická tabulka prvků nám napomáhá při celém studiu chemie. Můžeme z ní vyčíst jak vlastnosti prvku, tak i odhadnout, jak se daný prvek bude chovat podle jeho umístění.



**IUPAC Periodic Table of the Elements**

1 H hydrogen 1.008																	18 He helium 4.0026
3 Li lithium 6.94	4 Be beryllium 9.0122											5 B boron 10.81	6 C carbon 12.011	7 N nitrogen 14.007	8 O oxygen 15.999	9 F fluorine 18.998	10 Ne neon 20.180
11 Na sodium 22.990	12 Mg magnesium 24.305											13 Al aluminum 26.982	14 Si silicon 28.086	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur 32.06	17 Cl chlorine 35.45	18 Ar argon 39.948
19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546	30 Zn zinc 65.38	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.972	35 Br bromine 79.904	36 Kr krypton 83.798
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.94	43 Tc technetium [98]	44 Ru ruthenium 101.07	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60	53 I iodine 126.90	54 Xe xenon 131.29
55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium [209]	85 At astatine [210]	86 Rn radon [222]
87 Fr francium [223]	88 Ra radium [226]	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium [261]	105 Db dubnium [262]	106 Sg seaborgium [263]	107 Bh bohrium [264]	108 Hs hassium [265]	109 Mt meitnerium [266]	110 Ds darmstadtium [267]	111 Rg roentgenium [268]	112 Cn copernicium [269]	113 Nh nihonium [270]	114 Fl flerovium [271]	115 Mc moscovium [272]	116 Lv livermorium [273]	117 Ts tennessine [274]	118 Og oganeson [276]
57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium [145]	62 Sm samarium 150.36	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97			
89 Ac actinium [227]	90 Th thorium [232]	91 Pa protactinium [231]	92 U uranium [238]	93 Np neptunium [237]	94 Pu plutonium [244]	95 Am americium [243]	96 Cm curium [247]	97 Bk berkelium [247]	98 Cf californium [251]	99 Es einsteinium [252]	100 Fm fermium [257]	101 Md mendelevium [258]	102 No nobelium [259]	103 Lr lawrencium [260]			

For notes and updates to this table, see [www.iupac.org](http://www.iupac.org). This version is dated 1 December 2018. Copyright © 2018 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

Obrázek 2 – Periodická tabulka prvků (IUPAC, 2018)

Chemické prvky v periodické tabulce prvků jsou řazeny do vodorovných řad, které se nazývají periody. Prvky jsou seřazeny podle vzrůstajících hodnot jejich protonového čísla. U nepřechodných prvků udávají periody hlavní kvantové číslo valenčních orbitalů značené písmenem – n, které nabývá hodnot 1-7, někdy se ještě můžeme setkat s abecedním značením velkým písmenem – K, L, M atd. Hlavní kvantové číslo udává energetickou hladinu elektronu, na niž se daný elektron nachází. S přechodem na vyšší hladinu, označenou vyšším hlavním kvantovým číslem, stoupá potenciální energie elektronu, a proto je elektron méně vázán ke kladnému jádru (Housecroft, Sharpe, 2014; Kostura, 2006).

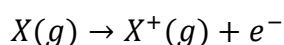
Chemické prvky, které jsou řazeny do svislých sloupců, se nazývají skupiny. Prvky se zde řadí podle svých podobných vlastností. Jednou z nich je stejný počet valenčních elektronů. Dříve se skupiny dělily do skupin podle CAS na hlavní skupiny (značené A), vedlejší skupiny (značené B) a jejich číselné značení probíhalo pomocí římských číslic I-VIII nebo podle starého označení od IUPAC, kde se opět používaly římské číslice I-VIII, ale prvních deset skupin bylo značených písmenem A a osm

následujících písmenem B. Aby se předešlo neshodám, bylo navrženo jednotné značení skupin pomocí arabských číslic 1-18 (Wiberg, Holleman, 2001).

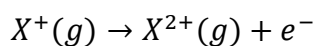
Atomové číslo, též známé jako protonové, vyjadřuje svou hodnotou počet protonů, které se nacházejí v jádře atomu a zároveň počet elektronů, které se nacházejí v elektronovém obalu atomu. Je charakteristické pro každý nuklid atomu (konkrétní druh atomu). Značíme jej velkým písmenem Z. S atomovým číslem úzce souvisí nukleonové číslo, které udává součet počtu protonů a neutronů v jádře atomu. Počet neutronů se snadno zjistí z rozdílu nukleonového a protonového čísla (Housecroft, Sharpe, 2014; Kostura, 2006).

Elektrony jako částice mají zanedbatelnou hmotnost vůči celému atomu, a proto atomovou hmotnost určuje pouze počet protonů a neutronů. Kdybychom chtěli vyjádřit hmotnost atomu v běžných hmotnostních jednotkách, dostali bychom velice malé necelé číslo. Proto byla zavedena veličina s názvem relativní atomová hmotnost, značená  $A_r$ . Relativní atomová hmotnost vyjadřuje průměrnou hmotnost atomu, která je dána váženým průměrem hmotnosti všech izotopů daného atomu vztaženého na atomovou hmotnostní jednotku (Housecroft, Sharpe, 2014; Šrámek, 2000).

První ionizační energie, značená  $E_{I,1}$ , je dána změnou vnitřní energie při teplotě 0 K (Kelvin). Je to energie potřebná k odtržení prvního valenčního elektronu v plynné fázi.



Pokud by byly odtrhnuty postupně i další elektrony, mluvíme o tzv. druhé ionizační energii, třetí ionizační energii atd.



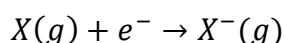
Energie bývá udávána v joulech (J) a bývá vztažena na mol atomů.

Hodnoty ionizační energie v PSP jsou závislé na velikosti jádra a přitažlivých silách jádra, tedy na protonovém čísle konkrétního prvku. Ionizační energie obecně v periodě vzrůstá zleva doprava a ve skupině klesá. Existuje ovšem pár výjimek v PSP, které mohou být objasněny pomocí základní elektronové konfigurace prvku za použití PTP (Housecroft, Sharpe, 2014; Straka, 1995).

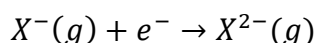
Prvky 15. skupiny mají elektronovou konfiguraci  $ns^2 np^3$ , kdy je jejich hladina elektronů zaplněna právě z jedné poloviny. Atomy prvků tím nabývají určité stability, a proto je daleko těžší odtrhnout elektron z valenční sféry než u prvků, které se nachází v 16. skupině. Atomy prvků 2. a 12. skupiny při svém přechodu na 13. skupinu vykazují také poklesy ionizačních energií, díky jejich stabilnější elektronové konfiguraci (Housecroft, Sharpe, 2014).

První elektronová afinita atomu, značená  $E_{A,1}$ , je udávaná negativní změnou vnitřní energie při 0 K, při níž dochází k přijetí jednoho elektronu atomem v plynném stavu. Bývá udávaná v joulech a je vztažena na mol atomů.

Při první elektronové afinitě mluvíme o ději exotermickém, při kterém proti sobě působí dvě odlišné síly. První síla udává interakci mezi valenčními elektrony a elektronem nově přijatým, kdy se vzájemně odpuzují a druhá přitažlivá síla vzniká mezi jádrem a novým elektronem.



Při přijetí dalšího elektronu mluvíme o tzv. druhé elektronové afinitě, kterou označujeme jako děj endotermický. Po přijetí elektronu aniontem jsou odpudivé síly dominantnější (Straka, 1995).



Podle Linuse Paulinga byla elektronegativita, značená  $\chi_p$ , bezrozměrná veličina definovaná jako míra síly, kterou atom k sobě přitahuje elektrony, jež vytvářejí vazbu. Díky experimentálně naměřeným hodnotám disociačních energií kovalentních vazeb zjistil, že pokud měříme geometrický průměr disociačních energií mezi heteronukleárními atomy (AB), je vždy větší, než pokud měříme geometrický průměr disociačních energií mezi homonukleárními atomy (AA). Větší stabilita vazby je dána díky elektrostatickým silám způsobující polarizaci. Pomocí základní naměřené hodnoty elektronegativity fluoru  $\chi_p=4$  (dnes upraveno na 3,98) dopočítal ostatní hodnoty elektronegativit. Výjimky existují, pokud jsou heteronukleární atomy příliš polární či pokud je iontová vazba příliš velká (Housecroft, Sharpe, 2014; Pacák, Podešva, 2004).

Podle Mullikena byla hodnota elektronegativity, značená  $\chi_M$ , naměřená jako aritmetický průměr první ionizační energie a první elektronové afinity (Housecroft, Sharpe, 2014; Pacák, Podešva, 2004).

Elektronegativita podle Allreda a Rochowa, značena  $\chi_{AR}$ , závisí na efektivním náboji jádra a jeho kovalentním poloměru (Ghosh, Chakraborty, Mandal, 2009; Housecroft, Sharpe, 2014).

Valenční, neboli vnější, elektrony atomu se nacházejí v nejvyšší energicky položené vrstvě elektronového obalu (valenční vrstvě). Vnitřní elektrony se pak nacházejí v nižších energicky položených vrstvách. Pokud dojde k odtržení valenčního elektronu z valenční vrstvy, vznikají kationty, a naopak pokud atom do své valenční vrstvy přijme elektron, vzniká aniont (Housecroft, Sharpe, 2014; Straka, 1995).

Díky valenčním elektronům můžeme pomocí předešlého nižšího vzácného plynu zapisovat elektronovou konfiguraci prvků např.  ${}_{20}\text{Ca}$ :  $[\text{}_{18}\text{Ar}] 4s^2$ , kdy číslo vyjadřuje hladinu a písmeno typ valenčního orbitalu (Housecroft, Sharpe, 2014).

Existují pravidla, podle kterých postupně zaplňujeme elektrony do atomových orbitalů. Prvním z nich je výstavbový princip, který říká, že orbitaly s nižší energií se zaplňují elektrony dříve než orbitaly s energií vyšší. Dalším je Pauliho vylučovací princip, který říká, že žádné dva elektrony nemohou mít stejná všechna kvantová čísla. Třetím je Hundovo pravidlo, které říká, že v degenerovaných orbitalech vznikají elektronové páry teprve po obsazení každého orbitalu jedním elektronem. Potom nespárované elektrony v degenerovaných orbitalech mají stejný spin. (Kostura, 2006; Šrámek, 2000).

Prvky lze všeobecně rozdělit podle jejich fyzikálně chemických vlastností na kovy, nekovy a polokovy. Většina prvků v periodické tabulce patří mezi kovy (Flowers, 2015; Banýr, 1981).

Polokovy pomyslně oddělují v PTP kovy a nekovy a mají přechodné vlastnosti mezi nimi samotnými (Flowers, 2015; Straka, 1995).

Nekovům náleží větší počet valenčních elektronů, mají větší hodnotu elektronegativity, proto snadněji přijímají elektrony a vytvářejí anionty. Výjimkou jsou vzácné plyny, které mají zcela zaplněné valenční orbitaly a jsou stabilní. Vyznačují se

také vysokou hodnotou ionizačních energií a elektronových afinit (Flowers, 2015; Banýr, 1981).

Pro skupinu kovů je charakteristický menší počet valenčních elektronů, menší elektronegativita (jsou elektropozitivní), a proto snadněji uvolňují své elektrony za tvorby kationtů. Mají nízké hodnoty ionizačních energií a často i nízké hodnoty elektronových afinit. Vyznačují se svými typickými vlastnosti, mezi které patří dobrá elektrická vodivost, tepelná vodivost, kujnost a tažnost (Flowers, 2015; Straka, 1995).

## **2.4 Způsoby výuky periodické soustavy prvků z pohledu rozdílných zdrojů**

### **2.4.1 Periodické soustava prvků z pohledu kurikulárních dokumentů**

#### **Periodická tabulka a RVP ZV**

V Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (2017) spadá vzdělávací obor Chemie pod vzdělávací oblast Člověk a příroda společně se vzdělávacími obory Fyzika, Přírodopis a Zeměpis.

PSP je v RVP ZV obsažená v tematickém okruhu Částicové složení látek a chemické prvky. Mezi očekávané výstupy žáka patří (RVP ZV, 2017):

- „Žák rozlišuje chemické prvky a chemické sloučeniny a pojmy užívá ve správných souvislostech.
- Žák se orientuje v periodické soustavě chemických prvků, rozpozná vybrané kovy a nekovy a usuzuje na jejich možné vlastnosti.“ (RVP ZV, 2017, s. 68).

Do části učiva, která je chápána jako prostředek pro dosažení určitých výstupů, spadá (RVP ZV, 2017):

- „Částicové složení látek – molekuly, atomy, atomové jádro, protony, neutrony, elektronový obal a jeho změny v chemických reakcích, elektrony.
- Prvky – názvy, značky, vlastnosti a použití vybraných prvků, skupiny a periody v periodické soustavě chemických prvků, protonové číslo.“ (RVP ZV, 2017, s. 68).

V roce 2017 byly přidány i minimální doporučené úrovně pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření pro znevýhodněné žáky (RVP ZV, 2017):

- „Žák uvede nejobvyklejší chemické prvky a jednoduché chemické sloučeniny a jejich značky.
- Žák rozpozná vybrané kovy a nekovy a jejich možné vlastnosti.“ (RVP ZV, 2017, s. 68).

### **Periodická tabulka a RVP G**

V Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia spadá vzdělávací obor Chemie také pod vzdělávací oblast Člověk a příroda společně se vzdělávacími obory Fyzika, Biologie, Geografie a Geologie (RVP G, 2007).

PSP je v RVP G obsažená ve vzdělávacím obsahu Obecná chemie (RVP G, 2007).

Mezi očekávané výstupy žáků patří (RVP G, 2007):

- „Žák předvídá vlastnosti prvků a jejich chování v chemických procesech na základě poznatků o periodické soustavě prvků.
- Žák využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálněchemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích.“ (RVP G, 2007, s. 29).

Do části učiva, která je chápána jako prostředek pro dosažení určitých výstupů, spadá (RVP G, 2007):

- „stavba atomu,
- periodická tabulka prvků,
- chemická vazba a vlastnosti látek.“ (RVP G, 2007, s. 29-30).

#### **2.4.2 Periodická soustava prvků a učebnice chemie pro základní školy**

Učebnice chemie od Jiřího Škody a Pavla Doulíka pro 8. ročník základní školy a víceletá gymnázia z nakladatelství Fraus (Škoda, Doulík, 2006) je na první pohled velice pestrá. Před první zmínkou o periodické tabulce jako takové se v kapitole *Vlastnosti látek* setkáváme se skupenstvím látek, s bodem teploty tání, varu a s hustotou

prvků. V kapitole *Částicové složení látek*, v podkapitole, *Neviditelné částice hmoty* se objevují atomy, u kterých je popsána jejich stavba a umístění hodnoty u prvku v PSP (pouze jedno okénko nikoli celá PSP). Jsou zde zmíněny vrstvy elektronů (valenční vrstva), protonové číslo a také jak vznikaly názvy prvků. Všechny tyto věci můžeme najít v PSP. Na následující stránce s podkapitolou *Pořádek mezi chemickými prvky* se žáci prvně mohou setkat s PSP. Je zde zmíněno několik významných chemiků podílejících se na vzniku PSP. Poprvé je zde uveden periodický zákon. Je zde vyobrazena celá PTP, kde jsou vysvětleny periody a skupiny. Také jsou zde vysvětleny pojmy kovy, nekovy a polokovy.

