

Víceznačné termíny ve středoškolských přírodovědných předmětech

Language ambiguity in high school science terminology

 Jana Poupová^{1,*}

¹ Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova, Viničná 7, Praha 2; jana.poupova@natur.cuni.cz

Článek pojednává o víceznačných termínech ve středoškolském přírodovědném učivu. Existence homonymních a polysémních termínů působí obtíže v mezioborové komunikaci, ve škole může být zdrojem žákovských miskonceptů. Článek předkládá soupis jednoslovných víceznačných termínů tak, jak je uvádějí přehledové středoškolské učebnice chemie, biologie a fyziky. Jejich výčet není vzhledem k úzce vymezeným kritériím dlouhý, přesto dokládá rozmanitost víceznačných termínů, a to jak z hlediska jejich původu, tak dotčeného tématu (mezioborová i vnitrooborová víceznačnost). Ačkoli má řada těchto termínů pro středoškolského žáka pouze okrajový význam a jejich záměna je nepravděpodobná, vypovídají o rozšířenosti víceznačnosti v přírodovědné terminologii. Článek proto nabízí doporučení, jak by měl učitel k víceznačné terminologii přistupovat.

Klíčová slova:
víceznačnost (termínů),
homonymie, polysémie,
přírodovědná
terminologie,
miskoncepce.

Zasláno 9/2023
Revidováno 5/2024
Přijato 6/2024

The article deals with language ambiguity that appears in high school science terminology. Ambiguous terminology (homonyms and polysemic terms) creates difficulties in interdisciplinary communication, at school it can be a source of students' misconceptions. The article presents a list of one-word ambiguous terms as they are presented in selected high school textbooks (biology, chemistry and physics). The list is (due to strictly defined criteria) not very long, nonetheless, it demonstrates the diversity of ambiguous terms, both in terms of their origin and the topic concerned (cross-discipline and intra-discipline ambiguity). Although many of these terms are marginal for high school students and their confusion is unlikely, the list gives evidence of multivalent ubiquity in scientific terminology. The article therefore offers recommendations on how the teacher should approach ambiguous terminology.

Key words:
language ambiguity
(multivalent terms),
homonymy, polysemia,
scientific terminology,
misconception.

Received 9/2023
Revised 5/2024
Accepted 6/2024

1 Úvod

Abychom porozuměli vědě, je zapotřebí rozumět jazyku, který věda používá (Osborne, 2002). I výuka přírodních věd by proto měla věnovat pozornost jazyku, kterým přírodovědci hovoří. Tento jazyk se liší od každodenní mluvy (přírozeného jazyka) mj. tím, že užívá přesně definované pojmy a termíny. Každému pojmu by měl příslušet jeden termín. Existence stejně znějících slov s různým významem či naopak vzájemně zaměnitelných slovních ekvivalentů je ve vědě považována za nežádoucí (Grinev-Griniewicz, 2016).

Situaci ale komplikuje historický vývoj jazyka vědy. Některé termíny byly do vědy přejaty z běžné řeči, čímž došlo k posměnění významu těchto slov. Jiné termíny se uchovaly jako dědictví již opuštěných teorií a z dnešního pohledu jsou zavádějící. U některých termínů nepanuje ani ve vědecké komunitě shoda ohledně jejich přesného významu. Taková slova pak snadno v lidech vyvolávají mylné asociace (Milěj, 2017).

Učit se nová slova není samo o sobě smysluplným cílem přírodovědných předmětů, nicméně nová slovní zásoba je s novými vědomostmi úzce spjata (Cervetti et al., 2015). V případě středoškolského přírodovědného učiva je osvojovaná slovní zásoba značně obsáhlá a dlouhodobě bývá pokládána za možnou příčinu nevalné obliby přírodovědných předmětů (Wandersee, 1988).

Nepřírozenost jazyka vědy a terminologie odvozená především z klasických jazyků způsobují, že v sobě studium přírodních věd nese osvojení „cizího“ jazyka (Bujalkova & Dzuganova, 2015). Oprávněnost přirovnat jazyk vědy k cizímu jazyku nápadně vyvstane při pohledu do učebnic. Počet termínů uvedených v některých učebnicích se blíží, či dokonce přesahuje doporučené limity pro slovní zásobu ve výuce cizích jazyků (Groves, 2016).

Náročnost výuky nespočívá pouze ve velkém množství nových slov, nýbrž i v současném osvojování pojmů (představ), které jsou těmito slovy popisovány. Snadno pak nastane situace, kdy učitel žákově porozumění přecení nebo ho nechtěně zmate ve snaze nahradit striktní vědecké termíny každodenními obraty (Chrzanowski et al., 2018). Uvážíme-li, že přírozený jazyk slouží nejen k dorozumění, ale také jako nástroj myšlení, je zřejmé, že nedůsledné vyjadřování může být významným zdrojem miskonceptů.

Mezi slova, kterým se žáci obtížněji učí, patří slova víceznačná, tj. slova s několika významy (Ryan, 1985b; Cervetti et al. 2015). Jazyk vědy, v němž každému pojmu odpovídá právě jedno označení, je totiž

ideálem, nikoli realitou. Podle mínění některých autorů je to právě „věčný boj za odstranění mnohoznačnosti, který je jedním ze základních rysů lidského poznávání“. (Grinev-Griniewicz, 2016, s. 28).

Cílem tohoto článku je předložit soupis víceznačných termínů, které se objevují ve středoškolském přírodovědném učivu, a ukázat, zda může být víceznačnost terminologie problémem i v českém školním prostředí.

2 Základní pojmy (termín, víceznačnost, homonymie, polysémie)

Jednoslovný či víceslovný výraz, který vystihuje určitý vědecký pojem (představu s přesně vymezeným obsahem), označujeme jako termín (Schwarz, 2002; Bidnenko, 2014). Termín coby slovní označení pojmu (Milér, 2022) by měl být ustálený, přesný a jednoznačný. Ve skutečnosti je ale jen málo termínů absolutně jednoznačných. Mnoho termínů splňuje výše uvedené požadavky pouze v rámci určitého terminologického systému, jinde mají odlišný význam neboli jsou víceznačné (Čechová et al., 2011).

Na první pohled může být zářezující, jak je tento nežádoucí jev v terminologii častý. Důvodem je prostá skutečnost, že termíny nejsou oddělené od běžné komunikace a nejsou uchráněny před procesy, které v jazyce probíhají. Zatímco u některých běžných slov teprve dochází k ustalování jejich terminologického významu, jiné termíny jsou přenášeny z vědeckého oboru do obecné mluvy, kde se stávají významově vágními (Bidnenko, 2014; Čechová et al., 2011).¹ V neposlední řadě dochází i k přenosu termínů z jednoho oboru do druhého, a to s odlišným významem od původního. Tento jev je častý u mezioborových věd jako biochemie, biofyzika či geochemie (Bidnenko, 2014).²

Víceznačnost může mít podobu homonymie nebo polysémie (Hladká, 2017a). Jako homonyma (slova souzvučná) se označují „výrazy se stejnou formou, ale různým významem“ (Čechová et al., 2011, s. 60). Homonyma mohou být různého původu, když například dojde ke změně hlásek v základu slova či adaptaci přejatého slova a původně různá slova začnou stejně znít. Známe ale i homonyma stejného původu.³

Polysémií slova souvisí s „obohacováním významové stránky slova při zachování jeho totožnosti“ (Peciar, 1980, s. 86). Z jejich základního významu, který je obvykle nejběžnější, se odvozují druhotné významy, a to nejčastěji přenášením významu⁴, jeho rozšiřováním či zužováním (Peciar, 1980; Grinev-Griniewicz, 2016).⁵

Vytratí-li se u polysémií slova souvislost se základním významem, vznikají z nich homonyma. Hranice mezi polysémií a homonymií tedy není jednoznačná (Čechová et al., 2011), přičemž pro jejich rozlišení je zásadní kombinace formálního a věcného hlediska (společný či odlišný původ, vzdálenost významů v současném jazyce) (Schwarz, 2002). Lidé obecný rozdíl mezi homonymií a polysémií reflektují, a to i v cizím jazyce (Ratnawati & Sulastri, 2019), a odlišně je zpracovávají (Klepousniotou, 2002).

