

**UNIVERZITA KARLOVA**

**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Učitelství chemie pro střední školy

Studijní obor: Učitelství chemie pro střední školy – Učitelství biologie pro střední školy



**Bc. Vlastimil Horálek**

**Rozvoj kritického myšlení ve výuce chemie na středních školách**

Development of Critical Thinking in Secondary School Chemistry Teaching

Typ závěrečné práce:

Diplomová práce

Vedoucí práce

doc. RNDr. Ing. Petr Distler, Ph.D. et Ph.D.

Praha 2024

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením školitele doc. RNDr. Ing. Petra Distlera, Ph.D. et Ph.D., a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 10. 5. 2024

.....  
Vlastimil Horálek

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval svému školiteli doc. RNDr. Ing. Petru Distlerovi, Ph.D. et. Ph.D., za příkladné vedení práce, pečlivost a smysl pro detail během celého procesu psaní diplomové práce a za velké množství skvělých nápadů, inspiraci i veškerou spolupráci.

Poděkování si rovněž zaslouží má přítelkyně, má rodina a mí nejbližší přátelé. Díky těm všem jsem mohl ustát všechny klíčky i výzvy studia.

## **Abstrakt**

Diplomová práce s názvem *Rozvoj kritického myšlení ve výuce chemie na středních školách* vymezuje termín kritického myšlení, popis jeho významu a soupis zásad a metod pro jeho rozvíjení ve výuce. Definice kritického myšlení je velmi široká, ve výuce jde zejména o argumentaci, kognitivní operace vyššího řádu a badatelské aktivity. Kritické myšlení je silně spojeno s motivací a předchozími znalostmi o daném tématu a je nutné ho opakovaně procvičovat. Na základě literární rešerše byly vytvořeny tři komplexní učební úlohy zaměřené na rozvoj kritického myšlení ve výuce chemie (badatelsky orientovaná laboratorní práce, kritické čtení textu a skupinová práce se zdroji informací). Po ověření ve výuce byly učební úlohy upraveny a vylepšeny do podoby, která je součástí příloh práce.

## **Klíčová slova**

kritické myšlení, výuka chemie, aktivizační metody, argumentace

## **Abstract**

The diploma thesis, titled "Development of Critical Thinking in Secondary School Chemistry Teaching," presents a literary research about its key components. These include the definition of critical thinking, its significance, and a compilation of principles and methods dedicated to fostering its growth in teaching. While the definition of critical thinking is very broad, key areas include argumentation, higher-order thinking skills, and inquiry-based activities. Critical thinking is linked to both motivation and prior knowledge of a given subject, it is necessary to train it repeatedly. Based on the literary research, three comprehensive learning activities were created to facilitate the development of critical thinking within Chemistry teaching. These activities were tested in Chemistry lessons and were improved based on feedback received from the students. The finalized versions of these activities are a part of the diploma thesis.

## **Key words**

critical thinking, Chemistry teaching, activating methods, argumentation

# Obsah

1. Úvod a cíle.....	7
2. Teoretická část.....	8
2.1. Kritické myšlení – vymezení termínu.....	8
2.1.1. Kritické myšlení z pohledu různých oborů.....	9
2.1.2. Složky kritického myšlení.....	11
2.2. Význam kritického myšlení.....	13
2.3. Zásady a metody rozvoje kritického myšlení.....	14
2.3.1. Práce s textem.....	14
2.3.2. Problémové učení.....	16
2.3.3. Skupinová práce a diskuze.....	17
2.3.4. Vazba na kontext.....	17
2.3.5. Badatelsky orientovaná výuka.....	18
2.3.6. Otázka motivace a znalostí.....	19
2.3.7. Čtením a psaním ke kritickému myšlení.....	20
2.3.8. Kladení otázek.....	20
2.3.9. Argumentace.....	20
2.3.10. Překážky rozvoje kritického myšlení.....	21
2.4. Měření kritického myšlení.....	22
2.4.1. Halpern Critical Thinking Assessment.....	23
2.4.2. California Critical Thinking Skills Test.....	24
2.4.3. Cornell Critical Thinking Test.....	25
2.4.4. Ennis-Weir Critical Thinking Test.....	25
2.4.5. Watson-Glaser Critical Thinking Test.....	26
2.4.6. Danczak-Overton-Thompson Chemistry Critical Thinking Test.....	27
2.4.7. Testy v kontextu diplomové práce.....	27
2.5. Kritické myšlení v kontextu českého prostředí a českého vzdělávání.....	28
2.5.1. Kritické myšlení v kontextu českého prostředí.....	28
2.5.2. Kritické myšlení v kontextu českého vzdělávání.....	29
2.6. Kritické myšlení z pohledu vývojové psychologie.....	32
3. Praktická část.....	35
3.1. Geneticky modifikované plodiny.....	36
3.1.1. Charakteristika učební úlohy.....	36
3.1.2. Metodika k učební úloze.....	38
3.1.3. Vztah učební úlohy k rozvoji kritického myšlení.....	40
3.2. Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem.....	41
3.2.1. Charakteristika učební úlohy.....	41
3.2.2. Metodika k učební úloze.....	44
3.2.3. Vztah učební úlohy k rozvoji kritického myšlení.....	46

3.3.	Reakční kinetika .....	47
3.3.1.	Charakteristika učení úlohy .....	47
3.3.2.	Metodika k učební úloze .....	48
3.3.3.	Vztah učební úlohy k rozvoji kritického myšlení .....	50
4.	Pilotáž učebních úloh .....	51
4.1.	Geneticky modifikované plodiny.....	51
4.2.	Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem .....	52
4.3.	Reakční kinetika .....	54
5.	Závěr.....	56
6.	Použitá literatura.....	57
7.	Seznam příloh.....	66

# 1. Úvod a cíle

Kritické myšlení patří mezi aktuální témata, ale zejména s rozvojem umělé inteligence více roste jeho důležitost. Původní koncept kritického myšlení se pravděpodobně zrodil již u filozofů antického Řecka. Dnešní pojetí kritického myšlení je staré zhruba jedno století, jeho vědecký výzkum je ještě mladší a myšlenky důležitosti kritického myšlení ve výuce se objevují několik desítek let. Nutnost kritického myšlení a jeho cíleného rozvoje nejen ve školním prostředí podtrhují výsledky průzkumu České školní inspekce z roku 2023, že přibližně pětina žáků základních a středních škol nedisponuje uspokojivou úrovní čtenářské gramotnosti a kritického myšlení. [1]

Žijeme v době, kdy je velmi jednoduché získat informace, ale také se setkat s nepravdivými, zavádějícími, nebo přímo lživými informacemi (hoaxy, dezinformace, fake news atd.). Jak je patrné, společenské dopady šíření nepravdivých informací mohou být obrovské, proto je kritické myšlení mnohými odborníky vnímáno jako jeden z pilířů občanské a demokratické společnosti. Příkladem tématu, které výrazně dopadá na společnost a které je v současnosti pro Českou republiku aktuální, je například dostavba jaderných bloků v Dukovanech. Té se věnuje jedna z vytvořených úloh.

Současně je nezbytné upozornit na prudký rozvoj umělé inteligence, která zaznamenává velmi rychlý vývoj. S jistotou můžeme říci, že umělá inteligence bude mít postupně čím dál větší význam, proto roste nutnost kriticky posuzovat to, co nám nabízí. Z tohoto důvodu je práce s umělou inteligencí zapracována do jedné z vytvořených úloh. Budovat kritické myšlení v oboru chemie je podstatné pro pochopení abstraktních nebo složitých konceptů a v práci s nimi, jeho nejdůležitější rolí je však vybavit žáka dovednostmi, díky nimž zodpovědně a informovaně přistupuje k chemickým tématům v každodenním životě (např. složení potravin nebo environmentální témata).

Cílem práce bylo na základě literární rešerše vymezit různé definice kritického myšlení a popsat možnosti a zásady tohoto rozvoje ve výuce. Na základě teoretické části vytvořit tři komplexní učební úlohy rozvíjející kritické myšlení, ověřit je ve výuce a na základě zpětné vazby žáků je vylepšit. Ambicí práce je poskytnout ucelený pohled na kritické myšlení ve výuce (nejen) chemie a zaplnit prostor, v němž stále scházejí odborné práce zaměřené na rozvoj kritického myšlení, tématu této diplomové práce.

## 2. Teoretická část

Teoretická část se skládá celkem ze šesti kapitol. První kapitola s názvem *Kritické myšlení – vymezení termínu* pojednává zejména o definici kritického myšlení a o jeho jednotlivých složkách. Druhá kapitola *Význam kritického myšlení* nastiňuje, proč je důležité se tématem zabývat. Třetí, rozsáhlejší kapitola *Zásady a metody rozvoje kritického myšlení* představuje konkrétní způsoby, jimiž může být kritické myšlení rozvíjeno. Ve čtvrté kapitole s názvem *Měření kritického myšlení* jsou prezentovány vybrané testy určené k měření kritického myšlení, v páté kapitole *Kritické myšlení v kontextu českého prostředí a českého vzdělávání* jsou uvedeny příklady popularizace kritického myšlení a jeho podoby v kurikulárních dokumentech. Teoretickou část zakončuje kapitola *Kritické myšlení z pohledu vývojové psychologie*.

### 2.1. Kritické myšlení – vymezení termínu

Ačkoliv patří kritické myšlení k často skloňovaným pojmům nejen v kontextu vzdělávání, mezi odborníky neexistuje konsenzus, co kritické myšlení znamená nebo co všechno zahrnuje. [2–8] Pokusy o definování kritického myšlení komplikuje zejména skutečnost, že různé obory (zejména filozofie a kognitivní psychologie, v menší míře pedagogika) přistupují ke konceptu kritického myšlení odlišným způsobem. [9]

V textu níže jsou prezentovány různé pohledy na definici kritického myšlení, nicméně v akademickém světě bývají nejčastěji přijímány definice dvou filozofů – Richarda Paula (a případně ještě jeho spolupracovnice Lindy Elder) a Roberta Ennise. [10, 11]

Pohled na kritické myšlení ze strany Richarda Paula a Lindy Elder lze shrnout jako *umění myšlení o myšlení intelektuálně disciplinovaným způsobem*, kritické myšlení má podle této definice tři hlavní složky: analýzu, vyhodnocování a zdokonalování (myšlení, názorů atp.). [10, 12] Definice Roberta Ennise popisuje kritické myšlení jako *rationální* (zaměřené na ověřování, posuzování informací) a *reflektivní myšlení* (zaměřené na to, čemu věřit, nebo nevěřit). [11, 13]

Nelze opominout ani pokus o definici kritického myšlení z konce 80. let minulého století, jehož iniciátorem byl neméně významný výzkumník kritického myšlení Peter Facione. Oslovil několik desítek dalších akademiků zabývajících se kritickým myšlením (nejčastěji šlo o filozofy, v menší míře byli zastoupeni psychologové nebo odborníci na vzdělávání a pedagogiku či další obory, součástí tohoto panelu byli i výše zmínění Richard Paul a Robert Ennis) s cílem definovat kritické myšlení. [14] Definice vzešlá



z tohoto panelu je velmi široká – popisuje dovednosti spojené s kritickým myšlením, osobnostní vlastnosti kriticky myslícího člověka, chování kriticky myslícího člověka apod. Na definici navazuje poselství, že vzdělávání by mělo směřovat k rozvoji kritického myšlení, neboť to je podle autorů předpokladem pro fungování demokratické společnosti. [14]

Vzhledem k problému s definováním je kritické myšlení v rámci této práce chápáno jako syntéza všech popsaných informací vycházejících z literární rešerše (podrobnější popis je uveden v kapitole *Složky kritického myšlení*), ve stručnosti jde o tyto složky:

- kognitivní operace vyššího řádu (analýza, syntéza atp.);
- dovednosti spojené s argumentací, řešením a kladením otázek;
- vhodné postoje a návyky (např. tendence ověřovat informace nebo zdroje informací).

### **2.1.1. Kritické myšlení z pohledu různých oborů**

O jednu z definic se ve velké míře zasloužila filozofie. Někteří autoři popisují původ kritického myšlení v učení řeckého antického filozofa Sókrata a v jeho dialogické metodě argumentace, jejímž prostředkem je neustálé kladení otázek s cílem zjistit pravdu, případně vyvrátit původní názor partnera v diskuzi. [15] Další významný posun v rozpracování konceptu kritického myšlení je patrný v dílech některých novověkých filozofů (Thomas Hobbes, John Locke aj.) a velký milník představuje dílo vydané na počátku minulého století *How we think* [16] amerického psychologa a filozofa pragmatismu Johna Deweyho (v něm popisuje charakteristiky *reflektivního myšlení*, které se velmi podobá dnešnímu pojetí kritického myšlení). [6, 17]

Vědecký výzkum kritického myšlení a pokusy o vytvoření jeho exaktní definice započaly ve 40. letech minulého století a největší posun zaznamenaly v 80. a 90. letech (kdy se i poprvé objevily studie zaměřené na začlenění kritického myšlení do školního prostředí). [10]

Jako první z oborů pracujících s konceptem kritického myšlení je představena filozofie, která přistupuje ke kritickému myšlení tím způsobem, že stanovuje ideál kriticky myslícího člověka a určité standardy a hodnoty kritického myšlení (jejich ukázka je uvedena v následující kapitole u bodu *Intelektuální standardy a hodnoty kritického myšlení*), dále popisuje kognitivní operace, které by měl kriticky myslící člověk ovládat (např. argumentace, dedukce, indukce). Problémem tohoto přístupu je, že nepopisuje

procesy nebo stavy stojící za kritickým myšlením z hlediska samotného myšlení, ale pouze dokonalý stav, jehož by měl člověk dosáhnout, aby se stal kriticky myslícím. [2]

Základem psychologického pohledu na problematiku kritického myšlení je popis pozorovatelných mentálních procesů a operací, které jsou s ním spojovány (obvykle jde o kognitivní operace vyššího řádu a jejich uplatnění při řešení problémů nebo nestereotypních situací nebo při procesu poznávání a učení). Přirozeně tak vzniká pojetí mezi kritickým myšlením a teorií učení, případně pedagogickou psychologií. [2, 9] V neposlední řadě s konceptem kritického myšlení pracuje i sociální psychologie, která se zabývá otázkami, proč lidé něčemu věří, jaké mají názory či domněnky o světě okolo nás a jak jsou tyto názory ovlivňovány sociálním okolím, případně co má vliv na změnu názoru. [18]

Posledním zmíněným oborem, který pracuje s konceptem kritického myšlení, je pedagogika. Ta se přirozeně zabývá kritickým myšlením v kontextu výuky a způsoby, jak může učitel rozvíjet kritické myšlení u svých žáků. [19] Pravděpodobně nejčastěji zmiňovanou osobností v souvislosti s kritickým myšlením z pohledu pedagogiky je americký psycholog Benjamin Bloom, který v roce 1956 publikoval práci s názvem *Taxonomie vzdělávacích cílů* (*Taxonomy of Educational Objectives*) [20], v níž seřadil kognitivní vzdělávací cíle do hierarchie podle vzrůstající kognitivní náročnosti (vyobrazeno na *Obrázku č. 1*).



Obrázek 1 Bloomova taxonomie kognitivních vzdělávacích cílů (1956), vytvořeno podle [21]

O téměř půlstoletí byla Bloomova taxonomie revidována (na *Obrázku 2* níže) – úpravy se týkaly těchto aspektů:

- Cíl formulovaný podstatným jménem byl změněn na sloveso.

- Za kognitivně nejnáročnější a nejvýše hodnocený cíl je považována vlastní tvůrčí činnost žáka (*tvořit*, dříve *syntéza*) místo *hodnocení*.
- Cíle byly rozděleny na dimenzi znalostní a dimenzi kognitivního procesu. [22]



Obrázek 2 Revidovaná Bloomova taxonomie kognitivních vzdělávacích cílů (2001), vytvořeno podle [21]

Jak je uvedeno v následující kapitole *Složky kritického myšlení*, dovednosti umístěné v taxonomii výše (např. *analyzovat*, *hodnotit*) jsou nezbytnou výbavou kriticky myslícího člověka. Ač Bloomova taxonomie (původní i revidovaná) kritické myšlení explicitně nezmiňuje, podle některých výzkumníků je velmi vhodným vodítkem pro učitele, jak pomocí cílů umístěných v hierarchii na vyšších pozicích rozvíjet ve výuce kritické myšlení. [23]

### 2.1.2. Složky kritického myšlení

Ve snahách definovat kritické myšlení existují shody i rozpory – pravděpodobně nejvýznamnějším rozdílem je podstata kritického myšlení, kdy někteří autoři ho vnímají více jako soubor dovedností, jiní jako proces myšlení (anebo obojí dohromady). [24] Větší shoda panuje na tom, že kritické myšlení má část kognitivní a část afektivní. Kognitivní část se týká myšlenkových operací (např. analýza, syntéza, další jsou uvedeny v seznamu níže), zatímco afektivní část (v odborné literatuře také nazývána jako *dispozice*) je složena z postojů, návyků nebo hodnot, jež se pojí s kritickým myšlením (např. být informovaný, nedělat unáhlená rozhodnutí, další příklady jsou uvedeny níže v seznamu). [2, 7, 9, 25–27]

Kritické myšlení je spojováno s tím, jak člověk nakládá s informacemi a jaký cíl tím sleduje. Podle odborné literatury je kriticky myslící člověk ten, kdo přistupuje aktivně k procesu získávání informací a dovednosti spojené s kritickým myšlením využívá účelně, vědomě a s jasným cílem (např. při ověřování pravdivosti tvrzení). Do opozice vůči kritickému myšlení je kladeno pouhé pasivní získávání informací, absence další

práce s informacemi nebo nedokonalé používání dovedností spojených s kritickým myšlením (např. není jasný důvod nebo cíl používání těchto dovedností). [9, 26]

Níže je uveden přehled toho, co autoři považují za složky (dovednosti či postoje) definující kritické myšlení. Pro účely diplomové práce je kritické myšlení chápáno jako syntéza níže uvedených složek.

- **Argumentace**
  - analýza, tvorba, hodnocení a obhajoba (vlastních) argumentů;
  - schopnost odhalit chybnou argumentaci, případně argumentační fauly;
  - uvědomění si napadnutelnosti libovolného argumentu. [7, 9, 28]
- **Kognitivní operace vyššího řádu**
  - logické myšlení a jeho operace (dedukce, indukce aj.);
  - vědecký způsob myšlení a bádání (vytváření hypotéz a jejich ověřování, předvídání na základě dat a dostupných informací);
  - dovednosti jako analýza, syntéza, interpretace, aplikace, porovnávání apod.,
  - kreativní myšlení;
  - metakognice (myšlení o vlastním myšlení). [2, 4, 7, 10, 17, 25, 26, 29–36]
- **Řešení problémů**
  - identifikace problému;
  - používání adekvátních myšlenkových operací k řešení problému. [7, 29, 34]
- **Kladení otázek**
  - schopnost a motivace klást otázky;
  - schopnost rozeznat otázky hodné dotazování se;
  - nacházení odpovědí na otázky položené při vlastním bádání;
  - ověřování informací skrze otázky. [10, 26, 28, 31]
- **Postoje a návyky spojené s kritickým myšlením**
  - tendence být informován a obeznámen s kontextem;
  - vůle vnímat a respektovat odlišné pohledy či názory;
  - hledat důkazy pro předkládaná tvrzení;
  - schopnost vnímat diverzitu (i např. sociální a kulturní) a respektovat ji;
  - zvědavost a tendence dozvídat se nové informace;
  - motivace používat kritické myšlení a zdokonalovat se v něm;
  - tendence ověřovat informace a používat věrohodné zdroje informací. [2, 4, 7, 9, 17, 36]

- **Intelektuální standardy a hodnoty kritického myšlení** (v závorkách jsou uvedeny přeložené otázky z původního zdroje, které lépe ilustrují danou hodnotu)
  - jasnost (*Můžeš objasnit, co tím myslíš?*);
  - přesnost (*Jak můžeme ověřit, že to je pravda?*);
  - preciznost (*Můžeš uvést více podrobností o tomto problému?*);
  - relevantnost (*Jak to souvisí s problémem?*);
  - hloubka (*Které faktory činí tento problém tak složitým?*);
  - šířka (*Musíme se na tento problém podívat z více perspektiv?*);
  - logika (*Dává to smysl?*);
  - signifikance (*Je zrovna tohle ten nejpodstatnější problém?*);
  - férovost (*Zahrnují i názor jiných?*). [26, 37]

## 2.2. Význam kritického myšlení

Organizace *Partnership for 21<sup>st</sup> Century Learning Frameworks & Resources* [38] označuje kritické myšlení za jednu z klíčových dovedností, kterou by si žáci a studenti měli osvojit. [17, 38] Není proto překvapující, že vlády některých států (USA, Velká Británie, Finsko, Kanada aj.) vyvíjejí již několik let snahu, aby se rozvoj kritického myšlení stal pevnou součástí jejich kurikula. [28, 36] A jak popisuje kapitola *Kritické myšlení v kontextu českého vzdělávání*, kritické myšlení je bráno v potaz i v kontextu české vzdělávací politiky.

Výhody plynoucí z rozvoje kritického myšlení mohou sloužit jako argument, proč by na něj měl být kladen důraz ve školním prostředí – kritické myšlení kladně ovlivňuje studijní úspěch žáků a studentů, pomáhá jim efektivněji řešit problémy a podle výzkumníků je klíčové pro rozvoj v jakémkoliv vědním oboru. [33, 34, 39, 40] Literatura nachází shodu v tom, že rozvoj kritického myšlení pomáhá žákům lépe pochopit přírodní vědy, rozvinout vědecký způsob myšlení nebo schopnost řešit problémy spojené s přírodními vědami. V tomto ohledu je také zmiňována dovednost žáků porozumět problémům spojeným s rozvojem vědecko-technického pokroku a jeho dopadů na společnost. [5, 9, 10, 33, 35] V souvislosti s tím je uváděno, že rozvoj kritického myšlení má pozitivní vliv na rozvoj sociálních dovedností žáků a na jejich aktivní zapojení do demokratické společnosti. Pomáhá jim informovaně posuzovat společenská témata, adaptovat se na rychle se měnící svět a dokázat v něm plnohodnotně fungovat. [4, 30, 32, 41, 42]

## **2.3.Zásady a metody rozvoje kritického myšlení**

Mnohé studie shledávají nízký stav kritického myšlení u dětí i dospělých. [28] Naštěstí existují způsoby, jak tento stav zvrátit a kritické myšlení vybudovat a posilovat. Obecná zásada při rozvoji kritického myšlení ve školní výuce je dominantní aktivita žáků, učitel moderuje jejich činnost a vystupuje spíše v roli průvodce, je doporučeno zaměřit se více na proces učení než na objem probraného učiva. [40] Velmi vhodné jsou různé konstruktivistické metody, při nichž žáci samostatně přicházejí na skutečnosti a sami budují své poznání (v opozici je transmisivní výuka, při níž veškeré poznatky jako hotové informace předává učitel žákům). [7, 43] Zároveň je nutné kritické myšlení neustále procvičovat a opakovaně začleňovat vhodné aktivity rozvíjející kritické myšlení. [26] Aktivita žáků musí mít jasný cíl spojený s rozvojem kritického myšlení (je např. rozdíl mezi prováděním chemického pokusu bez jasného cíle a mezi provedením pokusu a následným kritickým bádáním a tázáním se, co se odehrává při pokusu, co by se stalo při změně podmínek atp.). [32]

Učitel by měl z rozvoje kritického myšlení vytvořit samostatný cíl a explicitně o něm komunikovat s žáky. Studie totiž ukazují, že nejefektivněji je kritické myšlení rozvíjeno právě tehdy, když jsou cíl i instrukce explicitní (např. vyučující spolu s tématem hodiny uvede, že náplní bude i procvičování argumentace, v průběhu hodiny začlení aktivitu na tvorbu nebo rozbor argumentů a následně s žáky rozebírá jednotlivé aspekty týkající se argumentace). [4, 7, 44, 45] Jako efektivní se ukazuje kritické myšlení procvičovat v rámci určitého kontextu než procvičování obecných dovedností kritického myšlení bez vazby na konkrétní téma (je proto vhodnější např. rozvíjet argumentaci v kontextu výuky chemického kontroverzního tématu než se zaměřovat jen na samotnou argumentaci). [7] Další konkrétní metody a zásady jsou společně s překážkami rozvoje kritického myšlení uvedeny níže.

### **2.3.1. Práce s textem**

Kritické myšlení lze také účinně rozvíjet prostřednictvím aktivit, které jsou založeny na práci s textem. Žáci by měli být vedeni k tomu, aby po práci s textem zaujali informované stanovisko o daném tématu. [46] Zároveň je nezbytné, aby získali návyk přistupovat ke zdroji informací kriticky a aby si nejprve kladli otázky, které se týkají nejen porozumění, ale také původu textu, jeho záměru atp. [33]

Hlavními zásadami práce s texty (obecně se zdroji informací) jsou:

- získat návyk svá tvrzení podkládat důvěryhodnými zdroji;
- pracovat s více zdroji a porovnávat jejich způsob informování o tématu;
- pečlivě analyzovat zdroj informací a způsob jeho argumentace. [9, 40, 41]

Práce s jakýmkoliv zdrojem informací by měla být aktivní – žák by měl při každé práci s textem porovnávat své dosavadní znalosti s informacemi, které mu předkládá zdroj (i z tohoto důvodu jsou faktické znalosti o určitém tématu žádoucí pro rozvoj kritického myšlení). Klíčové je průběžně si pokládat otázky a konfrontovat je s daným zdrojem informací. Žák by si měl také před četbou i během ní pokládat otázky:

- Kdo text napsal? Pro koho je text určen?
- Proč ho napsal? Jaký je účel textu?
- Na jaké zdroje se odkazuje (pokud se na nějaké vůbec odkazuje)?
- Jsou v textu nějaké argumenty? Jak vypadají? Obsahuje text argumentační fauly?