V podkapitole *Atomy jako kostky lega* se setkáváme s vazností atomu, kterou můžeme opět vyčíst z PSP a s pojmy vazebný elektronový pár a chemická vazba, které jsou důležité pro elektronegativitu. V podkapitole *Když se elektrony přitahují* je vysvětlena elektronegativita a pomocí obrázku je naznačeno umístění její hodnoty u každého prvku v PTP. Následně se učí pracovat s odečítáním elektronegativit a tím zjišťovat, zda se jedná o nepolární, polární nebo iontový typ vazby. Z PSP můžeme také vyčíst, zda prvek bude tvořit spíše kationty nebo anionty, které jsou zde také zmíněny.

S jednotlivými prvky se následně setkáváme v různých kapitolách, jako je *Vzduch*, *Vodík*, kde jsou vždy prvky po straně vyznačeny v periodické tabulce pro lepší představu.

*Polokovy a kovy* nesou název pro samostatné kapitoly. Výřez z PSP je u polokovů postranně, aby si žáci hned připomněli, o které prvky se jedná. U alkalických kovů a u prvků alkalických zemin je tabulka zmenšena a zmíněná skupina je dána do popředí, aby bylo vidět, kde se nachází.

V kapitole *Halogenidy*, v podkapitole *Univerzální jazyk chemiků*, se setkáváme s oxidačními čísly. Pomocí rozdílu elektronegativit v molekule NaCl určíme, který prvek bude mít záporné oxidační číslo a který kladné.

Učebnice chemie od Josefa Macha, Ireny Pluckové a Jiřího Šibora pro 8. ročník základní školy z nakladatelství NOVÁ ŠKOLA (Mach, Plucková a kol., 2016) určitě zaujme žáky po prvním otevření. V kapitole *Úvod do chemie* se žáci setkávají se skupenstvím látek a s jejich vlastnostmi, jako je teplota tání, varu a hustota prvků.

V kapitole *Vzduch a voda* jsou představeny jednotlivé prvky a jejich vlastnosti, které se vyskytují ve vzduchu a ve vodě.

V kapitole *Poznáváme složení látek*, v podkapitole *Částice látek*, se setkáváme s atomy. Zde je nastíněn jejich historický objev a jejich stavba. Popsány jsou jednotlivé částice atomu, jako jsou protony, neutrony a elektrony. Také je zde vysvětleno, proč částice drží pohromadě. Vzápětí se žáci dozvědí něco o jádře atomu, co je protonové a nukleonové číslo, jak z nich zjistí počet neutronů daného atomu a kde je u chemických prvků v tabulce najdeme. Na řadu přichází obal atomu, kde jsou popsány elektronové vrstvy a jejich energie. Vysvětlen je pojem valenční vrstva společně s valenčními elektrony.

V podkapitole *Prvky* se poprvé setkáváme s PSP, kde je popsán periodický zákon a je zde vidět celá PTP. Je zde uvedeno, čím vším je chemický prvek určen a podle kterých kritérií se vytvářeli názvy prvků. V kapitole je zmíněn D. I. Mendělejev jako první člověk, který uspořádal dřívějších 63 známých prvků do PTP. V této podkapitole se žáci dozívají o periodách, skupinách a jejich číslování.

V kapitole *Chemické sloučeniny*, v podkapitole *Chemická vazba*, je vysvětlen pojem elektronegativita, a jak s ní souvisí typy vazeb. Žáci se dozívají, že podle rozdílu elektronegativit mohou určit typ chemické vazby. Zde žáci také zjistí, že její hodnotu najdou v PTP u každého chemického prvku.

V podkapitole *Ionty* jsou popsány kationty a anionty a jaké prvky je nejčastěji tvoří.

V kapitole *Chemické prvky*, v podkapitole *Rozdělení chemických prvků*, se žáci dozvědí, jak mohou chemické prvky dělit. Prvním rozdělením je skupenství prvků za normálních podmínek, které jsou níže definované. Další rozdělení chemických prvků probíhá na základě jejich vlastností na kovy, nekovy a polokovy, které je vidět na další stránce v podobě PTP.

V podkapitole *Nekovy* je čas věnován chemickým prvkům postupně. Jsou zde popsány jednotlivé nekovové prvky, kde u každého je přiřazena jeho příslušná chemická značka, jeho využití a výskyt. Také jsou zde vyobrazeny jednotlivé skupiny, které jsou zvýrazněny v PTP.



V podkapitole *Polokovy* jsou opět popsány jednotlivé prvky postupně a je zde také vidět jejich umístění v PTP, které oddělují kovy a nekovy.

V podkapitole *Kovy* jsou prvky kromě obvyklého popisu jednotlivých kovů navíc ještě rozděleny do skupin podle hustoty, stálosti na vzduchu a finanční dostupnosti. Také jsou zde představeny jednotlivé skupiny kovů, které jsou zvýrazněny v PTP.

V kapitole *Anorganické sloučeniny*, v podkapitole *Dvouprvkové sloučeniny*, je odkázáno na PTP při určování oxidačního čísla u chemických prvků podle jeho umístění.

V učebnici chemie od Pavla Beneše, Václava Pumpra a Jiřího Banýra pro 8. ročník základní školy od vydavatelství FORTUNA (Beneš, Pumpr, Banýr, 2003) je na problematiku PSP nahlíženo prakticky, jak už odpovídá sám název učebnice.

V kapitole *Úvod do chemie*, v podkapitole *Vlastnosti látek* a lidské smysly, se žáci setkávají s fyzikálními tématy, jak se měří bod tání a varu chemických prvků.

V kapitole *Bez čeho se nedá žít*, v podkapitole *Surovina zdarma*, jsou žáci seznámeni s chemickým složením vzduchu a vody.

V kapitole *Všechno vidět nemůžeme* se žáci setkají s atomy a jejich historickým vývojem, jak na ně bylo nahlíženo dříve. V podkapitole *Měli pravdu již staří Řekové?* je popsáno jádro a elektronový obal atomu, společně s jejich elementárními částicemi. V podkapitole *Které látky jsou chemické prvky?* jsou vysvětleny pojmy jako protonové číslo, elektronová vrstva a valenční elektrony. Po stranách učebnice můžeme najít zajímavosti o tom, jak byly vytvořeny české názvy prvků, a jak byly vyvozeny značky chemických prvků.

V podkapitole *Atomy prvků se rády spojují* jsou popsány kationty a anionty a jsou zde uvedeny příklady prvků, které je nejčastěji tvoří.

V kapitole *Chemické prvky- základy všech látek* jsou žáci seznámeni s rozdělením prvků na kovy a nekovy, kde jsou zmíněny jejich charakteristické vlastnosti. Dále jsou v podkapitolách *Létající prvek*, *Prvek života* a *Významné nekovy* zmíněny různé příklady nekovů a jejich charakteristické vlastnosti. V podkapitole

*Většina prvků jsou kovy se dozvídají žáci o charakteristických vlastnostech kovů a jejich využití.*

Podkapitola *Objev uspořádání chemických prvků* se věnuje PSP. Je zde zmíněn D. I. Mendělejev a jeho objev uspořádání PSP, periodický zákon a rozdělení PTP na skupiny a periody.

V kapitole *Nejjednodušší sloučeniny*, v podkapitole *Základy chemického názvosloví*, se žáci dozvídají, jak můžou předvídat oxidační čísla za pomoci PTP.

Všechny ze zmíněných učebnic chemie obsahují podnětné obrázky, které žákům vizuálně přiblíží danou problematiku. V prvních dvou učebnicích od Škody a Doulíka (2006) a od Macha, Pluckové a Šibora (2016) můžeme najít otázky, úkoly, cvičení, pokusy a zajímavosti vždy na příslušné stránce, které žákům pomáhají pochopit probírané téma.

V učebnici od Beneše, Pumpra a Banýra (2003) je každé téma, které je probíráno, obohaceno o pokus, kterým se daná problematika dá žákům demonstrovat. Některé pokusy nejsou nebezpečné a jsou proveditelné samotnými žáky např. měření kovových vlastností prvků. Všechny kapitoly jsou zakončeny opakováním s úkoly a otázkami pro žáky. Některé jsou obohaceny o rady, kterých žáci mohou využít při učení např. mnemotechnickou pomůcku na zapamatování prvků v PTP.

#### **2.4.3 Periodická soustava prvků a její výuka v odborné literatuře**

Pro analýzu odborných textů v časopisech a sbornících ohledně způsobů výuky periodické tabulky prvků byly použity databáze vyhledávání elektronických informačních zdrojů Web of Science a Scopus. Články byly vybrány vždy na základě klíčových slov v rozmezí let 2000-2020. Z informačních zdrojů byly vybrány články, které se zabývaly tematikou PSP či jejím grafickým znázorněním v podobě PTP a následným způsobem výuky nebo jejího využití ve škole.

Prvně byla použita klíčová slova: periodic table + primary school/elementary school, z nichž byly vybrány články zaměřující se na výuku periodické tabulky. V uvedených databázích byly takto nalezeny čtyři články, které se zabývají materiálním zabezpečením výuky.

Mezi učební pomůcky můžeme zařadit žáky vyrobenou PTP z alternativních materiálů (De Alencar, 2018) a následně tabuli s magnety, která žáky motivuje a zaujme pomocí zábavného textu (Stojković, 2013). Dalším zhotovením PTP se zabýval projekt žáků z osmé třídy, kteří vyzdobili školní učebnu pomocí vlastnoručně vyrobených obrázků chemických prvků (Sochorová, Chroustová a kol., 2017).

Jako didaktická hra posloužila karetní hra na principu známé hry UNO, kde jsou karty řazeny do skupin, period atd. Hra žáky provází zákonitostmi PSP a vede je tak k jejich poznání (De Alencar, 2018).

Další kombinací byla zvolená klíčová slova: periodic table + secondary school/ high school, z nichž byly vybrány opět články zaměřující se na výuku periodické tabulky. Nalezeno bylo sedmadvacet článků, které se opět zabývají materiálním zabezpečením výuky a její realizací.

Mezi didaktické stolní hry můžeme zařadit šachy, které jsou obohaceny o karetní hru, umožňující žákům při správném zodpovězení otázky postup po šachovém poli (Casagrande, Alves a kol., 2018), domino zahrnující názvy prvků, jejich atomová čísla a mocenství (Moreno, Hincapié a kol., 2014), deskovou hru na způsob známe hry „Člověče nezlob se“, která žákům napomáhá poznávat jednotlivé prvky pomocí karetních otázek (Bayir, 2014). Dalším pomocníkem je karetní hra na bázi pokeru, při které si studenti můžou procvičit atomová čísla, atomovou hmotnost, elektronegativitu, hustotu, bod tání a varu, ionizační energii a elektronové vrstvy prvků (Kavak, 2012). Jedna z aktivit, u které se žáci mohli seznámit s chemickými prvky, zahrnovala sestavení svého vlastního jména z chemických značek a následné vypočítání své hmotnosti pomocí atomových hmotností prvků. Žáci tak mohli porovnávat atomovou hmotnost svého jména mezi sebou a soutěžit tak o to, kdo je mezi spolužáky nejtěžší (Woelk, 2015).

Pokročilejší studenti využili tzv. kouskovací metodu, kde studenti zapisovali elektronovou konfiguraci jednotlivých částí PTP, aby si lépe mohli zapamatovat a pochopit, jak se dané prvky budou chovat v chemických reakcích (Adhikary, Sana a kol., 2015).

Někdy se žáci učí zbytečné informace o prvcích, které jsou pro ně nepředstavitelné, a proto byla zhotovena karetová hra s obrázky každodenních věcí, ve kterých je daný prvek obsažen (Mariscal, Martínéz a kol., 2012). Za podobným účelem byl namalován automobil, který ve svých částech skrýval jednotlivé chemické prvky (Franco-Mariscal, 2015).

Prostým způsobem, jak si procvičit chemické prvky, posloužila obyčejná křížovka na doplnění názvů prvků (Cady, 2012) a následně i prázdná PTP, která poskytovala svá prázdná okénka jako pole křížovky (Joag, 2014).

Mezi komplexnější hry můžeme zařadit populární hry na únikový způsob, při které žáci využijí PTP při řešení problémů věnujícím se řadě chemických fenoménů (Watermeier, Salzameda, 2019) či únikovou hru s forenzní tematikou, která žáky vtáhne přímo do děje a dovolí jim procvičit si PSP skrz chemické aktivity (Yayon, Rap a kol., 2020). Další rozsáhlejší hra spočívala ve vytvoření mistrovství ve fotbalovém turnaji, kde žáci v týmech propojovali své znalosti týkající se chemických prvků s jejich vlastnostmi a jejich praktickým využitím (Franco-Mariscal, 2014).

Některé školy vsadily na propojení pohybových aktivit s vědomostními jako je stolní tenis, který byl využit jako zábavný zprostředkovatel pro zapamatování prvků a jejich atomových vah (Lee, Zhu a kol., 2016).

Dostupnost technologických prostředků umožňuje žákům pracovat s různými elektronickými pomůckami. Jednou z nich je internetová stránka umožňující tvorbu chemických map, kde si žáci mohou vytvořit vlastní foto mapu, ze které se mohou učit o prvcích a zároveň pomocí aplikace objevovat, které prvky se nachází okolo nich (Ayres, Reed a kol., 2009). Dalším užitečným pomocníkem je počítačový program HOLA, který je založený na heuristické výukové metodě a pomocí umělé inteligence využívá sokratických dotazovacích metod, které napomáhají žákům k lepšímu porozumění PSP (Lin, Yong a kol., 2011).

Žáci mohou pracovat přímo i s mobilními telefony, kde pro takovéto případy byla vyvinuta aplikace obohacená o rozšířenou realitu, která se zabývala jednotlivými skupinami prvků a studenti je tak mohli lépe prozkoumávat (Majid, 2018). Jako další se ukázala užitečná PTP složená z QR-kódů, kde ke každému kódu byla přiřazena audio

nahrávka zahrnující základní informace o prvku, jeho historii a využití (Bonifació, 2012).

V neformálním vzdělávání jsme se mohli setkat s využitím pomoci internetové stránky Periodic table of videos ve vědeckém kroužku (Clapham, 2016).