Pro úplnost dodejme, že samotné slovo homonymum je víceznačný termín, který má vedle výše uvedeného lingvistického významu i specifický význam v biologii. Jako homonyma se v biologii označují identické platné názvy nepříbuzných taxonů, pro něž neexistuje žádné alternativní pojmenování a které spadají pod rámeček téhož názvoslovného systému (Sánchez-González, 2020). V případě, že každý z identických názvů spadá pod jiný názvoslovný systém (buď rostlin a hub, nebo živočichů, nebo prokaryot, nebo virů), hovoří se o hemihomymech (Sánchez-González, 2020).⁶

3 Víceznačnost v přírodních vědách

Nedorozumění a obtíže spojené s nejednoznačností termínů nemají v literatuře ustálené označení. Někdy se hovoří o tzv. skrytém žargonu, jindy o multivalentních termínech, lexikální nejednoznačnosti apod.

¹K velkému obohacování běžné slovní zásoby o mezinárodní termíny z přírodních věd, medicíny a technických oborů došlo v češtině v 60. letech 20. století. Příkladem mohou být slova *parametr*, *impuls* či *stimul* (Sochová, 1965).

²Popsané procesy se v jazykovědě označují jako terminologizace (ustálení významu termínu), determinologizace (přenos termínu do obecné mluvy) a transterminologizace (přenos termínu z jednoho oboru do druhého) (Čechová et al., 2011).

³Pro úplnost dodejme, že dle míry shody se odlišují homonyma úplná a částečná (která se odlišují např. ne-životností), pravá (která se shodují zvukově i graficky) a nepravá. Nepravá homonyma se dále dělí na homofona, která stejně znějí, ale liší se zápisem, a homografa, která se stejně píšou, ale jinak vyslovují (Hladká, 2017b).

⁴Přenášení významu se děje buď na základě vnější podobnosti (metaforicky), či na základě jiné souvislosti (metonymicky).

⁵Jazykovědci rozlišují podle charakteru vývoje radiální či řetězovou polysémii. Speciálním případem polysémie je kombinace protikladných významů v jednom slově (tzv. enantiosémie). Dále existuje polysémie mezijazyková (kdy má stejné slovo v různých jazycích různý význam) a u starých slov, která v historii postupně nabyvala různých významů, polysémie diachronní (Grinev-Griniewicz, 2016). Historické proměňování termínů v přírodní historii 19. století dokládá na slově *typ* Witteveen (2016).

⁶Tato biologická homonyma se dají odlišit odkazem na autora a rok popisu, také z kontextu je zřejmé, o který z organismů se jedná. Příkladem homonyma je shodný název dvou druhů korýšů *Cancer strigosus* (Linnaeus, 1761, a Herbst, 1799). Středoškolaři, z jejichž potenciálních znalostí vycházíme, mohou znát rodová hemihomonyma *sasanka* (žahavec či pryskyřníkovitá rostlina) či *máčka* (žralok či miríkovitá rostlina). Homonyma a hemihomonyma jsou výjimky z obecné platné zásady homonymie, zákazu zavádět stejná jména pro různé taxony.

(Liu et al., 2022). Tento článek se drží srozumitelného označení víceznačnost či víceznačné termíny, které zahrnuje jak homonyma, tak polysémnní slova (Hladká, 2017a).

Víceznačné termíny způsobují potíže především v mezioborovém dialogu. Že rozhodně nejde o nový problém, dokládá téměř 70 let starý článek plný rozhořčení z nedorozumění mezi psychology a piloty.⁷

Potenciální úskalí přináší také zapojení informačních technologií ve vědě. Správa databází bývá úkolem informatiků, kteří nemusí mít povědomí o zrádnostech terminologie inkriminovaných oborů. Víceznačná slova se v obsáhlých databázích jeví jako duplikace (Sánchez-González, 2020). Existence dílčích odborných terminologií ztěžuje i vyhledávání informací pomocí klíčových slov (Spuzic et al., 2005). V tomto ohledu nepřekvapí apel na eliminaci homonym z mezinárodní terminologie (Spuzic et al., 2005).

Víceznačnost dále ztěžuje sestavování terminologických slovníků a překládání cizojazyčné literatury.⁸ Obtíže vznikají i při komunikaci odborníků s veřejností v rámci téhož jazyka. Obě strany jsou navyklé používat řadu slov v jednom z jeho možných významů a nejsou si vědomi potenciálních nedorozumění. Příkladem ožehavé interakce mezi odborníky (meteorology) a laickou veřejností může být předpověď počasí.⁹

3.1 Víceznačnost jako potenciální zdroj miskonceptů ve výuce přírodovědných oborů

Víceznačnost může vést k takovému pochopení pojmů, které neodpovídá soudobému vědeckému pohledu, jinými slovy může být zdrojem žákovských miskonceptů (Drozdíková & Nemcová, 2019). Potíže spojené s používáním vědeckého jazyka, jmenovitě se slovní zásobou, symboly a potenciálně zavádějícími analogiemi a metaforami, bývají v anglicky psané literatuře označovány jako *vernacular misconceptions*¹⁰ (Keeley, 2012; Soeharto et al., 2019; Chrzanowski et al., 2018; Suprpto, 2020). Do této kategorie spadají i slova, která se používají v mnoha disciplínách vždy s malinko odlišným významem a o nichž hovoříme jako o akademickém jazyku.¹¹ Některé miskoncepce spočívají v nepřesném vymezení obsahu pojmů, resp. v nepochopení vztahu mezi pojmy. Příkladem je mylné přesvědčení, že *appendix* označuje *slepé střevo*, nikoli jen jeho *červovitý výběžek* (Metelcová, 2019), či zaměňování pojmů *krevní sérum* a *krevní plazma* (Tekkaya, 2002).

Vzhledem k rozmanitosti obtíží spojených s jazykem přírodních věd specifikují některé studie dílčí typy miskonceptů. Například Chrzanowski et al. (2018) rozlišuje tyto kategorie: a) slova s vědeckým i každodenním významem (*pára*); b) názvy, které podsouvají silnější spojitost, než jaká ve skutečnosti je (*mandelinka bramborová*); c) slova, která jsou zdánlivě samovysvětlující (*heterotrof*); d) slova, která se často objevují v zavádějícím kontextu (*plyn*). Obecně se však za nejpálčivější problém považuje rozlišování každodenního a vědeckého významu polysémnních slov (Osborne, 2002; Tekkaya, 2002).

Víceznačnost termínů představuje riziko především v integrované výuce přírodních věd, kde se neustále překračují hranice jednotlivých oborů, potažmo jejich terminologií (Starý & Rusek, 2019). Vedle integrované výuky je další citlivou oblastí distanční vzdělávání (Spuzic et al., 2005). Velká míra samostudia a omezená komunikace mezi žáky a učitelem zvyšuje riziko nedorozumění plynoucí z nejednoznačné terminologie. Bez problémů pochopitelně není ani běžná výuka, žáci si mohou z jiných předmětů přinést představy, které neodpovídají novému kontextu. Pokud nový význam známého slova nepostřehnou, negativně to ovlivní jejich učení (Sadler & Sonnert, 2016).

Pochopitelně i v přírodních vědách platí, že víceznačnost může být specifická pro určitý jazyk. Například v portugalštině má slovo *gema* specifickou trojici významů: Označuje vaječný žloutek, drahokam a pupen či výhonek (Maroneze, 2022). Jak ilustruje situace z výuky fyziky v Turecku, z některé jazykové specifické víceznačnosti může vyplývat jazykově specifická miskoncepce. Zapnout světlo se turecky řekne stejně jako otevřít, což komplikuje výuku elektrických obvodů, kde se „otevřít“, aby se obvod přerušil a světlo se vypnulo (Fletcher-Wood, 2021). V angličtině je zdokumentovaná častá miskoncepce spočívající v použití slova *teplo* (*heat*) jako slovesa (Milěř, 2017). Ani jedna z uvedených miskonceptů v češtině nehrozí.