[27]

Vhodnými texty pro rozvoj této dovednosti jsou např. novinové články pojednávající o určitém vědeckém tématu (např. chemie v potravinách) – informace v nich nemusejí vždy odpovídat vědecké realitě, a proto je lze použít při aktivitě zaměřené na kritické čtení textu. [27] Práce s textem může mít i jinou podobu – žák může číst názorové texty, v nichž hraje nezastupitelnou roli argumentace, a tyto články analyzovat z hlediska argumentace (žák má možnost rozebírat předložené argumenty, reagovat na ně a tím se sám učit argumentovat). [9, 46] Pro úroveň základní školy jsou vhodné spíše povrchní a jednodušší texty, zatímco na střední škole (vzhledem k rozvoji kognitivních dovedností) je možné pracovat se složitějšími texty. [47]

Použitelnou metodou v tomto ohledu může být také tzv. *agnotologie* (zkoumání nevědomosti a miskonceptí, v angličtině *agnotology*), jejímž cílem je ukázat žákům kritické myšlení a vědecký přístup na rozboru nevědeckých myšlenek. Žáci mohou analyzovat novinové články nebo jiné texty pojednávající nevědeckým nebo chybným způsobem o určitém tématu, přičemž jejich úkol spočívá ve vyvrácení předložených argumentů (za pomoci věrohodných zdrojů informací). Žáci nejenom ověřují, zda je informace pravdivá, ale také argumentují, proč si to myslí (a na základě jakých zdrojů). [46]

### 2.3.2. Problémové učení

Problémové učení je možné popsat jako učení, kdy žák nemá na začátku všechny znalosti či dovednosti nutné k vyřešení zadané (problémové) úlohy. Aby však řešení bylo možné, určité znalosti o daném tématu mít musí. [42, 48]

Aby bylo možné úlohu označit jako problémovou, musí mimo jiné splňovat tato kritéria:

- Úloha musí být založena na situaci z běžného života.
- Úloha nemá jednoznačné řešení, řešení často bývá více, nebo dokonce neexistuje žádné řešení.
- Je vhodné, aby úloha byla blízká životu a zájmům žáků.
- Úloha by měla propojovat pohledy více oborů. [48]

Problémové učení je podle řady autorů díky nutnosti řešit zadané úkoly nerutinním způsobem a za pomoci operací vyšší kognitivní náročnosti (které jsou uvedeny v kapitole *Složky kritického myšlení*) velmi vhodné pro rozvoj kritického myšlení. [10, 28, 33, 39, 40, 49] Vhodně vytvořená a vhodně obtížná problémová úloha má potenciál zdokonalovat kritické myšlení v jakékoliv oblasti, navíc vede žáka k propojování znalostí napříč předměty. [33]

Ačkoliv se popis jednotlivých fází řešení problémové úlohy mírně liší u různých autorů, níže uvedené znaky lze označit jako jejich zobecnění:

- **Analýza.** Žák přistupuje k problémové úloze a nejprve analyzuje obsažené informace, zasazuje je do kontextu dříve naučených znalostí a vlastní zkušenosti.
- **Identifikace problému.** Žák musí problém, který bude posléze řešit, identifikovat a definovat, často se jedná o nejobtížnější krok.
- **Hypotéza.** Žák vyslovuje hypotézu, pokouší se klást otázky, jejichž zodpovězení ho přiblíží k řešení.
- **Pokus o řešení.** Žák testuje svou hypotézu a snaží se problém vyřešit. V tento okamžik žák samostatně rozpoznává mezery ve svých znalostech či dovednostech a určí, co se musí naučit, aby byl schopen problém vyřešit.
- **Návrat k problému.** Žák doplnil své znalosti nebo dovednosti a vrací se opět k řešení problému.



- **Reflexe, abstrakce.** Žák problém vyřešil a reflektuje, jak si počínal, co znal a neznal a díky čemu nakonec problém vyřešil. Součástí závěrečné fáze se stává i schopnost abstrakce, díky níž žák dokáže v budoucnu řešit podobné problémy. [34, 50, 51]

Speciálním typem problémové úlohy může být úkol napsat esej o daném problému. To žáka nutí nejen uplatnit výše popsané způsoby řešení problémové úlohy, ale navíc logicky formulovat a uspořádat vlastní myšlenky, argumentovat a pracovat se zdroji. [40] Korelaci mezi dovednostmi psát (formulovat vlastní názory a argumenty) a kritickým myšlením potvrzuje i literatura. [24]

Zpočátku může být pro žáky náročné řešit problémové úlohy a zvykat si na to, že neexistuje jediné správné řešení nebo že nelze uplatnit na řešení jeden totožný algoritmus. Z toho důvodu by měl učitel žáky v začátku podpořit a ukázat jim, jak by mohlo řešení problémové úlohy vypadat (např. tím, že s nimi „přemýšlí nahlas“), nezbytné je také každou aktivitu důkladně reflektovat a evaluovat. Poté by již měli být žáci v řešení postupně samostatnější. [7]

### 2.3.3. Skupinová práce a diskuze

Jak bylo dříve uvedeno, součástí výbavy kriticky myslícího člověka je schopnost argumentovat a diskutovat. Tyto dovednosti jsou však velmi úzce vázány na mezilidskou komunikaci, a proto dává smysl, že kritické myšlení může být efektivně rozvíjeno vhodně pojatou skupinovou prací. [9, 10, 30, 45, 46]

Aby skupinová práce účinně rozvíjela kritické myšlení, je nezbytné vybudovat pozitivní třídní klima (v němž se žák nebojí vyjádřit názor nebo diskutovat) a průběžně podněcovat žáky ke kladení otázek (a následnému zodpovídání a argumentování). [9, 31, 40] Důležitost pozitivního třídního klimatu potvrzuje i zjištění, že tendence žáka položit ve třídě otázku nahlas je podmíněna jeho sebevědomím a sociálními vlivy. [32] Je rovněž vhodné vytvářet spíše menší skupiny, aby se každý žák mohl více zapojit, podporovat vzájemné (vrstevnické) učení a takové aktivity často opakovat, aby se v nich žáci mohli postupně zdokonalovat. [7, 30, 40, 45]

### 2.3.4. Vazba na kontext

Velmi diskutovaným tématem ve výzkumu kritického myšlení je jeho přenositelnost napříč různými kontexty nebo vědními obory. Ačkoliv je nemalé množství autorů přesvědčeno, že otázka přenositelnosti není doposud uspokojivě zodpovězena, existují

doklady o tom, že pouze některé dovednosti spojené s kritickým myšlením lze aplikovat obecně a nezávisle na kontextu (např. je možné naučit se analyzovat informace, pokládat kritické otázky, ale účinnější pro rozvoj kritického myšlení je vždy spojení s konkrétním kontextem). [7, 32] Ostatně jak je uvedeno v kapitole *Otázka motivací a znalostí*, pro kritické myšlení jsou nezbytné faktické znalosti a kontext oboru.

Ze studií vyplývá, že je málo pravděpodobné, že žáci uplatní dovednosti kritického myšlení naučené v jednom předmětu v rámci předmětu jiného, pokud k tomu nejsou cíleně vedeni. Daleko pravděpodobnější je přenos kritického myšlení v rámci jednoho předmětu nebo vědního oboru. [7, 46]

### 2.3.5. Badatelsky orientovaná výuka

Tento způsob výuky je rozšířený zejména ve výuce přírodních věd a je založen na samostatném bádání žáka. Žák je postaven před úkol nebo úlohu (velmi často má charakter laboratorní práce) a musí sám navrhnout otázku, kterou zkoumá, postup a také interpretaci výsledků. Existují různé druhy badatelsky orientované výuky (dále jako BOV), které se odlišují tím, do jaké míry žák bádá samostatně (uvedeno pod písmenem Ž) a do jaké míry je tato část bádání již předpřipravena učitelem (uvedeno pod písmenem U) – přehled základních druhů BOV je zobrazen v *Tabulce 1*. [30]

Tabulka 1 Druhy BOV, vytvořeno na základě [52]

aspekt bádání	potvrzující bádání	strukturované bádání	řízené bádání	otevřené bádání	autentické bádání
problém/otázka	U	U	U	U	Ž
teorie, informační pozadí	U	U	U	U	Ž
postup bádání	U	U	U	Ž	Ž
zhodnocení výsledků	U	U	Ž	Ž	Ž
prezentace výsledků	U	Ž	Ž	Ž	Ž
závěr	U	Ž	Ž	Ž	Ž

BOV svým pojetím napodobuje práci vědců, která je postavena na schopnosti vyslovovat hypotézy (badatelské otázky), plánovat postup bádání, interpretovat výsledky anebo argumentovat, což jsou dovednosti podporující rozvoj kritického myšlení. [3, 5, 10, 25, 26, 30, 33, 39, 46] Autoři se rovněž shodují v tom, že BOV rozvíjí kritické myšlení právě z toho důvodu, že je založena na aktivitách, kdy žák musí:

- Naplánovat pracovní postup a vymyslet hypotézu, kterou se bude zabývat.
- Výsledky bádání organizovat, analyzovat a interpretovat.
- Na základě bádání vyslovit závěr, reflektovat hypotézu. [10, 31]

Pozitivní dopad BOV ukazuje také studie, jejímž závěrem bylo, že vysokoškolští studenti technických oborů vyučovaní v rámci prakticky zaměřených předmětů metodami BOV kladli oproti studentům vyučovaným běžným způsobem větší počet otázek, kognitivně náročnější otázky a také se učili mnohem efektivněji. Protože kladení otázek a kognitivní operace vyššího řádu jsou základem kritického myšlení, lze BOV považovat za velmi vhodný způsob jeho rozvíjení. [53]

### **2.3.6. Otázka motivace a znalostí**

Nehledě na použité metody je podstatné pracovat s motivací žáků. Aby bylo možné efektivně rozvíjet kritické myšlení, žák musí vidět smysl v rozvíjení kritického myšlení a mít motivaci ho používat a procvičovat. [10, 32, 36]

Kritické myšlení bývá někdy dáváno do opozice vůči nutnosti učit se nazpaměť faktické znalosti, nicméně nemálo autorů potvrzuje nezbytnost určitého množství znalostí o tématu, o němž má žák kriticky přemýšlet. [54] Na druhou stranu samotné znalosti jsou nutné, ale ne dostatečné – bez zapojování znalostí do procvičování dovedností spojených s kritickým myšlením zůstávají pouhými položkami v žákově paměti. [3, 5, 7, 27, 32, 34, 40–42, 55] Bylo také zjištěno, že žáci s více znalostmi o tématu řešili problémové úlohy (jejichž řešení vyžaduje kritické myšlení) podstatně úspěšněji než žáci s menším množstvím znalostí. [33] Potřebu znalostí také ukazuje výsledek studie, která ukázala korelaci mezi množstvím znalostí a zájmem o daný předmět. [32]

Z těchto důvodů musí učitel brát ohled na to, aby jeho žáci měli dostatek znalostí o tématu, než začlení do výuky aktivity rozvíjející kritické myšlení, a aby byli dostatečně motivováni rozvíjet dovednosti spojené s kritickým myšlením.

### 2.3.7. Čtením a psaním ke kritickému myšlení

Program *Čtením a psaním ke kritickému myšlení* neboli *Reading and Writing for Critical Thinking* (detailněji je popsán v kapitole *Kritické myšlení v kontextu českého prostředí*) je zaměřen na rozvoj kritického myšlení prostřednictvím aktivit, které aktivizují žáka a které lze charakterizovat takto:

- Často se jedná o práci s textem a jeho kritické čtení.
- Základem je skupinová práce a kooperativní učení, v jehož rámci probíhá sdílení a diskuze.
- Nedílnou součástí jsou evokační a brainstormingové aktivity.
- Psaní je vnímáno jako prostředek k záznamu myšlenek, jejich hodnocení a rozboru. [56]

### 2.3.8. Kladení otázek

Mezi často skloňované a velmi účinné metody rozvoje kritického myšlení se řadí kladení otázek, respektive i samotný návyk konfrontovat neznámé nebo nové informace s vlastními otázkami a znalostmi, které o tématu žák má. [5, 9, 10, 26, 30–33, 53]

Třebaže se autoři shodují na tom, že pokládání otázek a jejich následné zodpovídání podporuje rozvoj kritického myšlení, ne všechny otázky mají stejný účinek. Jako velmi efektivní se ukázalo kladení otázek, které podněcují reflexi, hlubší přemýšlení nebo jejichž zodpovězení vyžaduje zvýšené kognitivní úsilí. Do této kategorie rovněž patří otázky, jejichž zodpovězení vyžaduje vysvětlování, argumentaci, řešení problémů atd. [31, 53]

Učitel by měl žáky podněcovat ke kladení otázek a zavádět model otázka–odpověď (žák v souvislosti s probíraným tématem pokládá otázky a hledá na ně odpovědi, případně si žáci pokládají otázky navzájem). V případě velkého množství otázek je vhodné založit např. *koutek na otázky* (místo ve třídě, kde žáci shromažďují své dotazy, učitel se k nim může později vracet, zadat jejich zodpovězení náhodným žákům jako aktivitu atp.). Cílem je podnítit žáky ke kladení otázek a zajistit, aby se mohl každý žák realizovat. [31]

### 2.3.9. Argumentace

Jak je uvedeno v kapitole *Složky kritického myšlení*, argumentace je pokládána za jeden z pilířů kritického myšlení, a proto je pro rozvoj kritického myšlení klíčová. [31, 41] Žák může trénovat svou dovednost argumentace tak, že se na základě předložených informací pokouší vytvořit argument nebo protiargument, navazuje na argumentaci někoho jiného,

případně že analyzuje předložené argumenty (nakolik jsou přesvědčivé, logické, jaké jazykové prostředky jsou použity atd.), hledá v argumentech chyby nebo odhaluje argumentační fauly. [9]

Ne všichni žáci jsou však zvyklí argumentovat, odkazovat se na věrohodné zdroje, respektovat logiku nebo se bránit osobnímu zaujetí. Z toho důvodu by měl učitel zejména v začátcích provázet žáky procesem argumentace a opakovaně do výuky začleňovat aktivity zaměřené na její rozvoj (např. požadovat nejen faktickou informaci nebo názor, ale opodstatnění, vysvětlení příčin, odkazy na zdroje nebo data). [7, 47]

### **2.3.10. Překážky rozvoje kritického myšlení**

V návaznosti na zásady a metody rozvoje kritického myšlení je rovněž podstatné zmínit překážky, které rozvoji brání. Cílem této kapitoly je nejen na ně upozornit, ale rovněž předložit možná vysvětlení, proč se může zdát rozvíjení kritického myšlení náročné.

První významnou překážkou je zjištění sociální psychologie, že lidé přirozeně přikládají větší váhu svým zkušenostem nebo poznatkům než objektivním informacím, přesvědčivé argumentaci nebo vědeckým zjištěním. [7] Pokud jsou lidé následně konfrontováni s pravdivými informacemi (např. vědeckými poznatky), vybírají si z nich pouze to, co konvenuje jejich původnímu názoru. [37]

Z výzkumů vyplývá, že na straně učitele či školského systému existuje řada důvodů, proč nelze u žáků účinně rozvíjet kritické myšlení. Mezi běžné důvody patří:

- předávání izolovaných poznatků bez vzájemné provázanosti (zejména napříč předměty);
- tlak na výkon, známky a objem naučených znalostí (memorování);
- nepřípravenost učitele rozvíjet u svých žáků kritické myšlení;
- nevhodný třídní management ze strany učitele (např. nekázeň, nevhodné třídní klima);
- množství žáků ve třídě a míra jejich zapojení;
- nedostatek informací, které žáci o tématu mají;
- nedostatek času na přemýšlení, na reflexi aktivit;
- nedostatek procvičování aktivit rozvíjejících kritické myšlení;
- „vševědoucí“ učitel, který pouze vysvětluje a předává hotové informace. [9, 10, 17, 31, 40, 41]

Navzdory všem předestřeným problémům či potenciálním překážkám je možné naučit se kriticky myslet, a tedy i naučit žáky kriticky myslet. [7, 10, 25, 36] Učitel by se neměl nechat odradit možnou počáteční pasivitou žáků. Důležité je mít na paměti, že žáci potřebují zejména v začátcích pečlivé vedení ze strany učitele, časté procvičování a dostatek času na práci i reflexi (zejména pokud jde o nový druh aktivity). Podstatný je i fakt, že rozvoj kritického myšlení je nikdy nekončící proces. [26, 40]

## 2.4. Měření kritického myšlení

Se snahou vědecky popsat kritické myšlení pochopitelně přichází i otázka jeho měření, které však bývá nesnadné (příčinou je na prvním místě nejednotnost definice kritického myšlení, na druhém problematika reliabilita a validita testů zaměřených na měření kritického myšlení). [7, 10, 41] Dalším významným problémem je skutečnost, že kritické myšlení je silně vázáno na kontext a množství znalostí, které o něm žák má (jak je uvedeno v kapitole *Zásady a metody rozvoje kritického myšlení*). [23]

Třebaže testování a měření kritického myšlení je z výše uvedených důvodů problematické, existují testy, které jsou akademickou obcí přijímány. Shoda panuje zejména v tom, že testy zaměřené na měření kritické myšlení by měly respektovat poměrně rozsáhlé množství složek, z něž se skládá. [41, 57]

Z toho důvodu jsou pro testování kritického myšlení vhodné takové úlohy, které:

- vedou žáka k používání kognitivních operací vyššího řádu (syntéza, analýza, indukce, dedukce atp.);
- nutí žáka pracovat s argumentací (analýza a zhodnocení předložených argumentů, zhodnocení síly a napadnutelnosti argumentů, navázání na naznačený argument atp.);
- obsahují více správných odpovědí z výběru (*multiple choice*), ale zároveň je po žákovi požadováno vysvětlení, zdůvodnění a argumentace, proč vybral dané možnosti;
- se týkají běžného života a mají charakter problémových úloh. [7, 23, 30, 41]

Níže jsou uvedené vybrané testy zaměřené na měření kritické myšlení a jejich stručný popis, popsání testy byly vybrány na základě toho, že literatura je uvádí jako etablované a relevantní. [41, 57] Cílem výčtu níže není pouze představit jednotlivé testy a jejich charakteristiku, nýbrž zaměřit se na podobu otázek či testované dovednosti – neboť to

reflektuje, jakým způsobem autoři daných testů nahlíží na kritické myšlení a jeho složky, a doplňuje tak práci o další odpovědi na otázku, čím kritické myšlení je a jak je definováno. Současně může popis testovaných dovedností sloužit jako inspirace pro učitele při vymýšlení vlastních úloh a aktivit do výuky.

Uvedené testy budou analyzovány z hlediska:

- cílové skupiny;
- času na vypracování testu a počtu úloh;
- testovaných dovedností;
- podoby typické testové úlohy.

#### 2.4.1. Halpern Critical Thinking Assessment

*Halpern Critical Thinking Assessment* [58] je test určený pro dospělé (účelem je testovat kritické myšlení studentů, zaměstnanců a uchazečů o zaměstnání). Test existuje ve dvou verzích – delší verze obsahuje jak volné odpovědi, tak výběr z možností (čas na vypracování je 50 minut), kratší verze sestává pouze z výběru z možností (čas na vypracování je 15 minut). Obě verze testu obsahují 20 úloh. [59]

Mezi testované dovednosti patří:

- **Verbální dovednosti:** rozeznání zavádějícího, vágního, emočně zabarveného nebo sugestivního jazyka a identifikace jazykových prostředků, které stojí za chybnou argumentací.
- **Analýza argumentů:** odlišení argumentů od pouhých názorů nebo domněnek, rozbor jednotlivých částí argumentu (premisy, předpoklady, závěry atd.), zhodnocení argumentů (do jaké míry uvedené důkazy potvrzují nebo vyvracejí daný argument, zhodnocení protiargumentů).
- **Testování hypotéz:** pochopení principu testování hypotéz (co by danou hypotézu potvrdilo/vyvrátilo), případně návrh shypotéz, práce s daty a informacemi (tendence vyhýbat se unáhleným závěrům nebo zobecněním na základě malého počtu dat atd.).
- **Zhodnocení pravděpodobnosti nebo nejistoty:** chápání základních principů pravděpodobnosti, vnímání možných kognitivních zkreslení, která mohou nastat při práci s pravděpodobností (např. *omyl hazardního hráče, gambler's fallacy* – jde o chybné přesvědčení, že pokud se určitý náhodný jev vyskytoval

častěji, v budoucnu bude méně častý a naopak, např. házení mincí, házení kostkou). [60]

- **Řešení problémů a rozhodování se:** identifikace problému, stanovení postupu k vyřešení problému (a vědomí, že v některých situacích jich může být více), mezi různými řešeními problému vybrat ta smysluplná, efektivní. [58, 59, 61]

Typická úloha je představení určité situace z každodenního života (manuál k danému testu uvádí, že může jít o situace vzešlé např. z médií, konverzačních témat), přičemž první částí je volná odpověď (v očekávané délce 4–5 vět) na zadanou otázku a následují uzavřené otázky s výběrem z možností. [59, 61]

#### 2.4.2. California Critical Thinking Skills Test

*California Critical Thinking Skills Test* [62] je test určen pro studenty vysokých škol, čas na vypracování je 55 minut, skládá se ze 40 úloh a testuje níže uvedené dovednosti spojené s kritickým myšlením:

- **Analýza:** identifikace problému a jeho rozbor (dovednost identifikovat domněnky, předpoklady, klíčová témata, důkazy v argumentech; dovednost extrahovat důležité informace a rozpoznat vztahy mezi nimi).
- **Interpretace:** práce s významem či kontextem sdělení (týká se nejen textu, ale také grafů, diagramů, tabulek, map apod.) a dovednost vyvodit závěr, jaký má pozorovaná záležitost význam v daném kontextu.
- **Vyvozování závěrů:** vyvozování opodstatněných a logicky správných závěrů (na základě důkazů, pozorování, vysvětlení aj.), dovednost vybrat z možností tu nejpravděpodobnější.
- **Zhodnocení argumentů:** evaluace (zhodnocení) spolehlivosti předkládaných tvrzení a síly argumentů (na základě zdrojů, důkazů, předpokladů a jiných aspektů argumentu).
- **Vysvětlování:** obhajoba a překládání důkazů v rámci úsudků a zdůvodňování (jedná se o dovednost člověka ostatním srozumitelně vysvětlit, na čem se zakládá jeho argument nebo tvrzení, jak k němu dospěl atp.).
- **Indukce:** zobecnění, vyvození závěru na základě dostupných informací (např. pozorování, statistických dat, kazuistik nebo podobnostech a rozdílech posuzovaných situací).



- **Dedukce:** vyvození závěru na základě předem definovaných pravidel (např. terminologie, předem daných premis, zákonů, pravidel, podmínek).
- **Práce s číselnými údaji:** dovednosti uvedené výše v kontextu kvantitativních údajů. [62]

Typická úloha je zadaná jako situace z běžného života (součástí zadání bývají i reference na zjištění studií, případně na statistické údaje aj.) – je popsán určitý kontext, v textu jsou naznačeny základní logické vazby a testovaná osoba musí vybrat jednu ze 4–5 možností odpovědí, která je pravdivá. [62]

### 2.4.3. Cornell Critical Thinking Test

*Cornell Critical Thinking Test* [63] je test zadáván ve dvou kategoriích – první je *level X* (pro žáky 2. stupně základní školy a střední školy), druhý *level Z* (pro nadané žáky z první kategorie, studenty vysokých škol a dospělé). Čas testu je pro obě kategorie 50 minut a obsahuje 71 (*level X*), případně 52 (*level Z*) úloh.

Testovány jsou tyto dovednosti spojené s kritickým myšlením:

- logické vztahy a operace (indukce, dedukce);
- posouzení důvěryhodnosti;
- identifikace předpokladů a domněnek;
- sémantika – jazykové dovednosti (pouze *level Z*);
- práce s definicemi (pouze *level Z*);
- předvídaní při plánování experimentů (pouze *level Z*). [63]

Typická úloha je velmi stručně zadaná, obsahuje pouze informace o nezbytných logických a významových vztazích, testované osobě je nabídnut určitý závěr vyplývající z uvedených vztahů, přičemž musí na škále *ANO*, *MOŽNÁ* (testovaná osoba nemůže rozhodnout, protože nemá dostatek informací), *NE* vybrat, zda tento závěr vyplývá z uvedených premis. [64]

### 2.4.4. Ennis-Weir Critical Thinking Test

*Ennis-Weir Critical Thinking Test* [65] je test pro dospělé (zejména vysokoškolské studenty), čas na test je 40 minut a forma testu je kritická esej.

Testovaná osoba dostane fiktivní text (článek, dopis do redakce novin atp.), v němž autor předkládá osm argumentů v kontextu určitého problému z běžného života, v každém argumentu je alespoň jedna chyba nebo se jedná přímo o argumentační faul. Úkolem

testované osoby je napsat souvislý text o devíti odstavcích. V každém odstavci reaguje testovaná osoba na jeden z argumentů (a na chyby v nich obsažené), poslední odstavec slouží jako celkové shrnutí či zhodnocení textu a úrovně jeho argumentace. [65]

Esej je následně podle předem daných kritérií hodnocena, přičemž jsou hodnoceny tyto dovednosti spojené s kritickým myšlením:

- dovednost vystihnout hlavní myšlenku;
- analýza předložených argumentů (logická struktura argumentu, chyby v argumentaci);
- vyjádřit vlastní stanovisko, vhodně a logicky správně argumentovat;
- vnímat a prezentovat ostatní možná řešení. [65]

Mezi negativně vnímané jevy (které má testovaná osoba odhalit a kterým se má při vlastní argumentaci vyhnout) jsou řazeny:

- unáhlené a přílišné zobecňování;
- obracení příčiny a následku;
- používání emočně zabarveného jazyka k přesvědčení druhých;
- přehnaný skepticismus;
- argumentační fauly – jmenovitě je uveden tzv. *slaměný panák* (*straw man*, spočívá v tom, že argument soupeře je zveličen, tato přehnaná verze argumentu je poražena, čímž má být vyvrácen i původní argument). [65, 66]

#### **2.4.5. Watson-Glaser Critical Thinking Test**

*Watson-Glaser Critical Thinking Test* [67, 68] je test určen pro uchazeče o zaměstnání s cílem zhodnotit úroveň jejich kritického myšlení. Čas na test je 30 minut a skládá se ze 40 uzavřených úloh.