Některé školy zvolily netradiční zobrazení PTP, jako jsou difúzní kartogramy, které reprezentují chemické prvky podle kvantitativního zastoupení (Winter, 2011), další škola vytvořila modely atomů z tenisových míčků a z chlupatých drátků tak vyjádřila dokonce i zastoupení valenčních elektronů (Selco, Bruno a kol., 2013). PTP se také dá vytvořit doslova v lidské velikosti, kde žáci ve třídě reprezentují jednotlivé prvky PTP, aby tak mohli lépe vystihnout jednotlivé umístění chemických prvků (Hoffman, Hennessey, 2018).

Stavebnice lego se ukázala jako osvědčený materiál pro sestavení PTP, kdy jednou byla využita pro sestavení jednotlivých chemických prvků, ze kterých následně byla vyrobena PTP (Kuntzleman, Rohrer a kol., 2013) a také jednou jednotlivé kostky lego posloužily k sestavení 3D PTP, která umožnila nevidomým žákům lépe porozumět elektronové konfiguraci a kvantovým číslům prvků (Melaku, Schreck a kol., 2016). Pro nevidomé žáky byla také PTP zhotovena z 3D tiskárny, která ukazovala jak se jednotlivé periodické trendy, jako je atomový poloměr, ionizační energie chovají napříč PSP (Lesuer, 2019).

Některé školy zvolily opačný způsob při výuce PSP, při kterém žáci sami skládali PTP pomocí některých dostupných informací. Jedna ze škol dala k dispozici žákům grafy ionizačních energií a tabulky s oxidačními čísly prvků, ze kterých poté měli složit PTP na základě její periodicity (Bierenstiel, 2019). Další škola sestrojila PTP pomocí elektronové konfigurace a kvantových čísel krok po kroku (Kurushkin, 2017).

#### **2.4.4 Periodická tabulka prvků na internetu a v mobilních aplikacích**

Na internetových stránkách a v mobilních aplikacích můžeme najít celou řadu prostředků, které mohou být nápomocné pro prezentování či procvičení periodické tabulky žákům nebo mohou být inspirací pro učitele.

Ptable vypadá jako obyčejná PTP, ale po vybrání prvku se otevírá okno, které odkazuje na stránku z wikipedie o vybraném prvku s konkrétními informacemi.

Ukazuje trendy prvků v tabulce, jejich izotopy, hlavní sloučeniny i orbitaly. Také tabulka obsahuje možnost změny teploty, kdy při zvýšení či snížení teploty se začne měnit skupenství jednotlivých prvků. Výhodou je, že PTP může být nastavena do odlišných jazyků (Ptable, 1997).

Chemické prvky jsou interaktivní tabulkou, kterou můžeme nastavit podle teploty na jednotlivá skupenství, podle roku objevení, elektronegativity a podle radioaktivity. Na stránce jsou také dostupná videa k některým prvkům a jejich vybraným reakcím (Chemické prvky, 2015).

PubChem je jednou z dalších interaktivních PTP, kterou lze nastavit podle jednotlivých trendů v PTP ale i podle roku objevení prvků. Její součástí je i hra, ve které se přiřazují názvy prvků k jednotlivým značkám. Nevýhodou je, že je pouze v anglickém jazyce (PubChem, 2004).

Royal Society of Chemistry mají na svých stránkách interaktivní PTP, která lze opět nastavit podle skupenství prvků pomocí změny teploty, trendů v PTP a roku objevení. Můžeme zde vidět i prvky, které byly používány v alchymii. V tabulce lze zvýraznit jednotlivé skupiny, periody, bloky prvků a kovový charakter. Ke každému prvku je přiřazený i podcast a informační video. Nevýhodou opět je, že její provedení je pouze v anglickém jazyce (Periodic Table, 2001).

That quiz nabízí interaktivní hru zaměřenou na PTP, u které lze nastavit periodické oblasti a příslušné parametry jako jsou symboly, názvy prvků, atomové číslo a hmotnost a elektronová konfigurace (That quiz, 2004).

Periodická tabulka 2020 nabízí uživatelům po zvolení konkrétního chemického prvku kromě všeobecných informací i obrázků, informace o místě výskytu daného prvku, animační znázornění elektronové konfigurace a strukturu krystalové mřížky pro lepší vizualizaci prvku. Aplikace byla schválena organizací IUPAC (Periodická tabulka, 2020).

Periodic table quiz je aplikace zaměřená na procvičení chemických prvků, kde lze nastavit parametry hry. První možností je nastavení způsobu vkládání odpovědi (označení prvku z PTP, multiple choice, napsání odpovědi). Dalším nastavením můžeme vybrat kombinaci otázek (název chemického prvku, značka chemického prvku,

atomová hmotnost, protonové číslo). Posledním nastavením lze vybrat, kde se budeme v PSP pohybovat (celá PSP, jednotlivé skupiny a periody, bloky prvků). Nevýhodou je, že je aplikace pouze v anglickém jazyce (Periodic table quiz, 2019).

### 3 Praktická část

#### 3.1 Zpracování badatelsky orientovaných úloh s tématem periodické soustavy prvků

Jak již bylo zmíněno v úvodu bakalářské práce, je jedním z cílů navrhovaných aktivit s badatelskou orientací představení PSP žákům z jiného úhlu pohledu, než se kterým se běžně setkávají. Úlohy jsme chtěli nastavit tak, aby žáci při pohledu na PTP neviděli pouhý seznam prvků, který se musí naučit nazpaměť, ale aby naopak mohli vidět potenciál PTP, a jak jim sama může být nápomocná v pozdějším studiu. Úlohami jsme u žáků chtěli vzbudit jejich přirozenou zvědavost, která jim napomáhá s učením přirozenou cestou. Vytvořené aktivity by také měly propojovat přírodovědné předměty mezi sebou, aby žáci získali ucelenější představu o chemii jako součásti systému přírodních věd. Pro vypracování úloh orientovaných na PSP s badatelským zaměřením byl použit cyklus 5Z (Čtrnáctová, Cídllová, 2013). Aktivity byly zpracovány podle jednotlivých fází, které jsou níže v úlohách popsány.

##### 3.1.1 Ztracené prvky

Úloha „Ztracené prvky“ se skládá ze tří aktivit: *Létají všechny balonky?*, *Duhový plamen* a *Elektromagnet*. První fáze zkoumání je společná pro všechny tři aktivity.

Před začátkem vyučovací hodiny je nutná příprava třídy pro následující aktivity. Zhotovíme PTP pomocí lepících papírků, kterou následně umístíme na zeď (dobře viditelnou pro žáky). Z PTP vyjmeme jednotlivé prvky a necháme zde volná místa. Místo názvů prvků připravíme papírky s jednotlivými nápovědami, které do tabulky umístíme až v průběhu hodiny. Až žáci vyřeší aktivity spojené s úlohou a zjistí tak, který prvek místo nápověd chybí, přilepí jej do PTP místo nápověd. Lepící papírky s názvy prvků můžeme vždy přichystat k jednotlivým chemikáliím nebo předmětům, nebo žáci po skončení aktivity sami napíšou chybějící jednotlivé chemické prvky.

Vyjmuté chemické prvky z PTP mohou být např.: He, O, Li, K, Na, Fe, Zn.

Papírky s nápovědami, které jsou vloženy místo chemických prvků do tabulky, pak mají následující obsah:

Kyslík: Plynný prvek, těžší než vzduch.



Helium: Plynný prvek, lehčí než vzduch.

Lithium: Prvek barvící plamen karmínově (sytě červeně).

Draslík: Prvek barvící plamen fialově.

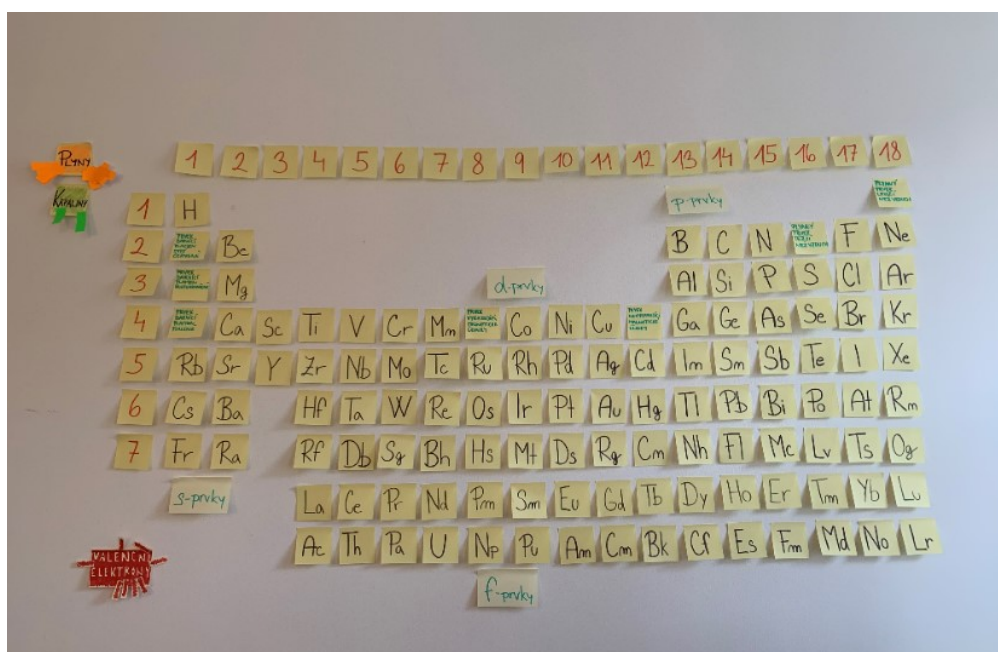
Sodík: Prvek barvící plamen žlutooranžově.

Železo: Prvek vykazující magnetické účinky.

Zinek: Prvek nevykazující magnetické účinky.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H												B	C	N		F	Ne
2		Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar
3		Mg						d-prvky					Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
4		Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn		Co	Ni	Cu							
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
			s-prvky	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
				Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
																		f-prvky

Obrázek 3 – PTP s vyjmutými chemickými prvky



Obrázek 4 – PTP s nápovědami

Potřebné pomůcky a chemikálie pro následující aktivity:

### Létají všechny balonky?

U prvního stanoviště budou k dispozici tři prázdné balonky, pumička na balonky, helium ve spreji, které je cenově dostupné (HELIUMKING, 2016) a kyslík ve spreji, který je opět cenově relativně dostupný (AZ-MEDICASHOP, 2014). Žáci budou mít za úkol rozeznat dva prvky za pomoci použití prázdných balonků.

### Duhový plamen

U dalšího stanoviště budou k dispozici roztoky různých sloučenin kationtů prvků: Li (LiCl), K (KCl), dále kuchyňská sůl, u které bude dobře viditelný vzorec NaCl, krystalický cukr s viditelným vzorcem sacharózy  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , oxid hlinitý s viditelným vzorcem  $Al_2O_3$ , kádinka s vodou, kahan, zápalky, platinový drát, prázdné kádinky, lžička, kus látky na utření. Žáci pomocí plamenových zkoušek určí zbarvení plamene tří kationtů prvků ze skupiny alkalických kovů.

### Elektromagnet

Na lavici budou mít žáci připravený měděný drát, plastové brčko, nůžky, tužkovou baterii, železný hřebík, hřebík ze zinku a drobné kovové předměty

(kancelářské svorky, drobné matice), trvalý magnet sloužící k ověření, zda jsou drobné předměty magnetické a kompas, kterým mohou zaznamenat změnu elektromagnetického pole. Jejich úkolem bude rozpoznat, který předmět obsahující určitý prvek má ferromagnetické vlastnosti.

### **FÁZE ZAPOJENÍ PRO VŠECHNY TŘI AKTIVITY**

Na začátku hodiny položíme žákům otázky ohledně PSP. Jestli o ní slyšeli, co o ní všechno vědí. Poté ukážeme na naši PTP a zeptáme se, jestli jim něco nepřijde divného. Upozorníme na prázdná místa a sdělíme žákům, že dnešním tématem hodiny měla být periodická soustava prvků, ale „*bohužel, že se někdo v noci vloupal do třídy a některé prvky z tabulky ukradl a nechal pouhé nápovědy*“. Následně vložíme jednotlivé úkoly na vybraná místa do PTP. Sdělíme jim, že našim úkolem bude potřeba prvky opět najít a vytvořit opět periodickou tabulku prvků.

### **AKTIVITA – LÉTAJÍ VŠECHNY BALONKY?**

#### **FÁZE ZKOUMÁNÍ**

Žáci u stanoviště s balonky mají k dispozici prázdné balonky, pumpičku na nafouknutí balonku a spreje se stlačenými plyny. Žáci začínají formulovat otázky. Např. Jak zjistím, který z prvků je těžší než vzduch? Z čeho se skládá vzduch? Je helium lehčí než vzduch? Žáci se snaží formulovat odpovědi na položené otázky. Formulují např. Předpoklad, že helium je lehčí než vzduch, protože jsou jim naplněné vzducholodě. Žáci se potom snaží navrhnout a naplánovat způsob, který bude potvrzovat jejich předpoklad. Pomocí sprejů a pumičky naplní jednotlivé balonky a porovnají, který z nich je lehčí, a který těžší než balonek se vzduchem. Kdyby žáci nevěděli složení vzduchu, mohou použít internetové informační zdroje.



*Obrázek 5 – Balonky naplněné heliem a vzduchem vypuštěny ve stejnou dobu, kdy balonek s heliem u stěny stoupá ke stropu a balonek se vzduchem u stěny klesá k zemi*



*Obrázek 6 – Balonky naplněny vzduchem a kyslíkem, kdy po vypuštění balonků ve stejnou dobu, balonek s kyslíkem klesá v místnosti u stěny k zemi rychleji než balonek se vzduchem*

## **FÁZE ZPRACOVÁNÍ**

Žáci po provedení experimentu, který balonek je těžší a lehčí, zpracují své výsledky do pracovního listu a porovnají je se svým předpokladem. Ve skupinkách porovnají své odpovědi, a také je porovnají se složením vzduchu. Celá třída společně s učitelem následně vede diskuzi ohledně hmotnosti jednotlivých prvků. Pomocí PTP ukážeme žákům, kde se u prvků nacházejí atomové hmotnosti jednotlivých prvků. Ukážeme, že i bez provedení pokusu, dokážeme s pomocí PTP říct, který prvek bude těžší.

## **FÁZE ZOBECNĚNÍ**

Řekneme žákům, aby sami zkusili navrhnout obecný princip použití PTP tak, jak roste atomová hmotnost. Kdyby žáci nevěděli, napovíme jim, ať se zaměří na sloupce a periody v PTP.

## FÁZE ZHODNOCENÍ

Můžeme žákům položit doplňující otázky. Proč je kyslík těžší než vzduch, když je v něm také obsažen?