Na druhou stranu může být rozložení významů a s nimi spjatých miskonceptů nápadně podobné. Například v češtině i angličtině je běžnou chybou hovořit o „teple v tělese“ nebo spojovat *teplo* a *vnitřní energii* (Milěř, 2017). Jazykové miskoncepce mohou být podobné i u velmi vzdálených jazyků. Pro příklad poslouží fyzikální pojem *zrychlení*, který v angličtině i v arabštině sdílí všechny své významy, přičemž lidé mluvící těmito jazyky shodně zaměňují *zrychlení* a *rychlost* a ve vědeckém kontextu je stejným způsobem mylně chápou (Lahlou & Rahim, 2020).

⁷Příčinou nepochopení bylo odlišné pojetí slov *paralaxa*, *orientace* a *perspektiva* (Calvert, 1956).

⁸Například anglický geologický pojem *boulder* má správný ekvivalent *valoun*, ale běžně se však překládá jako *kámen* (tj. s mnohem širším významem) či neadekvátně jako *bulizník* (Grinev-Griniewicz, 2016).

⁹Veřejnost například špatně rozumí hojně užívanému souloví *system nízkého tlaku vzduchu* (Sivle & Aamondt, 2019).

¹⁰Anglické *vernacular* znamená nářečí, dialekt či lidový jazyk.

¹¹Příkladem akademických slov je podstatné jméno *faktor* či přídavné jméno *neutrální* (Coxhead, 2000).

3.1.1 Víceznačnost ve výuce chemie

Na úskalí spojená s víceznačností upozorňovala v souvislosti s chemickou terminologií již v polovině 80. let Ryanová (1985a). V jejím článku nalezneme seznam obecně známých slov, u nichž hrozí nebezpečí, že si žáci nevšimnou, že mají v chemii přesně definovaný odborný význam. Její článek se zabývá situací v americké angličtině, pro české prostředí jsou relevantní následující pojmy (Ryan, 1985a): *aromatický* (příjemně vonící, resp. sloučenina s rovinnou cyklickou molekulou s konjugovanými dvojnými vazbami), *moment* (chvilíčka, resp. fyzikální veličina), *kultura* (umělecko-společenská sféra, resp. populace bakterií pěstovaná v laboratoři) a *radikál* (osoba požadující zásadní změny ve společnosti, resp. atom s nepárovými elektrony). U dalších pojmů se případná záměna týká dvou odborných významů: *plazma* (složka krve, resp. skupenství), *jádro* (nervů, atomu či buňky), *buňka* (stavební jednotka organismu, resp. systém proudění vzduchu v meteorologii) a *mol* (jednotka látkového množství, resp. název organismu).¹²

Konstatování, že polysémie působí ve výuce přírodovědné terminologie obtíže, nalezneme i u španělsky píšících autorů, kteří se věnují chemii. Pro vyjádření jazykové náročnosti chemie používají didaktické sousloví „chemický jazyk“ (Quílez & Quílez-Díaz, 2016).

Ve své pozdější studii se opírají o anglické termíny a snaží se chemickou slovní zásobu roztrdit podle potenciálních obtíží žáků na následující kategorie (Quílez, 2019): nově zaváděné termíny (mnohdy latinského či řeckého původu, například *ester*), pojmy, které v historii prodělaly zásadní významový posun (*atom*), polysémní slova s obvyčejným i odborným významem (*teplo*), pojmenování chemických procesů (*evaporace*), užívané matematické termíny (*průměr*), dvojice doplňujících se či protichůdných pojmů (*zásada* a *kyselina*) a obecná akademická slova (*dynamický*).

3.1.2 Víceznačnost ve výuce biologie

Podobný pohled na problematiku typů termínů, jak je popisuje Quílez (2019), najdeme i ve studii Zuckwertové et al. (2019), která se zaměřuje na biologii. Obtíže se zvládnutím biologické mluvy připisuje neintuitivnosti termínů, které se žáci učí jako cizí slovíčka, množství termínů přenesených z jiných předmětů (především z chemie do molekulární a buněčné biologie) a drobným významovým rozdíly mezi významem v přírodních vědách a v matematice (Zuckwert et al., 2019). Tato studie navíc ukazuje, že žáci pokládají za obtížné termíny popisující abstraktní molekulární struktury a že mají tendenci přeceňovat své znalosti termínů, které mají vedle odborného i význam obvyčejný. Jako příklad obtížných pojmů uvádí slova *adaptace* a *fitness*. (Na neadekvátní žákovské pochopení významu termínů evoluční biologie, jmenovitě pojmů *tlak*, *selektce* a *adaptace*, poukazuje také studie Rectora z roku 2013.)

Polysémie ztěžuje situaci i studentům medicíny. V lékařské terminologii se medicí potýkají s množstvím popisných polysémních podstatných jmen. Jako příklad můžeme uvést trojici *ostium*, *foramen* a *apertura* (významové nuance slova *otvor*) či *cavitas*, *sinus* a *caverna* (ve významu *dutina*) (Bujalkova & Dzuganova, 2015).

3.1.3 Víceznačnost ve výuce fyziky

Skutečnost, že polysémní slova s odborným a obvyčejným významem žáky mnohdy matou, dosvědčují i práce zaměřené na středoškolskou fyziku. Jejich autoři kritizují nekonzistentní používání jazyka v učebnicích fyziky, tematicky pojednávají například Newtonovy zákony (Williams, 1999) či problematiku hmotnosti (Taibu et al., 2015). Nedůslednost v používání jazyka se palčivě dotýká především neaprobovaných učitelů fyziky (Suprpto, 2020; Milér, 2022).

Na jazykové miskoncepce je bohatá oblast termodynamiky (Slisko & Dykstra, 1997). Například Milér (2022) v českých učebnicích fyziky identifikuje 8 různých významů slova *teplo*, přičemž zdůrazňuje zaměňování stavové a procesní veličiny. Strömdahl (2012) blíže rozebírá matoucí dvojici *teplo* a *teplota* a v kontextu středoškolské fyziky odlišuje tři typy významů polysémních slov: význam neformální, vědecký kvalitativní a fyzikálně kvantitativní (Strömdahl, 2007).

Jazykově podmíněné miskoncepce se vyskytují i v jiných oblastech fyziky než jen v termodynamice. Například v geometrické optice vyvolávají potíže ustálené, nicméně fyzikálně neadekvátní slovní obraty typu „zrcadlo odráží obraz“ nebo „září mu oči“ (Kaltakci-Gurel et al., 2017).

3.2 Přínos víceznačných termínů ve výuce přírodovědných oborů

Jazykové zvláštnosti terminologie nemusí vždy způsobovat obtíže. Řada termínů má svůj původ v metafoře, tj. přeneseném „pojmenování na základě vnější podobnosti“ (Čechová et al., 2011, s. 64), taková

¹²Poslední příklad je zajímavý tím, že jde o různé organismy: Zatímco v češtině je *mol* motýl, anglické *mole* znamená krtek.

slova bývají i pro laiky srozumitelná (například *svelkání* členovců) a žáky mohou i pobavit (například *sárky* jako útvar na ptačí kostře).

Víceznačné termíny mohou za určitých podmínek učení i usnadňovat. To platí například u mezinárodních termínů, zná-li student význam běžných latinských a řeckých předpon, přípon či slovních kořenů. Význam termínu totiž i v odlišných kontextech koresponduje s významem latinských a řeckých částí. Například pojem *pneumatofor* se dá volně přeložit jako útvar nesoucí vzduch (Flood, 1960). Známe-li ho například z botaniky, kde označuje dýchací kořen, snáz si osvojíme i jeho zoologický význam (plovák v kolonii trubýšů).