Testovány jsou dovednosti spojené s kritickým myšlením, které spadají do těchto pěti dimenzí:

- odvozování;
- identifikace předpokladů a domněnek;
- dedukce;
- zhodnocení argumentů;
- interpretace.

Typická úloha je zadaná jako velmi stručný text (týkající se situace z běžného života, předkládající určité logické vztahy nebo data), k níž se váže otázka zaměřená na jednu z pěti dovedností výše. Testovaná osoba např. posuzuje, zda je předložený argument dostatečně přesvědčivý, zda byl vyvozen logicky správný závěr na základě daných informací. [67, 68]

#### **2.4.6. Danczak-Overton-Thompson Chemistry Critical Thinking Test**

Zatímco všechny výše uvedené testy kritického myšlení nejsou nijak oborově zaměřené a testují obecné dovednosti spojené s kritickým myšlením, *Danczak-Overton-Thompson Chemistry Critical Thinking Test* [57] je test zaměřený na kritické myšlení uplatněné v kontextu chemických problémů. Vznik tohoto testu byl motivován kritikou ostatních testů a zjištěními, že kritické myšlení je nutné vnímat v kontextu určitého oboru. Test je určen pro vysokoškolské studenty chemie, čas na jeho vypracování je 40 minut a obsahuje 30 uzavřených úloh. [69, 70]

Testovány jsou dovednosti níže:

- identifikace a vytváření domněnek a předpokladů;
- vytváření a testování hypotéz;
- vyvozování závěrů;
- argumentace. [69]

Úlohy mají různý formát vzhledem k testované dovednosti, nicméně jejich společným znakem je představení určitého chemického jevu (základní popis definic, pozorování, uvedení logických vztahů jednotlivých jevů atp.), načež testovaná osoba hodnotí, zda odpověď odpovídá logickým vazbám, zda je argument správně vytvořen atp. [69]

#### **2.4.7. Testy v kontextu diplomové práce**

Přehled výše prezentuje etablované testy zaměřené na kritické myšlení. Součástí je popis testovaných dovedností, který může sloužit nejen jako další pohled na definici kritického myšlení, ale zejména jako zdroj inspirace pro učitele. Učitel může přehled využít při vytváření vlastních úloh zaměřených na rozvoj kritického myšlení (na které dovednosti je vhodné se zaměřit a jakým způsobem je rozvíjet). Úlohy vytvořené v rámci praktické části byly z velké míry inspirovány informacemi v této kapitole.

## **2.5. Kritické myšlení v kontextu českého prostředí a českého vzdělávání**

V rámci této kapitoly je představeno, jakou roli kritické myšlení hraje ve dvou oblastech – ve veřejném prostoru (kapitola *Kritické myšlení v kontextu českého prostředí*) a v českých kurikulárních dokumentech (*Kritické myšlení v kontextu českého vzdělávání*).

### **2.5.1. Kritické myšlení v kontextu českého prostředí**

#### **Petr Ludwig**

Z hlediska mediálního dosahu patří k patrně největším propagátorům kritického myšlení v českém prostředí zakladatel společnosti *GrowJob*, zaměřené na osobní rozvoj a na budování pozitivní a produktivní firemní kultury, a autor knihy *Konec prokrastinace* [71] Petr Ludwig. [72]

Na svém webu [72] pod titulkem *Co přesně dělám?* uvádí jako jeden z bodů *Snažím se popularizovat kritické myšlení*, což ostatně dokládá jeho činnost – Petr Ludwig každoročně organizuje konferenci zaměřenou na popularizaci kritického myšlení s názvem *KriMyš* [73], na svém kanálu na *YouTube* publikuje videa na téma kritického myšlení – např. video *Kritické myšlení - Jak lépe posuzovat informace a své myšlenky?* [74] (v dubnu 2024 téměř 130 tisíc zhlédnutí) nebo *Kritické myšlení jako jedna ze základních hodnot* [75] (v dubnu 2024 téměř 23 tisíc zhlédnutí), kritické myšlení se stává i tématem rozhovorů v médiích – např. v případě rozhovoru pro Český rozhlas s titulkem *Kritické myšlení vede k lepšímu rozhodnutí* [76].

#### **Kritické myšlení, z.s.**

Méně viditelným, zato neméně podstatným prvkem popularizace kritického myšlení v České republice je spolek *Kritické myšlení, z.s.* [77], který je spjat s programem *RWCT* (*Reading and Writing for Critical Thinking* neboli *Čtením a psaním ke kritickému myšlení*). Tento program má původ ve Spojených státech amerických a jeho účelem je poskytnout zejména postkomunistickým státům střední a východní Evropy prostředek k vyrovnání se s důsledky své totalitní minulosti. Prostřednictvím kritického myšlení má být podle autorů projektu posilována občanská společnost a demokracie. [78]

Program byl spuštěn roku 1997 a v roce 2000 bylo založeno občanské sdružení (později změnilo organizační formu na spolek) *Kritické myšlení*, které se stalo koordinačním centrem jmenovaného programu a za jehož vznikem stojí čeští akademici Ondřej

Hausenblas a Hana Košťálová, kteří se dlouhodobě zabývají tématem kritického myšlení ve výuce. [78] Spolek v letech 2000–2013 vydával čtvrtletní periodikum *Kritické listy* [79], v němž byly publikovány články o kritickém myšlení ve vzdělávání. Dodnes pořádá prezenční kurzy, webináře i letní školy pro učitele s cílem rozvíjet nejen kritické myšlení, ale i např. čtenářské dovednosti nebo formativní hodnocení. [80]

### **2.5.2. Kritické myšlení v kontextu českého vzdělávání**

V rámci této kapitoly je představena analýza *Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia* [81] a je zmíněno, jakým způsobem vede k rozvíjení kritického myšlení. Informace níže se týkají gymnaziálního vzdělávání, úlohy je nicméně možné přenést do výuky i na ostatních typech středních škol.

#### **Rámcový vzdělávací program pro gymnázia**

Tato kapitola obsahuje zmínky o kritickém myšlení v *Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia* (dále jako RVP G) [81], ať už se jedná o explicitní zmínky, nebo jde o body či pasáže, které svou definicí alespoň částečně naplňují definici kritického myšlení (jak bylo vymezeno v kapitole *Kritické myšlení – vymezení termínu*). Analyzována je kapitola *Klíčové kompetence*, kapitola o vzdělávací oblasti *Člověk a příroda* (ostatní vzdělávací oblasti nejsou vzhledem k zaměření diplomové práce diskutovány). Nezanedbatelné průniky je možné najít i v průřezových tématech, ale vzhledem k zaměření této kapitoly na klíčové kompetence a zmíněnou vzdělávací oblast nejsou součástí.

#### **Klíčové kompetence**

Z hlediska kritického myšlení jsou nejzásadnější úseky *Kompetence k učení* a *Kompetence k řešení problémů*, které se takřka ve všech bodech opírají o dovednosti spojené s kritickým myšlením.

Mezi nejvíce explicitní body patří tyto:

- (žák) „kriticky přistupuje ke zdrojům informací, informace tvořivě zpracovává a využívá při svém studiu a praxi“;
- (žák) „kriticky hodnotí pokrok při dosahování cílů svého učení a práce...“;
- (žák) „uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, kromě analytického a kritického myšlení využívá i myšlení tvořivé s použitím představivosti a intuice“;

- (žák) „kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro své tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhajuje podložené závěry“. [81]

Další kompetence (*Kompetence komunikativní, Kompetence sociální a personální, Kompetence občanská, Kompetence k podnikavosti*) taktéž zmiňují kritické myšlení nebo dovednosti s ním spojené, ale spíše ojediněle (často jen v jednom nebo ve dvou bodech na jednu kompetenci).

Mezi ty nejzásadnější patří tyto body:

- (žák) „správně interpretuje přijímaná sdělení a věcně argumentuje“;
- (žák) „je schopen sebereflexe“;
- (žák) „se rozhoduje na základě vlastního úsudku, odolává společenským i mediálním tlakům“;
- (žák) „zaujímá a obhajuje informovaná stanoviska“;
- (žák) „získává a kriticky vyhodnocuje informace o vzdělávacích a pracovních příležitostech, využívá dostupné zdroje a informace při plánování a realizaci aktivit“;
- (žák) „posuzuje a kriticky hodnotí rizika související s rozhodováním v reálných životních situacích a v případě nezbytnosti je připraven tato rizika nést“. [81]

Informace uvedené výše korespondují s tím, co je napsáno v dříve uvedených kapitolách – kritické myšlení se vyznačuje řešením problémů, argumentací a zejména kritickým přístupem k získávání informací. Neméně důležitým prvkem je uplatnění kritického myšlení na sebe sama (sebereflexe, hodnocení vlastních úsudků atp.).

### **Vzdělávací oblast Člověk a příroda**

V návaznosti na zaměření práce, jímž je středoškolská výuka chemie, byla z hlediska zmínek o kritickém myšlení analyzována pouze vzdělávací oblast RVP G *Člověk a příroda*. V úvodní části – charakteristice vzdělávací oblasti – je uvedeno několik požadavků na gymnaziální výuku přírodovědných předmětů, které jsou v souladu s rozvojem kritického myšlení:

- První z požadavků uvádí potřebnost prakticky využitelného přírodovědného vzdělávání, přímo zmiňuje nutnost hledání souvislostí a provázaností, což dává do opozice ke kognitivně méně náročným činnostem: „aby je (žáky) *orientovalo* (přírodovědné vzdělávání) *v první řadě na hledání zákonitých souvislostí mezi*

*poznánymi aspekty přírodních objektů či procesů, a nikoli jen na jejich pouhé zjištění, popis nebo klasifikaci.“ [81]*

- Další z požadavků se týká kladení důrazu na teoretické i empirické metody přírodovědného zkoumání – to je důležité zejména pro bádání, vytváření hypotéz a jejich následné ověřování (např. v rámci BOV): *„Žáci mají mít proto co nejvíce příležitostí postupně si osvojovat vybrané empirické i teoretické metody přírodovědného výzkumu, aktivně je spolu s přírodovědnými poznatky ve výuce využívat, uvědomovat si důležitost obou pro přírodovědné poznání, předně pak pro jeho objektivitu a pravdivost i pro řešení problémů, se kterými se člověk při zkoumání přírody setkává.“ [81]*
- Následující požadavek akcentuje důležitost pravdivosti či objektivitu, což jsou hodnoty dosažitelné právě pomocí metod kritického myšlení, neméně podstatný je důraz na svobodnou diskuzi (v jejímž rámci se odehrává argumentace), která je rovněž prostředkem kritického myšlení: *„Přírodovědný výzkum má i své hodnotové a morální aspekty. Za nejvyšší hodnoty se v něm považují objektivita a pravdivost poznávání. Ty lze ovšem dosahovat jen v prostředí svobodné komunikace mezi lidmi a veřejné a nezávislé kontroly způsobu získávání dat či ověřování hypotéz.“ [81]*
- Podobným způsobem je popsán tento odstavec: *„Gymnaziální přírodovědné vzdělávání musí proto též vytvářet prostředí pro svobodnou diskusi o problémech i pro ověřování objektivitu a pravdivosti získaných nebo předložených přírodovědných informací. Lze toho dosahovat tím, že si žáci osvojují např. pravidla veřejné rozpravy o způsobech získávání dat či ověřování hypotéz, rozvíjejí si schopnost předložit svůj názor, poznatek či metodu k veřejnému kritickému zhodnocení, učí se nevnímat oponenta pouze jako názorového protivníka, ale i jako partnera při společném hledání pravdy.“ [81]*
- Posledním zmíněným je požadavek (či spíše doporučení) využívat přírodovědné předměty ke zkoumání pseudovědeckých informací (ostatně tato metoda jako doporučená pro rozvoj kritického myšlení byla zmíněna v kapitole *Práce s textem*, konkrétně v části o agnotologii): *„K zvýšení zájmu žáků o přírodovědné vzdělání mohou přispívat také objektivní hodnocení různých informací z oblasti pseudovědy a antivědy, neboť ta ve značné míře často využívá právě poznatků a metod přírodních věd.“ [81]*

Z hlediska rozvoje kritického myšlení je dále analyzována kapitola o cílovém zaměření vzdělávací oblasti. Cíle zmíněné níže jsou těmi, jejichž náplň rovněž koresponduje s rozvojem dovedností spojených s kritickým myšlením (jak bylo uvedeno v kapitole *Kritické myšlení – vymezení termínu*):

- (vzdělávání v dané oblasti vede žáka k) „*formulaci přírodovědného problému, hledání odpovědi na něj a případnému zpřesňování či opravě řešení tohoto problému*“;
- (vzdělávání v dané oblasti vede žáka k) „*provádění soustavných a objektivních pozorování, měření a experimentů (především laboratorního rázu) podle vlastního či týmového plánu nebo projektu, k zpracování a interpretaci získaných dat a hledání souvislostí mezi nimi*“;
- (vzdělávání v dané oblasti vede žáka k) „*spolupráci na plánech či projektech přírodovědného poznávání a k poskytování dat či hypotéz získaných během výzkumu přírodních faktů ostatním lidem*“;
- (vzdělávání v dané oblasti vede žáka k) „*předvídání průběhu studovaných přírodních procesů na základě znalosti obecných přírodovědných zákonů a specifických podmínek*“. [81]

Jako v případě klíčových kompetencí se i zde objevují významné průniky s kritickým myšlením, mezi ty nejzřetelnější je důraz na samostatné bádání v rámci výuky přírodních věd, diskuzi nebo kognitivní operace vyšší náročnosti (např. předvídání průběhu experimentu, jeho interpretace, mezioborové vnímání přírodovědných problémů).

## **2.6. Kritické myšlení z pohledu vývojové psychologie**

Vzhledem k didaktickému zaměření práce ve vztahu ke kritickému myšlení se nabízí otázka, kdy nastává u žáků nejvhodnější období pro rozvíjení kritického myšlení. Jak bylo v dřívějších kapitolách popsáno, podstatnými složkami kritického myšlení jsou kognitivní operace vyššího řádu. Aby metody zaměřené na rozvíjení kritického myšlení byly ve výuce nejefektivnější, musí mít žák vývojové předpoklady pro jejich osvojení a zvládnutí. [47]



Mnozí autoři se shodují, že s počátkem dospívání (u dívek v průměru od 11. až 12. roku života, u chlapců mírně později) [82] dochází k zásadním kvalitativním změnám v procesu myšlení – jedná se zejména o:

- rozvoj abstraktního myšlení;
- dokonalejší schopnost argumentace, vnímání logických vztahů;
- využívání kognitivně náročnějších operací (indukce, dedukce, analýza, aj.);
- posílení záměrné pozornosti (dospívající je postupně schopen více uplatňovat svou vůli, aby se soustředil na určitý podnět);
- zvýšení kapacity pracovní paměti;
- rozvoj řečových a komunikačních dovedností;
- vymýšlení hypotéz, návrh jejich testování a ověření, reflexe výsledku testování;
- schopnost komplexněji plánovat, organizovat si práci, vymýšlet strategie k řešení problémů atp. [83–88]

Jedním z prvních, kdo popsal kognitivní vývoj dítěte, byl švýcarský psycholog Jean Piaget, jenž ve svém díle *Psychologie dítěte* [89] nazývá období dospívání jako *stádium formálních operací*. V rámci tohoto stádia dochází v souladu s pozdějšími zjištěními k rozvoji abstraktního myšlení, logiky nebo schopnosti používat kognitivně náročnější mentální operace (oproti předchozímu období, které nazývá *stádium konkrétních operací* a které je vytyčeno zhruba 7. až 11. rokem života, v němž je dítě sice schopno aplikovat základní logiku, ale stále potřebuje konkrétní příklad, není schopno abstrakce či zobecnění). [83] Ačkoliv se na Piagetovu teorii dnes pohlíží jako na překonanou či nedokonalou (kritici jí vytýkají, že nebere ohled na odlišné sociokulturní pozadí dětí, v němž se vyvíjí, případně nedokonalé vědecké postupy při samotné práci), byla jednou z prvních teorií, na niž navazoval další rozvoj vývojové psychologie a díky níž získala pedagogika cenné informace o kognitivní připravenosti žáků v různých obdobích svého vývoje. [83, 90]

Z pohledu neurobiologie jsou tyto kognitivní změny podmíněny biologicky, a to velkou remodelací čelního laloku (dochází ke zmenšení objemu šedé hmoty mozkové a nárůstu bílé hmoty mozkové, což je důsledkem zesílené myelinizace axonů), konkrétně jeho části jménem prefrontální kortex, která je zodpovědná za zmíněné kognitivní operace. [85, 88]

Dospívání však není charakterizováno jen prudkým rozvojem kognitivních schopností, ale také labilními emočními stavy, změnami ve vnímání autorit, zesíleném sebevnímání

a kritičtějším sebehodnocení (podstatněji u dívek než u chlapců) nebo částečnou emancipací od rodiny směrem k vrstevnické skupině, která se stává hlavním referenčním a identifikačním bodem v kontextu sociálního přijetí. [82, 86, 91, 92] Nepopiratelným faktem je také zjištění, že v období dospívání klesá zájem o školu. [93]

Období dospívání se tak stává z hlediska rozvoje kritického myšlení jistým paradoxem – na jedné straně dospívající disponuje poprvé ve svém životě nástroji k jeho rozvoji (abstraktní myšlení, náročnější kognitivní operace atp.), na druhou stranu vzniká bariéra v podobě nízké motivace, odmítání školy nebo sníženého sebevědomí (např. pokud se má žák zapojit do aktivit během výuky a sdílet svůj názor). [82] Vzhledem k tomuto rozporu a potenciálním překážkám je pro učitele o to podstatnější pracovat s třídním klimatem a atmosférou ve výuce a nabídnout tak žákům bezpečné prostředí. Nemálo důležité je pracovat nejen s celou třídou, ale s každým žákem s vědomím, jak intenzivní a citlivé může být období dospívání.

### 3. Praktická část

V rámci praktické části byly vytvořeny tři komplexní učební úlohy, proběhlo jejich ověření ve výuce a vylepšení na základě zpětné vazby žáků. Finální podoba úloh je součástí příloh diplomové práce. Součástí praktické části tvoří i metodika pro učitele, jejímž cílem je poskytnout doporučený postup a usnadnit tak učitelům použití vytvořených úloh rozvíjejících kritické myšlení ve výuce.

Praktická část diplomové práce je rozdělena do tří podkapitol (*Geneticky modifikované plodiny, Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem a Reakční kinetika*), přičemž každá z nich je dále rozčleněna na úvodní charakteristiku (včetně vztahu učební úlohy k RVP G), metodiku a vztah úlohy ke kritickému myšlení.

Metodická část má u všech tuto strukturu:

- **Časová náročnost.** Obsahuje pilotáží ověřený časový rámec učební úlohy.
- **Co si připravit před výukou.** V této části je uvedeno, které vytvořené didaktické materiály je potřeba vytisknout nebo stáhnout (v případě videí), případně jaké další materiální pomůcky je nutné připravit.
- **Cíle učební úlohy.** Tento bod představuje výchovně-vzdělávací cíle učební úlohy.
- **Vstupní znalosti žáků a návrhy na zařazení do výuky.** Vzhledem ke skutečnosti, že kritické myšlení je vázáno na úroveň znalostí o tématu (jak bylo uvedeno v teoretické části), je začleněna i tato část. Návrh na zařazení do výuky navazuje na vstupní znalosti a představuje, v rámci kterých témat může být úloha zařazena. Mimoto je zde uvedeno, kterých očekávaných výstupů v RVP G se učební úloha týká.
- **Možné modifikace úlohy.** Zde je uvedeno, jak je možné úlohu upravit pro různé scénáře ve výuce (např. snížení/zvýšení obtížnosti).
- **Další tipy a doporučení.** Tato část je specifická pro každou z úloh a obsahuje dodatečné tipy nebo doporučení, co by učitel neměl opominout nebo na co by se měl zaměřit, aby byla realizace učební úlohy úspěšná a byly splněny cíle aktivity. Taktéž obsahuje příklady vět, které může učitel použít při představování úlohy, případně při reflexi.

V souvislosti s metodickými doporučeními je vhodné zmínit i hodnocení, které je popsáno souhrnně zde pro všechny učební úlohy. Hodnocení by mělo být v souladu se

Školním vzdělávacím programem (ŠVP) a klasifikačním řádem. Hodnocena může být skupinová práce a vyplnění pracovních listů, ale vzhledem k náročnosti témat a komplexitě učebních úloh je vhodné hodnocení pojmout motivačně a formativně (zaměřit se na zpětnou vazbu, vyzdvihnout pokroky žáka, pojmenovat doporučení pro zlepšení). Učitel může hodnotit faktické informace, více by se měl však zaměřit na kvalitu odpovědí, úsilí a zapojení žáků (např. jak podrobně žák odpovídá, jak se snaží zpracovat úkol, jak se podílí na spolupráci ve skupině) s cílem pomoci žákovi budovat a posilovat dovednosti spojené s kritickým myšlením.

### **3.1. Geneticky modifikované plodiny**

#### **3.1.1. Charakteristika učební úlohy**

Učební úloha *Geneticky modifikované plodiny* je koncipována jako problémová úloha na dvě vyučovací hodiny. Téma geneticky modifikovaných plodin bylo zvoleno, protože jde o téma aktuální, promítající se do běžného života a kontroverzní. Motivem úlohy je zasedání fiktivní *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která má rozhodnout, zda se budou ve fiktivní *Chemické republice* pěstovat geneticky modifikované (dále uváděno pod zkratkou GM) plodiny, nebo ne.

V první části učební úlohy, která slouží jako evokace, mají žáci za úkol během 1–2 minut probat ve dvojicích, co všechno vědí o geneticky modifikovaných organismech, učitel poté vyzve několik dvojic, aby sdílely své informace. Následně zhlédnou dvě videa – první video popisuje GM organismy z faktografického hlediska (jak vznikají GM organismy, jaké metody se pro genetické modifikace používají atp.), jmenuje se *Geneticky modifikované organismy* [94] a pochází ze série vědecko-popularizačních videí s názvem *NEZkreslená věda* [95]. Video bylo sestříháno tak, aby obsahovalo pouze relevantní části a bylo kratší. Druhé video bylo natočeno ve Španělsku v roce 2010 televizí Evropského parlamentu (*EuparlTV*) a nese název *GMO – pro a proti* [96]. V reportáži je stručně představena problematika pěstování GM rostlin v praxi a protichůdné názory na jejich využití v zemědělství, což plní i jeho motivační úlohu – ukázat žákům kontroverznost tématu. Video je dostupné ve španělštině s českými titulky.

Před sledováním videí a během nich žáci vyplňují pracovní list (*Příloha 2*), který je následně s vyučujícím vyhodnocen. Cílem úvodní aktivity je nejen žáky motivovat, ale také aktivizovat, aby měla videa větší efekt na učení žáků (více o metodách začlenění

videa do výuky chemie je uvedeno v bakalářské práci *Efektivní využití nechemických videí ve výuce chemie* [97]). Záměrně jsou volena dvě videa rozdílného charakteru.

Následují dvě skupinové práce, které do jisté míry kopírují schéma tzv. skládkového učení. [56] Součástí skupinových prací je rozdělení žáků do rolí – profesí (agrochemik, odborník na pesticidy, biolog a ekonom). Druhy odborností byly voleny jednak kvůli pohledu na problematiku z úhlů více oborů, jednak aby si žák mohl vybrat, kterému tématu se bude chtít více věnovat (což podporuje individualizaci ve výuce).

Každý žák dostane svůj pracovní list (nazvaný jako *Zápis ze setkání expertní skupiny, Příloha 3–6*) a ve své expertní skupině (skupina pouze agrochemiků, pouze biologů atp.) zpracovávají odborný posudek, na němž se musejí jako skupina dohodnout. Tento pracovní list v úvodu stanovuje hlavní výzkumnou (problémovou) otázku, kterou se bude expertní skupina zabývat. Smysl předem vymyšlené otázky je nabídnout žákům směr, kterým se bude jejich diskuze ubírat, praktickým důvodem je i ušetření času, který by žákům zabrala formulace výzkumné otázky (případně modifikace učební úlohy v tomto ohledu jsou uvedeny v metodice). Žáci mohou používat internet i knižní zdroje.

První částí pracovního listu je evokace – žáci mají napsat, co o tématu již vědí (před studiem dalších podkladů). Na to navazuje úloha zaměřená na kladení otázek, jejichž odpovědi se stanou vodítkem k vyřešení výzkumné otázky. Než začne samotná práce na vyhledávání informací, žáci mají za úkol odpovědět, které zdroje zaměřené na danou problematiku budou používat a proč.

V rámci dalšího cvičení v pracovním listu jsou žákům nabídnuta tematické okruhy, z nichž si jeden musí vybrat, zatímco další si mohou, ale nemusí zvolit. Další dva okruhy vymyslí jako skupina (případně si zvolí z nabídky). Na konci žáci zapíší tři hlavní závěry, na nichž se jako skupina shodli – podstatný je i požadavek na formulaci argumentů, které podporují tato tvrzení (např. s odkazem na informace zjištěné ve zdrojích).

Jakmile skončí první fáze (skupinová práce v expertních skupinách), vytvoří se smíšené (mezioborové) skupiny, v níž bude od každé odbornosti jeden člen. Úkolem smíšené skupiny je vyplnit druhý pracovní list (*Závěrečná zpráva Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství, Příloha 7*) – žáci se musejí shodnout na třech kladech a třech rizicích, která budou uvedena v závěrečné zprávě. Na základě toho vyberou, zda pěstování doporučují, nebo nedoporučují. Následně mají možnost své stanovisko detailněji rozvést, uvést důsledky tohoto rozhodnutí atp.