### Pracovní list

#### Ztracené prvky – Létají všechny balonky?

1. Co se ti všechno vybaví pod pojmem vzduch?

*Kyslík, něco co potřebujeme k životu.*

2. U kterých chemických prvků budeš porovnávat jejich hmotnost?

*Helium a kyslík.*

3. Jaké otázky tě napadají?

*Jak zjistím, který z prvků je těžší než vzduch? Je kyslík těžší než vzduch? Je helium lehčí než vzduch?*

4. Formuluj svůj předpoklad, to znamená odpověď na položenou otázku nebo položené otázky.

*Helium je lehčí než vzduch, protože jsou jim naplněné vzducholodě. Kyslík je těžší než vzduch, protože ve vyšších nadmořských výškách se nachází v menším množství.*

5. Jak ověříš, který prvek je těžší než vzduch? Navrhni postup.

*Pomocí plynů, které jsou ve spreji, naplním prázdné balonky a třetí balónek nafouknu pomocí pumpičky na nafukování balonku vzduchem. Nafouknuté balonky spustím ze stejné výšky ve stejný čas a budu pozorovat, jak se budou pohybovat.*

6. Co jsi zjistil/a? Byl tvůj předpoklad potvrzen?

*Balonek s heliem nedopadl na zem vůbec, je proto lehčí než vzduch. Balonek s kyslíkem, v porovnání s balonkem naplněným vzduchem, dopadl na zem jako první. Kyslík je proto těžší než vzduch.*

7. Jak zjistíš pomocí PTP, který prvek je těžší?

*Pomocí atomové hmotnosti prvku. Atomová hmotnost prvku roste v periodické tabulce prvků zleva doprava a zeshora dolů.*

## **AKTIVITA – DUHOVÝ PLAMEN**

### **FÁZE ZKOUMANÍ**

Na stole kromě již zmíněných pomůcek budou k dispozici informační zdroje v podobě článku o plamenových zkouškách, kde bude vysvětlen postup, který žáci mohou použít při jejich provedení a článek o excitaci elektronů. Žáci začínají formulovat otázky. Např. Co způsobí změnu barvy plamene? Může roztok každé látky zbarvit plamen? Je excitovaný stav elektronu stálý? Žáci začínají formulovat své předpoklady, tedy odpovědi na položené otázky. Např. Změna barvy plamene nastane pokaždé, pokud dojde k excitaci elektronu, který vyzáří viditelné světlo. Každý roztok látky, může zbarvit plamen charakteristickou barvou. Excitovaný stav elektronu stálý není, protože elektron se navrácí do základního stavu. Následně pomocí platinového drátu (nebo tuhy z versatilky) žáci provedou plamenové zkoušky, aby zjistili, kterou barvou dané látky barví plamen. Žáci tak zjistí barvu plamene po vložení dvou kationtů prvků obsažených v roztocích a uvědomí si, že potřebují zjistit ještě barvu plamene po vložení kationtu třetího prvku (v PTP s připravenými nápovědami jsou tři prvky, u kterých musí zjistit barvu). Žáci začínají formulovat další otázky. Např. Který z prvků bude barvit plamen? Proč ostatní chemické prvky nebudou barvit plamen? Dojde u těchto prvků k excitaci? Jak zjistím, že dojde u chemických prvků k excitaci elektronu?

Žáci začínají formulovat svoje další předpoklady. Např. Roztok NaCl bude barvit plamen, protože jeho složení a struktura je podobná předchozím dvěma sloučeninám (KCl, LiCl). Ostatní chemické prvky barvit plamen nebudou, protože nedojde k excitaci elektronu na vyšší energetickou hladinu.



*Obrázek 7 – Plamenová zkouška (sodík obsažený v NaCl)*





*Obrázek 8 – Plamenová zkouška (draslík obsažený v KCl)*



*Obrázek 9 – Plamenová zkouška (lithium obsažené v LiCl)*



*Obrázek 10 – Plamenová zkouška (oxid hlinitý)*



*Obrázek 11 – Plamenová zkouška (sacharóza)*

## **FÁZE ZPRACOVÁNÍ**

S pomocí platinového drátu (tuhy z versatilky), na kterém vkládali žáci zkoumanou látku do plamene, zjistili, že roztok s Li (LiCl) barví plamen sytě červeně a roztok s K (KCl) barví plamen fialově. Jelikož oba prvky obsahují chloridový anion a barva plamene byla odlišná, usoudí, že zbarvení musí způsobovat rozdílné kationty, a hledané prvky jsou tedy Li a K. Dále zjistí, že ne všechny chemické látky barví plamen, z připravených roztoků je to pouze roztok obsahující kationty Na (NaCl), kde opět žáci usoudí, že hledaným prvkem je Na, protože chloridový anion je společný pro všechny sloučeniny, které plamen barvily. Své výsledky zaznamenají do svého pracovního listu a porovnají je se svými předpoklady. Společně ve skupinkách žáci porovnají své výsledky a diskutují, proč všechny prvky nebarví plamen. Následně celá třída společně s učitelem hovoří o alkalických kovech a jejich umístění v PTP. Poukážeme na jejich jeden valenční elektron a diskutujeme, jak umístění prvků souvisí s jejich elektronovou konfigurací. Řekneme jim, proč prvky první skupiny snadno tvoří kationty. Žáci se snaží najít spojitost excitovaného stavu elektronů s charakteristickými barvami plamene. Vysvětlíme žákům, že energie plamene způsobí u prvku přechod jeho valenčního elektronu do excitovaného stavu, a že část přijaté energie je u některých prvků následně uvolněna ve formě viditelného barevného záření. Pomocí PTP ukážeme žákům, že i u ostatních chemických prvků může dojít k excitaci elektronu na vyšší energetickou hladinu (ukážeme, kde se daný prvek v PTP nachází, a jak poznáme pomocí elektronové konfigurace, zda daný chemický prvek má prostor pro excitaci elektronu, který se nachází v energeticky nižším orbitalu do energeticky vyššího orbitalu), ale světlo které vyzáří, nemůžeme vidět, protože se nenachází ve spektru viditelného záření.

## **FÁZE ZOBECNĚNÍ**

Dáme za úkol žákům, aby se pokusili s pomocí PTP říct, které prvky snadno tvoří kationty a které anionty. Můžeme jim připomenout, že se prvky snaží dosáhnout elektronové konfigurace nejbližšího vzácného plynu.

## **FÁZE ZHODNOCENÍ**

Můžeme doplnit diskuzi dalšími otázkami. Co všechno může kromě plamene způsobit excitaci elektronu? Víš, kde se využívají kationty alkalických kovů a alkalických zemin právě pro své charakteristické zbarvení plamene?

## Pracovní list

### Ztracené prvky – Duhové hoření

1. Namaluj nebo popiš, jak vnímáš excitaci elektronu.

*Přísun velké energie k elektronu a jeho posun v elektronovém obalu.*

2. S jakými chemickými sloučeninami budeš pracovat? Co o nich všechno víš?

*LiCl- pomocí elektrolýzy taveniny se z něj dostává kovové lithium*

*C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>- je hlavní složkou krystalického cukru*

*KCl- vyskytuje se v přírodě jako minerál sylvin Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- vyskytuje se v přírodě jako minerál korund*

*NaCl- používá se jako potravinářská sůl*

3. Které otázky tě napadají?

*Co způsobí změnu barvy plamene? Může roztok každé látky zbarvit plamen?*

4. Formuluj svůj předpoklad, to znamená odpověď na položenou otázku nebo položené otázky.

*Změna barvy plamene nastane pokaždé, pokud dojde k excitaci elektronu, který vyzáří viditelné světlo.*

5. Popiš, jak budeš postupovat při zjišťování barev plamene při vkládání roztoků látek obsahujících vybrané chemické prvky a zapiš, co jsi pozoroval/a.

*Platinový drát namočím prvně do roztoku LiCl a poté ho vložím do plamene. Drát následně pořádně opálím v plamenu kahanu, abych měl jistotu, že na drátu nezbyl roztok LiCl. Drát poté vložím do roztoku KCl a následně do plamene. Roztok LiCl zbarvil plamen sytě červeně, roztok KCl zbarvil plamen slabě fialově.*

6. Které další otázky tě napadají?

*Který z prvků bude barvit plamen? Jak vyrobím roztoky z pevných látek?*

7. Formuluj svou další předpoklad, to znamená odpověď na položenou otázku nebo položené otázky.

*Roztok NaCl bude barvit plamen, protože jeho složení a struktura je podobná předchozím dvěma sloučeninám (KCl, LiCl) Ostatní sloučeniny barvit plamen nebudou.*

8. Popiš, jak budeš postupovat při ověřování formulovaných předpokladů.

*Připravím si roztoky zkoumaných látek. Provedu opět plamenové zkoušky.*

9. Co jsi se dozvěděl/a po provedení pokusu? Byl potvrzen tvůj předpoklad?

*Všechny zkoumané roztoky látek nebarví plamen. Plamen barví jen ty látky, které obsahují ionty, které po excitaci elektronu jsou schopny uvolnit energii ve formě viditelného záření. Ze zkoumaných látek to jsou pouze kationty prvků z roztoků LiCl, KCl a NaCl. Ve všech sloučeninách je obsažen anion chlóru, a tak zbarvení způsobuje určitě druhá část sloučeniny, kation druhého prvku, který je v každé sloučenině jiný. Tedy kation každého tohoto prvku. Kation lithný zbarvuje plamen sytě červeně, kation draselný zbarvuje plamen fialově a kation sodný zbarvuje plamen oranžově.*

10. Které nové pojmy jsi se naučil/a?

*Excitace elektronu, plamenová zkouška, spektrum viditelného záření.*

11. Které chemické prvky snadno tvoří kationty a které anionty?

*Kationty- 1. a 2. skupina*

*Anionty- 17. skupina*

12. Napadá tě další způsob, kterým bychom mohli dosáhnout excitaci elektronů?

*Zářením*

13. Setkal/a jsi se někdy v běžném životě s charakteristickým zbarvením kationtů?

*Ohňostroje*

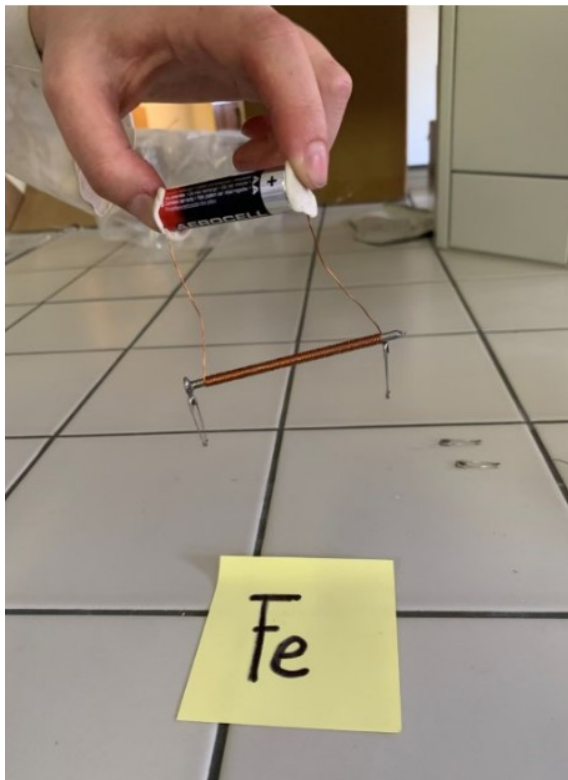
## **AKTIVITA – ELEKTROMAGNET**

### **FÁZE ZKOUMANÍ**

K dispozici na stole kromě zmíněných pomůcek bude jako zdroj informací článek o elektrických cívkách a k čemu slouží, o rozdílu mezi diamagnetickými, paramagnetickými a ferromagnetickými látkami a o charakteristických vlastnostech přechodných kovů. Žáci začínají formulovat otázky. Např. Z čeho mohu vyrobit cívku? Jak ověřím, že je materiál dobře vodivý?

Žáci zformulují své předpoklady a navrhnou postup pro ověření. Např. Cívku mohu vyrobit z mědi, protože je dobrým elektricky vodivým materiálem. Cívku nemohu vyrobit z plastového brčka, protože není elektricky vodivým materiálem. Vodivost materiálů ověřím vložením měděného drátu a plastového brčka do jednoduchého elektrického obvodu. Žáci formulují další otázky. Např. Který z hřebíků se bude chovat jako dočasný magnet? Poté žáci zformulují své předpoklady na otázky. Např. Železný hřebík se může stát dočasným elektromagnetem, protože má volné elektrony v d-

orbitalu. Zinek volné elektrony nemá, a proto se nemůže stát dočasným magnetem. Žáci pomocí tužkové baterie a měděného drátu zhotoví elektromagnet z jednoho ze hřebíků. Pro ověření, zda jsou svorky a matice kovové, mohou použít pravý magnet.



*Obrázek 12 – Železný hřebík s měděnou cívkou přitahující kovové sponky*



*Obrázek 13 – Zinkový hřebík s měděnou cívkou nepřitahující kovové sponky*

### **FÁZE ZPRACOVÁNÍ**

Pomocí experimentu žáci ve skupinkách potvrdili nebo vyvrátili své předpoklady, které měli zaznamenané ve svých pracovních listech. Žáci porovnají své odpovědi na otázky s ostatními skupinami a následně celá třída diskutuje o vlastnostech přechodných prvků. Hovoříme s žáky o umístění přechodných kovů v PTP. Porovnáme umístění železa, mědi a zinku, a jak jejich umístění souvisí s elektronovou konfigurací a s jejich valenčními elektrony. Diskutujeme s nimi o rozdílném počtu valenčních elektronů u železa a zinku, proč se železo může chovat jako elektromagnet a proč zinek nikoli. Dále s nimi hovoříme o cívkách, k čemu slouží a proč se často vyrábí z mědi.

### **FÁZE ZOBECNĚNÍ**

Žákům dáme za úkol, aby pomocí PTP zkusili vybrat další chemické prvky z oblasti přechodných kovů, které se budou chovat obdobně jako elektromagnet a které nikoli. Zeptáme se jich, kde elektromagnety mohou mít své využití v praxi.

### **FÁZE ZHODNOCENÍ**



Můžeme žákům položit doplňující otázku ohledně skupiny mědi. Proč měď nevykazuje ferromagnetické účinky, když má také volné elektrony v d-orbitalu. Připomeneme žákům, že prvky se vždy snaží o nejstabilnější elektronovou konfiguraci, a proto měď přemístí svůj elektron z s-orbitalu do d-orbitalu. A díky tomu má zaplněný celý d-orbital elektrony (výsledný moment hybnosti všech elektronů je nulový).