Nejednoznačné termíny mohou sehrát pozitivní roli také jako zdroj inspirace při vědecké práci. Badatelé mohou nasměrovat k posunu tématu na jinou úroveň či do jiného kontextu. Krátce řečeno, existence homonym přináší výhodu analogie (Spuzic et al., 2005). Takto uvažuje v kontextu ekologie Hodgesová (2008), která soudí, že mít přesně vymezené definice pojmů je jen málokdy nutné. Naopak lpění na nich brání rozvoji oboru, protože si pak vědci některé typy otázek ani nepoloží.

3.3 Podobnost termínů jako další potenciální zdroj miskonceptů

Vedle víceznačnosti existují i další potenciální zdroje špatného pochopení termínů:

- Nežádoucí význam mohou vnášet odlišné termíny odvozené od téhož slovního základu. Mohou to být slova velmi podobná, příponou se například ve fyzice odlišuje *indukčnost* a *induktance*. Může jít ale také o etymologicky spjaté dvojice pojmů, přičemž v jednom figuruje latinský či řecký základ jako podstatné jméno, ve druhém jako přídavné jméno. Jmenovat můžeme například v biologii *relikt* a fyzikální *reliktní záření* nebo *ekologickou valenci* a *valenční elektrony*.
- Podobně znít mohou i slova různého původu a zároveň odlišného významu.¹³ Vnitrooborovým příkladem z biologie je dvojice *haptery* (pentlice na výtrusech přesliček) a *haltery* (kyvadélka dvoukřídlého hmyzu).
- U mladších žáků na základní škole mohou být matoucí i mnohem méně podobná slova. V literatuře je například doloženo nesprávné pojetí slova *rašelina* (pochopeno jako *mršina*) či připodobňování slova *biomasa* k výrazu *biomaso* (s významem „zdravé maso“) (Pavlátová, 2019).

3.4 Výzkumné otázky

V rámci snahy zjistit, zda může být víceznačnost přírodovědných termínů příčinou miskonceptů, jsme si položili tyto výzkumné otázky:

- Které odborné výrazy z učiva středoškolské biologie, fyziky a chemie můžeme považovat za víceznačné termíny (nesoucí v těchto předmětech více odborných významů)?
- Která víceznačná slova jsou doložena jako zdroj miskonceptů?

4 Metodologie

Pro vytvoření seznamu víceznačných termínů, které mají dva (a více) odborné významy ve středoškolské biologii, fyzice a chemii, jsme provedli srovnávací obsahovou analýzu vybraných učebnic. Následná rešerše odborné literatury ukázala, které z těchto termínů jsou spjaté s žákovskými miskoncepty.

4.1 Srovnávací obsahová analýza učebnic

K analýze byly vybrány učebnice Svobody et al. (2019), Jelínka a Zicháčka (2006)¹⁴ a Vacíka et al. (1999). Ačkoli se jedná o starší publikace, jejich použití je z následujících důvodů výhodné: Předně jde o texty, které podávají ucelené shrnutí středoškolského učiva ve sledovaných předmětech. U všech tří knih je způsob prezentace učiva obdobný a přehledně vystihuje pojmovou strukturu témat. Jejich grafické zpracování sice může být z pohledu žáka nepříliš atraktivní, pro náš cíl to však není relevantní. Kolektivní autorství považujeme za záruku větší jednotnosti textů, než jakou by poskytla řada učebnic z pera různých autorů. Všechny publikace mají doložku MŠMT, jsou stále k dostání na trhu a podle osobní zkušenosti autorky i dostupné ve školních knihovnách.

¹³Tato slova se v jazykovědě nazývají paronyma (Čechová et al., 2011).

¹⁴Nový přehled biologie (Rozsypal et al., 2012) jsme se rozhodli nevyužít, neboť jde hodně nad rámec středoškolského učiva.

Ve výše uvedených učebnicích jsme vyhledávali jednoslovné termíny českého i cizího původu, které mají více významů buď v rámci jednotlivého předmětu (vnitrooborová víceznačnost), nebo mají různé významy mezi biologií, chemií a fyzikou navzájem (mezioborová víceznačnost). Zvolili jsme následující postup: Pro každý obor (biologii, chemii, fyziku), resp. podobor (botaniku, zoologii atd.) jsme nejprve vytvořili výchozí seznam substantivních termínů tvořených jednak termíny z rejstříku příslušné učebnice, jednak termíny zvýrazněnými v textu tučným řezem písma či kurzívou. V potaz byl brán základní text (psaný standardní velikostí písma) i text doplňující (psaný menším písmem), nikoli však popisky obrázků a pojmy uvedené v obrazových přílohách a návodech k praktickým úlohám. Ze slov, která se vyskytla ve dvou (či více) seznamech, jsme sestavili soupis potenciálních homonymních a polysémních termínů. U nich jsme následně ověřovali, zda byly v příslušných učebnicích uvedeny ve stejném či odlišném významu. (Pro lepší představu uvedme následující příklad: V učebnici biologie i v učebnici chemie je v rejstříku uveden pojem *replikace*. Považovali jsme ho proto za potenciálně víceznačné slovo. V obou učebnicích je však užíván ve stejném významu, označuje zdvojení DNA, proto ho v našem soupisu neuvádíme. Jiná situace nastala u pojmu *kopulace*, který je taktéž uveden v rejstříku obou učebnic. Dohledaný význam je však v kontextu biologie, resp. chemie zcela odlišný, proto je tento pojem uveden ve výsledném soupisu víceznačných slov.)

Termíny, o nichž pojednáváme, vyznačujeme v tomto článku kurzívou. Může jít jak o víceznačné pojmy splňující námi stanovená kritéria, tak o pojmy související.

V naší práci jsme se striktně drželi toho, zda (a jak) byly jednotlivé termíny ve sledovaných učebnicích uvedeny. V seznamu proto například není slovo *stopka*, které v botanice značí stonek nesoucí květ či plod, neboť v učebnici není v tomto kontextu uvedeno. (Pojem *stopka* je v učebnici použit pouze v zoologickém významu coby zúženina mezi hlavohrudí a zadečkem pavouků.)

V seznamu jsme neuváděli jednotlivá slova, která se opakovaně vyskytovala ve víceslovných termínech. Například slovo *patro* se v učebnici biologie objevuje v ekologii jako *patro bylinné* a *patro stromové*, v anatomii člověka jako *tvrdé patro* či *měkké patro*. (Z cizích termínů můžeme uvést například slovo *indukce*, které se ve fyzice vyskytuje jako *elektrostatická indukce* nebo *magnetická indukce*.) Obdobné pojmy chápeme jako víceslovné termíny, z nichž každý je jedinečný. Neuvádíme ani části víceslovných termínů, které se leckdy v textu objevují samostatně. (Například sousloví „v jádře se nachází...“ může podle kontextu znamenat *krystalizační jádro*, *jádro atomu*, *jádro mozkových nervů* či *jádro Galaxie*.)¹⁵

Nezabývali jsme se ani morfologickou homonymií, při níž se odlišuje pouze několik málo tvarů daného slova (Hladká, 2017b). Z příkladů uvedených v učebnici biologie můžeme uvést dvojici pojmů *alveol* (dásňový výběžek, v němž jsou ukotveny zuby) a *alveola* (plicní sklípek), které se nejčastěji používají v nerozlišitelném množném čísle (*alveoly*).

Námi zvolená metodika nezachycuje ani polysémní slova s obyčejným a odborným významem. Příkladem z našeho seznamu může být slovo *fáze*, které kromě specifických významů v chemii (stejnorodá oblast soustavy) a biologii (pozice při vazbě genů) znamená časový úsek.

Dále zde nejsou uvedena víceznačná slova vztahující se k jiným než zvoleným oborům: V učebnici biologie například najdeme termín *anamorfóza* (značí přibývání tělních článků ve vývoji drápkovců), který v zeměpise označuje metodu tematické kartografie.