Poslední částí učební úlohy je prezentace výstupů jednotlivých smíšených skupin před celou třídou, na niž navazuje patrně ještě důležitější část, a sice reflexe celé práce. Učitel spolu s žáky prochází celou učební úlohou a žáci přitom reflektují, jak postupovali, co pro ně bylo náročné.

### 3.1.2. Metodika k učební úloze

**Časová náročnost:** učební úloha je naplánovaná na dvě vyučovací hodiny.

**Co si připravit před výukou:** pracovní list pro práci s videem pro každého žáka (*Příloha 2*), pracovní listy v *Přílohách 3–6* (každý žák bude mít v expertní skupině svůj pracovní list), společný pracovní list v *Příloze 7* v takovém počtu, aby měla každá čtveřice jeden. Stáhnout obě videa a mít možnost je ve třídě žákům přehrát. Řešení úloh (možné odpovědi) je uvedeno v *Přílohách 13–18*.

Žáci budou muset během své práce vyhledávat informace ke svému tématu, proto je vhodné jim buď dovolit používat mobilní telefony, případně jim poskytnout školní tablet, notebook nebo počítač s přístupem k internetu.

#### **Cíle učební úlohy:**

- Žák kriticky posuzuje různé zdroje informací a argumentuje, které a proč jsou vhodné pro získávání informací.
- Žák prezentuje své názory, argumentuje a spolupracuje ve skupině.
- Žák na základě tří konkrétních kladů a záporů zhodnotí pěstování geneticky modifikovaných rostlin.

**Vstupní znalosti žáků a návrhy na zařazení do výuky:** učební úloha je koncipována jako velmi komplexní a propojující nejen znalosti napříč různými oblastmi chemie (organická či anorganická chemie, biochemie), ale také obory (biologie, společenské vědy atp.), proto je vhodné úlohu zařadit do posledního ročníku, kdy je chemie vyučována.

Zároveň je vhodné, aby žáci měli z předchozí výuky znalosti z anorganické chemie (soli a jejich využití, hnojiva a prvky/chemické sloučeniny v nich obsažené), organické chemie (zejména s ohledem na téma pesticidů, tj. vlastnosti organických látek, významné organické pesticidy), biochemie/biologie (nukleové kyseliny, základy molekulární biologie a genetiky). Výhodou jsou i znalosti z biologie (otázky životního prostředí, ekologie, biologie rostlin, genetika atp.) nebo společenských věd (ekonomie, sociologie).

**Vztah úlohy k RVP G:** tematické zaměření úlohy se týká např. tohoto očekávaného výstupu: „(Žák) *charakterizuje významné zástupce prvků a jejich sloučeniny (případně základní skupiny organických sloučenin a jejich významné zástupce), zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí.*“ [81]

Dále témata úlohy spadají do těchto bodů, které jsou zmíněny jako *učivo*:

- *léčiva, pesticidy, barviva a detergenty* (organická chemie);
- *s-prvky a jejich sloučeniny, p-prvky a jejich sloučeniny* (hnojiva; anorganická chemie);
- *nukleové kyseliny* (biochemie). [81]

Vzhledem k interdisciplinárnímu charakteru úlohy může být naplňován i tento očekávaný výstup z biologie: „(Žák) *analyzuje možnosti využití znalostí z oblasti genetiky v běžném životě.*“ [81]

Učební úloha se týká i očekávaného výstupu z geografie: „(Žák) *zhodnotí některá rizika působení přírodních a společenských faktorů na životní prostředí v lokální, regionální a globální úrovni.*“ [81]

Průřezové téma mediální výchova uvádí tento bod: „(Průřezové téma pomůže) *pochopit velkou provázanost faktorů ekologických s faktory ekonomickými a sociálními a být schopen vybrat optimální řešení v reálných situacích.*“ [81]

**Možné modifikace úlohy:** úlohu lze zjednodušit, nebo ztížit tím, jak náročná (ve smyslu samostatnosti práce žáků) bude práce ve skupinkách. Úlohu je možné ztížit tím, že si žáci v expertních skupinkách stanoví vlastní výzkumnou otázku (a dále mohou argumentovat, proč zrovna tato výzkumná otázka jim připadá jako relevantní nebo hodna zájmu). Další ztížení je možné zavést v úloze, kdy se mají žáci zaměřit v expertních skupinkách na 3 vybraná témata svého bádání – lze po žácích požadovat vlastní témata (takto byla úloha formulována ve verzi před pilotáží a pilotáž ukázala, že pro žáky bylo buď náročné vymyslet vlastní témata, nebo byla témata povrchní nebo vágní), případně je možné zvolit náročnější témata, z nichž žáci vybírají. Úlohu je možné zjednodušit tím, že nejen ve výše zmíněných bodech bude část práce pro žáky připravená předem (např. znění výzkumné otázky, témata, jimiž se mají žáci zabývat, případně i doporučené zdroje, z nichž mohou čerpat), případně lze zvolit jednodušší nebo obecnější témata.

Další druh modifikace se týká rolí, které vystupují v úloze – v případě většího počtu žáků ve třídě je možné přidat dalšího člena týmu (např. v humanitněji laděných třídách to může být překladatel, který zpracovává cizojazyčné zdroje a pomáhá ostatním s překlady, případně mediální analytik, který zjišťuje, jak média referují o GM plodinách). V menším počtu žáků se nabízí některé role sloučit (např. agrochemik a odborník na pesticidy do jedné role – chemik).

**Další tipy a doporučení:** vzhledem k charakteru učební úlohy je vhodné, aby žáci měli dostatek zkušeností s prací ve skupině (zvláště pokud neznají koncept skládkového učení). Během své práce budou žáci potřebovat internet a budou na něm vyhledávat informace, z toho důvodu je žádoucí mít předem stanovená pravidla pro tento druh práce a dbát na jejich dodržování.

V návaznosti na teoretickou část je nezbytné připomenout, že rozvíjení kritického myšlení probíhá nejefektivněji, když o něm učitel mluví explicitně s žáky a když aktivity zaměřené na jeho rozvoj důkladně reflektuje. Z tohoto důvodu jsou níže uvedeny možné věty, které lze použít:

- V úvodu: „*V dnešní hodině se kromě chemie budeme zabývat kritickým myšlením. Procvičíte si kritický přístup k různým zdrojům informací a následně i argumentaci na základě toho, co jste zjistili.*“
- Na konci: „*Které zdroje jste pro vaši práci využili a proč? Které faktory byly pro vás rozhodující, zda si zdroj vyberete?*“
- Na konci: „*Jaké pro vás bylo shodnout se na společném stanovisku? Které argumenty vás přesvědčily a které ne?*“

### **3.1.3. Vztah učení úlohy k rozvoji kritického myšlení**

Úloha má potenciál rozvíjet kritické myšlení, neboť naplňuje hned několik zásad, které byly formulovány v teoretické části. Na více místech (úvodní aktivita s videem, evokační otázka v úvodu první skupinové práce) vede žáky k tomu, aby si před získáním dalších informací uvědomili, co už o tématu vědí. Na to navazuje skutečnost, že žáci mají formulovat, co by měli o tématu zjistit – žák si na tomto místě musí uvědomit, které informace o tématu nezná nebo které z nich jsou žádoucí, aby byl schopen na otázku odpovědět. S tím souvisí i práce se zdroji, kdy žák nehledá slepě jakýkoliv zdroj informací, ale předem se musí zamyslet, jaký zdroj zvolí, a argumentuje, proč zrovna tento zdroj považuje za relevantní. Jak naznačuje teoretická část, práce se zdroji či obecně



s informacemi je podstatnou dovedností kritického myšlení, proto je žák krok po kroku veden úkoly v pracovním listě v procesu zjišťování a posuzování informací k danému tématu. Syntetizující částí je poslední úkol v pracovním listě pro expertní skupiny, kdy žáci mají formulovat tři hlavní závěry k tématu – zde je nutné poskládat získané informace do smysluplného závěru a zejména vytvořit si vlastní názor k tématu, který žák podpoří argumenty. V podobném duchu navazuje práce ve smíšené skupině, kde mají žáci prezentovat klady a zápory (z práce jednotlivých expertních skupin) a opět se rozhodnout a své rozhodnutí podložit argumenty. Je tedy patrné, že napříč učební úlohou prostupují prvky podporující kritické myšlení – práce se zdroji, argumentace, evokace, zvažování pozitiv a negativ atp.

Podstatným prvkem učební úlohy je také skutečnost, že žáci pracují v několika skupinách, což je také prvek podporující kritické myšlení – zejména v tom ohledu, že každý jedinec musí aktivně komunikovat se svou skupinou, prezentovat svůj názor, reagovat na názory ostatních a skrze komunikační dovednosti rozvíjet svou argumentaci.

## **3.2. Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem**

### **3.2.1. Charakteristika učební úlohy**

Učební úloha s názvem *Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem* je zaměřena na rozvoj kritického myšlení prostřednictvím aktivit, které se týkají jaderné energetiky, konkrétně otázky nakládání s vyhořelým jaderným palivem (uložení do hlubinných uložišť versus přepracování). Téma úlohy bylo motivováno nejen svým kontroverzním charakterem, ale zejména aktuálností, neboť v současnosti Česká republika jedná o dostavbě jaderných bloků. Učební úloha je naplánována na 1,5 vyučovací hodiny a stěžejní metodou je zde práce s textem, respektive kritické čtení textu. Pro vysvětlení principů SWOT analýzy žákům slouží učitelův prezentace, která je součástí příloh práce.

Učební úloha je rozdělena na 1,5 vyučovací hodiny – v první vyučovací hodině pracují žáci zejména s texty a připravují si podklady na druhou vyučovací hodinu (případně její část), která je zaměřena na diskuzi, argumentaci a reflexi.

První část vyučovací hodiny je pojata jako úvod do tématu a současně jako evokace – žáci mají za úkol ve dvojicích pomocí SWOT analýzy popsat jadernou energetiku, přičemž do jednotlivých polí žáci zapisují ve dvojici pouze ty body, na kterých se shodnou. Sporné body zapisují pod tabulku (tyto body se později mohou stát námětem k diskuzi).

Po vyhodnocení SWOT analýzy na téma jaderné energetiky následuje druhá část vyučovací hodiny, jejímž zastřešujícím tématem je nakládání s vyhořelým jaderným palivem. Přechodem mezi první a druhou aktivitou by měla být explicitně zmíněná skutečnost, že jaderná energetika nabízí mnohá pozitiva, nicméně její hlavní nevýhodou je nutnost nakládání s vyhořelým jaderným palivem. Žáci nadále pracují ve dvojicích a jejich úkolem je zpracovat úlohy v pracovním listu na základě práce se dvěma texty:

- **Text 1** je upravený přepis rozhovoru z pořadu *Studio Leonardo* [98] (vysílaný na stanici Český rozhlas Plus) s názvem *Věda by z jaderné energie mohla udělat obnovitelný zdroj* [99], v němž redaktor rozebírá s jaderným chemikem Petrem Distlerem téma přepracování vyhořelého jaderného paliva a jeho další využití. Toto téma (které je dlouhodobou vědeckou profilací jaderného chemika Petra Distlera) je dáváno do kontextu se zkrácením doby, kdy je vyhořelé jaderné palivo vzhledem ke své radiotoxicitě potenciálně nebezpečné pro životní prostředí, pokud by nebyly dodrženy standardy zacházení a uložení. Přepracování jaderného paliva je zde prezentováno jako perspektivní pro budoucnost jaderné energetiky.

Vzhledem k nedostupnosti textové podoby rozhovoru na webových stránkách Českého rozhlasu byl pro přepis rozhovoru do textové podoby použit nástroj umělé inteligence *Transkriptor* [100].

Výsledný přepis textu byl pro účely učební úlohy redigován tímto způsobem:

- Byly vybrány pouze ty části, které zapadaly tematicky do pojetí úlohy, některé zbylé části byly přeuspořádány nebo spojeny podle tematické podobnosti.
- Z textu byly odstraněny výrazy nebo prvky typické pro mluvený projev, dále byly odstraněny nebo opraveny výrazy vzniklé chybným přepisem zvuku na text.
- Některé formulace nebo věty byly přepsány do podoby, která je pro žáky srozumitelnější (to se nejčastěji týkalo odborných pojmů).
- **Text 2** představuje výběr otázek a odpovědí z rubriky *Časté dotazy* na webových stránkách občanského sdružení *Nechceme úložiště* [101]. Zmíněné občanské sdružení se vymezuje proti stavbě hlubinných úložišť vyhořelého jaderného paliva na území České republiky (respektive požaduje, aby byly obce dokonale seznámeny s riziky uložení a měly právo rozhodovat v této věci). [102]

Oproti výše uvedenému prvnímu textu je zde přepracování vyhořelého jaderného paliva (jakož i téma jaderné energetiky) prezentováno negativně, texty na uvedené webové stránce jsou k tématu skeptické a kritické.

Z rubriky uvedené výše byly vybrány pouze ty otázky a odpovědi, které bezprostředně souvisejí s tématem učební úlohy (otázky týkající se nakládání s vyhořelým jaderným palivem). Obdobně jako v případě prvního textu byly zásahy do původní podoby omezeny na případy vypsane níže, jejichž cílem bylo zvýšit srozumitelnost a čtivost textu pro žáky:

- Text byl upraven z hlediska pravopisu, mluvnice, stylistiky a typografie.
- Byly odstraněny pasáže nerelevantní pro účely učební úlohy.
- Odborné pojmy byly vysvětleny, případně byl doplněn kontext nezbytný pro pochopení.

Jak je patrné z výše uvedených informací, v obou textech je totožné téma prezentováno dvěma stranami, přičemž každá z nich se nachází na opačném pólu pomyslné názorové škály a každá argumentuje odlišným způsobem. Z těchto důvodů byly zvoleny právě tyto texty, neboť žák musí analyzovat argumentaci dvou protichůdných stran, dalším přínosem je atraktivita a aktualita obou textů (týkají se tématu, s nímž je možné prostřednictvím médií přijít do kontaktu).

Úkoly v pracovním listě s názvem *Jak a co se píše o jaderném palivu? (Příloha 9)* byly vytvořeny a sestaveny na základě kapitoly *Práce s textem*, která je součástí teoretické části. Jedná se o práci ve dvojicích, v první části úlohy jsou zařazeny úkoly týkající se původu textu (kdo je autorem myšlenek, proč nejspíše text vznikl, pro koho je pravděpodobně určen atp.), dále žáci mají za úkol oba texty porovnat (zejména v tom ohledu, jak referují o tématu nakládání s jaderným palivem). Závěrem pracovního listu jsou otázky, které vedou žáka k tomu, aby si uvědomil, co nového se dozvěděl, případně co mu dosud není jasné nebo co ho zaujalo (a co zároveň funguje jako pomyslný most pro další žákovo učení). Posledním úkolem v pracovním listu jsou dva modelové argumenty, přičemž úkolem žáků je jakkoliv na ně reagovat – mohou souhlasit i oponovat, ale musejí prokázat svou schopnost argumentace.

Práci s textem je vzhledem k její časové délce a udržení pozornosti žáků vhodné rozdělit na dvě části, mezi které je zařazena cca 5minutová práce s umělou inteligencí (např. *ChatGPT* [103]). Žáci postupně přerušují práci s textem a jejich úkolem je dotazovat

se umělé inteligence na téma textů (nakládání s vyhořelým jaderným palivem) a konzultovat případné nejasnosti., během hodiny se při práci s umělou inteligencí prostřídají.

Pokud žáci nestihli vyplnit všechny úlohy v pracovním listu, jsou jim zadány jako domácí příprava na další vyučovací hodinu. V navazující vyučovací hodině jsou žáci rozděleni do skupin (do trojic nebo čtveřic) a mají za úkol diskutovat o svých odpovědích, případně názorech a argumentech. Po této aktivitě proběhne společná reflexe – učitel napíše na tabuli (nebo promítne) několik nedokončených vět (příklady jsou uvedeny níže v metodice) a žáci ve skupince vymyslí společnou odpověď, kterou následně prezentují.

### **3.2.2. Metodika k učební úloze**

**Časová náročnost:** učební úloha je koncipována na 1,5 vyučovací hodiny. První částí učební úlohy je doporučeno věnovat celou vyučovací hodinu, druhé části cca 15-20 minut z navazující vyučovací hodiny. Navrhované načasování bylo potvrzeno pilotáží.

**Co si připravit před výukou:** pro každou dvojici pracovní list se SWOT analýzou (*Příloha 8*), pro každého žáka pracovní list (*Příloha 9*), pro každou dvojici jedna kopie textu 1 a jedna kopie textu 2 (*Přílohy 10–11*) – pro čtveřici je možné buď vytisknout dvě kopie, nebo jednu kopii, ale texty jednostranně. Prezentaci (součást příloh) s vysvětlením SWOT analýzy. Řešení úloh (možné odpovědi) je uvedeno v *Přílohách 19–20*. Notebook nebo počítač pro komunikaci s umělou inteligencí.

#### **Cíle učební úlohy:**

- Žák uvede pozitivní i negativní stránky jaderné energetiky a nakládání s vyhořelým jaderným palivem.
- Žák analyzuje a porovná dva texty pojednávající o problematice vyhořelého jaderného paliva.
- Žák na základě získaných informací vytváří argument týkající se problematiky jaderné energetiky a nakládání s vyhořelým jaderným palivem.

**Vstupní znalosti žáků a návrhy na zařazení do výuky:** žáci by měli mít znalosti z tématu radioaktivita (jeho základní charakteristika a související pojmy – např. poločas přeměny, ionizující záření, jeho druhy a účinky), aby pro žáky nepředstavoval příliš abstraktní nebo prázdný pojem. Z toho vyplývá i možné zařazení do výuky – a sice

v průběhu nebo na konec tématu radioaktivita v obecné chemii, případně do anorganické chemie (f-prvky, kterých se přepracování vyhořelého jaderného paliva týká).

**Vztah úlohy k RVP G:** tematické zařazení úlohy se týká např. tohoto očekávaného výstupu: „(Žák) využívá znalosti o částicové struktuře látek a chemických vazbách k předvídání některých fyzikálně-chemických vlastností látek a jejich chování v chemických reakcích.“ [81]

Případně tohoto očekávaného výstupu (s ohledem na f-prvky): „(Žák) charakterizuje významné zástupce prvků a jejich sloučeniny, zhodnotí jejich surovinové zdroje, využití v praxi a vliv na životní prostředí.“ [81]

Dále se téma úlohy týká těchto bodů (*učivo*):

- stavba atomu (obecná chemie);
- d-prvky a f-prvky (anorganická chemie). [81]

**Možné modifikace úlohy:** úlohu lze rozšířit začleněním dalších textů, které se týkají dané problematiky (např. názorové příspěvky, odborné analýzy, vědecké práce, popularizační články) – každá dvojice může dostat jiné texty a v rámci společné reflexe je možné porovnávat tyto texty podobným způsobem, který byl představen v této učební úloze. V tomto případě je nezbytné upravit pracovní list, který se odkazuje ke dvěma konkrétním textům.

**Další tipy a doporučení:** vzhledem k charakteru úlohy je vhodné, aby žáci měli předem zkušenost s prací s textem, případně prací ve skupině. V návaznosti na zásady rozvíjení kritického myšlení je vhodné s žáky explicitně probírat, co je cílem úlohy (jednotlivé cíle jsou zapsané i v úvodu pracovního listu), případně rozebírat argumentaci nebo vůbec účel jednotlivých otázek (např. proč je otázka týkající se autora textu nebo pravděpodobného účelu textu důležitá).

Učitel by měl v rámci úvodu a reflexe cíleně upozornit na těsnou souvislost tématu učební úlohy s dostavbou jaderných bloků v České republice, čímž zdůrazní aktuálnost tématu a jeho propojení s běžným životem.

Během učební aktivity je vhodné použít věty jako:

- V úvodu: *„V dnešní hodině si zopakujeme nejen informace o radioaktivitě a jaderné energetice. Také si ukážeme, jak analyzovat tuto problematiku. Budeme trénovat kritické myšlení a argumentaci při čtení dvou textů pro a proti.“*

V rámci reflexe může učitel použít tyto nedokončené věty (může je promítnout a nechat žáky, aby si je dokončili):

- *„Nejvíce nám šlo...“*
- *„Nejtěžší pro nás bylo...“*
- *„Správný argument obsahuje...“*
- *„Argument mě nejvíce přesvědčí, pokud...“*
- *„Ve správné argumentaci bychom se měli vyhnout...“*

### **3.2.3. Vztah učební úlohy k rozvoji kritického myšlení**

Učební úloha má potenciál rozvíjet kritické myšlení, protože obsahuje hned několik prvků, které tomu napomáhají – úvodní SWOT analýza má jednak účel evokační (žáci vzpomínají, co vědí o jaderné energetice), jednak vyžaduje po žácích, aby zapojili vyšší kognitivní operace (zejména porovnávání, hodnocení). Žáci v rámci této aktivity spolupracují ve dvojici a musejí se na každém umístěném bodu shodnout, což podněcuje jejich argumentaci, schopnost přesvědčovat nebo naopak vnímat argumenty spolužáka.

Hlavní částí učební úlohy je však práce s texty, která respektuje zásady pro rozvoj kritického myšlení – žáci pracují ve skupinách a komunikují, argumentují, ale musí i analyzovat další souvislosti. Mezi tyto souvislosti patří zmíněné otázky na hlavní myšlenku textu, cílového čtenáře, účel textu apod. – všechny tyto body patří mezi osvědčené způsoby, jak kriticky číst text a jak rozvíjet kritické myšlení – žákům je tímto krok po kroku představen určitý způsob, jak mohou přistupovat k textům, s nimiž se mohou setkat na internetu.

Součástí pracovního listu jsou i úkoly zaměřené na vyšší kognitivní operace (analýza, porovnávání atp.), kdy žák porovnává oba texty, nachází společné a rozdílné znaky a formuluje, jak o tomtéž tématu (nakládání s jaderným palivem) referují dva různé zdroje.

Nedílnou součástí je reflexe, kdy si žák zvědomí, co nového se dozvěděl a co mu není jasné – tento prvek je součástí rozvoje metakognice, která přispívá k rozvoji kritického myšlení tím, že žák se zamyslí, kam se posunul a kam by mohl dál směřovat, co se probíraného tématu týče.

Poslední část pracovního listu představuje procvičování argumentace – žák v závěru učební úlohy je veden k tomu, aby si utřídil získané informace a aby je prostřednictvím tohoto cvičení uplatnil při tvorbě argumentů.

### **3.3. Reakční kinetika**

#### **3.3.1. Charakteristika učení úlohy**

Učební úloha *Reakční kinetika* se od předchozích představených úloh liší ve dvou základních ohledech – je koncipována jako badatelská laboratorní práce (žáci kromě teoretických úkolů řeší i praktický úkol) a je úvodní motivační aktivitou do tématu. Tato skutečnost není v rozporu s požadavkem již mít vstupní znalosti, neboť navazuje na jeden z očekávaných výstupů chemie z *Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání*: „(Žák) aplikuje poznatky o faktorech ovlivňujících průběh chemických reakcí v praxi.“ [104]

Učební úloha je koncipována jako práce ve dvojici, případně v malých skupinách (3 až 4 žáci). Pracovní list obsahuje několik teoretických úkolů (např. faktory ovlivňující rychlost chemické reakce, ale i náročnější úlohy – ty se týkají práce se dvěma grafy z oblasti reakční kinetiky, žáci mají za úkol napsat, co podle nich grafy znázorňují, případně o kterou závislost se jedná).

Na teoretické úkoly navazují otázky týkající se přípravy experimentování – žáci mají za úkol napsat a zdůvodnit, jakým způsobem budou posuzovat rychlost chemické reakce mezi zředěnou kyselinou chlorovodíkovou a vybraným kovem (v základním zadání úlohy se jedná o zinek a železo), dále mají stanovit hypotézu, kterou budou ověřovat (např. jaký má vliv teplota reakční směsi na rychlost chemické reakce).

Další úlohy se týkají vyhodnocení experimentování, v níž si žáci mají zaznamenávat svá data a popsat možné zdroje nepřesností měření. Závěr úlohy se týká reflexe hypotézy (zda byla, nebo nebyla potvrzena a proč).

Žáci mají k dispozici běžné laboratorní vybavení (uvedeno níže v metodice, případně v zadání úlohy, která je součástí *Přílohy 12*), 10% roztok kyseliny chlorovodíkové

a vzorky kovů (železné hřebíky, železo v prášku, zinkové granule, zinek v prášku) a jejich úkolem je ověřit, jak mohou různé faktory (různé reaktanty, teplota reakční směsi, velikost reakčního povrchu, koncentrace reaktantu) ovlivnit průběh chemické reakce. Žákům však není dopředu řečeno, jak mají postupovat, případně co přesně mají ověřovat – hypotézu a experimentování si stanovují sami v návaznosti na teoretickou část pracovního listu.

### 3.3.2. Metodika k učební úloze

**Časová náročnost:** učební úloha je koncipována na 1,5 vyučovací hodiny. Část první vyučovací hodiny je věnována teoretické přípravě (cca 15–20 minut), celá druhá vyučovací hodina je vyhrazena bádání žáků a následné reflexi.

**Co si připravit před výukou:** pro každého žáka pracovní list (*Příloha 12*), zinek (ve formě prášku a granulí, železo (železné hřebíky), 10% roztok kyseliny chlorovodíkové, rychlovarnou konvici, led (případně studenou vodu), dostatečný počet zkumavek (pro každou dvojici minimálně dva) a stojanů na zkumavky (případně lze použít kádinku), dostatečný počet kádinek (např. na horkou lázeň, pro každou dvojici alespoň dvě), ochranné pomůcky pro žáky (laboratorní plášť, brýle a rukavice).

#### Cíle učební úlohy:

- Žák interpretuje grafy týkající se reakční kinetiky.
- Žák vyjmenuje a experimentálně ověřuje faktory ovlivňující rychlost chemické reakce.
- Žák vytváří hypotézu, plánuje vlastní bádání a reflektuje svou práci.