## Pracovní list

### Ztracené prvky – Elektromagnet

1. Co jsi se dozvěděl/a o elektrických cívkách z informačních zdrojů, k čemu ji můžeš využít?

*Elektrický proud vytváří v cívce magnetické pole. Cívku mohu použít pro vytvoření magnetického pole. Materiál na zhotovení cívky musí být dobře elektricky vodivý a zároveň pokrytý vrstvou nevodivého materiálu.*

2. Co si představíš pod pojmem magnetismus?

*Magnety, kompas, dvě přitažlivé síly, dvě odpuzivé síly.*

3. Které otázky tě napadají?

*Z čeho mohu vyrobit cívku? Jak ověřím, že je materiál dobře vodivý?*

4. Formuluj svůj předpoklad a navrhní postup pro ověření svého předpokladu.

*Cívku mohu vyrobit z měděného drátku, protože měď je dobrým elektricky vodivým materiálem a zároveň se dobře tvaruje. Cívka by mohla být vytvořena i ze železného a zinkového hřebíku, protože jsou dobrými elektricky vodivými materiály, ale nedají se tvarovat do potřebné struktury cívky. Cívku nemohu vyrobit z plastového brčka, protože není elektricky vodivým materiálem. Vodivost materiálů ověřím vložením měděného drátu a plastového brčka do jednoduchého elektrického obvodu.*

5. Co jsi zjistil/a?

*Měď je dobrým vodivým materiálem – po vložení do obvodu jsme mohli pozorovat, jak se rozsvítila žárovka. U plastového brčka se žárovka nerozsvítila.*

6. Které otázky tě napadají?

*Který z hřebíků se bude chovat jako dočasný magnet?*

7. Formuluj svůj předpoklad, to znamená odpověď na položenou otázku nebo položené otázky.

*Železný hřebík se může stát dočasným elektromagnetem, protože má volné elektrony v d-orbitalu. Zinek volné elektrony nemá, a proto se nemůže stát dočasným elektromagnetem*

8. Jak můžeš dokázat magnetické účinky chemických prvků? Navrhni postup.

*Vyrobím si cívku z měděného drátu, kterou poté použiji k výrobě dočasného magnetu za pomoci baterie jako zdroje elektrického napětí a hřebíku jako zesilovače magnetického pole.*

9. Byla tvá myšlenka ověřena? Co ses dozvěděl/a po provedení pokusu.

*Když jsme z měděného drátu vyrobili cívku okolo zinkového hřebíku, tak se kovové předměty nechtěly přichytit. Elektromagnet se nám podařilo vyrobit pouze v případě, kdy magnetické pole cívky zesílil železný hřebík.*

10. Co se stane, když přiložíš ferromagnetické těleso do blízkosti kompasu? Daly by se pomocí kompasu, dokázat ferromagnetické účinky chemického prvku?

*Kompasová strelka se odchýlila. Vznik magnetického pole mohu dokázat jeho změnou. Změnu magnetického pole mohu pozorovat při použití kompasu, protože vložením dočasného magnetického pole odchýlím strelku v kompasu, která je řízená vlivem zemského magnetického pole.*

11. Co víš o elektronové konfiguraci přechodných prvků? Jak elektronová konfigurace ovlivňuje chování chemických prvků?

*Přechodné prvky mají valenční elektrony v d-orbitalu. Některé prvky nemají zcela zaplněný svůj valenční orbital, a proto mají volné elektrony. Volné elektrony u železa dávají vznik jeho ferromagnetickým vlastnostem. Zinek naopak má zaplněný svůj valenční orbital, a proto se vyznačuje svými diamagnetickými účinky (zeslabuje magnetické pole).*

12. S kterými pojmy ses dnes seznámil/a?

*Valenční elektrony, valenční orbitaly, diamagnetické, paramagnetické, ferromagnetické látky, magnetické pole, cívka.*

13. Které další prvky se mohou chovat jako elektromagnet za pomoci cívky a elektrického zdroje?

*Nikl, kobalt*

14. Napadá tě způsob využití elektromagnetu v běžném životě?

*Na vrakovistiích. Když potřebují přesunout těžké předměty.*

### 3.1.2 A ty jsi jaký prvek?

Pro provedení úlohy „A Ty jsi jaký prvek“ zaměřené na kovy a nekovy budeme potřebovat nejrůznější dostupné kovové materiály jako je železný hřebík, zinkový hřebík, měděný drát a materiály s nekovovým charakterem jako je uhlí, síra v kosočtverečné modifikaci, skleničky s plyny nebo můžeme použít vzduch jako směs plynů. Dále bude k dispozici rychlovarná konvice, Petriho misky, teploměr, kladivo, prkýnko, zrcátko a deska s připraveným jednoduchým elektrickým obvodem (žárovka, plochá baterie, dráty). K prvkům můžeme přiřadit názvy, nebo je doplníme společně s žáky. Jejich úkolem bude rozřadit prvky na kovy a nekovy podle jejich společných vlastností.

### ZAPOJENÍ

Před skupinky žáků postavíme jednotlivé krabice s vybranými předměty a řekneme žákům, že společně s těmito předměty nám přišel dopis. Motivační dopis žákům následně přečteme.

*Dobrý den žáci 8. třídy,*

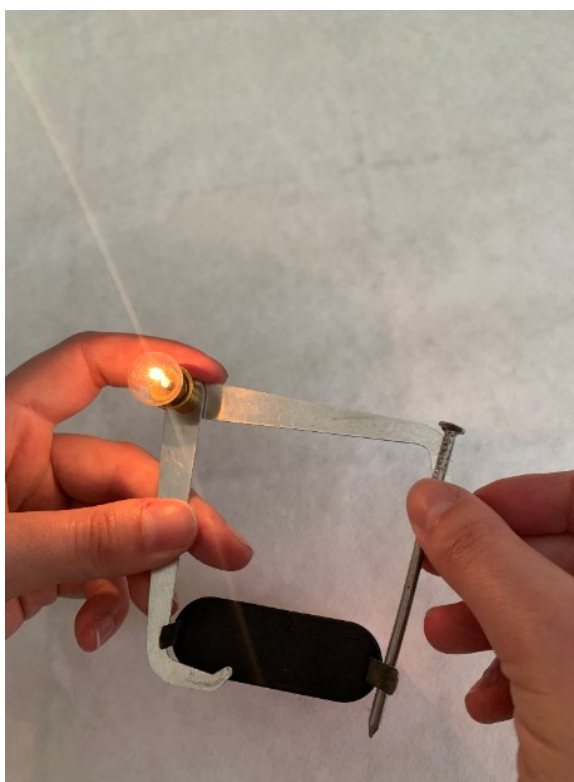
*V roce 2019 jsme založili firmu K.V. s.r.o. a chtěli bychom začít vyrábět nejrůznější předměty pro každodenní potřebu. Problémem je, že nám ve firemním týmu chybějí vědci, kteří by nám pomohli zjistit vlastnosti různorodých materiálů. Proto oslovujeme vaši třídu, na základě doporučení od našich firemních partnerů, kteří slyšeli, že si dokážete poradit s nejrůznějšími problémy. Chtěli bychom vás tímto požádat, abyste u dvou skupin rozdílných materiálů popsali jejich charakteristické vlastnosti. Materiály a potřebné věci k porovnávání vám zasíláme společně s tímto dopisem poštou.*

*S pozdravem a s nadějí,*

*K.V. s.r.o.*

## ZKOUMÁNÍ

Žáci si prohlédnou své přichystané pomůcky a začínají vymýšlet, které vlastnosti mohou pomocí pomůcek zkoumat. Zrcátko by si žáci měli asociovat se vzhledem, rychlovarnou konvici s teplem (tepelnou vodivost), kladivo s rozbíjením (pevnost materiálů), připravený elektrický obvod s něčím, co vede proud (elektrická vodivost). Pokud si žáci nebudou jisti, které vlastnosti u jednotlivých prvků mají zkoumat, můžeme jim poradit. První oblast je pro žáky čistě pozorovací. Žáci popíší rozdíly, které vidí na první pohled ohledně barvy a skupenství materiálu. Např. lesklá barva, pevné skupenství. Žáci zformulují své otázky. Např. Rozbije se, i na první pohled tvrdé předměty, jako jsou železný hřebík a zinkový hřebík? Bude uhlík dobrým tepelným vodičem, pokud se používá jako topný materiál? Může obyčejný železný hřebík, vést elektrický proud? Žáci zformulují své předpoklady, tedy odpovědi na položené otázky. Např. Všechny předměty z obou krabic se rozbijí, když do nich uhoďím velkou silou. Uhlí povede dobře teplo, protože se s ním topí v kamnech, ostatní materiály ne. Měděný drát vede elektrický proud, protože se z něj dělají elektrické dráty. Žáci navrhnou své postupy, jak ověřit jednotlivé předpoklady. Pomocí kladiva a prkýnka zjistí, zda jsou předměty pevné. Tepelnou vodivost prozkoumají pomocí částečného vložení předmětu do horké vody a teploměrem ověří teplotu předmětu. Zda materiály vedou elektrický proud, zjistí pomocí připraveného elektrického obvodu.



*Obrázek 14 – Elektrická vodivost (železný hřebík)*



*Obrázek 15 – Elektrická vodivost (uhlí)*

## ZPRACOVÁNÍ

Po prozkoumání všech vlastností žáci porovnají své zapsané předpoklady, tj. odpovědi na jejich otázky, se získanými výsledky. Postupně celá třída i s učitelem hovoří o jednotlivých oblastech. Vedeme diskuzi s žáky o kovové vazbě, o kovové mřížce a delokalizovaných elektronech, a jak s kovovými vlastnostmi souvisí. Když se podíváme na první krabici, ve které jsou kovy, žáci si mohli všimnout, že všechny materiály jsou lesklé a v pevném skupenství, zatímco ve druhé krabici mají materiály odlišné barvy i skupenství. Kovový lesk je způsobený schopností absorbovat energii dopadajícího záření elektrony a jejich zpětnou emisí záření o stejné vlnové délce. Pokud se kovy pokusíme rozbít kladivem, nerozpadnou se na malé kousky, ale naopak zůstávají v celku, pouze se deformují, mluvíme tedy o jejich kujnosti a tažnosti, která je způsobená klouzáním jednotlivých vrstev atomů v kovové mřížce po sobě bez narušení jejich vzájemné soudružnosti. V případě, že je částečně ponoříme do teplé vody, můžeme pozorovat jejich dobrou tepelnou vodivost, když se po chvilce část, která není ponořená, zahřeje stejně jako ta ponořená. V poslední oblasti hovoříme o elektrické vodivosti, kterou žáci mohli pozorovat, pokud se žárovka po vložení materiálu do obvodu rozsvítila. Tyto vlastnosti jsou způsobeny delokalizovanými elektrony, které patří všem atomům stejným dílem.

## ZOBECNĚNÍ

Dáme za úkol žákům, ať navrhnou způsoby využití jednotlivých vlastností materiálů v běžném životě.

## ZHODNOCENÍ

Řekneme žákům, že existuje jeden prvek, který patří mezi nekovy a v jedné své modifikaci vede elektrický proud a teplo. Pomocí zdrojů žáci zjistí, o jaký chemický prvek se jedná.

Pracovní list

A ty jsi jaký prvek?

1. Jaké chemické prvky obsahují dodané látky, s kterými budeš pracovat při zkoumání jejich vlastností?

*Železo, zinek, měď, uhlí, síra, dusík, kyslík a dusík (vzduch).*

2. Jaké pomůcky k ověřování vlastností látek obsahujících chemické prvky máš k dispozici?

*Kladivo, elektrický obvod, rychlovarnou konvici, Petriho misky, prkýnko, zrcátko, teploměr*

3. Jaké vlastnosti tě napadají, že se by se daly zkoumat pomocí přichystaných pomůcek?

*Zrcátko - vzhled materiálů; rychlovarná konvice s teploměrem - tepelná vodivost; kladivo s prkýnkem - pevnost materiálů; elektrický obvod - elektrická vodivost.*

4. Které vlastnosti chemických prvků dokážeš pozorovat pouhým okem?

*Železný hřebík, zinkový hřebík, měděný drát mají lesklý vzhled a jsou pevného skupenství. Uhlí, síra, kyslík, dusík mají odlišné barvy a jsou různého skupenství.*

5. Jaké otázky ke zkoumání tě napadají?

*Rozbijí se, i na první pohled, tvrdé předměty jako je železný hřebík a zinkový hřebík? Bude uhlík dobrým tepelným vodičem, pokud se používá jako topný materiál? Může obyčejný železný hřebík, vést elektrický proud?*



6. Formuluj své předpoklady ohledně pevnosti látky a navrhni její ověření.

*Všechny předměty z obou krabic se rozbijí, když do nich uhodím pomocí kladiva silou, některé snadněji, některé hůře.*

*Materiál položím na prkýnko a uhodím do něj kladivem.*

7. Byl potvrzen tvůj předpoklad? Co jsi zjistil/a?

*Některé materiály jako jsou železný hřebík, zinkový hřebík, měděný drát se pomocí kladiva nerozbily a zůstaly v celku, pouze trošku změnil svůj tvar. Některé materiály jako jsou síra a uhlí se po použití kladiva hned rozbily na menší kusy.*

8. Formuluj své předpoklady ohledně tepelné vodivosti zkoumaných látek. Jakým způsobem je ověříš?

*Uhlí povede dobře teplo, protože se s ním topí v kamnech, ostatní materiály ne.*

*Naleji horkou vodu do Petriho misek a z jedné části materiály ponořím do vody. Po chvíli zkusím, zda je materiál teplý pomocí teploměru.*

9. Byl potvrzen Tvůj předpoklad? Co jsi zjistil/a?

*Železný hřebík, zinkový hřebík a měděný drát byly po chvíli teplé, jsou tedy dobrými tepelnými vodiči. Uhlí a síra teplé nebyly, nejsou tepelnými vodiči.*

10. Formuluj své předpoklady ohledně elektrické vodivosti zkoumaných látek. Jakým způsobem zjistíš, zda látka vede elektrický proud?