Nesledujeme ani adjektiva. Jako příklad poslouží pojem *degenerovaný*. V chemii se tak označují orbitály lišící se magnetickým kvantovým číslem (tj. orbitály, které mají více prostorových orientací), v biologii stejný pojem odkazuje ke genetickému kódu, v němž jedné aminokyselině přísluší více kodonů.

4.2 Rešerše literatury

Pro pojmy, které splnily stanovená kritéria (uvedené v tab. 1), jsme dohledávali miskoncepce, v nichž tyto pojmy figurují. S ohledem na naši odbornost se soustředujeme především na významy v biologii.

Pro vyhledávání relevantních studií v databázích (především Web of Science a Scopus) byly v prvním kroku do klíčových slov zahrnuty jednotlivé víceznačné pojmy ve spojitosti s výrazy „mylné představy“ či „miskoncepce“. Vzhledem k jazykové specifické víceznačnosti bylo nezbytné věnovat patřičnou pozornost nejen anglickým, ale také českým zdrojům. V druhém kroku byly ověřovány zmínky o těchto pojmech v přehledových článcích zaměřených na širší tematické celky. Například miskoncepce související s pojmem *céva* byly hledány v článcích zaměřených na mylné představy o oběhové soustavě člověka, resp. anatomii rostlin.

¹⁵Části víceslovných termínů mohou být pro žáky zavádějící i jinak. Například *světelný rok* je ve fyzice jednotka délky, zatímco *tropický rok* a *siderický rok*, žákům známý ze zeměpisu, je jednotka času.

5 Výsledky

5.1 Identifikované víceznačné termíny

Podle kritérií uvedených výše byly nalezeny následující víceznačné termíny (tab. 1).

Vzhledem k tomu, že nás víceznačnost zajímá především jako potenciální zdroj žákovských miskoncepcí, uvádíme níže i termíny, které splňují námi stanovená kritéria pouze částečně (tab. 2). V učebnicích se sice vyskytují jako samostatná slova, ale také jako součást víceslovných termínů.

Víceznačné pojmy z tab. 1 a 2 jsou značně rozmanité. Setkáme se zde jak s vnitrooborovou víceznačností (*stigma* či *trachea*), tak s mezioborovou víceznačností (*perioda* či *translace*). Najdeme tu slova českého původu (*uzlina* či *rozptyl*) i cizího původu (*vektor* či *antipody*). Některé pojmy jsou alespoň v jednom svém odborném významu obecně známé (*tření*, *transfuze* či *emise*), jiné jsou známé spíše v ne-terminologickém významu (*fáze*) či jako termíny z námi nesledovaných oborů (*inverze* v meteorologii). Podle osobní pedagogické zkušenosti autorky učitelé od svých žáků mnohdy nevyžadují znalost latinských anatomických ekvivalentů (*ventriculus* či *trachea*), jiné víceznačné termíny však pokládají za zásadní (*kapilára* či *hybridizace*). Některé pojmy se objevují v natolik odlišných kontextech, že je pomýlení jejich významů vyloučené (*děloha* či *pochva*). U některých pojmů je dobře známý jeden význam, zatímco druhý působí nezvykle až úsměvně (*anténa* či *kopulace*). U řady termínů je velmi nápadná souvislost mezi jejich významy (*láčka* či *pochva*).

5.2 Víceznačné termíny a miskoncepce

Jako téma bohaté na miskoncepce bývá uváděn reprodukční systém (Soeharto et al., 2019; Andariana et al., 2020). K němu se z našeho soupisu vztahuje několik pojmů (*pochva*, *děloha*, *vajíčko*, *kopulace* a *žalud*). Víceznačný pojem *vajíčko* podle zkušenosti autorky žáci často zaměňují za *vaječnou buňku* (*oosféru*) či *oocyt*. S nerozlišováním těchto pojmů souvisí častá miskoncepce, že spermie oplodňuje vajíčko (Metelcová, 2019). Další miskoncepce doložené v literatuře se vážou k menstruačnímu a ovulačnímu cyklu (Lukša et al., 2016). Umístění či stavba jednotlivých orgánů obvykle žákům problém nečiní, výjimkou jsou (s *pochvou* související) neadekvátní představy o charakteru panenské blány a jejím porušení při pohlavním styku (Hegazy & Al-Rukban, 2012). Pojem *děloha* je víceznačný pouze v češtině, angličtina disponuje ekvivalenty *cotyledon*, resp. *uterus*. V botanickém kontextu je *děloha* spjata s nepřesnou představou, že embrya rostlin mají *dělohu* právě jednu, nebo dvě, ačkoli mnoho rostlin jich má víc (Wynn et al., 2017).

Miskoncepce spjaté s botanickým významem slov *chlup* a *průduch* rozebírá studie Yenera (2017). Dokládá nejistotu žáků, zda je *chlup* živá či neživá struktura, a také neadekvátní spojování rostlinných trichomů se zvířecí srstí. (Angličtina přitom užívá dvojici odlišných slov *trichom*, resp. *hair*, český ekvivalent je v botanice i zoologii stejný.) Málo žáků si uvědomuje spojitost *průduchu* s fotosyntézou, tj. skutečnost, že jimi do rostliny přichází CO₂. Doložená je nepřesná představa, že *průduchy* rostlině zajišťují nejen přísun plynů, ale také živin (Yener, 2017).

Některé miskoncepce spočívají v nepochopení vztahů mezi pojmy či v jejich nepřesném vymezení. Z našeho soupisu můžeme v této souvislosti uvést pojem *kapilára*. Směšování jeho fyzikálního a biologického významu může být příčinou miskoncepce, podle níž je pomalé proudění krve ve vlasečnicích zapříčiněno jejich malým průměrem (Tekkaya, 2002; Metelcová, 2019).

V souvislosti s pojmem *céva* bývá nejčastěji zmiňovanou miskonsepceí záměna žil a tepen v krevním oběhu a nepochopení rozdílu mezi nimi (Špičáková, 2018; Metelcová, 2019). V botanice mívají žáci potíže identifikovat *cévy* a další pletiva na mikroskopických snímcích. Miskoncepce se týkají také principu vedení roztoků xylémem a druhotného tloustnutí. Žáci navíc nedoceňují mechanickou funkci xylému (Vydra & Kováčik, 2024). Poslední zmíněný bod může souviset s označením *vodivé pletivo*, které zdůrazňuje právě tuto funkci. Opomíjení zpevňovací funkce může nahraovat i skutečnost, že se žáci s pojmem *céva* setkávají nejprve v lidském těle, v němž tuto roli nemají.

Anatomický význam slov *čočka* a *hlemýžď* nevznáší do výuky větší problém, žáci však často tyto útvary chybně vyznačují do nákrešů oka, resp. ucha. Typické je zaměňování pořadí struktur, jimiž prochází světelný paprsek, resp. zvuková vlna. Ostatní související miskoncepce se týkají principu vidění, resp. vnímání zvuku (Kunt, 2016).

Přenášení významu slova *čočka* z fyziky do biologie vyvolává následující nekomfortní situaci: Při vysvětlování vzniku obrazu se ve výuce fyziky obvykle používá čočka s fixní ohniskovou vzdáleností a proměnlivá vzdálenost obrazu. Situace ve výuce biologie je odlišná, protože lidské oko disponuje čočkou s proměnlivou ohniskovou vzdáleností, která je ve stále vzdálenosti od sítnice (Crouch & Heller, 2014). Jazykově specifickou miskonsepceí, v níž pojem *čočka* figuruje, je přesvědčení tureckých žáků, že *konvexní čočka* (spojka) ukazuje objekt tenký, zatímco *konkávní čočka* (rozptylka) tlustý. Důvodem je skutečnost, že v turečtině se používá místo pojmu *konvexní čočka* sousloví „čočka s tenkým okrajem“, resp. místo *konkávní čochky* „čočka s tlustým okrajem“ (Tural, 2015). Tato miskoncepce nemá v češtině obdobu.