**Vstupní znalosti žáků a návrhy na zařazení do výuky:** vzhledem k charakteru úlohy nejsou vyžadovány vstupní znalosti chemie na úrovni střední školy, předpokládají se však znalosti z předchozího stupně vzdělávání (průběh chemických reakcí a faktory mající na něj vliv).

Úlohu je vhodné zařadit jako úvodní motivační lekci na téma reakční kinetiky, případně i do pozdější výuky, zde však úloha ztrácí svůj badatelský charakter a stává se spíše úlohou ověřující.

**Vztah úlohy k RVP G:** tematické zařazení úlohy se týká např. tohoto očekávaného výstupu: „(Žák) využívá odbornou terminologii při popisu látek a vysvětlování chemických dějů.“ [81]



Dále se téma úlohy týká tohoto bodu (*učivo*):

- *rychlost chemických reakcí* (obecná chemie);
- *prvky a jejich sloučeniny* (anorganická chemie). [81]

**Možné modifikace úlohy:** kromě zmíněných kovů (zinek, železo) je možné přidat i další vzorky běžně dostupných kovů – v takovém případě je nutná obezřetnost, aby se zaměření úlohy (rychlost chemické reakce) nepřesunulo k jinému tématu (reakce kovů s kyselinami), zároveň je důležité vážit volbu kovů (např. s hořčíkem je reakce bouřlivá a potenciálně nebezpečná pro žáky).

**Další tipy a doporučení:** vzhledem k charakteru úlohy je nezbytné, aby žáci byli předem proškoleni o bezpečnosti práce při laboratorní práci a aby měli odpovídající ochranné pomůcky.

Je vhodné vytvářet spíše menší skupinky žáků (ideálně dvojice, případně trojice), aby měli možnost se co nejvíce zapojit do práce. Úloha po žácích vyžaduje na mnoha místech zdůvodňování, předkládání argumentů a hlavně je pojata tak, že si žáci plánují práci sami. Je proto vhodné, pokud jsou žáci před začleněním úlohy do výuky vedeni k tomu, aby při různých aktivitách zdůvodňovali, vytvářeli hypotézy, učili se argumentaci atp. Důležitějším bodem je však, aby žáci měli za sebou několik (klidně i jednodušších) laboratorních prací, v nichž si budou zkoušet plánovat svou práci nebo navrhovat své experimentování.

Učitel může při představení učební úlohy použít tyto věty (reflexní část může být promítnuta a žáci odpovídají ve skupinách):

- V úvodu: *„V dnešní hodině se budeme věnovat laboratorní práci, vašim hlavním úkolem bude bádát a experimentovat. Vymyslíte vlastní postup práce i vlastní otázky, kterými se budete zabývat. Důležité pro vás bude i argumentovat, použít kritické myšlení.“*
- V rámci reflexe: *„Podle čeho jste se rozhodli, že byla vaše hypotéza potvrzena/vyvrácena?“*  
*„Podle čeho jste usuzovali, jak rychle probíhá rychlost reakce? Proč jste zvolili tento způsob? Jaké další způsoby existují?“*  
*„Kde mohly vzniknout nepřesnosti ve vašem měření? Co jste udělali pro to, aby byly nepřesnosti co nejmenší?“*

### 3.3.3. Vztah učební úlohy k rozvoji kritického myšlení

Prvky podporující rozvoj kritického myšlení jsou zařazen do celého pracovního listu – na začátku jsou explicitně formulovány cíle – žáci se dozvědí, které dovednosti svou prací zdokonalí.

Z teoretických úkolů jsou důležité popisy grafů, respektive jejich interpretace (a zdůvodňování své odpovědi) – žáci nemají pravděpodobně žádné předchozí zkušenosti s grafy ve spojitosti s reakční kinetikou, proto může být pro ně úkol obtížnější. Z obecného hlediska je zde ověřována dovednost žáků číst závislosti v grafech a schopnost je interpretovat v kontextu reakční kinetiky, to vše je dokumentováno žákovým zdůvodněním (proč si to myslí, jak k tomu dospěl – podobné otázky jsou zařazeny i do dalších úkolů a jejich smyslem je nejen trénovat argumentaci žáků, ale také jejich metakognici – žák si zvědomuje svůj proces myšlení a uvažování).

V praktické části učební úlohy žák navrhne, co pro něj bude indikátorem rychlosti chemické reakce, případně zda takových indikátorů může být více. Žákům je prezentována situace, která nemá jednoznačné řešení a u níž se očekává jejich invence, což vyžaduje zapojení kritického myšlení. Nedílnou součástí je i zhodnocení takového způsobu měření (jaké má výhody a nevýhody), žáci jsou vedeni k tomu, aby si uvědomovali i limity svého nápadu.

Na tento úkol navazuje tvorba hypotézy, kterou budou žáci následně ověřovat (či vyvracet) svou prací – je možné po žácích požadovat i zdůvodnění nebo argumentaci (např. pokud chtějí ověřovat, že reakce probíhá rychleji v teplejším reakčním prostředí, proč si to myslí).

Po dokončení experimentování žáci mají napsat, co mohlo způsobit nepřesnosti v jejich měření, a mají také reflektovat svou práci (co a proč by příště udělali jinak) a v závěru pracovního listu i vyhodnotit hypotézu. Rozvoj kritického myšlení je zde dán vedením žáků k základům vědecké práce nebo vědeckého myšlení (uvědomování si limitů přesnosti měření, více způsobů řešení a jejich výhody i nevýhody atp.).

## 4. Pilotáž učebních úloh

Každá z učebních úloh byla ověřena ve výuce chemie na vyšším stupni Gymnázia Altis. Ověření úloh ve výuce provedl vedoucí práce doc. Distler a po skončení učební úlohy zadal žákům dotazník (*Příloha 1*), který byl převzat z bakalářské práce *Efektivní využití nechemických videí ve výuce chemie* [97] a upraven (doplněn dalšími otázkami).

### 4.1. Geneticky modifikované plodiny

První učební úloha s názvem *Geneticky modifikované plodiny* byla ověřena ve výuce 7.A na konci školního roku 2022/2023 (tedy v době, kdy žáci měli poslední rok povinné výuky chemie). Ověření úlohy se zúčastnilo 13 žáků této třídy.

Obtížnost úlohy byla většinou žáků (9 žáků) hodnocena jako *optimální*, menší část (3 žáci) hodnotila úlohu jako *spíše obtížnou*, pouze jeden žák ji vnímal jako *spíše jednoduchou*. Zadáání a srozumitelnost instrukcí byly vnímány většinou žáků (10 žáků) jako *spíše srozumitelné*, dva žáci vybrali možnost *srozumitelné* a jeden žák možnost *spíše nesrozumitelné*. S tvrzením, že učební úloha žáka něco nového naučila, souhlasili všichni (9 žáků vybralo možnost *ano*, zbylí 4 žáci možnost *spíše ano*).

Žáci na úloze nejvíce oceňovali:

- úvodní motivační videa;
- začlenění skupinové práce (někteří oceňovali i střídání skupin) a diskuze;
- pohled na problematiku z více oborů;
- interaktivní formu aktivity.

Naopak žáci negativně vnímali tyto body:

- formulaci poslední otázky ve společném pracovním listě, která vedla k tomu, že odpovědi na první/druhou otázku byly velmi podobné té poslední (tj. duplicitní otázka);
- přílišnou obecnost (jeden žák navrhl uvést okruhy témat, jimiž by se skupiny mohly zabývat, čímž by získaly hlubší a konkrétnější vhled).

Na základě zpětné vazby od žáků byla úloha upravena tak, že u jednotlivých odborností byly nabídnuty okruhy témat, z nichž skupina volí nejméně jeden při svém bádání. Žáci díky tomu mají určitý záchytný bod při volbě témat a pracují s konkrétními tématy.

Druhé vylepšení se týkalo často zmiňované duplicity ve společném pracovním listě (poslední úloha zněla: „*Své stanovisko doplňuje těmito argumenty:*“ – vzhledem ke skutečnosti, že žáci již jednou argumenty uvedli na začátku pracovního listu, zde nepsali nic nového) – poslední zadání bylo upraveno na: „*Další případné komentáře ke svému rozhodnutí uvádí skupina níže*“.

#### **4.2. Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem**

Druhá učební úloha s názvem *Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem* byla ověřena ve výuce 6.A ve druhé polovině školního roku 2023/2024 (žáci měli v této době již probranou obecnou chemii včetně tématu radioaktivity, zároveň na začátku školního roku probírali lanthanoidy a aktinoidy). Ověření úlohy se zúčastnilo 17 žáků.

Obtížnost úlohy byla většinou žáků (9 žáků) hodnocena jako *spíše obtížná*, 2 žáci ji vnímali jako *obtížnou* a zbylých 5 žáků ji označilo jako *optimální*. Srozumitelnost úlohy a dílčích úkolů vnímala převážná část (12 žáků) jako *spíše srozumitelnou* nebo *srozumitelnou* (1 žák), zbylých 5 žáků ji hodnotilo jako *spíše nesrozumitelnou*. Mnozí žáci specifikovali, co bránilo srozumitelnosti – konkrétní body jsou uvedeny níže. S tvrzením, že učební úloha žáka něco nového naučila, souhlasilo 11 žáků (3 žáci vybrali možnost *ano*, 8 žáků možnost *spíše ano*), 6 žáků zvolilo možnost *spíše ne*.

Žáci na úloze nejvíce oceňovali:

- prezentaci dvou různých pohledů na jedno (kontroverzní) téma;
- práci s autentickými texty/materiály.

Naopak žáci negativně vnímali tyto body:

- přílišná délka textů – tento bod byl nejproblematictější a více než polovina (10 žáků) se k němu v dotazníku vyjádřila negativně;
- nejednoznačné nebo matoucí znění některých otázek v pracovním listu;
- velké množství otázek v pracovním listu;
- složitá formulace otázek v pracovním listu.

Na základě zpětné vazby z pilotáže byla učební úloha vylepšena – zásadní úprava se týkala realizace vyučovací hodiny. V původní verzi každý žák pracoval samostatně s oběma texty současně a důsledkem toho byl příliš velký čas strávený nad prací s texty (více než 30 minut), přičemž většina zúčastněných žáků nestihla vyplnit pracovní list

a cítila z úlohy demotivaci a jednodušnost. Dalším neméně významným negativním důsledkem byla absence času na reflexi a evaluaci na konci vyučovací hodiny.

Z tohoto důvodu bylo provedení úlohy upraveno tak, aby práce s texty zabrala méně času, a to změnou ze samostatné práce na práci ve dvojicích, kdy si žáci rozdělí texty, které zpracovávají.

Druhá úprava se týkala množství otázek nebo jejich znění. V aktuální verzi učební úlohy je menší množství otázek (některé otázky byly odstraněny bez náhrady, jiné byly sloučeny), nejednoznačné otázky byly upraveny (např. otázka týkající se autora textu, kdy nebylo jasné, zda je autorem textu míněn autor učební úlohy, v případě rozhovoru redaktor nebo přímo Český rozhlas, či osoba, s níž je veden rozhovor – v této otázce bylo explicitně napsáno, koho se otázka týká).

Vzhledem k pilotáži úlohy, kdy se většina žáků vyjádřila negativně k nedostatku času v důsledku nutnosti pracovat s velkým množstvím textu a vlivem toho nebylo možné kvalitně zpracovat velkou část úloh v pracovním listu, byla provedena druhá pilotáž úlohy ve třídě 7.A (ve druhém pololetí školního roku 2023/2024) s již aktualizovanou podobou učební úlohy. Při druhé pilotáži byla změněna forma práce s texty – původní samostatná práce byla změněna na práci ve dvojicích, aby si žáci mohli četbu a zpracování textů rozdělit, a tak zkrátit čas vynaložený na práci s texty. Tato modifikace má však kromě úspory času i další pozitivní rozměr napomáhající rozvoji kritického myšlení, jímž je práce ve skupině a nutnost předávat informace, konzultovat je a obecně o nich komunikovat s ostatními.

Druhé pilotáže se účastnilo 15 žáků ze třídy 7.A. Obtížnost úlohy vnímali 4 žáci jako *spíše obtížnou*, 10 žáků ji označilo jako *optimální* a 1 žák jako *spíše jednoduchou*. Úloha se jevila jako *srozumitelná* většině žáků (11 žáků) a zbylým 4 žákům jako *spíše srozumitelná*. S tvrzením, zda učební úloha žáka něco nového naučila, souhlasilo 11 žáků, zbylí 4 žáci zvolili možnost *spíše souhlasím*.

Žáci na úloze nejvíce oceňovali:

- texty – jejich volbu, čtivost a srozumitelnost;
- možnost porovnat dva opačné názory a na základě nich si vytvořit vlastní názor;
- úlohy rozvíjející kritické myšlení (žáci se takto vyjádřili, aniž znali původní záměr úloh).

Mezi negativní body patřily:

- příliš dlouhé texty a z toho plynoucí nedostatek času (takto se vyjádřilo 7 žáků);
- velké množství otázek v textu.

Vzhledem k výsledkům druhé pilotáže nebyla učební úloha upravována. Kritickým bodem zůstávala délka textů, nedostatek času a monotónnost (čtení obou textů zabralo žákům v obou pilotážích minimálně 20–30 minut), změny se proto týkaly spíše načasování a rozložení jednotlivých aktivit (výsledkem bylo rozdělení kritického čtení prací s umělou inteligencí, dokončení pracovních listů doma a posun závěrečné diskuze a reflexe do druhé vyučovací hodiny).

### 4.3. Reakční kinetika

Učební úloha s názvem *Reakční kinetika* byla ověřena ve výuce 5.A ve druhé polovině školního roku 2023/2024 (žáci probírali reakční kinetiku na nižším stupni gymnázia). Ověření úlohy se zúčastnilo 19 žáků této třídy.

Zhruba polovina žáků (10 žáků) vnímala úlohu jako *spíše obtížnou*, zbylých 9 žáků ji označilo za *optimální*. Poměrně velkou část žáků vnímajících úlohu jako spíše obtížnou lze vysvětlit např. tím, že tato učební úloha bezprostředně nenavazuje na probranou látku, ale je stavěna jako úvodní seznámení s novým tématem a předpokládá znalosti z předchozí výuky chemie.

Srozumitelnost úlohy a dílčích úkolů označili 2 žáci jako *srozumitelnou*, valná část třídy (14 žáků) za *spíše srozumitelnou* a zbylí 3 žáci za *spíše nesrozumitelnou*.

S tvrzením, že učební úloha žáka něco nového naučila, souhlasilo 15 žáků (5 žáků vybralo možnost *ano*, 10 žáků možnost *spíše ano*), 4 žáci zvolili možnost *spíše ne*. Je vhodné poznamenat, že kromě faktografických znalostí (reakce kyseliny chlorovodíkové s kovy, vliv reakčních podmínek na rychlost reakce atp.) žáci uváděli, že se naučili např. pracovat s časem, popisovat grafy nebo rozdělovat si práci ve skupině.

Žáci na úloze nejvíce oceňovali:

- práci s grafy a úlohy, které vyžadují přemýšlení;
- možnost naplánovat si experimentování;
- práci se ve skupině;
- samotný charakter učební úlohy (laboratorní práce).

Naopak žáci negativně vnímali tyto body:

- nedostatek času na laborování kvůli velkému množství teoretických úloh (tento bod byl zmíněn 9 žáky);
- složité úlohy.

Na základě zpětné vazby z pilotáže, která se téměř výhradně týkala nedostatku času nebo velkého množství úkolů v pracovním listě, bylo upraveno načasování učební úlohy a rozdělení aktivit. Učební úloha byla rozdělena do dvou vyučovacích hodin, přičemž část první vyučovací hodiny je věnována práci na teoretických úkolech, zatímco celá druhá vyučovací hodina slouží k bádání a laboratorní práci.

Část žáků (3 žáci) vnímala negativně příliš složité úkoly. Úkoly v rámci učební úlohy však nebyly upraveny, protože k rozvoji kritického myšlení jsou mírně složité úkoly žádoucí.

## 5. Závěr

Kritické myšlení představuje pravděpodobně nejpodstatnější dovednost současnosti, pokud se jedná nejen o učení či vzdělávání, ale hlavně o život v dynamickém světě plném informací a nutnosti umět se rychle adaptovat na nové podmínky. Pokud je kritické myšlení rozvíjeno již ve školní výuce, žáci získávají nástroj ke zlepšení svého studijního i pracovního úspěchu, a stává se silnou konkurenční výhodou.

V rámci teoretické části diplomové práce byl představen historický vývoj kritického myšlení, možnosti jeho definice s ohledem na různé obory a autory a bylo uvedeno, které dovednosti či postoje jsou vnímány jako určující pro kritické myšlení. To vše s cílem co nejpodrobněji a zároveň nejúčelněji popsat kritické myšlení z hlediska vzdělávání a školní výuky. Na tuto část navazují kapitoly o významu kritického myšlení a o konkrétních zásadách a metodách, na základě kterých může učitel ve výuce posilovat kritické myšlení svých žáků. V další kapitole je přehled testů zaměřených na testování a měření kritického myšlení. Teoretickou část uzavírá kapitola věnována kritickému myšlení v českém prostředí a v českých kurikulárních dokumentech.

Praktickou část tvoří tři komplexní učební úlohy, které mají potenciál rozvíjet kritické myšlení – *Geneticky modifikované plodiny* (úloha založená na problémovém učení a analýze zdrojů informací), *Jaderná energetika a nakládání s vyhořelým jaderným palivem* (úloha zaměřená na kritické čtení textu, argumentaci a práci s umělou inteligencí) a *Reakční kinetika* (badatelsky orientovaná laboratorní práce posílená o prvky interpretování grafů a dat a zdůvodňování). V jejich rámci bylo vytvořeno 10 dílčích didaktických materiálů. V této části jsou také detailně popsány jednotlivé učební úlohy, a to včetně časového průběhu, a metodika pro učitele, jejímž cílem je usnadnit použití úloh ve výuce, na závěr stručná kapitola o vztahu učebních úloh ke kritickému myšlení. Všechny materiály byly ověřeny ve výuce chemie na vyšším stupni gymnázia. Výsledky pilotáže jsou obsaženy v části diplomové práce, která se zabývá pilotáží a její diskuzí. Zde jsou také popsány úpravy a vylepšení, které byly na základě pilotáže provedeny.

Diplomová práce představuje nejen pestrou paletu možností rozvíjení kritického myšlení, ale bere v potaz i nejnovější vzdělávací trendy. Věřím, že práce vyučujícím v obecné rovině přiblíží pojetí kritického myšlení a že vytvořené učební úlohy poslouží jako zdroj inspirace pro výuku a přispějí tím k rozvoji kritického myšlení, kterého bude zvláště v souvislosti s prudkým rozvojem umělé inteligence a množství informací na internetu stále více potřeba.



## 6. Použitá literatura

- [1] NOVOSÁK, Jiří, Veronika FIEDLEROVÁ, Jana NOVOSÁKOVÁ, Petr SUCHOMEL, Dana PRAŽÁKOVÁ a Roman FOLWARCZNY. *Čtenářská gramotnost na základních a středních školách ve školním roce 2022/2023*. 1. vyd. 2023. ISBN 978-80-88492-61-0.
- [2] URIBE-ENCISO, Olga, Diana URIBE-ENCISO a María VARGAS-DAZA. Critical thinking and its importance in education: some reflections. *Rastros Rostros* [online]. 2017, **19**. Dostupné z: doi:10.16925/ra.v19i34.2144
- [3] BAILIN, Sharon. Critical Thinking and Science Education. *Science & Education* [online]. 2002, **11(4)**, 361–375. ISSN 1573-1901. Dostupné z: doi:10.1023/A:1016042608621
- [4] ABRAMI, Philip C., Robert M. BERNARD, Evgueni BOROKHOVSKI, Anne WADE, Michael A. SURKES, Rana TAMIM a Dai ZHANG. Instructional Interventions Affecting Critical Thinking Skills and Dispositions: A Stage 1 Meta-Analysis. *Review of Educational Research* [online]. 2008, **78(4)**, 1102–1134. ISSN 0034-6543. Dostupné z: doi:10.3102/0034654308326084
- [5] SANTOS, Luis Fernando. The Role of Critical Thinking in Science Education. *Journal of Education and Practice* [online]. 2017, **8(20)**. ISSN 2222-288X. Dostupné z: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED575667.pdf>
- [6] DEMIR, Metin, Hasan BACANLI, Sinem TARHAN a Mehmet Ali DOMBAYCI. Quadruple Thinking: Critical Thinking. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. 2011, **12**, INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND EDUCATIONAL PSYCHOLOGY 2010, 545–551. ISSN 1877-0428. Dostupné z: doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.066
- [7] LAI, Emily R. Critical thinking: A literature review. *Pearson's Res Rep*. 2011, (6), 40–41.
- [8] FELIX, Sara. *A Critical Review of Lisa Tsuis Fostering Critical Thinking Through Effective Pedagogy* [online]. B.m.: University of Sussex. 2009 [vid. 2023-02-15]. Dostupné z: [https://www.academia.edu/471108/A\\_Critical\\_Review\\_of\\_Lisa\\_Tsuis\\_Fostering\\_Critical\\_Thinking\\_Through\\_Effective\\_Pedagogy\\_](https://www.academia.edu/471108/A_Critical_Review_of_Lisa_Tsuis_Fostering_Critical_Thinking_Through_Effective_Pedagogy_)
- [9] VIEIRA, Rui, TENREIRO-VIEIRA a e MARTINS. Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education International*. 2011, **22**, 43–54.
- [10] FORAWI, Sufian A. Standard-based science education and critical thinking. *Thinking Skills and Creativity* [online]. 2016, **20**, 52–62. ISSN 1871-1871. Dostupné z: doi:10.1016/j.tsc.2016.02.005
- [11] ERKEK, Gülten a Zekerya BATUR. A Comparative Study on Critical Thinking in Education: From Critical Reading Attainments to Critical Listening Attainments. *International Journal of Education and Literacy Studies*. 2020, **8(1)**, 142–151.

- [12] PAUL, Richard a Linda ELDER. *A Guide For Educators to Critical Thinking Competency Standards*. B.m.: Foundation for Critical Thinking, 2005.
- [13] ENNIS, Robert H. A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In: *Teaching thinking skills: Theory and practice*. New York, NY, US: W H Freeman/Times Books/ Henry Holt & Co, 1987, Series of books in psychology, s. 9–26. ISBN 978-0-7167-1789-8.
- [14] FACIONE, Peter. Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. *Research Findings and Recommendations*. 1989, **315**.
- [15] PLATÓN. *Theaitétos*. Praha: Oikoymenh, 1999. ISBN 978-80-7298-294-3.
- [16] DEWEY, John. *How we think*. Mineola, N.Y: Dover Publications, 1997. ISBN 978-0-486-29895-5.
- [17] THURMAN, Becky A. *Teaching of Critical Thinking Skills in the English Content Area in South Dakota Public High Schools and Colleges*. B.m.: University of South Dakota, 2009. ISBN 978-1-109-27648-0.
- [18] DOUGLAS, Nancy L. Enemies Of Critical Thinking: Lessons From Social Psychology Research. *Reading Psychology* [online]. 2000, **21**(2), 129–144. ISSN 0270-2711, 1521-0685. Dostupné z: doi:10.1080/02702710050084455
- [19] DANCZAK, S. M., C. D. THOMPSON a T. L. OVERTON. ‘What does the term Critical Thinking mean to you?’ A qualitative analysis of chemistry undergraduate, teaching staff and employers’ views of critical thinking. *Chemistry Education Research and Practice* [online]. 2017, **18**(3), 420–434. ISSN 1756-1108. Dostupné z: doi:10.1039/C6RP00249H
- [20] BLOOM, Benjamin S. *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals*. New York: David McKay Company, Inc., 1974. ISBN 978-0-679-30209-4.
- [21] HARRY. Bloom’s Taxonomy: Master Your Learning Objectives. *Growth Engineering* [online]. 15. březen 2022 [vid. 2023-09-27]. Dostupné z: <https://www.growthengineering.co.uk/what-can-blooms-taxonomy-tell-us-about-online-learning/>
- [22] KRATHWOHL, David R. A Revision of Bloom’s Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice* [online]. 2002, **41**(4), 212–218. ISSN 0040-5841, 1543-0421. Dostupné z: doi:10.1207/s15430421tip4104\_2
- [23] BISSELL, Ahrash N. a Paula P. LEMONS. A New Method for Assessing Critical Thinking in the Classroom. *BioScience* [online]. 2006, **56**(1), 66–72. ISSN 0006-3568. Dostupné z: doi:10.1641/0006-3568(2006)056[0066:ANMFAC]2.0.CO;2
- [24] JAYA SAPUTRA, Andi. The Correlation Between Critical Thinking And Writing Achievement Of The Fifth Semester Students Of English Education Study Program Of UIN Raden Fatah Palembang [online]. 2018. Dostupné z: doi:10.5281/zenodo.1293289