*Měděný drát vede elektrický proud, proto se z něj dělají elektrické dráty. Ostatní předměty, které nejsou ve tvaru drátu elektrický proud nepovedou.*

*Vložím jednotlivé předměty do připraveného elektrického obvodu.*

11. Byl potvrzen Tvůj předpoklad? Co jsi zjistil/a?

*Žárovka se v obvodu rozsvítila pouze v případě, když jsme do obvodu vložili měděný drát, železný a zinkový hřebík. Tyto materiály tedy vedou elektrický proud. Když jsme do obvodu vložili uhlí a síru, žárovka se nerozsvítila, elektrický proud tedy nevedly.*

12. S jakými novými pojmy jsi se setkal/a? Co znamenají?

*Kujnost, tažnost - vlastnosti kovů, které díky klouzáním jednotlivých vrstev atomů v kovové mřížce po sobě bez narušení jejich vzájemné soudružnosti.*

*Elektrická a tepelná vodivost – vlastnosti kovů, které umožňují vést teplo a elektrický proud, díky delokalizovaným elektronům v kovové mřížce.*

13. Podle vlastností, které jsi zjistil/a, popiš jednotlivé skupiny materiálů v krabicích.

*Krabice s měděným drátem, železným a zinkovým hřebíkem – materiály jsou lesklé a v pevném skupenství. Jsou kujné, tažné, vedou dobře teplo i elektrický proud.*

*Krabice s uhlím, sírou a se skleničkami plynu – materiály mají rozdílnou barvu a rozdílné skupenství, jsou křehké, nevedou teplo ani elektrický proud.*

14. Najdi pomocí internetových zdrojů, který nekovový prvek v jedné ze svých modifikací vede elektrický proud.

*Uhlík – pokud se uhlík nachází jako grafit, vede elektrický proud díky své struktuře. (atomy uhlíku jsou navázány do vrstev se třemi nejbližšími atomy, uhlík je však čtyřvazný, a proto jeho čtvrtý elektron je volný a zapříčiňuje tak jeho volný pohyb)*

15. Navrhni využití chemických prvků podle zjištěných vlastností látek, které je obsahují, v běžném životě.

*Měď vede elektrický proud, a proto ji můžeme využít do elektrických vodičů. Železný hřebík a zinkový hřebík mohou být využity pro svou tvrdost v různých slitinách (ocel, mosaz).*

*Chemické prvky jako jsou uhlík (s výjimkou grafitu) síra, kyslík, dusík elektrický proud ani teplo nevedou, můžeme je využít jako tepelné a elektrické izolanty.*

### 3.1.3 Není prvek jako prvek

V úloze „Není prvek jako prvek“ je důležité, aby si žáci uvědomili, že se chemické prvky nechovají pokaždé stejně. Někdy mohou být nebezpečné pro člověka a někdy naopak pro člověka nezbytné podle toho, v jaké sloučenině se daný prvek nachází. V úloze budou využity některé biogenní prvky pro zdůraznění jejich nepostradatelnosti pro člověka. Prvním úkolem žáků bude zjistit, co mají potraviny a ostatní chemické látky společného. Navazujícím úkolem žáci objasní, proč záleží na typu sloučeniny, ve které se prvky nacházejí.

*Tabulka 7 – Příklady chemikálií obsahující biogenní prvky*

Prvek	Chemická látka	Potravina
Uhlík	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub> - rozpouštědlo	Cukr
Kyslík	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - dezinfekce	Voda
Vodík	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> - dezinfekce	Voda
Dusík	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - hnojiva	Luštěniny
Vápník	Ca(OH) <sub>2</sub> - hnojiva	Luštěniny
Fosfor	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> - čisticí prostředky	Luštěniny
Draslík	KNO <sub>3</sub> - hnojiva	Ovoce
Síra	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> - čisticí prostředky	Zelenina, vejce

Sodík	NaOH- čisticí prostředky	Kuchyňská sůl
Chlor	NaClO- čisticí prostředky	Kuchyňská sůl
Železo	FeSO <sub>4</sub> - hnojiva	Zelenina
Mangan	KMnO <sub>4</sub> - dezinfekce	Ovoce
Jod	C <sub>6</sub> H <sub>9</sub> I <sub>2</sub> NO- dezinfekce	Kuchyňská sůl

Pro úlohu „Není prvek jako prvek“ budeme potřebovat nejrůznější prázdné láhve od čisticích prostředků a prázdné obaly od hnojiv, léčiv, kde bude viditelný vzorec, popřípadě název sloučeniny. Dále budeme potřebovat potraviny, které obsahují dané prvky. Z výše uvedených prvků můžeme vybrat a následně pracovat jen s některými.

## **ZAPOJENÍ**

Na začátek ukážeme žákům PTP s vyznačenými jednotlivými prvky. Zeptáme se jich, co mají označené prvky mezi sebou společného. Pokud žáci nebudou vědět, můžeme jim dát nápovědu, ať se podívají do zrcadla, nebo do přední kamery ve svém mobilním telefonu. Až žáci zjistí, že oni sami jsou odpovědí, můžeme s žáky vést diskuzi na téma biogenních prvků.



Obrázek 16 – PTP s některými vyznačenými biogenními prvky

## ZKOUMÁNÍ

Žáci ve skupinkách pomocí dostupných informačních zdrojů zjistí, k čemu naše tělo dané prvky potřebuje. Poté jim rozdáme prázdné láhve od chemikálií a potravin. Prvním úkolem žáků bude zjistit, co mají potraviny a chemikálie společného. Žáci začínají formulovat své otázky. Např. Jak se liší obsah chemických prvků v potravinách a v chemických látkách, které se nachází v různých čisticích prostředcích? Žáci formulují své předpokládané odpovědi na výzkumné otázky. Např. Složení chemikálií na obalech obsahuje určitě jiné chemické prvky, než které se nacházejí v potravinách a jsou potřebné pro život. Žáci pomocí obalů a internetových zdrojů zjistí, že chemické sloučeniny obsahují stejné biogenní prvky. Žáci začínají formulovat další otázky. Např. Proč je tedy možné, že by se člověk mohl otrávit, kdyby vypil čisticí prostředek? Čím se tedy chemické prvky liší, pokud jsou stejné biogenní prvky obsaženy v potravinách a v nebezpečných chemikáliích? Žáci vymyslí své odpovědi na otázky. Např. Biogenní prvky (kyslík, vodík atd.) jsou navázány v jiných chemických sloučeninách, a proto mají odlišné vlastnosti.



Obrázek 17 – Krabice s potravinami a s čistícími prostředky, hnojivy

## ZPRACOVÁNÍ

Pomocí internetových a knižních zdrojů žáci potvrdili nebo vyvrátili své hypotézy a následně své odpovědi porovnávají s ostatními spolužáky. Diskutujeme s žáky ohledně bezpečnosti chemických sloučenin a jejich možné škodlivosti na lidský organismus nebo životní prostředí. Hovoříme o faktorech, které mají vliv na škodlivost sloučenin, jako je koncentrace, rozpustnost ve vodě, v tucích a v kyselinách. Následně se žáci zaměří na varovné obrázky na obalech. Do svých pracovních listů zakreslili symboly nebezpečných chemických látek a společně diskutujeme o tom, co znamenají.

## ZOBECNĚNÍ

Žáci zkusí navrhnout, jak by dané chemikálie značili, aby bylo jasné, že jsou nebezpečné pro živé organismy.

## ZHODNOCENÍ

Zeptáme se žáků, jak by se chovali, kdyby omylem přišli do styku s nebezpečnými chemikáliemi, nebo viděli někoho, kdo potřebuje pomoc.

## Pracovní list

Není prvek jako prvek

1. Co jsi se dozvěděla o biogenních prvcích? Jaké biogenní prvky znáš?

*Jsou to prvky nezbytné pro život. Uhlík, kyslík, dusík, hořčík, vápník atd..*

2. Jaké otázky tě napadají?

*Obsahují potraviny všechny potřebné biogenní prvky? Čím se liší chemické prvky obsažené v potravinách od chemických prvků, které se nacházejí v různých čisticích prostředcích?*

3. Jaké odpovědi tě napadají na tvé otázky?

*Složení chemikálií na obalech čisticích prostředků obsahuje určitě jiné chemické prvky, než které se nacházejí v potravinách a jsou potřebné pro život.*

4. S jakými informačními zdroji jsi pracoval/a pro ověření svých výzkumných odpovědí? Potvrdily se tvé odpovědi na výzkumné otázky?

*Obaly od chemikálií. Internetové zdroje zabývající se složením potravin. Potraviny a chemické látky v čisticích prostředcích, hnojivech, obsahují stejné prvky, které naše tělo potřebuje k životu.*

5. Jaké další otázky tě napadají?

*Proč je tedy možné, že by se člověk mohl otrávit, kdyby vypil čisticí prostředek? Čím se tedy chemické prvky liší, pokud jsou stejné prvky obsaženy v potravinách a v nebezpečných chemikáliích?*

6. Jaké odpovědi tě napadají na tvé další otázky?

*Biogenní prvky (kyslík, vodík atd.) jsou navázány v jiných chemických sloučeninách, a proto mají odlišné vlastnosti.*

7. Co jsi zjistil/a?

*Chemické prvky jsou navázané v jiných sloučeninách, které mají odlišné vlastnosti.  
Bezpečnost prvků ve sloučeninách závisí, zda jsou rozpustné v tucích, nebo ve vodě a  
na jejich koncentraci.*

8. Jak z obalu zjistíš, že daná chemikálie (čisticí prostředek, hnojivo) obsahuje nebezpečné chemické látky?

*Po prohlédnutí obalu zjistím, že jsou na nich namalované varovné symboly.*

9. Zakresli varovné symboly, které se nacházejí na obalech od chemikálií. Co myslíš, že znamenají? Co v tobě vyvolávají?

*Nebezpečí popálením, nebezpečí otrávením, nebezpečí pro živé věci okolo mě.*

10. Napadá tě jiné možné varovné značení nebezpečných chemikálií?

*Větší obrázky, křiklavější barvy na obalu nebo víčku pro lepší upozornění.*

11. Navrhni způsob první pomoc při styku s nebezpečnými chemikáliemi.

*Při poleptání kůže umyjí místo proudem tekoucí vody.*

*Při popálenině ochlazují místo proudem tekoucí vody.*

12. Byla tvá tvrzení správná? Která?

*Při poleptání kůže místo omyjeme proudem vody. Proudem vody omývám pouze pokud se jedná o lehčí popáleniny (1. a 2. stupně), tedy zarudlá místa s puchýři.  
Pokud jsou puchýře stržené a kůže je seškvařená, proudem vody nemyjeme, ale pouze přikryjeme sterilním obvazem, abychom zamezili vzniku infekce.*



### 3.1.4 Shrnutí úloh a aktivit

Úloha „Ztracené prvky“ je postavená tak, aby žáci pomocí různých aktivit mohli sami poskládat PTP doplněním vynechaných chemických prvků na jejich původní místa. Samotnou úlohu můžeme obměňovat o různé aktivity, zaměřené na oblasti PTP nebo na konkrétní chemické prvky. Postačí pouze zaměnit hledané prvky v PTP a na jejich místa vložit nápovědy s odpovídajícím popisem.

Úloha „A ty jsi jaký prvek?“ by měla pomocí motivačního dopisu u žáků vzbudit zájem něco prozkoumat. Motivační prvek byl zvolen tak, aby nepůsobil příliš pohádkově, ale aby byl reálný pro žáky v osmém ročníku základní školy. V úloze jsme chtěli poukázat na jedno ze základních rozdělení chemických prvků, se kterým už v roce 1772 přišel Louis-Bernard Guyton-Morveau (Meta-synthesis, 1999) a pokusil se tak o jedno z prvních uspořádání PTP.

Když se žáci učí o bezpečnosti práce, často přijdou do styku pouze s výkladem, proč a co nemají dělat. V poslední úloze „Není prvek jako prvek“ jsme žákům chtěli zajímavějším způsobem představit, jaké nebezpečí se může skrývat v chemických sloučeninách, i přestože obsahují nezbytné chemické prvky pro naše zdraví.

Každá z úloh, dle našich názorů, vyžaduje větší časovou dotaci ve výuce než je jedna vyučovací hodina, respektive 45 minut, aby se žáci mohli plně seznámit s danou problematikou a lépe si ji osvojit.

V našich navržených aktivitách také pracujeme s pojmem “předpoklad” namísto pojmu “hypotéza”. Žákovské předpoklady v našich úlohách ve většině příkladů nesplňují podmínku pro formulaci hypotézy, která by měla obsahovat existující, či neexistující vztah dvou proměnných nebo vztah příčiny a následku (Průcha, Walterová, Mareš, 2003).

## 4 Závěr

V bakalářské práci jsme chtěli ukázat možnosti využití periodické soustavy prvků na základní škole. Vytvořením badatelsky orientovaných aktivit jsme se nadále snažili přispět k většímu zapojení žáků do její výuky.

Teoretická část bakalářské práce byla v první řadě zaměřena na charakteristiku BOV, a to z pohledu různých autorů, abychom mohli lépe nahlédnout na jejich odlišné pojetí badatelství, které nemá úplně přesně stanovené hranice. V další části byly hlavní myšlenky BOV srovnávány s kurikulárními dokumenty, kde jsme se snažili ukázat podobnost mezi jejich hlavními cíli. Druhá část teoretické části bakalářské práce byla zaměřena na PSP, a zejména na jeho vzdělávací potenciál, kde jsme se snažili ukázat odlišné přístupy a možnosti způsobu jeho výuky.

V praktické části bakalářské práce jsme se snažili vytvořit badatelsky orientované úlohy na téma PSP, které byly vypracovány podle pětifázového cyklu BOV 5Z (Čtrnáctová, Cídllová, 2013). Jejich cílem bylo seznámit žáky s PSP a jejím grafickým znázorněním v PTP jinak, než tradičním způsobem výuky. Jednotlivé úlohy byly sestaveny ve snaze, aby mohly být využity mezipředmětové vztahy mezi chemií a dalšími přírodními vědami, jako jsou fyzika a biologie.

Úloha *Ztracené prvky* byla složena ze tří aktivit s odlišným zaměřením.

Aktivita *Létají všechny balonky?* byla zaměřena na atomové hmotnosti chemických prvků, a jak pracovat s PTP pro jejich zjištění.

Aktivita *Duhový plamen* byla zaměřena na tvorbu kationtů a na seznámení s prvky, které je tvoří.

Aktivita *Elektromagnet* byla zaměřena na přechodné prvky a na jejich souvislost s valenčními elektrony.

Využití těchto tří aktivit můžeme najít ve vzdělávacím oboru Chemie v tematickém okruhu Částicové složení látek a chemické prvky (RVP ZV, 2017). Využití aktivity *Elektromagnet* bychom mohli najít také ve vzdělávacím oboru Fyzika v tematickém okruhu Elektromagnetické a světelné děje (RVP ZV, 2017).

Úloha *A ty jsi jaký prvek?* se zabývala rozdílnými charakteristickými vlastnostmi kovů a nekovů. Její využití můžeme najít také ve vzdělávacím oboru Chemie v tematickém okruhu Částicové složení látek a chemické prvky (RVP ZV, 2017). Nabízelo by se také i využití ve vzdělávacím oboru Fyzika v tematickém okruhu Elektromagnetické a světelné děje (RVP ZV, 2017).

Úloha *Není prvek jako prvek* byla zaměřena na poukázání odlišného chování prvků v různých chemických sloučeninách. Její využití můžeme najít ve vzdělávacím oboru Chemie v tematickém okruhu Částicové složení látek a chemické prvky a v tematickém okruhu Pozorování, pokus, a bezpečnost práce (RVP ZV, 2017). Její využití také můžeme najít ve vzdělávacím oboru Biologie v tematickém okruhu Biologie člověka (RVP ZV, 2017).

Propojení badatelsky orientované výuky s periodickou soustavou prvků nás přesvědčilo, že i témata, která se na první pohled nezdají být badatelsky zaměřená, se jimi stát mohou. Myslíme si, že by bylo dobré bakalářskou práci do budoucna rozšířit o praktické ověření úloh s badatelským charakterem na základních školách a dále s nimi pracovat.