Tab. 1: Víceznačné termíny v učebnicích biologie, chemie a fyziky (jednoslovné)

termín	význam termínu		
	biologie	chemie	fyzika
<i>anténa</i>	tykadla korýšů		elektromagnetický dipól ve vysílači
<i>céva</i>	součást vodivých pletiv, souhrnné označení žil a tepen		
<i>článek</i>	část stonku mezi uzlinami		zdroj elektrického napětí
<i>čočka</i>	součást oka, rodový název rostliny		shrnující označení pro spojky a rozptylky
<i>děloha</i>	typ listu, ženský pohlavní orgán		
<i>hlemýžď</i>	část vnitřního ucha, rodový název měkkýše		
<i>hybridizace</i>	křížení	kombinace atomových orbitalů	
<i>chlup</i>	derivát kůže u živočichů, rostlinný trichom		
<i>integument</i>	tělní povrch živočichů, obal rostlinného vajíčka		
<i>kapilára</i>	krvní vlasečnice		úzká trubička
<i>kopulace</i>	páření	reakce diazoniových solí s fenoly	
<i>mol</i>	rodový název motýla		jednotka látkového množství
<i>ostie</i>	póry na povrchu těla houbovců, otvůrky v srdci pavouků		
<i>perioda</i>		řada v periodické tabulce prvků	doba kmitu
<i>plachetka čili velum</i>	závoj hub, svalnatý útvar z ústního otvoru kopinatce		
<i>plášť</i>	část těla sumek a měkkýšů, povrch koncového mozku		
<i>plazmodium</i>	útvary v životním cyklu hlenek, počestělý název zimničky		
<i>pochva</i>	část přisedlého listu trav, ženský pohlavní orgán		
<i>průduch</i>	vstup do vzdušnic členovců, provětrávací pletivo rostlin		
<i>redukce</i>	zjednodušení struktur či snížení jejich počtu	snížení oxidačního čísla, tj. získání elektronu	
<i>rezonance</i>			elementární částice, jev ve střídavém obvodu
<i>stigma</i>	světločivná skvrna krásnoočka, dýchací průduch pavouků		
<i>stvol</i>	typ stonku, osa ptačího pera, útvar v kolonii trubýšů		
<i>štět</i>	část mechové rostlinky, výrůstek na zadečku škvorů		
<i>trachea</i>	průdušnice, rostlinná céva		
<i>translace</i>		fáze proteosyntézy	posuvný pohyb
<i>vajíčko</i>	u rostlin samičí výtrusnice, u živočichů samičí pohlavní buňka		
<i>ventriculus</i>	žaludek, srdeční komora		
<i>žalud</i>	část penisu, část těla polostrunatců		

Tab. 2: Víceznačné termíny v učebnicích biologie, chemie a fyziky (včetně víceslovných)

termín	význam termínu		
	biologie	chemie	fyzika
<i>antipody</i>	buňky v rostlinném vajíčku	enantiomery (<i>optické antipody</i>)	
<i>doména</i>	nejvyšší taxon (např. Eukarya), pohyblivý polypeptid s enzymovou aktivitou (<i>motorová doména</i>), koncová část molekulových motorů (<i>koncová doména</i>)		zmagnetovaná mikroskopická oblast látky (<i>magnetická doména</i>)
<i>emise</i>	škodliviny unikající do atmosféry		uvolňování elektronů například z katody (<i>emise elektronů</i>), uvolňování elektronů při vysoké teplotě (<i>termická emise</i>), vyzařování fotonů (<i>emise světla</i>)
<i>fáze</i>	postavení alel ve vazbě (<i>fáze cis a trans</i>)	homogenní ostře ohraničená oblast soustavy	
<i>inverze</i>	typ chromozomové mutace	hydrolýza sacharózy vedoucí ke vzniku glukózy a fruktózy (<i>inverze sacharózy</i>)	
<i>kmen</i>	taxon (např. členovci), souhrnné označení pro prodlouženou míchu, Varolův most a střední mozek (<i>mozkový kmen</i>), céva vystupující z pravé komory srdeční (<i>plicní kmen</i>), útvar vzniklý spojením mízních cév (<i>mízní kmen</i>)		
<i>láčka</i>	slepá trávicí dutina žahavců, část klíčícího pylového zrna (<i>pylová láčka</i>)		
<i>pochva</i>	na listu trav, ženský pohlavní orgán, okolí cévního svazku rostlin (<i>škrobová pochva</i>), buňky okolo nervových axonů (<i>Schwannova pochva</i>), lipoproteinový obal axonu (<i>myelinová pochva</i>)		
<i>rozptyl čili disperze</i>	rozptýlení jedinců v populaci		difúzní odraz světla na nerovných plochách (<i>rozptyl světla čili disperze světla</i>)
<i>řád</i>	taxon (např. lipnicotvaré)	veličina vyjadřující závislost rychlosti reakce na koncentraci (<i>řád reakce</i>), veličina vyjadřující násobnost a pevnost vazby (<i>řád vazby</i>)	
<i>transfuze</i>	krevní převod (<i>krevní transfuze</i>)		difúze plynů přes blanitou přepážku
<i>tření</i>	rozmnožování ryb		jev při posunu tělesa po povrchu jiného tělesa (<i>smykové tření</i>), příčina různé tekutosti kapalin (<i>vnitřní tření</i>)
<i>třída</i>	taxon (např. savci)		dovolená mezní chyba měřících přístrojů (<i>třída přesnosti</i>)
<i>uzlina</i>	část stonku, kde se zakládají listy, shluk neuronů (<i>nervová uzlina</i>), útvar filtrující mízu (<i>mízní uzlina</i>)		
<i>vektor</i>	plazmidy, fágy a umělé chromozomy umožňující namnožení fragmentu DNA (<i>klonovací vektor</i>)		druh fyzikální veličiny

Miskoncepce týkající se chemického významu *redukce* souvisí s přesvědčením, že náboj vyjadřuje počet valenčních elektronů, zatímco oxidační číslo uvádí počet vazebných elektronů (Hadinugrahaningsih et al., 2022), a že přidání či ztráta valenčního elektronu neovlivní celkový náboj (Rosenthal & Sanger, 2012). *Redukce* v biologickém smyslu mezi špatně interpretovanými evolučními pojmy uváděna není (Rector, 2013; Yates & Marek, 2014).

Většina miskonceptů vztahujících se k *hybridizaci* se týká špatného pochopení dílčích pojmů, jako je *slupka* či *orbital*. U žáků, jejichž znalosti *hybridizace* jsou nejchabější, bylo opakovaně doloženo přesvědčení, že se při *hybridizaci* „smíchají elektrony v atomu“ (Hanson et al., 2012, s. 52). Tato miskoncepce může vycházet z biologického významu slova *hybridizace* (křížení), při němž se v potomkovi sejdou (nepřesně „smísí“) vlohy obou rodičů.

Pro úplnost vyjmenujme i další miskoncepce spjaté s ostatními víceznačnými pojmy: Častým pochybením v souvislosti s *translací* je zaměňování molekul, které se tohoto procesu účastní, s obdobnými entitami spojenými s transkripcí, resp. replikací (Southard et al., 2016). Miskoncepce vztahující se k *plazmodiu* se dotýkají prevence proti malárii (Cheong, et al., 2010). U pojmu *mol* je častým pochybením žáků nepřesné vyjádření jeho vztahu k ^{12}C a k Avogadrovu číslu (Staver & Lumpe, 1995). Pojem *trachea* se v miskonceptech spjatých s dýchačí soustavou člověka vůbec neobjevuje (Utamy & Rosdiana, 2023).

6 Diskuse

Uvážíme-li, že jsme poměrně úzce vymezili typ vyhledávaných víceznačných slov, nepřekvapí, že je výsledný soupis (tab. 1) poměrně krátký – čítá 29 slov. Je to mj. důsledek skutečnosti, že jsme se zabývali pouze jednoslovnými substantivy s dvojicí odborných významů, přičemž početná skupina jiných slovních druhů i polysémní termíny s významy v přirozeném jazyce zůstaly mimo naši pozornost. Omezující jistě byla i skutečnost, že jsme se opírali pouze o tři přehledové učebnice. (Důvody, které k tomu vedly, jsou rozvedeny v metodologické kapitole.)