- [25] BATI, Kaan a Fitnat KAPTAN. The Effect of Modeling Based Science Education on Critical Thinking. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*. 2015, **10**, 39–58.
- [26] *Defining Critical Thinking* [online]. [vid. 2023-02-15]. Dostupné z: <https://www.criticalthinking.org/pages/defining-critical-thinking/766>
- [27] OLIVERAS, Begoña, Conxita MÁRQUEZ a Neus PUIG. The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes. *International Journal of Science Education - INT J SCI EDUC* [online]. 2011, **35**, 1–21. Dostupné z: doi:10.1080/09500693.2011.586736
- [28] PITHERS, R.T. a Rebecca SODEN. Critical thinking in education: a review. *Educational Research* [online]. 2000, **42**(3), 237–249. ISSN 0013-1881. Dostupné z: doi:10.1080/001318800440579
- [29] SARIGOZ, Okan. Assessment of the High School Students' Critical Thinking Skills. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. 2012, **46**, 4th WORLD CONFERENCE ON EDUCATIONAL SCIENCES (WCES-2012) 02-05 February 2012 Barcelona, Spain, 5315–5319. ISSN 1877-0428. Dostupné z: doi:10.1016/j.sbspro.2012.06.430
- [30] DURAN, Meltem a İlbilge DÖKME. The Effect Of The Inquiry-Based Learning Approach On Student's Critical Thinking Skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* [online]. 2016, **12**(12), 2887–2908. ISSN 1305-8215, 1305-8223. Dostupné z: doi:10.12973/eurasia.2016.02311a
- [31] OSBORNE, Jonathan. New directions in science education. *School Science Review*. 2014, **95**(352), 53–62.
- [32] PEDROSA-DE-JESUS, Helena, Aurora MOREIRA, Betina LOPES a D. WATTS. So much more than just a list: Exploring the nature of critical questioning in undergraduate sciences. *Research in Science & Technological Education* [online]. 2014, **32**. Dostupné z: doi:10.1080/02635143.2014.902811
- [33] MCCOLLISTER, Karen a Micheal F. SAYLER. Lift the Ceiling Increase Rigor with Critical Thinking Skills. *Gifted Child Today* [online]. 2010, **33**(1), 41–47. ISSN 1076-2175. Dostupné z: doi:10.1177/107621751003300110
- [34] AL-MUBAID, Hisham. A New Method for Promoting Critical Thinking in Online Education. *International Journal of Advanced Corporate Learning (iJAC)* [online]. 2014, **7**, 34. Dostupné z: doi:10.3991/ijac.v7i4.4048
- [35] DEMIR, Sibel. Evaluation of Critical Thinking and Reflective Thinking Skills among Science Teacher Candidates. *Journal of Education and Practice*. 2015, **6**(18). ISSN 2222-288X.
- [36] VIEIRA, Rui Marques a Celina TENREIRO-VIEIRA. Fostering Scientific Literacy and Critical Thinking in Elementary Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education* [online]. 2016, **14**(4), 659–680. ISSN 1571-0068. Dostupné z: doi:10.1007/s10763-014-9605-2

- [37] PAUL, Richard a Linda ELDER. Critical Thinking: Intellectual Standards Essential to Reasoning Well Within Every Domain of Human Thought, Part Two. *Journal of Developmental Education*. 2013, **36**(3).
- [38] *P21 Frameworks & Resources | Battelle for Kids* [online]. [vid. 2023-03-06]. Dostupné z: <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>
- [39] FATMAWATI, A., S. ZUBAIDAH, S. MAHANAL, a SUTOPO. Critical Thinking, Creative Thinking, and Learning Achievement: How They are Related. In: *Journal of Physics: Conference Series* [online]. B.m.: IOP Publishing, 2019 [vid. 2023-02-15]. 1417. Dostupné z: doi:10.1088/1742-6596/1417/1/012070
- [40] SNYDER, Lisa Gueldenzoph a Mark J SNYDER. Teaching Critical Thinking and Problem Solving Skills. *The Delta Pi Epsilon Journal*. 2008, **5**(2), 90–99. ISSN 0011-8052.
- [41] KU, Kelly Y. L. Assessing students' critical thinking performance: Urging for measurements using multi-response format. *Thinking Skills and Creativity* [online]. 2009, **4**(1), 70–76. ISSN 1871-1871. Dostupné z: doi:10.1016/j.tsc.2009.02.001
- [42] ULGER, Kani. The Effect Of Project Of Problem-Based Learning On The Creative Thinking And Critical Thinking Disposition Of Students In Visual Arts Education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning* [online]. 2018, **12**(1) [vid. 2023-02-15]. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.7771/1541-5015.1649>
- [43] WATTS, Mike, Zelia JOFILI a Risonilta BEZERRA. A case for critical constructivism and critical thinking in science education. *Research in Science Education* [online]. 1997, **27**(2), 309–322. ISSN 1573-1898. Dostupné z: doi:10.1007/BF02461323
- [44] HOLMES, N. G., C. E. WIEMAN a D. A. BONN. Teaching critical thinking. *Psychological And Cognitive Sciences* [online]. 2015, **112**(36), 11199–11204. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.1505329112>
- [45] HAYES, Kirby D. a Amy A. DEVITT. Classroom Discussions with Student-Led Feedback: a Useful Activity to Enhance Development of Critical Thinking Skills. *Journal of Food Science Education* [online]. 2008, **7**(4), 65–68. ISSN 1541-4329. Dostupné z: doi:10.1111/j.1541-4329.2008.00054.x
- [46] BEDFORD, Daniel. Agnotology as a Teaching Tool: Learning Climate Science by Studying Misinformation. *Journal of Geography* [online]. 2010, **109**(4), 159–165. ISSN 0022-1341. Dostupné z: doi:10.1080/00221341.2010.498121
- [47] MENDELMAN, Lisa. Critical Thinking and Reading. *Journal of Adolescent & Adult Literacy* [online]. 2007, **51**(4), 300–302. ISSN 1936-2706. Dostupné z: doi:10.1598/JAAL.51.4.1
- [48] HMELO-SILVER, Cindy E. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review* [online]. 2004, **16**(3), 235–266. ISSN 1040-726X. Dostupné z: doi:10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3
- [49] SERUNI, R., S. MUNAWAROH, F. KURNIADEWI a M. NURJAYADI. Implementation of e-module flip PDF professional to improve students' critical thinking

skills through problem based learning. *Journal of Physics: Conference Series* [online]. 2020, **1521**(4), 042085. ISSN 1742-6596. Dostupné z: doi:10.1088/1742-6596/1521/4/042085

[50] GRAAFF, Erik a Anette KOLMOS. Characteristics of Problem-Based Learning. *International Journal of Engineering Education*. 2003, **19**(5), 657–662.

[51] ACHARYA, Kamal Prasad. Exploring Critical Thinking For Secondary Level Students In Chemistry: From Insight To Practice. *Journal of Advanced College of Engineering and Management* [online]. 2017, **3**, 31–39. ISSN 2392-4853. Dostupné z: doi:10.3126/jacem.v3i0.18812

[52] WHITSON, Laura, Stacey BRETZ a Marcy TOWNS. Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory. *Journal of college science teaching*. 2008, **37**(7), 52–58. ISSN 0047-231X.

[53] HOFSTEIN, Avi, Oshrit NAVON, Mira KIPNIS a Rachel MAMLOK-NAAMAN. Developing students' ability to ask more and better questions resulting from inquiry-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching* [online]. 2005, **42**(7), 791–806. Dostupné z: doi:10.1002/tea.20072

[54] RAMANDHA, Muhammad Eka Putra, Yayuk ANDAYANI a Saprizal HADISAPUTRA. An analysis of critical thinking skills among students studying chemistry using guided inquiry models. In: *THE 8TH ANNUAL BASIC SCIENCE INTERNATIONAL CONFERENCE: Coverage of Basic Sciences toward the World's Sustainability Challenges* [online]. 2018, s. 080007 [vid. 2023-09-20]. Dostupné z: doi:10.1063/1.5062826

[55] DINUȚĂ, Neculae. The Use of Critical Thinking in Teaching Geometric Concepts in Primary School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. 2015, **180**, 788–794. ISSN 18770428. Dostupné z: doi:10.1016/j.sbspro.2015.02.205

[56] ČAPEK, Robert. *Moderní didaktika*. 7. Praha: Grada Publishing, a.s., 2015. ISBN 978-80-247-3450-7.

[57] DANCZAK, Stephen M., Christopher D. THOMPSON a Tina L. OVERTON. Development and validation of an instrument to measure undergraduate chemistry students' critical thinking skills. *Chemistry Education Research and Practice* [online]. 2020, **21**(1), 62–78. ISSN 1109-4028, 1756-1108. Dostupné z: doi:10.1039/C8RP00130H

[58] HALPERN, D. *HCTA Halpern Critical Thinking Assessment* [online]. 13. srpen 2012 [vid. 2023-09-20]. Dostupné z: doi:10.1037/t10940-000. Institution: American Psychological Association DOI: 10.1037/t10940-000

[59] HCTA Test Manual | PDF | Critical Thinking | Multiple Choice. *Scribd* [online]. [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://www.scribd.com/document/438256706/HCTA-Test-Manual>

[60] *Omyl hazardního hráče* [online]. 2022 [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Omyl\\_hazardn%C3%ADho\\_hr%C3%A1%C4%8De&oldid=21710256](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Omyl_hazardn%C3%ADho_hr%C3%A1%C4%8De&oldid=21710256)

- [61] POSSIN, Kevin. The Halpern Critical Thinking Assessment (HCTA) Test: A Critique. *Inquiry Critical Thinking Across the Disciplines* [online]. 2013, **28**, 4–12. Dostupné z: doi:10.5840/inquiryct201328313
- [62] California Critical Thinking Test. *Insight Assessment* [online]. 22. únor 2022 [vid. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://www.insightassessment.com/product/cctst>
- [63] *Cornell Critical Thinking Tests* [online]. [vid. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://www.criticalthinking.com/cornell-critical-thinking-tests.html>
- [64] ENNIS, R.H. *Cornell Conditional-reasoning Test, Form X* [online]. B.m.: Cornell Critical Thinking Project, 1964. Cornell critical thinking test series. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=szD3HAAACAAJ>
- [65] ENNIS, Robert. *The Ennis-Weir critical thinking essay test: An instrument for teaching and testing* [online]. Pacific Grove, CA 93950: Midwest Publications, 1985 [vid. 2023-09-24]. ISBN 0-89455-290-2. Dostupné z: <https://www.abebooks.com/9780894552908/Ennis-Weir-critical-thinking-essay-test-0894552902/plp>
- [66] *Slaměný panák - Bez faulu* [online]. [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://bezfaulu.net/argumentacni-fauly/utok/slameny-panak/>
- [67] Watson Glaser Test 2023: Free Sample Test & Full Tests. *JobTestPrep* [online]. [vid. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://www.jobtestprep.co.uk/watson-glaser-sample-questions>
- [68] *Watson Glaser Critical Thinking Appraisal | AssessmentDay* [online]. [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://www.assessmentday.co.uk/watson-glaser-critical-thinking.htm>
- [69] DANCZAK, Stephen, T. L. OVERTON a C. D. THOMPSON. Danczak-Overton-Thompson Chemistry Critical Thinking Test. *Royal Society of Chemistry* [online]. 2019 [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://www.rsc.org/suppdata/c8/rp/c8rp00130h/c8rp00130h1.pdf>
- [70] UDDÍN, Mohammed Rashel. The Process of Development and Validation of a Test to Measure the Critical Thinking Skills of Environmental Education among Secondary Level Students of Bangladesh. *International Journal of Educational Research Review* [online]. 2021, **6**(3), 264–274. ISSN 2458-9322. Dostupné z: doi:10.24331/ijere.868185
- [71] LUDWIG, Petr. *Konec prokrastinace*. Praha: Jan Melvil publishing, 2013. ISBN 978-80-87270-51-6.
- [72] Petr Ludwig. *Petr Ludwig* [online]. 29. srpen 2023 [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://www.petr Ludwig.cz>
- [73] *Kritické myšlení – naučte se posuzovat kvalitu informací, názorů a myšlenek* [online]. [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://www.krimys.cz/kriticke-mysleni/>

- [74] LUDWIG, Petr. Kritické myšlení - Jak lépe posuzovat informace a své myšlenky? *YouTube* [online]. podzim 2021 [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=y16p-1k81vo>
- [75] LUDWIG, Petr. Kritické myšlení jako jedna ze základních hodnot. *YouTube* [online]. 11. říjen 2018 [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=8xPC5XSbiVQ>
- [76] LUDWIG, Petr. Kritické myšlení vede k lepšímu rozhodnutí. *Český rozhlas* [online]. 14. září 2018 [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://radiozurnal.rozhlas.cz/petr-ludwig-kriticke-mysleni-vede-k-lepsimu-rozhodnuti-7612477>
- [77] *Úvodní strana - Kritické myšlení, z.s.* [online]. 4. březen 2020 [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://kritickemysleni.cz/>
- [78] *O programu - Kritické myšlení, z.s.* [online]. 4. březen 2020 [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://kritickemysleni.cz/o-programu/>
- [79] *Kritické listy - Kritické myšlení, z.s.* [online]. 24. duben 2020 [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://kritickemysleni.cz/inspirace-pro-ucitele/kriticke-listy/>
- [80] *Naše kurzy - Kritické myšlení, z.s.* [online]. [vid. 2023-09-24]. Dostupné z: <https://kritickemysleni.cz/nase-kurzy/>
- [81] MŠMT ČR. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* [online]. 2021 [vid. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>
- [82] LANGMEIER, Josef a Dana KREJČÍŘOVÁ. *Vývojová psychologie. 2.*, aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 978-80-247-1284-0.
- [83] SANGHVI, Pia. Piaget's theory of cognitive development: a review. *Indian Journal of Mental Health* [online]. 2020, 7(2), 90. ISSN 2394-6652, 2394-4579. Dostupné z: doi:10.30877/IJMH.7.2.2020.90-96
- [84] CHRISTIE, Deborah a Russell VINER. Adolescent development. *BMJ* [online]. 2005, 301–304. ISSN 0959-8138, 1468-5833. Dostupné z: doi:10.1136/bmj.330.7486.301
- [85] FUSTER, Joaquín M. Frontal lobe and cognitive development. *Journal of Neurocytology* [online]. 2002, 31(3/5), 373–385. ISSN 03004864. Dostupné z: doi:10.1023/A:1024190429920
- [86] BLAKEMORE, Sarah-Jayne a Suparna CHOUDHURY. Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry* [online]. 2006, 47(3–4), 296–312. ISSN 0021-9630, 1469-7610. Dostupné z: doi:10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x
- [87] STEINBERG, Laurence. Cognitive and affective development in adolescence. *Trends in Cognitive Sciences* [online]. 2005, 9(2), 69–74. ISSN 13646613. Dostupné z: doi:10.1016/j.tics.2004.12.005

- [88] YURGELUN-TODD, Deborah. Emotional and cognitive changes during adolescence. *Current Opinion in Neurobiology* [online]. 2007, **17**(2), 251–257. ISSN 09594388. Dostupné z: doi:10.1016/j.conb.2007.03.009
- [89] PIAGET, Jean, Bärbel INHELDER a Eva VYSKOČILOVÁ. *Psychologie dítěte*. Vyd. 6., V této edici 1. Praha: Portál, 2014. ISBN 978-80-262-0691-0.
- [90] MATUSOV, Eugene a Renee HAYES. Sociocultural critique of Piaget and Vygotsky. *New Ideas in Psychology - NEW IDEA PSYCHOL* [online]. 2000, **18**, 215–239. Dostupné z: doi:10.1016/S0732-118X(00)00009-X
- [91] BLAKEMORE, Sarah-Jayne, Stephanie BURNETT a Ronald E. DAHL. The role of puberty in the developing adolescent brain. *Human Brain Mapping* [online]. 2010, **31**(6), 926–933. ISSN 1065-9471, 1097-0193. Dostupné z: doi:10.1002/hbm.21052
- [92] ALBERT, Dustin, Jason CHEIN a Laurence STEINBERG. The Teenage Brain: Peer Influences on Adolescent Decision Making. *Current Directions in Psychological Science* [online]. 2013, **22**(2), 114–120. ISSN 0963-7214, 1467-8721. Dostupné z: doi:10.1177/0963721412471347
- [93] WANG, Ming-Te a Jacquelynne S. ECCLES. Adolescent Behavioral, Emotional, and Cognitive Engagement Trajectories in School and Their Differential Relations to Educational Success. *Journal of Research on Adolescence* [online]. 2012, **22**(1), 31–39. ISSN 10508392. Dostupné z: doi:10.1111/j.1532-7795.2011.00753.x
- [94] NEZKRESLENÁ VĚDA. Geneticky modifikované organismy. *YouTube* [online]. 19. září 2018 [vid. 2023-09-27]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=aCm6gXlua48>
- [95] *NEZkreslená věda - Akademie věd České republiky* [online]. [vid. 2023-09-27]. Dostupné z: <https://www.avcr.cz/cs/pro-verejnost/vyukova-videa/>
- [96] Reportáž: GMO - pro a proti. *European Parliament Multimedia Centre* [online]. [vid. 2023-09-27]. Dostupné z: [https://multimedia.europarl.europa.eu/video/reporter-for-and-against-gmos\\_M003-0063](https://multimedia.europarl.europa.eu/video/reporter-for-and-against-gmos_M003-0063)
- [97] HORÁLEK, Vlastimil. *Efektivní využití nechemických videí ve výuce chemie* [online]. Praha, 2022 [vid. 2023-09-27]. bakalářská práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/173764>
- [98] Studio Leonardo. *Plus* [online]. 2. leden 2014 [vid. 2024-02-24]. Dostupné z: <https://plus.rozhlas.cz/studio-leonardo-6483126>
- [99] Věda by z jaderné energie mohla udělat obnovitelný zdroj, věří jaderný chemik Distler. *Plus* [online]. 16. únor 2020 [vid. 2024-02-24]. Dostupné z: <https://plus.rozhlas.cz/veda-z-jaderne-energie-mohla-udelat-obnovitelny-zdroj-veri-jaderny-chemik-8148940>
- [100] Transkriptor: Convert audio or video to text [Transcription]. *Transkriptor!* [online]. [vid. 2024-02-24]. Dostupné z: <https://transkriptor.com/>



- [101] *Časté dotazy | Nechceme úložiště* [online]. [vid. 2024-02-24]. Dostupné z: <https://www.nechcemeuloziste.cz/cs/caste-dotazy/>
- [102] *Výzva: K hlubinnému úložišti ferově | Nechceme úložiště* [online]. [vid. 2024-02-24]. Dostupné z: <https://www.nechcemeuloziste.cz/cs/dokumenty/stanoviska-a-petice/vyzva-k-hlubinnemu-ulozisti-ferove.html>
- [103] *ChatGPT* [online]. [vid. 2024-03-22]. Dostupné z: <https://chat.openai.com>
- [104] MŠMT ČR. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. 2023 [vid. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcovy-vzdelavacici-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>
- [105] Corn yields. *Our World in Data* [online]. [vid. 2024-04-28]. Dostupné z: <https://ourworldindata.org/grapher/maize-yields>
- [106] *Český rozhlas Plus* [online]. 2023 [vid. 2024-03-09]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=%C4%8Cesk%C3%BD\\_rozhlas\\_Plus&oldid=23225811](https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=%C4%8Cesk%C3%BD_rozhlas_Plus&oldid=23225811)
- [107] Cartoon vector stickman open-wheel single-seater racing car driver,... *iStock* [online]. 25. březen 2017 [vid. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.istockphoto.com/cs/vektor/vektor-stickman-karikatura-formule-1-indicar-%C5%99idi%C4%8D-gm657776328-119952495>
- [108] Rate of chemical reaction graph [online]. 1. únor 2021 [vid. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://blog.faradars.org/سینتیک-شیمیایی/>
- [109] Rate of reaction - Rates of reaction - AQA Synergy - GCSE Combined Science Revision - AQA Synergy. *BBC Bitesize* [online]. [vid. 2024-03-09]. Dostupné z: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/guides/zp6xdxs/revision/1>

## 7. Seznam příloh

Příloha 1 – dotazník pro žáky .....	1
Příloha 2 – pracovní list k videím .....	2
Příloha 3 – pracovní list pro skupinu agrochemie .....	3
Příloha 4 – pracovní list pro skupinu pesticidy.....	4
Příloha 5 – pracovní list pro skupinu biologie.....	5
Příloha 6 – pracovní list pro skupinu ekonomie .....	6
Příloha 7 – pracovní list pro smíšenou skupinu.....	7
Příloha 8 – SWOT analýza .....	8
Příloha 9 – pracovní list k práci s texty .....	9
Příloha 10 – text 1 .....	11
Příloha 11 – text 2.....	13
Příloha 12 – pracovní list k laboratorní práci .....	15
Příloha 13 – řešení: pracovní list k videím .....	17
Příloha 14 – řešení: pracovní list pro skupinu agrochemie.....	18
Příloha 15 – řešení: pracovní list pro skupinu pesticidy.....	19
Příloha 16 – řešení: pracovní list pro skupinu biologie .....	20
Příloha 17 – řešení: pracovní list pro skupinu ekonomie.....	21
Příloha 18 – řešení: pracovní list pro smíšenou skupinu .....	22
Příloha 19 – řešení: SWOT analýza.....	23
Příloha 20 – řešení: pracovní list k práci s texty.....	24
Příloha 21 – řešení: pracovní list k laboratorní práci.....	26

### **digitální přílohy**

Příloha 1 – video 1 (sestříhané video ze série <i>NEZkreslená věda</i> )	
Příloha 2 – video 2 (reportáž o pěstování geneticky modifikovaných rostlin)	
Příloha 3 – soubor s českými titulky k videu 2	
Příloha 4 – prezentace o SWOT analýze	

**ZÁVĚREČNÝ DOTAZNÍK**

**1) Učební úloha mi připadala...**

- a. velice obtížná
- b. spíše obtížná
- c. optimální
- d. spíše jednoduchá
- e. příliš jednoduchá

**2) Zadání a instrukce učební úlohy mi připadaly...**

- a. srozumitelné
- b. spíše srozumitelné
- c. spíše nesrozumitelné
- d. nesrozumitelné

**3) S tvrzením *Tato učební úloha mě naučila něco nového...***

- a. souhlasím
- b. spíše souhlasím
- c. spíše nesouhlasím
- d. nesouhlasím

v případě kladné odpovědi prosím specifikujte:

**4) Jaké jsou silné a slabé stránky učební úlohy? Jak by šla vylepšit?**

## Příloha 2 – pracovní list k videím

### Geneticky modifikované plodiny



Dnes uvidíte dvě videa pojednávající o geneticky modifikovaných organismech. Vaším úkolem bude vybrat si počet tvrzení, kterým se dnes chcete věnovat, a před videem i po videu určit, zda jsou nebo nejsou pravdivá. Chybná tvrzení opravte pod tabulku.

**A** – dnes chci spíše klid (**5 tvrzení**), **B** – zlatá střední cesta (**9 tvrzení**), **C** – cítím se na olympiádu (**všechna tvrzení**)

#	tvrzení	před videem	po videu
první video (Nezkreslená věda)			
1	Nositelkou dědičnosti u organismů je RNA, která je složena z genů.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
2	Už první úpravy do dědičné informace byly cílené.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
3	Transgenose je úprava dědičné informace, kdy přenášíme cizorodé geny z jednoho organismu do druhého.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
4	Do rostlinných genů lze vkládat jen geny rostlin, např. není možné do nich vložit geny bakterií.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
5	Nejběžnějším druhem geneticky modifikované rostliny je pšenice.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
6	CRISPR je metoda úpravy dědičné informace, kdy používáme pouze vlastní geny daného organismu, ne cizí geny.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
7	Zlatá a železná rýže jsou druhy geneticky upravené rýže, zlatá obsahuje stopové množství zlata, železná zase železa.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
8	U živočichů lze genetické modifikace využít např. k odolnosti proti některým nemocem.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
9	Bakterie mají natolik jednoduchou genetickou informaci, že ji nelze upravovat.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
druhé video (GMO: pro a proti)			
10	Geneticky modifikovaná kukuřice tvořila více než polovinu pěstované kukuřice ve Španělsku (v době natočení videa v roce 2010).	pravda / nepravda	pravda / nepravda
11	Genetická modifikace může učinit kukuřice odolnější nejen proti škůdcům, ale také proti počasí (např. silný vítr).	pravda / nepravda	pravda / nepravda
12	Díky geneticky modifikované kukuřici mohou zemědělci vypěstovat až o 300 kg více kukuřice na hektar.*	pravda / nepravda	pravda / nepravda
13	Hlavním negativem geneticky modifikované kukuřice je její velmi malá, ale nezanedbatelná toxicita.	pravda / nepravda	pravda / nepravda
14	Běžná kukuřice a geneticky modifikovaná kukuřice se spolu už nemohou křížit.	pravda / nepravda	pravda / nepravda

\*V roce natočení videa činil průměrný výnos kukuřice na hektar ve Španělsku 10,56 tun. [105]

### Příloha 3 – pracovní list pro skupinu agrochemie

#### Zápis ze setkání expertní skupiny číslo ...

Tento zápis je interním dokumentem *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která byla zřízena z iniciativy Úřadu vlády Chemické republiky.

**Odbornost:** agrochemie

**Výzkumná otázka:** *Sníží se spotřeba hnojiv, pokud Chemická republika začne pěstovat geneticky modifikované rostliny?*

**Posudek zpracovali:**

---

#### Podrobný záznam ze setkání

Co o tématu už víme (před studiem dalších podkladů):

Co budeme muset zjistit, abychom odpověděli na výzkumnou otázku?

Které zdroje (a proč) využijeme pro doplnění těchto informací?

Zaměřte se alespoň na **3 různá témata** v rámci vašeho bádání. Minimálně jedno si vyberte z nabídky níže:  
**znečištění a eutrofizace vod**  
**výhody a nevýhody hnojení**  
**druhy hnojiv**

Formulujte **3 hlavní závěry** vaší výzkumné skupiny a podpořte je argumenty:

**Za správnost posudku ručí (podpisy):**

---

## Příloha 4 – pracovní list pro skupinu pesticidy

### Zápis ze setkání expertní skupiny číslo ...

Tento zápis je interním dokumentem *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která byla zřízena z iniciativy Úřadu vlády Chemické republiky.

**Odbornost:** pesticidy

**Výzkumná otázka:** *Sníží se spotřeba pesticidů, pokud Chemická republika začne pěstovat geneticky modifikované rostliny?*

**Posudek zpracovali:**

---

#### Podrobný záznam ze setkání

Co o tématu už víme (před studiem dalších podkladů):

Co budeme muset zjistit, abychom odpověděli na výzkumnou otázku?

Které zdroje (a proč) využijeme pro doplnění těchto informací?