### Seznam použitých informačních zdrojů:

ADHIKARY, Chandan, Sibananda SANA a Kaushik CHATTOPADHYAY. Chunking strategy as a tool for teaching electron configuration. Journal of Chemical Education [online]. 2015, 92(4), 664-667 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acscs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/ed500446t>

ALAKE-TUENTER, Ester, Harm J. A. BIEMANS, Hilde TOBI, Arjen E. J. WALS, Ida OOSTERHEERT a Martin MULDER. Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A Literature Study and Critical Review of the American National Science Education Standards. International Journal of Science Education [online]. 2012, 34(17), 2609-2640 [cit. 2020-02-16]. Dostupné z: <https://www-tandfonline-com.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1080/09500693.2012.669076>

AYRES, Benjamin, Scott REED, William GARRICK, Savyasaachi MURTHY, Nehal SANGHVI a Amit KULKARNI. Chem map: A geographic information system web page for chemical education. Journal of Chemical Education [online]. 2009, 86(2), 255 [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://pubs-acscs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/abs/10.1021/ed086p255>

AZ - Medica Shop [online]. 2014 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://www.azmedicashop.cz/kyslikovy-sprej-gox-6l/>

BACANOV, Stepan. Elektronegativita prvků a chemická vazba. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1965.

BADATELÉ: Badatelsky orientované vyučování [online]. 2012 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://badatele.cz/cz>

BANCHI, Heather a Randy BELL. The many levels of inquiry. Science and Children [online]. 2008, 46(2), 26-29 [cit. 2020-04-29]. Dostupné z: <http://www.gstbores.org/stem/docs/2019STEMArticle-Many-Levels-of-Inquiry.pdf>

BANÝR, Jiří. Základy anorganické chemie. Praha: Univerzita Karlova, 1981.

BAYIR, Eylem. Developing and Playing Chemistry Games To Learn about Elements, Compounds, and the Periodic Table: Elemental Periodica, Compoundica, and

Groupica. Journal of Chemical Education [online]. 2014, 91(4), 531-535 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acrs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/ed4002249>

BENEŠ, Pavel, Václav PUMPR a Jiří BANÝR. Základy praktické chemie 1: pro 8. ročník základní školy. Vydání druhé. Praha: Fortuna, 2003.

BIERENSTIEL, Matthias a Kathy SNOW. Periodic Universe: A Teaching Model for Understanding the Periodic Table of the Elements. Journal of Chemical Education [online]. 2019, 96(7), 1367-1376 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.8b00740>

BÍLEK, Martin a Veronika MACHKOVÁ. Badatelsky orientovaná výuka chemie – charakteristika a realizace v praxi. Hradec Králové: Univerzita Hradec Králové, 2015.

BOESDORFER, Sarah a Anthony LORSBACH. To date 0 Altmetric Listen Listen with webReader Focus Original Articles PCK in Action: Examining one Chemistry Teacher's Practice through the Lens of her Orientation Toward Science Teaching. International Journal of Science Education [online]. 2014, 36(13), 2111-2132 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://www-tandfonline-com.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1080/09500693.2014.909959>

BONIFÁCIO, Vasco. QR-Coded Audio Periodic Table of the Elements: A Mobile-Learning Tool. Journal of Chemical Education [online]. 2012, 89(4), 552-554 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acrs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/ed200541e>

CADY, Susan. Elements are everywhere: A crossword puzzle. Journal of Chemical Education [online]. 2012, 89(4), 524-525 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acrs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/abs/10.1021/ed1004323>

CARPINETI, Marina, Peter E. CHILDS, Johanna DITTMAR, et al. Jak používání záhad podporuje učení přírodních věd: výuka způsobem TEMI. Přeložil Marek ČTRNÁCT. V Praze: TEMI, 2015. Dostupné z: [http://projecttemi.eu/wp-content/themes/temi/pdf/Temi\\_teaching\\_guidebook\\_cs.pdf](http://projecttemi.eu/wp-content/themes/temi/pdf/Temi_teaching_guidebook_cs.pdf)

CASAGRANDE, Andréia Moura, Luísa Lu Yum Wong ALVES, Paulo Atsushi SUZUKI, Paulo Atsushi SUZUKI a Estaner Claro ROMAO. O uso do jogo de xadrez e

cartas como ferramenta de ensino de química. *Espacios* [online]. 2018, 39(43), 1-17 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z:

<http://www.revistaespacios.com/a18v39n43/a18v39n43p09.pdf>

CLAPHAM, Andrew. *British journal of educational studies* [online]. 2016, 64(4), 485-501 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z:

[https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00071005.2016.1179716?casa\\_token=d7tEwwYrjMkAAAAA:JMm09IOOIbYPZxYIm2qPwQdE9PnDCI7fkJVpRIEDBdEaxhgUk\\_uSVt\\_-dR-HAh2Um4ITydV5\\_DMJ](https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00071005.2016.1179716?casa_token=d7tEwwYrjMkAAAAA:JMm09IOOIbYPZxYIm2qPwQdE9PnDCI7fkJVpRIEDBdEaxhgUk_uSVt_-dR-HAh2Um4ITydV5_DMJ)

ČÍŽKOVÁ, Věra a Hana ČTRNÁCTOVÁ. Současnost a perspektivy badatelsky orientované výuky. *Biológia, Ekológia, Chémia* [online]. 2016, 20(3), 10-13 [cit. 2020-02-19]. Dostupné z:

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=1b58945f-d931-472c-b098-e9fd979e9b98%40sessionmgr4006>

ČTRNÁCTOVÁ, Hana a Hana CÍDLOVÁ. Úroveň vybraných chemických dovedností žáků základních škol a gymnázií. *Chemické listy* [online]. 2013, 107(11), 897-905 [cit. 2020-02-19]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013\\_11\\_897-905.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013_11_897-905.pdf)

DE ALENCAR, Francisco Venicio Sousa. Desenvolvendo a tabela periódica e um jogo didático a partir de materiais alternivo. *Periodico Tche Quimica* [online]. 2018, 15(29), 219-227 [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <http://www.deboni.he.com.br/Periodico29.pdf>

DESCARTES: Vzdělávací agentura [online]. 2004 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.descart.cz/>

DISTLER, Petr. Obávaný nepřítel, či inspirativní pomocník? [online]. *Chemické listy*. 2019, 113(4), 240-243 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3340>

DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: kompetence učitelů k její realizaci v technických a přírodovědných předmětech na základních školách*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015.

FLOWERS, Paul. *Chemistry* [online]. Houston: OpenStax College, 2015 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z: <https://web2.mlp.cz/koweb/00/04/24/15/49/chemistry.pdf>

FRANCO-MARISCAL, Antonio Joaquín. Diseño y evaluación del juego didáctico "Química con el mundial de Brasil 2014." *Educacion Quimica* [online]. 2014, 25(1), 276-283 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S0187893X15000968>

FRANCO-MARISCAL, Antonio Joaquín. Exploring the Everyday Context of Chemical Elements: Discovering the Elements of Car Components. *Journal of Chemical Education* [online]. 2015, 92(10), 1672-1677 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acscs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/acs.jchemed.5b00164>

GHOSH, Dulal Chandra, Tanmoy CHAKRABORTY a Bhabatosh MANDAL. The electronegativity scale of Allred and Rochow: revisited. *Theoretical Chemistry Accounts* [online]. 2009, 124(3/4), 295-301 [cit. 2020-04-30]. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=7&sid=0663bd62-9ad1-466f-8cc2-a7d7de113791%40sessionmgr101>

GLOBE [online]. 2012 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://globe-czech.cz/cz/o-programu>

HELIUMKING [online]. 2016 [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://www.heliumking.cz/helium-do-balonku/helium-ve-spreji-121/>

HLUBKOVÁ, Veronika. Badatelsky orientované vyučování aplikované na výuku anorganické chemie na střední škole. Ostrava, 2014. Diplomová práce. Ostravská univerzita, Přírodovědecká fakulta.

HOFFMAN, Adam a OrcidMark HENNESSY. The People Periodic Table: A Framework for Engaging Introductory Chemistry Students. *Journal of Chemical Education* [online]. 2018, 95(2), 281-285 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://pubs-acscs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/acs.jchemed.7b00226>

HOUSECROFT, Catherine E. a A. G. SHARPE. *Anorganická chemie*. 4. vydání. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2014.

CHALOUPKY [online]. 2000 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://www.chaloupky.cz>  
Chemické prvky: Periodická video tabulka prvků [online]. 2015 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <http://www.chemickeprvky.cz/>

JANÍK, Tomáš a Iva STUHLÍKOVÁ. Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí. *Scientia in Education* [online]. 2013, 1(1), 5-32 [cit. 2020-02-19]. ISSN 18047106. Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/3/4>

JOAG, Sushama. An effective method of introducing the periodic table as a crossword puzzle at the high school level. *Journal of Chemical Education* [online]. 2014, 91(6), 864-867 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acscs.org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/ed400091w>

KALHOUS, Zdeněk a Otto OBST. Školní didaktika. Praha: Portál, 2002.

KALOVÁ, Anna. Studijní materiály pro badatelsky orientované vyučování vybraných témat z botaniky na středních školách. Brno, 2015. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta.

KAROL, Paul. The Mendeleev-Seaborg Periodic Table: Through Z = 1138 and Beyond. *Journal of Chemical Education* [online]. 2002, 79(1), 60-63 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed079p60>

KAVAK, Nusret. ChemPoker. *Journal of Chemical Education* [online]. 2012, 89(4), 522-523 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acscs.org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/abs/10.1021/ed1007876>

Klíčové kompetence v základním vzdělávání [online]. Praha: MŠMT, 2007 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/skolstvi-v-cr/skolskareforma/klicove-kompetence>

KOSTURA, Bruno. Chemie I: (obecná chemie). Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2006.

KUNTZLEMAN, Thomas, Kristen ROHRER, Bruce BALDWIN, Jennifer KINGSLEY, Charles SCHAERER, Deborah SAYERS a Vivian WEST. Constructing an Annotated Periodic Table Created with Interlocking Building Blocks: A National Chemistry Week Outreach Activity for All Ages. *Journal of Chemical Education* [online]. 2013, 90(10), 1346-1348 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ed300849k>



KURUSHKIN, Mikhail. Building the Periodic Table Based on the Atomic Structure. *Journal of Chemical Education* [online]. 2017, 94(7), 976-979 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://pubs-acscs.org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/acs.jchemed.7b00242>

LASZLO, Pierre a Gary SCHROBILGEN. One or Several Pioneers? The Discovery of Noble-Gas Compounds. *Angewandte Chemie* [online]. 1988, 27(4), 479-489 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://kopernio.com/viewer?doi=10.1002%2Fanie.198804791&token=WzE4ODE3OTMsIjEwLjEwMDIvYW5pZS4xOTg4MDQ3OTEiXQ.Unk4sFuWSPetsHqgWKQbkQhD6KI>

LEE, Chang-Hung, Jian Fan ZHU, Tien-Li LIN, et al. Using a Table Tennis Game, "elemental Knock-Out", to Increase Students' Familiarity with Chemical Elements, Symbols, and Atomic Numbers. *Journal of Chemical Education* [online]. 96(10), 1744-1748 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://kopernio.com/viewer?doi=10.1021%2Facs.jchemed.6b00341&token=WzE4ODE3OTMsIjEwLjEwMjEvYWZlmpjaGVtZWQuNmIwMDM0MSJd.60K67ZD-B9ep7gPCuk85WSQaulk>

LESUER, Robert. Incorporating Tactile Learning into Periodic Trend Analysis Using Three-Dimensional Printing. *Journal of Chemical Education* [online]. 2019, 96(2), 285-290 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://pubs-acscs.org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/pdf/10.1021/acs.jchemed.8b00592>

LIN, Lynda Marie Toh Mei, Gan Bee YONG, Pua Jour Chuan FIONA a Sharizah Binte Mohamed AMIN. DIGITAL NATIVES LEARNING THE PERIODIC TABLE VIA MICROSOFT NETWORK INSTANT MESSAGING. 4th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI) [online]. 2011, , 5459-5467 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://library.iated.org/view/TOH2011DIG>

MACH, Josef, Irena PLUCKOVÁ a Jiří ŠIBOR. *Chemie: úvod do obecné a anorganické chemie*. 5., aktualizované vydání. Brno: Nová škola, 2016. Duhová řada.

MAJID, Abd Nazatul Aini. Augmented reality to promote guided discovery learning for STEM learning. *International Journal on Advanced Science, Engineering and*

Information Technology [online]. 2018, 8(4-2), 1494-1500 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: [https://kopernio.com/viewer?doi=10.18517%2Fijaseit.8.4-2.6801&token=WzE4ODE3OTMsIjEwLjE4NTE3L2lqYXNlaXQuOC40LTlUuNjgwMSJd.uGYhOt\\_3mF9kBasRXt6D12tIi9Y](https://kopernio.com/viewer?doi=10.18517%2Fijaseit.8.4-2.6801&token=WzE4ODE3OTMsIjEwLjE4NTE3L2lqYXNlaXQuOC40LTlUuNjgwMSJd.uGYhOt_3mF9kBasRXt6D12tIi9Y)

MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. Výukové metody. Brno: Paido, 2003.

MARISCAL, Antonio Joaquín Franco, José María Oliva MARTÍNEZ a Serafin Bernal MÁRQUEZ. An Educational Card Game for Learning Families of Chemical Elements. Journal of Chemical Education [online]. 2012, 89(8), 1044-1046 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acrs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/abs/10.1021/ed200542x>

MARSCHALL, James a Virginia MARSCHALL. Rediscovery of the Elements: Helium. The Hexagon [online]. 2012, 103(2), 20-24 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://chemistry.unt.edu/sites/default/files/users/owj0001/helium.pdf>

MELAKU, Samuel, James SCHRECK, Kameron GRIFFIN a Rajeev DABKE. Interlocking Toy Building Blocks as Hands-On Learning Modules for Blind and Visually Impaired Chemistry Students. Journal of Chemical Education [online]. 2016, 93(6), 1049-1055 [cit. 2020-03-15]. Dostupné z: <https://kopernio.com/viewer?doi=10.1021%2Facs.jchemed.5b00252&token=WzE4ODE3OTMsIjEwLjEwMjEvYWZlmpjaGVtZWQuNWlWMDI1MiJd.pkJ6dCFNxt1bzZtr icGsbGKgSC0>

Meta-synthesis [online]. 1999 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: [https://www.meta-synthesis.com/webbook/35\\_pt/pt\\_database.php?Button=pre-1900+Formulations](https://www.meta-synthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php?Button=pre-1900+Formulations)

MIKHAILOV, Oleg V. Periodic law and system of chemical elements: 150 years from the date of discovery. Reviews in Inorganic Chemistry [online]. 2019, 39(3), 139-156 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=b8ea7052-0b3a-4e3a-9123-a26309f82b97%40sdc-v- sessmgr03&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHNNoaWImbGFuZz1jcyZzaXRIPWVkey1saXZlJnNjb3BIPXNpdGU%3d#AN=138391666&db=asn>

MORENO, Luis, Gina HINCAPIÉ a María Victoria ALZATE. Cheminoes: A didactic game to learn chemical relationships between valence, atomic number, and

symbol. Journal of Chemical Education [online]. 2014, 91(6), 872-875 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acscs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/ed4008183>

Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: Bílá kniha [online]. Praha: MŠMT, 2001 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/dokumenty/bila-kniha-narodni-program-rozvoje-vzdelavani-v-ceske-republice-formuje-vladni-strategii-v-oblasti-vzdelavani-strategie-odrazi-celospolecenske-zajmy-a-dava-konkretni-podnety-k-praci-skol>

NEZVALOVÁ, Danuše. Inovace v přírodovědném vzdělávání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2010. [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/267576-Inovace-v-prirodovednem-vzdelavani.html>

NOVÁK, Miroslav. Mendělejev, periodický zákon a periodická tabulka. Chemické listy [online]. 2019, 113(4), 191–197 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://www.w.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/3333/3290>

PACÁK, Josef, a Jiří PODEŠVA. Chemické listy [online]. 2004, 98, 998–1000 [cit. 2020-04-30]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004\\_11\\_07.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2004_11_07.pdf)

PAPÁČEK, Miroslav, ed. Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování: (DiBi 2010) : sborník příspěvků semináře : 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. České Budějovice: Pedagogická fakulta, 2010. [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://adoc.tips/no-title151734275742004.html>

Periodic Table Quiz [online]. 2019 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.maple.periodictablequiz&hl=cs>

Periodic Table [online]. 2001 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.rsc.org/periodic-table>

Periodická Tabulka 2020: Chemie [online]. 2020 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=mendeleev.redlime&hl=cs>

PETR, Jan. Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku. Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. České Budějovice: Pedagogická fakulta, 2010, s. 136–144.