V seznamu nejsou uvedena eponyma, jména osob, která se užívají jako termíny (Pleskalová, 2017).¹⁶ Eponyma vznikla metonymií, tj. „přenašením pojmenování . . . na základě věcné, zvláště vnitřní, souvislosti“ (Čechová a kol., 2011, s. 65), žáci se s nimi setkají ve fyzice a chemii u následujících jednotek: *ampér*, *becquerel*, *bel*, *coulomb*, *henry*, *hertz*, *joule*, *kelvin*, *newton*, *ohm*, *pascal*, *siemens*, *tesla*, *volt*, *watt* a *weber*. V biologii nalezneme pouze jednotku *morgan*. V seznamu je neuvádíme, protože zatímco se jména osob píšou s velkým písmenem, jednotky se píšou s malým písmenem, jsou tedy graficky odlišitelné. Navíc některé názvy jednotek nejsou zcela totožné se jménem příslušného vědce (*bel* × Bell, *ampér* × Ampère, *volt* × Volta), u řady jiných není ve sledovaných učebnicích zmíněna příslušná osobnost (*henry*, *joule*, *siemens*, *tesla* a *weber*).

Graficky odlišitelnou dvojici termínů představuje *dna* a *DNA*. *DNA* je iniciálová zkratka (Čechová et al., 2011) pro kyselinu deoxyribonukleovou, hojně zmiňovanou v biologii a chemii. Od *dny* (onemocnění kloubů) ho odlišuje výslovnost a velká písmena v zápisu. Záměna této dvojice není příliš pravděpodobná, do výuky může vnést spíše humorný prvek.

Ve výsledcích nejsou uvedena ani tři chemická látková jména (označující materiál, obvykle ve tvaru čísla jednotného, v plurálu vyjadřující různé druhy materiálu; Čechová et al., 2011). Jedná se o slova *sůl* (v běžné mluvě se jím rozumí kuchyňská sůl, tj. chlorid sodný, v chemii může jít obecně o sloučeninu iontového charakteru), *alkohol* (nápoj obsahující ethanol, resp. derivát uhlovodíků s hydroxylovou skupinou) a *cukr* (sacharóza jako nejběžnější sladidlo, resp. obecné označení monosacharidů a oligosacharidů). V těchto případech jde o víceznačnost, kdy má slovo v jednom kontextu širší význam a v jiném užší, v literatuře se těmito případy říká hyponymická polysémie (Grinev-Griniewicz, 2016). V seznamu tato slova neuvádíme, protože se nacházejí na hranici polysémie s jedním odborným a jedním každodenním významem.

6.1 Víceznačné pojmy z jazykovědného hlediska

Z pohledu středoškoláka je zde řada termínů v určitém významu marginálních (například *rezonance* u elementárních částic oproti *rezonanci* u obvodu střídavého proudu) nebo jde o jednoduché termíny s mnoha významy i v přirozeném jazyce, které zřejmě žáky mást nebudou (například *článek*). Nicméně řada slov ze seznamu má poměrně hodně významů také mimo sledované obory a dají se proto považovat za součást akademického slovníku. V akademickém slovníku vytvořeném z korpusu anglicky psaných textů (Coxhead, 2000) například nalezneme tři slova z našeho seznamu: *perioda*, *doména* a *fáze*.

Víceznačný ráz má řada biologických termínů, které pojmenovávají útvary, které se u různých skupin organismů značně odlišují stavbou či funkcí, a přesto je zřejmé, proč se příslušné útvary jmenují stejně.

¹⁶Množství konkrétních příkladů eponym mimo oblast přírodních věd uvádí práce Goliášové (2023).

Příkladem je slovo *vajíčko*, které v botanice označuje mnohobuněčný útvar odpovídající samičí výtrusnici, zatímco v biologii člověka je *vajíčko* pohlavní buňka. Přesto je však zřejmý společný význam slova *vajíčko*, laicky řečeno „to samičí k rozmnožování“. Obdobná je situace u pojmů *céva*, *chlup*, *štet*, *stvol*, *průduch*, *plachetka* (*velum*), *integument* a *ostie*.¹⁷

Vzhledem k tomu, že si v tomto článku neklademe hlubší lingvistické cíle (vede nás především snaha upozornit na víceznačné přírodovědné termíny jako potenciální zdroj miskoncepcí žáků), nesnažíme se vyhledané termíny na homonyma a polysémní slova třídit. Jsme si vědomi nebezpečí, které při odlišování polysémie a homonymie hrozí: že neadekvátně přiřadíme dva a více slov pod jeden zvukový komplex, nebo naopak neodůvodněně rozdělíme jedno slovo na homonyma. Abychom mohli hovořit o polysémii, musí mít pojmenovávané jisté společné prvky. Je tedy zřejmé, že pro rozhodnutí, co je homonymie a co polysémie, je zásadní mimojazyková skutečnost (Peciar, 1980). Vzhledem k tomu, že se středoškolský pohled na některé termíny může lišit od pohledu odborníka, je to pro nás další důvod, proč se nesnažíme víceznačné termíny do jedné z obou kategorií přiřadit. (Plynulý přechod mezi homonymií a polysémií jsme již zmiňovali výše.)

Nicméně alespoň některá z víceznačných slov jsou i z pohledu laika (středoškoláka) jednoznačně polysémní: Jde například o metaforicky vzniklý termín *plášť* nebo o *redukci* coby příklad hyponymické polysémie (Grinev-Griniewicz, 2016). Metaforický původ mají i biologické termíny vycházející z rodových názvů organismů (*hlemýžď*, *čočka*, *plazmodium*), kde je nápadná vizuální podoba mezi pojmenovaným útvarem a odpovídajícím organismem. Obecně můžeme předpokládat, že tento typ víceznačnosti nebude pro žáky představovat problém.

Další charakteristikou slov, která bývají náročná na osvojení, je vedle samotné víceznačnosti jejich délka, resp. počet slabik (Cervetti et al., 2015). V tomto ohledu je soupis termínů rozmanitý a průměrně zatěžující. Převažují dvouslabičná a trojslabičná slova, čtyřslabičných je pětina, pouze jedno slovo (*hybridizace*) je pětislabičné.

Obecně platí, že na středoškolské úrovni se žáci učí především taková nová slova, která jsou morfologicky spjata s již známými slovy, tj. slova, u nichž je zřetelná spojitost s kořenem jiných známých slov (Carlisle & Katz, 2006). Podíváme-li se na seznam z tohoto úhlu pohledu, snad jen slovo *hybridizace* může v žácích podobnou spojitost evokovat. Skutečnost, že si žáci slova z širší morfologické rodiny osvojují snáz (Carlisle & Katz, 2006), tedy v našem kontextu není aktuální.

Při osvojování pojmů a souvisejících termínů se žák může ocitnout v některé z následujících situací (upraveno podle Jenkins & Dixon, 1983; Cervetti et al., 2015): a) Zná pojem a učí se k němu nové slovo (termín). b) Učí se současně pojem a termín, přičemž nový pojem se dá snadno vysvětlit s využitím stávajících znalostí. c) S nově zavádaným pojmem a příslušným termínem nemá žák dosud zkušenost a vysvětlení pojmu se neobejde bez znalosti dalších pojmů. Právě poslední případ je pro žáky nejnáročnější a hojně se s ním setkáme v přírodních vědách (Jenkins & Dixon, 1983). Podíváme-li se na náš seznam víceznačných slov touto optikou, je zřejmé, že nejde o náročnou slovní zásobu: V seznamu je jen málo pojmů, s nimiž se žák setkává nově v obou významech (*integument* či *plazmodium*), převažují slova, u nichž je alespoň jeden význam známý z výuky na základní škole (*děloha* či *průduch*). Většina termínů označuje strukturu, která se dá snadno popsat či ukázat na obrázku (*pochva* či *žalud*). Jen několik pojmů označuje složitější proces a vyžaduje znalost dalších přírodovědných pojmů (*translace* nebo *rezonance*).