Zaměřte se alespoň na **3 různá témata** v rámci vašeho bádání. Minimálně jedno si vyberte z nabídky níže:  
**výhody a nevýhody používání pesticidů**  
**rezistence vůči pesticidům**  
**druhy pesticidů**

Formulujte **3 hlavní závěry** vaší výzkumné skupiny a podpořte je argumenty:

**Za správnost posudku ručí (podpisy):**

---

## Příloha 5 – pracovní list pro skupinu biologie

### Zápis ze setkání expertní skupiny číslo ...

Tento zápis je interním dokumentem *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která byla zřízena z iniciativy Úřadu vlády Chemické republiky.

**Odbornost:** biologie

**Výzkumná otázka:** *Které geneticky modifikované rostliny bude nejvhodnější pěstovat a proč?*

**Posudek zpracovali:**

---

#### Podrobný záznam ze setkání

Co o tématu už víme (před studiem dalších podkladů):

Co budeme muset zjistit, abychom odpověděli na výzkumnou otázku?

Které zdroje (a proč) využijeme pro doplnění těchto informací?

Zaměřte se alespoň na **3 různá témata** v rámci vašeho bádání. Minimálně jedno si vyberte z nabídky níže:  
**metoda CRISPR**  
**příklady transgenních rostlin v zemědělství**  
**původ genů v transgenních rostlinách**

Formulujte **3 hlavní závěry** vaší výzkumné skupiny a podpořte je argumenty:

**Za správnost posudku ručí (podpisy):**

---

## Příloha 6 – pracovní list pro skupinu ekonomie

### Zápis ze setkání expertní skupiny číslo ...

Tento zápis je interním dokumentem *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která byla zřízena z iniciativy Úřadu vlády Chemické republiky.

**Odbornost:** ekonomie

**Výzkumná otázka:** *Bude finančně výhodné pěstovat geneticky modifikované rostliny?*

**Posudek zpracovali:**

---

#### Podrobný záznam ze setkání

Co o tématu už víme (před studiem dalších podkladů):

Co budeme muset zjistit, abychom odpověděli na výzkumnou otázku?

Které zdroje (a proč) využijeme pro doplnění těchto informací?

Zaměřte se alespoň na **3 různá témata** v rámci vašeho bádání. Minimálně jedno si vyberte z nabídky níže:  
**státy ochotné nakupovat GM plodiny**  
**státy produkující GM plodiny (konkurence na trhu)**  
**chování spotřebitele a (ne)zájem o nákup GM plodin**

Formulujte **3 hlavní závěry** vaší výzkumné skupiny a podpořte je argumenty:

**Za správnost posudku ručí (podpisy):**

---



## **Příloha 7 – pracovní list pro smíšenou skupinu**

### **Závěrečná zpráva Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství**

Mezioborová skupina pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství prostřednictvím této zprávy předkládá závěry, které vyplynuly ze spolupráce níže uvedených odborných pracovišť, zastoupených podepsanými vědkyněmi a vědci.

Jmenovaná skupina považuje za klady pěstování geneticky modifikovaných rostlin tyto informace:

a)

b)

c)

Dále si je vědoma možných rizik, která uvádí níže:

a)

b)

c)

Na základě zjištěných informací proto skupina **DOPORUČUJE** / **NEDOPORUČUJE** pěstovat geneticky modifikované rostliny v Chemické republice.

Další případné komentáře ke svému rozhodnutí uvádí skupina níže:

**Za odbornou skupinu (podpisy):**

\_\_\_\_\_   
 sekce agrochemie

\_\_\_\_\_   
 sekce vývoje pesticidů

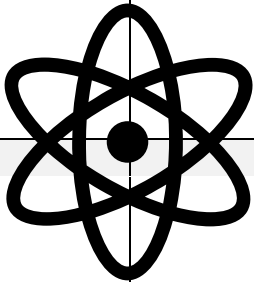
\_\_\_\_\_   
 sekce biologie GMO

\_\_\_\_\_   
 ekonomická sekce

## Příloha 8 – SWOT analýza

### SWOT analýza: jaderná energetika

Vaším úkolem ve dvojici je pomocí SWOT analýzy zhodnotit jadernou energetiku a ke každému bodu v tabulce vymyslet alespoň **2 body**, na kterých se ve dvojici shodnete. Pokud se na některém bodu neshodnete, napište ho pod tabulku.

<b>Strengths: silné stránky</b>	<b>Weaknesses: slabé stránky</b>
	
<b>Opportunities: příležitosti</b>	<b>Threats: hrozby</b>

Na kterých bodech jsme se neshodli?

**Jak a co se píše o jaderném palivu?**



V dnešním světě jsme zaplaveni informacemi z různých zdrojů, a proto se naučíme v této hodině:

- Pečlivě analyzovat zdroj, kde je informace uvedena.
  - V textu hledat argumenty.
  - Na základě dostupných informací formulovat vlastní stanovisko
- 

**O čem, pro koho a od koho je text?**

- 1) Zapište jednu hlavní myšlenku obou textů.

text 1

text 2

- 2) Pro koho je text patrně určen? Svou odpověď zdůvodněte.

text 1

text 2

- 3) Od koho pocházejí myšlenky, které jsou uvedeny v textu? Jaký je vztah této osoby/těchto osob k tématu vyhořelého jaderného paliva? Vyhledejte alespoň jeden další zdroj/práci autora k danému tématu.

text 1 (osoba, s níž je veden rozhovor)

text 2 (autoři obsahu na webu)

- 4) Za jakým účelem nejspíše text/rozhovor vznikl? Svou odpověď podložte alespoň jedním argumentem.

text 1

text 2

**Co se z textu dozvíme?**

- 5) V čem se oba texty shodují, v čem se rozcházejí? Napište alespoň dvě informace ke každé kategorii.

shoda

neshoda

- 6) V obou textech je uveden pojem *přepřacování jaderného paliva*, co tento pojem znamená, jak o něm referují oba texty a kterých chemických prvků se týká?

význam pojmu

text 1

text 2

### Co si myslím o tématu já?

7) Po přečtení a zpracování obou textů je vaším úkolem ohlédnout se za dnešní hodinou a napsat:

Co nového jsem se dozvěděl/a?

Co mi nebylo jasné a o čem bych se potřeboval/a dozvědět více?

8) Níže jsou uvedeny dva názory na téma vyhořelého jaderného paliva, jeden z nich si vyberte a reagujte na něj svými argumenty (můžete souhlasit i nesouhlasit).

**A: Problém vyhořelého jaderného paliva je fakt, že vůbec vzniká. Celá jaderná energetika je ohrožující a měla by se zakázat.**

**B: Pokud už teď byl odpad z jaderných elektráren uložen do podzemí a fungovalo to, funguje to i teď, v čem je problém? Můžeme to tak dělat i dál.**

**Studio Leonardo:** Věda by z jaderné energie mohla udělat obnovitelný zdroj, věří jaderný chemik Distler [106]

**MS** = redaktor Martin Srb, **PD** = Petr Distler

**MS:** Pro vyhořelé palivo z jaderných elektráren plánuje stát bezpečná úložiště, kde se materiál bude v podzemí rozpadat bez rizika ozáření lidí. Vědci ale hledají jiné způsoby, jak jaderný odpad zneškodnit, nebo dokonce využít. Jedním z nich je teď hostem ve studiu jaderný chemik Petr Distler.

Dnes budeme mluvit o vaší vědecké práci, a sice přepracování vyhořelého jaderného paliva. Co to vůbec je za materiál, který zbude z jaderné elektrárny?

**PD:** Jak jste naznačil, často se mu říká vyhořelé jaderné palivo nebo vyhořelý odpad. Ale ve skutečnosti to odpad není. Kdybychom se podívali na složení, na počátku budeme uvažovat, že tam máme pouze uran. A když se po štěpení vytáhne palivo z jaderného reaktoru, stále tam je zhruba 94 % uranu. Vznikne tam určité procento plutonia, štěpné produkty a minoritní aktinoidy. To znamená, že tam je stále mnoho věcí kromě uranu, které můžeme energeticky využít.

**MS:** My tomu ale říkáme jaderný odpad, vy ovšem říkáte, že to není odpad. Čeho byste chtěl dosáhnout s tímto materiálem?

**PD:** Dříve se tedy tomu striktně říkalo vyhořelé jaderné palivo. V současné době se používá pojem spíše ozářené jaderné palivo nebo použité jaderné palivo, aby to více evokovalo, že se nejedná o odpad, ale ještě o surovinu, kterou můžeme dále využít. Pracuje se na tom už dlouhá desetiletí, cílem by bylo znovu využít uran, popřípadě plutonium pro energetické účely.

Další prvky mohou mít také své využití a celé to směřuje vlastně k uzavření palivového cyklu. Pokud bych krátce mohl zmínit základní koncepce, jak s palivem nakládat, tak jednou z nich je takzvaný otevřený palivový cyklus, kdy palivo vyjmete, zhruba 30 let chladíte a pak už by se uložilo do hlubinného úložiště. To znamená, že žádné suroviny by se znovu nevyužily. Druhou koncepcí je pak právě uzavřený palivový cyklus, to znamená přepracování paliva a získání maxima produktů pro další využití a zároveň snížení množství vysoce radioaktivního odpadu, který se bude muset ukládat, protože ukládání bude finančně náročné.

**MS:** Kdybychom hovořili o variantě hlubinného uložení, co se s tím materiálem stane dále? Jaké má vlastnosti? Říkal jste, že je ještě vysoce radioaktivní.

**PD:** Hlubinné ukládání je téma na velký rozhovor, ale aspoň v krátkosti: Koncepce je taková, že palivo nebo vysoce radioaktivní odpad bude uložen v několika bariérách. Je to z toho důvodu, abychom zajistili, že po deseti, sto nebo tisíci letech se k němu nedostane voda, protože voda způsobuje korozi a pak by se mohl radioaktivní materiál dostat do podzemních vod a pak až zase zpátky k člověku a do životního prostředí.

**MS:** A potom by tam ten materiál ležel tisíc až desetitisíce let.

**PD:** Pokud ho nepřeprocujeme, bude trvat zhruba milion let, než radiotoxicita poklesne na původní hodnotu. Ale pokud ho budeme přepracovávat, dokážeme tuto dobu zkrátit na 300 let.

**MS:** Proč vás téma přepracování zaujalo ve vaší vědecké kariéře? Protože to je něco užitečného, co přináší výsledky, co může uklidnit veřejnost od obav?

**PD:** Přepracování ozářeného jaderného paliva mě zaujalo zejména, protože cítím, že mohu přispět k obnovitelnosti jaderné energie nebo k udržitelnosti. A pokud se povedou všechny plány, z jaderné energetiky by se mohl stát obnovitelný zdroj.

**MS:** Když se zastavíme u toho samotného procesu přepracování nebo zpracování vyhořelého paliva, mě tam zaujal pojem transmutace, který používali už alchymisté. Je to změna prvku v jiný prvek?

**PD:** Ano, snažíme se právě prvky, které mají dlouhý poločas přeměny a představovaly by pro životní prostředí dlouhodobou zátěž, pomocí transmutace na urychlovačích změnit na prvky stabilní nebo mající krátký poločas rozpadu.

Proč se nazývá minoritní aktinoidy? Je jich v ozářeném jaderném palivu zhruba jenom 0,1 %, ale produkují hodně tepla, jsou radioaktivní a představují dlouhodobou zátěž. Je však obtížné je separovat, jsou to prvky, které jsou hned vedle sebe v periodické tabulce, mají velmi podobnou velikost, obdobně se chovají, tak je náročné je od sebe oddělit. Je to velmi velká výzva.

Konkrétně ve své práci se zaměřuji na americium, curium a neptunium a tím, jak tyto lanthanoidy separovat a dále přepracovat.

**MS:** Mám ještě jednu obecnou otázku – pokud se rozvine ve výzkumu nebo v praxi přepracování paliva, znamená to, že postupně zajde do pozadí otázka hlubinných úložišť a nebezpečného odpadu? A kam s ním? Myslíte si, že obecně a jaderná energetika bude populárnější, bude přijatelnější?

**PD:** Hlubinné úložiště budeme potřebovat v každém případě, ať už se rozhodneme přepracovat nebo i nepracovat, akorát když budeme přepracovávat, budeme mít méně vysoce radioaktivního odpadu, který tam budeme ukládat.

Druhá část otázky je spíše rovina politická. Je důležité, aby veřejnost věděla, co se děje. A pokud se podíváte, jak jsou vytipované lokality, kde by hlubinné úložiště mohlo být a jak lidé proti tomu silně protestují, tak je třeba opravdu udělat velkou osvětu, aby věděli, co je čeká, jaká jsou rizika a nebylo to jenom „dáme vám sem jaderný odpad a nic víc o tom nevíte“.

Je důležité si uvědomit, že lokalita sama o sobě musí být velmi stabilní, to znamená nějaký masiv, který bude opravdu pevný. Nebudou tam žádné průsaky vody a samotné úložiště bude dejme tomu hloubce třeba 500 a více metrů ještě pod zemí.

**MS:** Uvažujete i o variantě, že se podaří někomu vymyslet, jak zpracovat i ten odpad, který je už takto hluboko uložený?

**PD:** Takový odpad se nechává v meziskladech paliva, protože neříkám, že to nepůjde, ale mělo by to být z důvodu teroristického zneužití uloženo tak, aby se tam člověk jen tak nedostal. To znamená, pokud se jednou uloží do toho hlubinného úložiště, předpokládá se, že už tam zůstane navždy.

**MS:** Děkuji za rozhovor, hostem dnešního Studia Leonardo byl jaderný chemik Petr Distler. Na shledanou.

**PD:** Na shledanou.

*Text převzat a upraven z [99].*

### 1. V čem je problém vyhořelého jaderného paliva?

Vyhořelé palivo z jaderných elektráren patří mezi nejnebezpečnější materiály vůbec. Jeho radioaktivita po vyjmutí z reaktoru je tak vysoká, že člověk, který by se s ním náhodou dostal do kontaktu, obdrží smrtelnou dávku ozáření během několika sekund. Navíc některé umělé, v reaktoru vzniklé radioizotopy, se budou rozpadat po dlouhé stovky tisíc let. Proto je potřeba tento vysoce radioaktivní, ale také toxický odpad dokonale izolovat od všeho živého na sta tisíce let. Takováto perspektiva se zcela vymyká dosavadním lidským zkušenostem. Pro ilustraci: před pouhými 30 000 lety vůbec neexistoval Lamanšský průliv a současnou Varšavu či Berlín pokrývaly jeden až dva kilometry polárního ledovce. Nejstarší písmo je staré cca 7 tisíc let.

### 2. O jak velké množství vyhořelého paliva jde v České republice?

Obě české jaderné elektrárny (Dukovany a Temelín) vytvoří v průběhu svého plánovaného provozu přibližně 4 tisíce tun vyhořelého jaderného paliva. Pokud se však dnes zvažuje prodloužení fungování Dukovan nebo stavba nových reaktorů, může být množství problematického odpadu ještě výrazně vyšší – až 10 tisíc tun. Bezstarostně tak produkujeme vysoce nebezpečný odpad, s nímž se budou potýkat generace našich potomků.

### 3. Jak si s tuzemským vyhořelým palivem chce poradit stát?

Česká vláda i další státy prosazují definitivní pohřbení do zemských hlubin. Žádné podobné zařízení na světě ovšem zatím není v provozu (rok publikování 2016, poznámka autora učební úlohy). Místo pro úložiště musí splňovat řadu kritérií: rozsáhlý masiv horniny neporušené prasklinami a šterbinami, kde je vyloučeno zemětřesení a který zabezpečí odvod tepla. Musí zaručit stabilitu po celou dobu, kdy radioaktivní odpad bude nebezpečný. Musí také vyloučit průniky podzemní vody do úložiště, protože postupná koroze by příliš brzy poškodila kontejnery s odpadem. Ty ale tak jako tak jednou selžou, a pokud by do úložiště proudila voda, mohla by vynést radioaktivní a toxické látky na povrch nebo kontaminovat zdroje pitné vody.

### 4. Můžeme vyhořelé palivo využít jinak?

Jaderný průmysl označuje vyhořelé jaderné palivo za cennou surovinu, ovšem **praktické využití je problematické**. Při **přepřeracování** použitých palivových článků se odděluje uran a plutonium pro jejich opětovné využití jako součástí směsného paliva pro lehkovodní reaktory. Během složité chemické procedury vznikají velké objemy radioaktivních odpadů, často v kapalně podobě. Jejich celková radiační aktivita je sice nižší než u nedotčeného vyhořelého paliva, ale izolace je naopak náročnější. Při přepřeracování dochází k únikům do okolí. V oblastech, kde se nacházejí přepřeracovací závody, byl u místních obyvatel zaznamenán častější výskyt leukémie. Dnešní metody přepřeracování neumí vyhořelé palivo účinně a ekonomicky likvidovat, proto se od něj postupně upouští. Navíc tato technologie v žádném případě neodstraní nutnost vybudovat hlubinné úložiště pro vysoce radioaktivní odpady. A v USA je přepřeracování zakázáno zákonem kvůli možnému zneužití separovaného plutonia.

Často zmiňovanou alternativou hlubinných úložišť vyhořelého paliva je tzv. **transmutace**, tedy cílená přeměna radioaktivních prvků na jiné, méně nebezpečné. Již dnes známou nevýhodou je opět vysoká produkce vedlejších radioaktivních odpadů, takže transmutace problém odpadu pouze omezuje. Náklady i samotné uvedení do komerčního provozu zůstávají velkou neznámou. Paradoxně jde o řešení podstatně dražší než hlubinné úložiště, protože transmutace úložiště nenahrazuje – vyžaduje jej pro zbytkový odpad.

**Reaktory nové, čtvrté generace** budou v provozu nejdříve v polovině století, pokud vůbec. Za hlavní výhodu se považuje vyřešení problému radioaktivních odpadů pomocí uzavřeného palivového cyklu. Nadále však budou vznikat vysoce radioaktivní odpady s nutností uložení po dobu nejméně tisíce let. Studie prestižního Massachusetts Institute of Technology došla k závěru, že palivové náklady pro uzavřený cyklus, při započítání skladování a ukládání odpadu, budou 4,5krát vyšší než v případě otevřeného cyklu s hlubinným úložištěm. Není realistické očekávat, že se podaří vyvinout reaktor, který zároveň vyřeší problémy vysokých nákladů, bezpečného uložení odpadu a rizika vojenského zneužití.

## **5. Jaké dopady může přinést úložiště pro vybraný region?**

Česká republika má husté osídlení. Je proto nezbytné zvážit dopad případného budování úložiště nejen na krajinu a přírodu, ale i na obyvatele. Je jisté, že hlubinné úložiště nezvratně ovlivní život v obcích a širším regionu. Dokonce již ve fázi průzkumů, neboť může odrazovat od bydlení a podnikání v dané oblasti. Protože jde v podstatě o hlubinný důl, přinese pozdější výstavba příliv značného množství specificky vzdělaných pracovníků, což může ohrozit dnešní sociální podobu malých, na zemědělství a rekreaci orientovaných vsí. Bude vybudována rozsáhlá infrastruktura v podobě přístupových cest, vedení vysokého napětí a dalších staveb. Stavba přinese vyšší zatížení dopravou, prašnost i hluk. Velkým rizikem je ztráta podzemních vod v důsledku vrtů a ražby podzemních prostor.

Samotný provoz úložiště bude obyvatele vystavovat riziku nehody při jaderných transportech a nebezpečí úniků radioaktivních látek z horké komory. Už jen z čistě psychologických důvodů může poklesnout důvěra v zemědělskou produkci z této lokality a rekreační hodnota oblasti.

*Text převzat a upraven z [101].*



## Příloha 12 – pracovní list k laboratorní práci

### Reakční kinetika v praxi



Reakční kinetika představuje důležitou oblast chemie, která se zabývá tím, jak probíhají chemické reakce a co je ovlivňuje. Velice důležitým zkoumaným jevem je pak rychlost chemických reakcí. Ostatně vědomosti, jak například chemické reakce urychlit, jsou v chemickém průmyslu žádanou informací. [107]



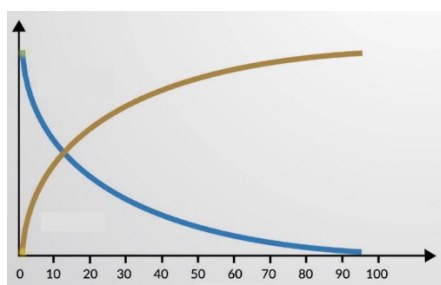
Obrázek 4 Závodník, převzato z [107]

#### Co si dnes procvičím a naučím se:

- Vytvářet hypotézy, pomocí experimentu je ověřovat a brát si z experimentu ponaučení do příští laboratorní práce.
- Naplánovat chemický experiment od počáteční myšlenky až po závěrečné vyhodnocení.

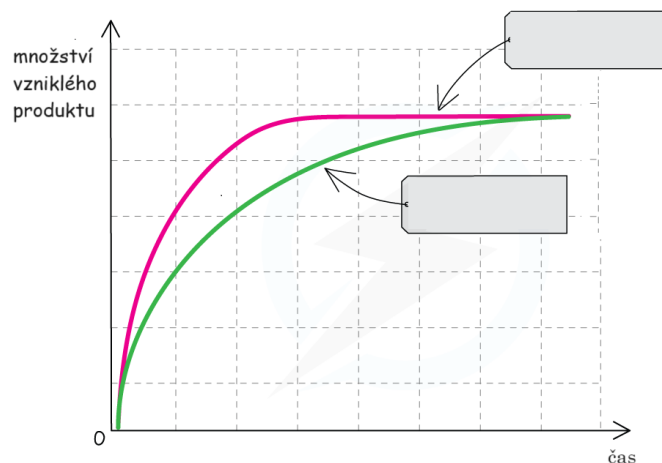
	<b>chemické látky</b>	zinek (Zn) ve formě granulí i prášku, železo (Fe) ve formě hřebíku a prášku, 10% kyselina chlorovodíková (HCl), voda
	<b>dostupné pomůcky</b>	zkumavky, lihový fix, kádinky, voda, rychlovarná konvice, stojan na zkumavky, kapátka

- 1) V dnešní laboratorní práci se budeme zabývat rychlostí chemické reakce a způsoby, jak ji můžeme ovlivňovat. Před samotnou prací se nejprve zamyslíte nad užitečnými informacemi.
  - a) Vymyslete alespoň **4 konkrétní příklady**, jak můžeme ovlivnit rychlost chemické reakce. U každého příkladu zdůvodněte, proč si to myslíte nebo proč by to tak mělo být.
  - b) Zapište chemickou rovnici reakce zinku/železa a kyseliny chlorovodíkové a pojmenujte produkty.
- 2) V reakční kinetice se často používají grafická znázornění změřených závislostí. Prodiskutujte a napište, co by mohl uvedený graf představovat. Poté vymyslete vhodné popisy obou os a znázorněných křivek. [108]



Obrázek 5 Graf související s kinetikou, převzato a upraveno z [108]

- 3) Graf níže zobrazuje rychlost stejné reakce při nižší a vyšší teplotě. Do prázdných políček napište, zda šlo o nižší, nebo vyšší teplotu, a svou volbu zdůvodněte. [109]



Obrázek 6 Graf související s kinetikou, převzato a upraveno z [109]

- 4) Níže popište, jak budete (pouze s pomocí dostupného vybavení) měřit rychlost chemické reakce mezi zinkem a kyselinou chlorovodíkovou. Napište alespoň jednu výhodu a nevýhodu tohoto způsobu měření.

Pokud vás napadá více způsobů, popište je také a rozhodněte, který zvolíte, a svou volbu zdůvodněte.

- 5) Před experimentováním napište **hypotézu/y** – vaším úkolem je ověřit pomocí experimentu, co a jak může mít vliv na rychlost reakce mezi kyselinou chlorovodíkovou a zinkem.

Zapište, co a jak budete ověřovat a jaké očekáváte výsledky.

- 6) Níže přehledně zapište důležité informace nebo data vašeho bádání:

- 7) Než se dostaneme ke konci, musíme se zamyslet – co mohlo ovlivnit naše měření (kvůli čemu mohlo být méně přesné)? Zapište alespoň **2 příklady** a zdůvodni, proč si myslíš, že ovlivnily měření.

- 8) Pokud byste tento pokus někdy opakovali, co a proč byste udělali jinak?

- 9) Níže zapište závěr bádání vaší skupiny (s ohledem na to, jak byla stanovena hypotéza).

## Příloha 13 – řešení: pracovní list k videím

### Geneticky modifikované plodiny

Dnes uvidíte dvě videa pojednávající o geneticky modifikovaných organismech. Vaším úkolem bude vybrat si počet tvrzení, kterým se dnes chcete věnovat, a před videem i po videu určit, zda jsou nebo nejsou pravdivá. Chybná tvrzení opravte pod tabulku.