PRŮCHA, Jan, Eliška WALTEROVÁ a Jiří MAREŠ. Pedagogický slovník. Praha: Portál, 2003.

Ptable: The Interactive Periodic Table [online]. 1997 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://ptable.com>

PubChem: Periodic Table of Elements [online]. 2004 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/periodic-table/>

RADVANOVÁ, Sabina, Věra ČÍŽKOVÁ a Patrícia MARTINKOVÁ. Mění se pohled učitelů na badatelsky orientovanou výuku? Scientia in educatione [online]. 2018, 9(1), 81-103 [cit. 2020-02-24]. Dostupné z: <https://ojs.cuni.cz/scied/article/view/1054/543>

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/684/>

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání [online]. Praha: MŠMT, 2017 [cit. 2020-03-23]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/41216/>

RAMSAY, William a Morris TRAVERS. II. Argon and its companions. The Royal Society [online]. 1997, 197, 47–89 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rsta.1901.0014>

ROUVRAY, Dennis. Elements in the history of the Periodic Table. Endeavour [online]. 2004, 28(2), 69-74 [cit. 2020-02-08]. Dostupné z: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.is.cuni.cz/science/article/pii/S016093270400050X>

SELCO, Jodye, Mary BRUNO a Sue CHAN. Discovering Periodicity: Hands-On, Minds-On Organization of the Periodic Table by Visualizing the Unseen. Journal of Chemical Education [online]. 2013, 90(8), 995-1002 [cit. 2020-03-08]. Dostupné z: <https://pubs-acscs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/pdf/10.1021/ed300623b>

SOCHROVÁ, Klára, Kateřina CHROUSTOVÁ a Veronika MACHKOVÁ. Chemical elements in the pupil's view. Project-based education in science education. [online]. Praha: Karlova Univerzita, 2017, s. 110-119 [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: [https://pages.pedf.cuni.cz/pbe/files/2018/05/PBE\\_2018\\_final.pdf](https://pages.pedf.cuni.cz/pbe/files/2018/05/PBE_2018_final.pdf)

STOJKOVIĆ, Milan. Teaching aids in presenting the topic of "the periodic table of elements by dmitri ivanovich mendeleev" at the primary school. Chemistry. [online].

2013, 22(3), 380-387 [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: [https://sfx.is.cuni.cz/sfxlcl3?sid=Elsevier:Scopus&\\_\\_service\\_type=getFullTxt&issn=08619255&isbn=&volume=22&issue=3&spage=380&epage=387&pages=380-387&artnum=&date=2013&id=doi:&title=Chemistry&atitle=Teaching+aids+in+presenting+the+topic+of+%22the+periodic+table+of+elements+by+dmitri+ivanovich+mendeleev%22+at+the+primary+school&aufirst=M.D.&aualast=Stojkovic](https://sfx.is.cuni.cz/sfxlcl3?sid=Elsevier:Scopus&__service_type=getFullTxt&issn=08619255&isbn=&volume=22&issue=3&spage=380&epage=387&pages=380-387&artnum=&date=2013&id=doi:&title=Chemistry&atitle=Teaching+aids+in+presenting+the+topic+of+%22the+periodic+table+of+elements+by+dmitri+ivanovich+mendeleev%22+at+the+primary+school&aufirst=M.D.&aualast=Stojkovic)

STRAKA, Pavel. Obecná chemie. Praha: Paseka, 1995.

STRATHERN, Paul. Mendělejevův sen: putování po stopách prvků. Praha: BB/art, 2005.

STUHLÍKOVÁ, Iva. O badatelsky orientovaném vyučování. Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování [online]. 2010, 129 – 135 [cit. 2019-12-28]. Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>

ŠKODA, Jiří a Pavel DOULÍK. Lesk a bída školního chemického experimentu. Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie [online]. Hradec Králové: Gaudeamus, 2009, XIX(1), 238-245 [cit. 2020-03-22]. Dostupné z: <https://adoc.tips/lesk-a-bida-kolního-chemickeho-experimentu.html>

ŠKODA, Jiří, Pavel DOULÍK a Jan PÁNEK. Chemie 8: pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Fraus, 2006.

ŠRÁMEK, Vratislav. Obecná a anorganická chemie. 2. vydání. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2000.

That quiz [online]. 2004 [cit. 2020-03-27]. Dostupné z: <https://www.thatquiz.org/tq-m/science/periodic-table/>

TUREK, Ivan. Didaktika. Wolters Kluwer, 2014.

Věda není žádná Věda [online]. 2011 [cit. 2020-03-25]. Dostupné z: <http://www.vedaneniveda.cz/projekt-veda-neni-zadna-veda-zakladni-informace>

VOTÁPKOVÁ, Dana, Radka VAŠÍČKOVÁ, Hana SVOBODOVÁ a Barbora SEMERÁKOVÁ. Badatelé.cz: Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním. Praha: Sdružení Tereza, 2013.

VOTÁPKOVÁ, Dana, Radka, VAŠÍČKOVÁ, Hana SVOBODOVÁ a Barbora SEMERÁKOVÁ. Badatelé.cz: průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním. Praha: Sdružení Tereza, 2013.

WATERMEIER, David a Bridget SALZAMEDA. Escaping Boredom in First Semester General Chemistry. Journal of Chemical Education [online]. 2019, 96(5), 961-964 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z:

[https://kopernio.com/viewer?doi=10.1021%2Facs.jchemed.8b00831&token=WzE4OD E3OTMsIjEwLjEwMjEvYWZLmpjaGVtZWQuOGIwMDgzMSJd.XOzI6YI50YHp2 As\\_uh6AagrkPfY](https://kopernio.com/viewer?doi=10.1021%2Facs.jchemed.8b00831&token=WzE4OD E3OTMsIjEwLjEwMjEvYWZLmpjaGVtZWQuOGIwMDgzMSJd.XOzI6YI50YHp2 As_uh6AagrkPfY)

WIBERG, Egon a Arnold HOLLEMAN. Inorganic chemistry [online]. Cambridge: Academic Press, 2001 [cit. 2020-03-26]. Dostupné z:

<https://books.google.cz/books?id=Mth5g59dEIC&printsec=frontcover&dq=inorganic+chemistry&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwiPu6nOILjoAhUN36QKHe-UCfIQ6AEIajAG#v=onepage&q=gropu%20numbers&f=false>

WINTER, Mark. Diffusion Cartograms for the Display of Periodic Table Data. Journal of Chemical Education [online]. 2011, 88(11), 1507-1510 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acscs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/ed1000203>

WOELK, Klaus. How Heavy Are You? Find the Answer in the Periodic Table. Journal of Chemical Education [online]. 2015, 92(10), 1757-1758 [cit. 2020-03-16]. Dostupné z: <https://pubs-acscs-org.ezproxy.is.cuni.cz/doi/full/10.1021/acs.jchemed.5b00172>

YAYON, Malka, Shelley RAP, Vered ADLER, Inbar HAIMOVICH, Hagit LEVY a Ron BLONDER. Do-It-Yourself: Creating and Implementing a Periodic Table of the Elements Chemical Escape Room. Journal of Chemical Education [online]. 2020, 97(1), 132-136 [cit. 2020-03-14]. Dostupné z: <https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.jchemed.9b00660>

## 5 Seznam příloh

Příloha 1 – Pracovní list: Ztracené prvky – Létají všechny balonky?

### Pracovní list

Ztracené prvky – Létají všechny balonky?

1. Co se ti všechno vybaví pod pojmem vzduch?

2. U kterých chemických prvků budeš porovnávat jejich hmotnost?

3. Jaké otázky tě napadají?

4. Formuluj svůj předpoklad, to znamená odpověď na položenou otázku nebo položené otázky.

5. Jak ověříš, který prvek je těžší než vzduch? Navrhni postup.

6. Co jsi zjistil/a? Byl tvůj předpoklad potvrzen?

7. Jak zjistíš pomocí PTP, který prvek je těžší?

Příloha 2 – Pracovní list: Ztracené prvky – Duhový plamen

## Pracovní list

### Ztracené prvky – Duhové hoření

1. Namaluj nebo popiš, jak vnímáš excitaci elektronu.



2. S jakými chemickými sloučeninami budeš pracovat? Co o nich všechno víš?

3. Které otázky tě napadají?

4. Formuluj svůj předpoklad, to znamená odpověď na položenou otázku nebo položené otázky.

5. Popiš, jak budeš postupovat při zjišťování barev plamene při vkládání roztoků látek obsahujících vybrané chemické prvky a запиš, co jsi pozoroval/a.

6. Které další otázky tě napadají?

7. Formuluj svou další předpoklad, to znamená odpověď na položenou otázku nebo položené otázky.

8. Popiš, jak budeš postupovat při ověřování formulovaných předpokladů.

9. Co jsi se dozvěděl/a po provedení pokusu? Byl potvrzen tvůj předpoklad?

10. Které nové pojmy jsi se naučil/a?

11. Které chemické prvky snadno tvoří kationty a které anionty?

12. Napadá tě další způsob, kterým bychom mohli dosáhnout excitaci elektronů?

13. Setkal/a jsi se někdy v běžném životě s charakteristickým zbarvením kationtů?

Příloha 3 – Pracovní list: Ztracené prvky – Elektromagnet

## Pracovní list

### Ztracené prvky – Elektromagnet

1. Co jsi se dozvěděl/a o elektrických cívkách z informačních zdrojů, k čemu ji můžeš využít?

2. Co si představíš pod pojmem magnetismus?

3. Které otázky tě napadají?

4. Formuluj svůj předpoklad a navrhní postup pro ověření svého předpokladu.

5. Co jsi zjistil/a?

6. Které otázky tě napadají?

7. Formuluj svůj předpoklad, to znamená odpověď na položenou otázku nebo položené otázky.

8. Jak můžeš dokázat magnetické účinky chemických prvků? Navrhní postup.

9. Byla tvá myšlenka ověřena? Co ses dozvěděl/a po provedení pokusu.

10. Co se stane, když přiložíš ferromagnetické těleso do blízkosti kompasu? Daly by se pomocí kompasu, dokázat ferromagnetické účinky chemického prvku?

11. Co víš o elektronové konfiguraci přechodných prvků? Jak elektronová konfigurace ovlivňuje chování chemických prvků?

12. S kterými pojmy ses dnes seznámil/a?

13. Které další prvky se mohou chovat jako elektromagnet za pomoci cívky a elektrického zdroje?

14. Napadá tě způsob využití elektromagnetu v běžném životě?

Příloha 4 – Pracovní list: A ty jsi jaký prvek?

### Pracovní list

A ty jsi jaký prvek?

1. Jaké chemické prvky obsahují dodané látky, s kterými budeš pracovat při zkoumání jejich vlastností?

2. Jaké pomůcky k ověřování vlastností látek obsahujících chemické prvky máš k dispozici?

3. Jaké vlastnosti tě napadají, že se by se daly zkoumat pomocí přichystaných pomůcek?

4. Které vlastnosti chemických prvků dokážeš pozorovat pouhým okem?

5. Jaké otázky ke zkoumání tě napadají?

6. Formuluj své předpoklady ohledně pevnosti látky a navrhní její ověření.

7. Byl potvrzen tvůj předpoklad? Co jsi zjistil/a?

8. Formuluj své předpoklady ohledně tepelné vodivosti zkoumaných látek. Jakým způsobem je ověříš?

9. Byl potvrzen Tvůj předpoklad? Co jsi zjistil/a?

10. Formuluj své předpoklady ohledně elektrické vodivosti zkoumaných látek.  
Jakým způsobem zjistíš, zda látka vede elektrický proud?

11. Byl potvrzen Tvůj předpoklad? Co jsi zjistil/a?

12. S jakými novými pojmy jsi se setkal/a? Co znamenají?

13. Podle vlastností, které jsi zjistil/a, popiš jednotlivé skupiny materiálů  
v krabicích.



14. Najdi pomocí internetových zdrojů, který nekovový prvek v jedné ze svých modifikací vede elektrický proud.

15. Navrhni využití chemických prvků podle zjištěných vlastností látek, které je obsahují, v běžném životě.

Příloha 5 – Pracovní list: Není prvek jako prvek

## Pracovní list

### Není prvek jako prvek

1. Co jsi se dozvěděla o biogenních prvcích? Jaké biogenní prvky znáš?

2. Jaké otázky tě napadají?

3. Jaké odpovědi tě napadají na tvé otázky?

4. S jakými informačními zdroji jsi pracoval/a pro ověření svých výzkumných odpovědí? Potvrdily se tvé odpovědi na výzkumné otázky?

5. Jaké další otázky tě napadají?

6. Jaké odpovědi tě napadají na tvé další otázky?

7. Co jsi zjistil/a?

8. Jak z obalu zjistíš, že daná chemikálie (čisticí prostředek, hnojivo) obsahuje nebezpečné chemické látky?

9. Zakresli varovné symboly, které se nacházejí na obalech od chemikálií. Co myslíš, že znamenají? Co v tobě vyvolávají?

10. Napadá tě jiné možné varovné značení nebezpečných chemikálií?

11. Navrhni způsob první pomoc při styku s nebezpečnými chemikáliemi.

12. Byla tvá tvrzení správná? Která?