A – dnes chci spíše klid (5 tvrzení), B – zlatá střední cesta (9 tvrzení), C – cítím se na olympiádu (všechna tvrzení)

#	tvrzení	před videem	po videu
první video (Nezkreslená věda)			
1	Nositelkou dědičnosti u organismů je <b>DNA</b> , která je složena z genů.	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>
2	Už první úpravy do dědičné informace byly <b>náhodné</b> .	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>
3	Transgenose je úprava dědičné informace, kdy přenášíme cizorodé geny z jednoho organismu do druhého.	pravda / nepravda	<b>pravda</b> / nepravda
4	Do rostlinných genů lze vkládat <b>i geny ostatních organismů (např. bakterií)</b> .	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>
5	Nejběžnějším druhem geneticky modifikované rostliny je <b>(BT) kukuřice</b> .	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>
6	CRISPR je metoda úpravy dědičné informace, kdy používáme pouze vlastní geny daného organismu, ne cizí geny.	pravda / nepravda	<b>pravda</b> / nepravda
7	Zlatá a železná rýže jsou druhy geneticky upravené rýže, zlatá obsahuje <b>beta karoten</b> , železná zase železo.	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>
8	U živočichů lze genetické modifikace využít např. k odolnosti proti některým nemocem.	pravda / nepravda	<b>pravda</b> / nepravda
9	Bakterie mají <b>sice</b> jednoduchou genetickou informaci, <b>ale lze ji upravovat</b> .	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>
druhé video (GMO: pro a proti)			
10	Geneticky modifikovaná kukuřice tvořila <b>20 %</b> pěstované kukuřice ve Španělsku (v době natočení videa v roce 2010).	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>
11	Genetická modifikace může učinit kukuřice odolnější nejen proti škůdcům, ale také proti počasí (např. silný vítr).	pravda / nepravda	<b>pravda</b> / nepravda
12	Díky geneticky modifikované kukuřici mohou zemědělci vypěstovat až o <b>3 000 kg</b> více kukuřice na hektar.*	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>
13	Hlavním negativem geneticky modifikované kukuřice je <b>kontaminace pylem</b> .	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>
14	Běžná kukuřice a geneticky modifikovaná kukuřice se spolu <b>mohou křížit</b> .	pravda / nepravda	pravda / <b>nepravda</b>

\*V roce natočení videa činil průměrný výnos kukuřice na hektar ve Španělsku 10,56 tun. [105]

**Příloha 14 – řešení: pracovní list pro skupinu agrochemie**  
**Zápis ze setkání expertní skupiny číslo ...**

Tento zápis je interním dokumentem *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která byla zřízena z iniciativy Úřadu vlády Chemické republiky.

**Odbornost:** agrochemie

**Výzkumná otázka:** *Sníží se spotřeba hnojiv, pokud Chemická republika začne pěstovat geneticky modifikované rostliny?*

**Posudek zpracovali:**

---

**Podrobný záznam ze setkání**

Co o tématu už víme (před studiem dalších podkladů):

Hnojiva mohou způsobit vodní vět, dostat se do podzemních vod. To má pak negativní dopady na životní prostředí.

Rostliny potřebují hlavně dusík, draslík a fosfor.

Ke hnojení se používají často dusičnany, fosforečnany (superfosfát).

Díky hnojení máme větší úrodu a nasýtíme více lidí.

Co budeme muset zjistit, abychom odpověděli na výzkumnou otázku?

Budou geneticky modifikované rostliny efektivněji využívat získané živiny?

Dokážou geneticky modifikované rostliny získávat živiny jinak než normální rostliny?

Mají geneticky modifikované rostliny za stejných podmínek větší úrodu než běžné rostliny?

Které zdroje (a proč) využijeme pro doplnění těchto informací?

Odborné práce, vědecké nebo popularizační články – předpokládáme, že v nich jsou ověřené informace, případně pocházejí od vědců, kteří se tématem zabývají.

Zaměřte se alespoň na **3 různá témata** v rámci vašeho bádání. Minimálně jedno si vyberte z nabídky níže:  
**znečištění a eutrofizace vod**  
**výhody a nevýhody hnojení**  
**druhy hnojiv**

Formulujte **3 hlavní závěry** vaší výzkumné skupiny a podpořte je argumenty:

Přemíra hnojení může mít negativní dopady na životní prostředí a kvalitu vody, proto je nutné zajímat se o geneticky modifikované rostliny, které by mohly snížit spotřebu hnojiv.

Je důležité rozvíjet výzkum geneticky modifikovaných rostlin, které by efektivněji využívaly živiny, protože výroba hnojiv je energeticky, environmentálně i finančně náročná.

Pokud budou takové geneticky modifikované rostliny dostupné i pro chudší státy, které si nemohou dovolit nákup většího množství hnojiv, vyřeší tím problém s nedostatkem potravin.

**Za správnost posudku ručí (podpisy):**

---

## Příloha 15 – řešení: pracovní list pro skupinu pesticidy

### Zápis ze setkání expertní skupiny číslo ...

Tento zápis je interním dokumentem *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která byla zřízena z iniciativy Úřadu vlády Chemické republiky.

**Odbornost:** pesticidy

**Výzkumná otázka:** *Sníží se spotřeba pesticidů, pokud Chemická republika začne pěstovat geneticky modifikované rostliny?*

**Posudek zpracovali:**

#### Podrobný záznam ze setkání

Co o tématu už víme (před studiem dalších podkladů):

Pesticidy jsou chemické látky určeny k hubení škůdců.

Pesticidy se dělí podle toho, na jakou skupinu organismů působí – např. herbicidy (plevel), insekticidy (hmyz) atp.

Pesticidy se mohou dostávat do životního prostředí a narušit potravní vztahy.

Díky pesticidům máme ale větší úrodu a pěstování plodin se více vyplatí.

Je důležité používat šetrnější pesticidy (ne pesticidy jako DDT).

Co budeme muset zjistit, abychom odpověděli na výzkumnou otázku?

Je vůbec možné vytvořit geneticky modifikované rostliny, které budou odolnější vůči škůdcům?

Existují už příklady takových rostlin? Nebo výzkum, který se zabýval otázkou snížení spotřeby pesticidů?

Nebudou takové rostliny rizikové pro životní prostředí?

Které zdroje (a proč) využijeme pro doplnění těchto informací?

Odborné práce, vědecké nebo popularizační články – předpokládáme, že v nich jsou ověřené informace, případně pocházejí od vědců, kteří se tématem zabývají.

Zaměřte se alespoň na **3 různá témata** v rámci vašeho bádání. Minimálně jedno si vyberte z nabídky níže:

**výhody a nevýhody používání pesticidů**

**rezistence vůči pesticidům**

**druhy pesticidů**

Formulujte **3 hlavní závěry** vaší výzkumné skupiny a podpořte je argumenty:

Existuje argument, proč nepovolit výše zmíněné rostliny – mohly by narušit potravní vztahy v životním prostředí, protože i škůdce má svou roli v ekosystému a na něj navazují další potravní vztahy.

Známe však i pozitivní stránku věci – odolné rostliny by snížily spotřebu pesticidů, které mohou mít negativní dopad na životní prostředí.

Odolné rostliny by mohly částečně vyřešit nedostatek potravin v některých zemích.

**Za správnost posudku ručí (podpisy):**

## Příloha 16 – řešení: pracovní list pro skupinu biologie

### Zápis ze setkání expertní skupiny číslo ...

Tento zápis je interním dokumentem *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která byla zřízena z iniciativy Úřadu vlády Chemické republiky.

**Odbornost:** biologie

**Výzkumná otázka:** *Které geneticky modifikované rostliny bude nejvhodnější pěstovat a proč?*

**Posudek zpracovali:**

#### Podrobný záznam ze setkání

Co o tématu už víme (před studiem dalších podkladů):

Genetická modifikace se nejspíš týká úpravou genů v DNA.

DNA je nositelkou dědičnosti, DNA se skládá z nukleotidů a sekvence nukleotidů je gen.

Geny se dědí, geneticky modifikované rostliny by mohly předávat své vlastnosti při rozmnožování.

Rostliny se rozmnožují tím, že je pyl přenesen na bliznu.

Geny se mění i přirozeně, když DNA zmutuje (např. při replikaci).

Co budeme muset zjistit, abychom odpověděli na výzkumnou otázku?

Jaká byla první geneticky modifikovaná rostlina?

Které geneticky modifikované rostliny se nyní ve světě pěstují?

Které tyto rostliny jsou nejlépe prozkoumané?

Jaká jsou rizika pěstování geneticky modifikovaných rostlin? Která je nejbezpečnější?

Které zdroje (a proč) využijeme pro doplnění těchto informací?

Odborné práce, vědecké nebo popularizační články – předpokládáme, že v nich jsou ověřené informace, případně pocházejí od vědců, kteří se tématem zabývají.

Zaměřte se alespoň na **3 různá témata** v rámci vašeho bádání. Minimálně jedno si vyberte z nabídky níže:

**metoda CRISPR**

**příklady transgenních rostlin v zemědělství**

**původ genů v transgenních rostlinách**

Formulujte **3 hlavní závěry** vaší výzkumné skupiny a podpořte je argumenty:

Skupina doporučuje pěstovat ... (žáky vybraná rostlina), protože je nejlépe prozkoumaná/finančně nejvýhodnější/nejdostupnější/...

Skupina doporučuje vyčkat, až bude možné pěstovat geneticky modifikovanou ... (žáky vybraná rostlina), protože oproti dosavadním rostlinám se liší tím, že ...

Je důležité dbát na to, aby se pyl geneticky modifikovaných plodin nedostal do životního prostředí – kříženci s původními rostlinami by mohli narušovat životní prostředí.

**Za správnost posudku ručí (podpisy):**

## Příloha 17 – řešení: pracovní list pro skupinu ekonomie

### Zápis ze setkání expertní skupiny číslo ...

Tento zápis je interním dokumentem *Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství*, která byla zřízena z iniciativy Úřadu vlády Chemické republiky.

**Odbornost:** ekonomie

**Výzkumná otázka:** *Bude finančně výhodné pěstovat geneticky modifikované rostliny?*

**Posudek zpracovali:**

#### Podrobný záznam ze setkání

Co o tématu už víme (před studiem dalších podkladů):

Cena se odvíjí od mnoha faktorů – cena hnojiv, cena spojená se zaléváním, údržbou zemědělské techniky atp.

Některé rostliny (plodiny) je levnější dovážet než pěstovat.

Chemická republika se nachází ve střední Evropě, což vzhledem k sezónnosti omezuje možnost, co a kdy lze pěstovat.

Co budeme muset zjistit, abychom odpověděli na výzkumnou otázku?

Budou lidé ochotni kupovat geneticky modifikované plodiny?

Budou geneticky modifikované plodiny dražší, nebo levnější než původní plodiny?

Do kterých států by Chemická republika mohla vyvážet geneticky modifikované plodiny?

Které zdroje (a proč) využijeme pro doplnění těchto informací?

Odborné práce, vědecké nebo popularizační články – předpokládáme, že v nich jsou ověřené informace, případně pocházejí od vědců, kteří se tématem zabývají.

Zaměřte se alespoň na **3 různá témata** v rámci vašeho bádání. Minimálně jedno si vyberte z nabídky níže:

**státy ochotné nakupovat GM plodiny**

**státy produkující GM plodiny (konkurence na trhu)**

**chování spotřebitele a (ne)zájem o nákup GM plodin**

Formulujte **3 hlavní závěry** vaší výzkumné skupiny a podpořte je argumenty:

Na základě nálad ve společnosti (ne)doporučuje pěstovat geneticky modifikované plodiny, finančně by se jejich pěstování tedy (ne)vyplatilo.

Geneticky modifikované plodiny už pěstují tyto státy: ... a dovážejí je do těchto států: ..., z toho důvodu je konkurence slabá/silná, a tedy se (ne)vyplatí pěstovat a vyvážet geneticky modifikované plodiny.

Pěstování některých geneticky modifikovaných plodin by snížilo spotřebu hnojiv nebo pesticidů, čímž by se ušetřily finanční prostředky.

**Za správnost posudku ručí (podpisy):**

## **Příloha 18 – řešení: pracovní list pro smíšenou skupinu**

### **Závěrečná zpráva Mezioborové skupiny pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství**

Mezioborová skupina pro implementaci geneticky modifikovaných rostlin do zemědělství prostřednictvím této zprávy předkládá závěry, které vyplynuly ze spolupráce níže uvedených odborných pracovišť, zastoupených podepsanými vědkyněmi a vědci.

Jmenovaná skupina považuje za klady pěstování geneticky modifikovaných rostlin tyto informace:

- a) **Možné snížení spotřeby hnojiv a pesticidů a tím šetrnější dopady zemědělství na životní prostředí.**
- b) **Vzhledem k bodu a) klesá nutnost nakupovat hnojiva a pesticidy, což zemědělcům šetří finanční prostředky.**
- c) **Potraviny by důsledkem toho mohly být levnější pro běžného spotřebitele.**

Dále si je vědoma možných rizik, která uvádí níže:

- a) **Geneticky modifikované rostliny by mohly narušit potravní vztahy v životním prostředí (např. tím, že některé druhy hmyzu, které vnímáme jako škůdce, nebudou mít dostatek potravy).**
- b) **Pokud by Chemická republika nedokázala zajistit export geneticky modifikovaných plodin, nemusel by se tento projekt finančně vyplatit.**
- c) **Geneticky modifikované plodiny by se mohly šířit do životního prostředí a negativně ho ovlivnit tím, že vytlačí původní druhy.**

Na základě zjištěných informací proto skupina **DOPORUČUJE / NEDOPORUČUJE** pěstovat geneticky modifikované rostliny v Chemické republice.

Další případné komentáře ke svému rozhodnutí uvádí skupina níže:

**Za odbornou skupinu (podpisy):**

\_\_\_\_\_   
 sekce agrochemie

\_\_\_\_\_   
 sekce vývoje pesticidů

\_\_\_\_\_   
 sekce biologie GMO

\_\_\_\_\_   
 ekonomická sekce

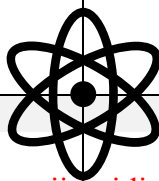


## Příloha 19 – řešení: SWOT analýza

### SWOT analýza: jaderná energetika – možné odpovědi

Vášim úkolem ve dvojici je pomocí SWOT analýzy zhodnotit jadernou energetiku a ke každému bodu v tabulce vymyslet alespoň **2 body**, na kterých se ve dvojici shodnete. Pokud se na některém bodu neshodnete, napište ho pod tabulku.

<b>Strengths:</b> silné stránky	<b>Weaknesses:</b> slabé stránky
<p>vysoká efektivita produkované energie</p> <p>nevzniká obrovské množství CO<sub>2</sub> (např. jako v případě tepelných elektráren)</p> <p>při správném provozu jsou dopady na životní prostředí minimální</p>	<p>nutno získávat palivo (těžba)</p> <p>v současné situaci neobnovitelný zdroj</p> <p>produkuje jaderný odpad, nutnost vyřešit jeho uskladnění</p>
<b>Opportunities:</b> příležitosti	<b>Threats:</b> hrozby
<p>celospolečenská snaha získávat energii ekologičtěji než doposud</p> <p>opouštění tepelných elektráren a hledání nových zdrojů energie</p> <p>edukace společnosti o jaderné energetice</p>	<p>citlivý cíl (např. během války nebo v případě terorismu)</p> <p>názory ve společnosti (které jsou proti jaderné energetice)</p> <p>zákony omezující jadernou energetiku</p> <p>politická situace v sousedních zemích</p>



Na kterých bodech jsme se neshodli?



V dnešním světě jsme zaplaveni informacemi z různých zdrojů, a proto se naučíme v této hodině:

- Pečlivě analyzovat zdroj, kde je informace uvedena.
- V textu hledat argumenty.
- Na základě dostupných informací formulovat vlastní stanovisko

**O čem, pro koho a od koho je text?**

1) Zapište jednu hlavní myšlenku obou textů.

text 1

přepřerování vyhořelého paliva  
jaderného paliva

text 2

rizika uložení vyhořelého

2) Pro koho je text patrně určen? Svou odpověď zdůvodněte.

text 1

Pro posluchače Českého rozhlasu, tedy pro širší (laickou) veřejnost. Případně pro zájemce o vědu.

text 2

Pro odpůrce jaderné energetiky, pro lidi dotčené výstavbou hlubinných úložišť jaderného odpadu.

3) Od koho pocházejí myšlenky, které jsou uvedeny v textu? Jaký je vztah této osoby/těchto osob k tématu vyhořelého jaderného paliva? Vyhledejte alespoň jeden další zdroj/práci autora k danému tématu.

text 1 (osoba, s níž je veden rozhovor)

Docent Petr Distler, působí na Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské ČVUT, jeho výzkum se zabývá přepřerováním vyhořelého jaderného paliva.

text 2 (autoři obsahu na webu)

U daného textu není uveden autor. Na webu jsou uvedeny tyto osoby – Martin Schenk (mluvčí občanského sdružení Nechceme úložiště Kraví hora), Edvard Sequens (energetický konzultant).

4) Za jakým účelem nejspíše text/rozhovor vznikl? Svou odpověď podložte alespoň jedním argumentem.

text 1

Popularizace vědeckých poznatků, informování o nových poznacích v jaderné energetice, osvěta společnosti. Dotazovaný pan docent se na několika místech v textu snaží propagovat myšlenku přepřerování jaderného paliva a zmiňuje nutnost osvěty.

text 2

Zamezení výstavby hlubinného jaderného úložiště, případně prezentovat negativní stanovisko vůči jaderné energetice obecně. Autor (autoři) textu uvádí výhradně negativa, píše o jaderné energetice kriticky, neuvádí pozitiva.

## Co se z textu dozvíme?

5) V čem se oba texty shodují, v čem se rozcházejí? Napište alespoň dvě informace ke každé kategorii.

shoda

neshoda

Oba texty zmiňují přepracování jaderného paliva.

Oba texty uvádějí uložení vyhořelého jaderného paliva jako potenciální problém.

Text 2 je skeptický k přepracování vyhořelého jaderného paliva, text 1 ho prezentuje jako perspektivní myšlenku.

Text 1 zmiňuje zejména pozitiva, text 2 výhradně negativa spojená s jadernou energetikou.

6) V obou textech je uveden pojem *přepracování jaderného paliva*, co tento pojem znamená, jak o něm referují oba texty a kterých chemických prvků se týká?

význam pojmu: Taková úprava vyhořelého jaderného paliva, která vede k jeho možnému znovuvyužití a zároveň snižuje dobu jeho radiotoxicity.

text 1

text 2

Důležitý prostředek k tomu, jak učinit jadernou energetiku šetrnější k životnímu prostředí, jak ji zefektivnit.

Nebezpečná, neefektivní a finančně nevýhodná procedura.

## Co si myslím o tématu já?

7) Po přečtení a zpracování obou textů je vaším úkolem ohlédnout se za dnešní hodinou a napsat:

Co nového jsem se dozvěděl/a? *Přepracování jaderného paliva by mohlo vyřešit problém s uložením vyhořelého jaderného paliva do hlubinných úložišť.*

Co mi nebylo jasné a o čem bych se potřeboval/a dozvědět více? *Jak se situace změnila od doby, kdy byly oba texty publikovány?*

8) Níže jsou uvedeny dva názory na téma vyhořelého jaderného paliva, jeden z nich si vyberte a reagujte na něj svými argumenty (můžete souhlasit i nesouhlasit).

**A: Problém vyhořelého jaderného paliva je fakt, že vůbec vzniká. Celá jaderná energetika je ohrožující a měla by se zakázat.**

Nakládání s vyhořelým palivem je jistě problematické, to však není důvodem k celému zakázání jaderné energetiky, která má své výhody i nevýhody. Hlavní výhodou je vysoká efektivita a nízká uhlíková stopa, a proto bychom se měli spíše zabývat tím, jak tuto oblast energetiky více zabezpečit.

**B: Pokud už teď byl odpad z jaderných elektráren uložen do podzemí a fungovalo to, funguje to i teď, v čem je problém? Můžeme to tak dělat i dál.**

Pokud něco fungovalo doposud, není to argument pro to, aby se tak pokračovalo. Vždy je co zlepšovat a zrovna v případě uložení vyhořelého paliva je důležité věnovat pozornost přepracování, které může zkrátit dobu, po kterou je vyhořelé palivo nebezpečné pro své okolí.

## Příloha 21 – řešení: pracovní list k laboratorní práci

### Reakční kinetika v praxi



Reakční kinetika představuje důležitou oblast chemie, která se zabývá tím, jak probíhají chemické reakce a co je ovlivňuje. Velice důležitým zkoumaným jevem je pak rychlost chemických reakcí. Ostatně vědomosti, jak například chemické reakce urychlit, jsou v chemickém průmyslu žádanou informací.



Obrázek 7 Závodník, převzato z [107]

#### Co si dnes procvičením/naučím se:

- Vytvářet hypotézy, pomocí experimentu je ověřovat a brát si z experimentu ponaučení do příští laboratorní práce.
- Naplánovat chemický experiment od počáteční myšlenky až po závěrečné vyhodnocení.

	<b>chemické látky</b>	zinek (Zn) ve formě granulí i prášku, železo (Fe) ve formě hřebíku a prášku, 10% kyselina chlorovodíková (HCl), voda
	<b>dostupné pomůcky</b>	zkumavky, lihový fix, kádinky, voda, rychlovarná konvice, stojan na zkumavky, kapátka

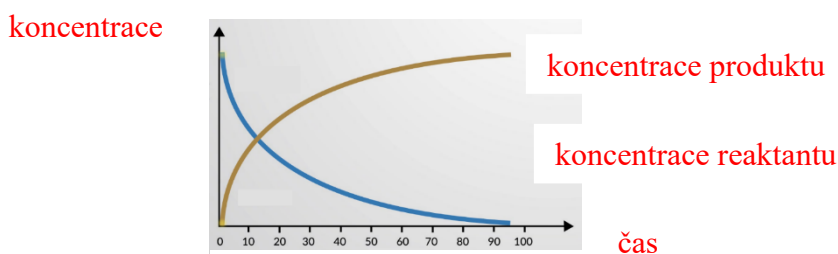
- 1) V dnešní laboratorní práci se budeme zabývat rychlostí chemické reakce a způsoby, jak ji můžeme ovlivňovat. Před samotnou prací se nejprve zamyslete nad užitečnými informacemi.
  - a) Vymyslete alespoň **4 konkrétní příklady**, jak můžeme ovlivnit rychlost chemické reakce. U každého příkladu zdůvodněte, proč si to myslíte nebo proč by to tak mělo být.

**Reaktanty** – různé chemické látky se liší svou reaktivitou, **teplota** – dodává látkám energii a ty se mohou rychleji pohybovat, mají dost energie na to, aby proběhla chemická reakce, **koncentrace reaktantů** – čím více je částic v roztoku, tím pravděpodobněji se potkají a proběhne chemická reakce, **velikost povrchu** – čím větší je povrch, tím je i větší plocha, kde může probíhat chemická reakce.

- b) Zapište chemickou rovnici reakce zinku/železa a kyseliny chlorovodíkové a pojmenujte produkty.

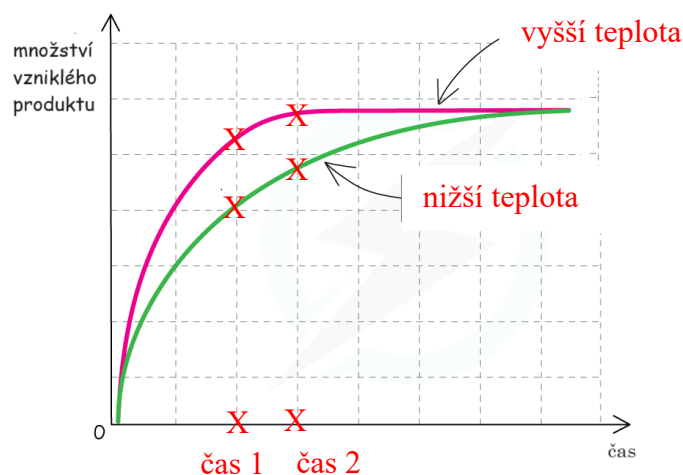


- 2) V reakční kinetice se často používají grafická znázornění změřených závislostí. Prodiskutujte a napište, co by mohl uvedený graf představovat. Poté vymyslete vhodné popisy obou os a znázorněných křivek



Obrázek 8 Graf související s kinetikou, převzato a upraveno z [108]

- 3) Graf níže zobrazuje rychlost stejné reakce při nižší a vyšší teplotě. Do prázdných políček napište, zda šlo o nižší, nebo vyšší teplotu, a svou volbu zdůvodněte.



Obrázek 9 Graf související s kinetikou, převzato a upraveno z [109]

Červená křivka znázorňuje reakci při vyšší teplotě, protože ve vybraných vyznačených bodech vzniklo za stejný čas větší množství produktu. Zároveň víme, že při větší teplotě probíhá reakce rychleji.

- 4) Níže popište, jak budete (pouze s pomocí dostupného vybavení) měřit rychlost chemické reakce mezi zinkem a kyselinou chlorovodíkovou. Napište alespoň jednu výhodu a nevýhodu tohoto způsobu měření.

Pokud vás napadá více způsobů, popište je také a rozhodněte, který zvolíte, a svou volbu zdůvodněte.

Měření rychlosti podle toho, jak intenzivně se budou uvolňovat bublinky vodíku. Výhoda: je to jednoduché, nevýhoda: může se stát, že ve dvou případech, které budeme porovnávat, nerozeznáme drobné rozdíly.

- 5) Před experimentováním napište **hypotézu/y** – vaším úkolem je ověřit pomocí experimentu, co a jak může mít vliv na rychlost reakce mezi kyselinou chlorovodíkovou a zinkem (nebo železem).

Zapište, co a jak budete ověřovat a jaké očekáváte výsledky. **Ověříme, že práškový zinek reaguje rychleji než zinek v granulích – má větší povrch.**

- 6) Níže přehledně zapište důležité informace nebo data vašeho bádání: **S práškovým zinkem proběhla reakce velmi intenzivně, z granule se uvolňovaly bublinky také rychle, ale ne tolik jako v případě prášku.**
- 7) Než se dostaneme ke konci, musíme se zamyslet – co mohlo ovlivnit naše měření (kvůli čemu mohlo být méně přesné)? Zapište alespoň **2 příklady** a zdůvodni, proč si myslíš, že ovlivnily měření. **Nedali jsme do zkumavek stejné množství zinku (což mění i koncentraci zinku ve zkumavce a tím i rychlost reakce), část zinkového prášku ulpěla na stěnách zkumavky, tudíž ho mohlo být méně.**
- 8) Pokud byste tento pokus někdy opakovali, co a proč byste udělali jinak? **Experiment bychom vyzkoušeli vícekrát, abychom věděli, zda to tak opravdu funguje. Navázili bychom si stejné množství zinku a hodili ho do zkumavek ve stejný okamžik, aby byly podmínky co nejvíce stejné.**
- 9) Níže zapište závěr bádání vaší skupiny (s ohledem na to, jak byla stanovena hypotéza).

**Reakce s práškovým zinkem probíhala skutečně rychleji, protože zinek v prášku má relativně větší povrch než zinek v granulích.**