6.2 Víceznačné pojmy jako zdroj miskoncepcí

Provedená rešerše odborné literatury svědčí o tom, že je jen málo miskoncepcí, které mají jazykové pozadí a v nichž figurují námi vyhledané víceznačné pojmy (jmenovitě jde o *kapiláru*, *vajíčko* a *hybridizaci*). Ostatní miskoncepce jsou rozmanité, spočívají v nesprávné lokalizaci příslušné struktury, v neporozumění určitému procesu, nepřesném vymezení pojmu apod. Některé polysémní pojmy ze seznamu nejsou zmíněny v žádných dohledaných miskoncepcích (například *stvol* či *štet*). Domníváme se, že je to proto, že tyto pojmy mají jasný vztah ke svému základnímu významu, v kontextu středoškolské výuky se neuplatňují při vysvětlování nějakého děje, a ve výuce proto nepředstavují problém.

Z autorčiny osobní zkušenosti (nepodložené výzkumem) vyplývá, že nepozornost žáků může vést k záměně významu u popisných pojmů, které označují odlišné struktury (v našem soupisu jde například o slova *ventriculus*, *stigma*, *průduch*, *pochva* či *ostie*). Tato záměna ale bývá záhy rozpoznána. Pravděpodobnost tohoto typu mýlky výrazně snižuje systematické pojetí učiva. (Žáci vědí, že se v daném období věnují například botanice, a významy spjata s ostatními obory pouští ze zřetele.)

¹⁷Odlíšností mezi různými skupinami organismů někdy odráží latinská podoba termínu. Například výše zmiňovaný pojem *průduch* má v zoologii ekvivalent *stigma*, v botanice *stoma*. Latinské termíny mohou vystihovat i strukturní a funkční rozdíly útvaru u téhož organismu. Například *pokožka* rostlin se dá označit jako *epidermis*, nachází-li se na prýtu, nebo jako *rhizodermis*, je-li na kořeni.

V případě chemických termínů s užším a širším významem (*sůl, alkohol* či *cukr*) může záměna jejich významů vést k nesprávné představě, že řečené platí pro celou skupinu látek, resp. pouze pro jednu sloučeninu. Tuto situaci je obtížnější odhalit.

V literatuře najdeme zajímavý postřeh, že nejednoznačnost významů zaskočí spíš žáky s širšími znalostmi. Žáci s menšími znalostmi často nepostřehnou, že je obecně známé slovo použito v odborném významu (a zdánlivě problém nemají), nebo si na další odborný význam, s nímž se dříve setkali, zkratka nevzpomenou (Ryan, 1985b). Před záměnou významu žáky tedy do jisté míry chrání zapomínání. Toto se s velkou pravděpodobností týká termínů s okrajovým významem (například *velum*), kde se dá u žáků očekávat krátkodobé zapamatování v době probírání příslušného učiva. (A je otázkou, zda znalost takových termínů vyžadovat.)

7 Didaktická doporučení

Učitel může být natolik zvyklý na určitý význam slova, že si existenci jiného významu nemusí uvědomovat (Ryan, 1985b). Prvořadý je proto požadavek, aby měl obstojný přehled o učivu ostatních předmětů a o homonymii a polysémii věděl. V případě integrované výuky přírodních věd je tento požadavek o to naléhavější (Starý & Rusek, 2019).

Navíc by měl učitel mít povědomí o obvyklých miskoncepcích žáků, ve kterých se daný termín také objevuje, aby mohl nedorozuměním předcházet (Mandíková & Trna, 2011; Sadler & Sonnert, 2016). Učitel by měl žáky upozorňovat, v jakém předmětu (a významu) se žáci s homonymním či polysémním pojmem setkali (Ryan, 1985a), měl by zdůraznit jazykový rozdíl mezi podobnými slovy a případně doporučit mnemotechnickou pomůcku k odlišení potenciálně zaměňovaných termínů.

Učitel může využít i další možnosti. Podchytit nesprávně pochopené vztahy mezi pojmy usnadní například pojmové mapy (Drozdíková & Nemcová, 2019).¹⁸ Žákovské povědomí o etymologii a morfologii termínů učitel podpoří slovníčkem latinských a řeckých slovních základů. V učení může žákům pomoci i soupis obecně užívaných slov, která mají v daném předmětu specifický význam (Ryan, 1985a).

8 Závěr

Literatura zabývající se jazykově zapříčiněnými miskoncepce uvádí jako jejich nejvýznamnější zdroj polysémní slova s odborným a obecným významem. My jsme se v tomto článku zaměřili na jednoslovné víceznačné termíny, které mají alespoň dva odborné významy v některém středoškolském přírodovědném předmětu (biologii, chemii a fyzice). Výsledný soupis je sice poměrně krátký, přesto můžeme říci, že se některé typy víceznačných slov pojí s určitým předmětem: Pro fyziku jsou charakteristická jména vědců, která se užívají jako fyzikální jednotky. V biologii se v různém kontextu (u různých skupin organismů) užívají stejné popisné termíny, terminologický význam mají i některé rodové názvy organismů. V chemii mohou být nejednoznačná některá látková jména.

V literatuře se podařilo dohledat pouze tři jazykově podmíněné miskoncepce, v nichž hraje roli víceznačnost použitých termínů. (Jde o zásadní nepochopení pojmu *hybridizace* v chemickém kontextu, zaměňování vývojových stádií *vajíčka* v biologii a kombinaci fyzikálního a biologického významu slova *kapilára*.) Drtivá většina dohledaných termínů svou víceznačností nijak nepřispívá k mylnému pochopení učiva. Vytvořený seznam nicméně dosvědčuje, že je víceznačnost v přírodovědné terminologii natolik rozšířená, že by jí měl učitel věnovat pozornost.

Acknowledgment

Za pročetí rukopisu a připomínky k němu děkuji Mgr. Adamu Veřmiřovskému, Ph.D., z Katedry českého jazyka a literatury Pedagogické fakulty Masarykovy univerzity.

Literatura

Andariana, A., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Suarsmi, E. (2020). Identification of biology students' misconceptions in human anatomy and physiology course through three-tier diagnostic test. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(3), 1071–1085. <https://doi.org/10.17478/jegys.752438>

Bidnenko, N. (2014). Interscientific homonymy as one of the common linguistic processes in terminology. *Mova i kultura*, 17(1), 282–288.

¹⁸Hodí se mj. na ujasnění souřadnosti či nadřazenosti skupin organismů. Častou miskonceptí u mladších žáků bývá ztotožňování *živočichů* a *savců*. Žáci často tvrdí, že *ryby* ani *ptáci* nejsou *živočichové* (Thompson & Logue, 2006).

- Bujalkova, M., & Dzuganova, B. (2015). English and Latin corpora of medical terms — a comparative study. *International Journal of Humanities Social Sciences Education*, 2(12), 82–91.
- Calvert, E. S. (1956). Technical terms in science and technology. *The American Journal of Psychology*, 69(3), 476–479.
- Carlisle, J. F., & Katz, L. A. (2006). Effects of word and morpheme familiarity on reading of derived words. *Reading and Writing*, 19(7), 669–693. <https://doi.org/10.1007/s11145-005-5766-2>
- Cervetti, G. N., Hiebert, E. H., Pearson, P. D., & McClung, N. A. (2015). Factors that influence the difficulty of science words. *Journal of Literacy Research*, 47(2), 153–185. <https://doi.org/10.1177/1086296X15615363>
- Coxhead, A. (2000). A new academic word list. *TESOL quarterly*, 34(2), 213–238. <https://doi.org/10.2307/3587951>
- Crouch, C. H., & Heller, K. (2014). Introductory physics in biological context: An approach to improve introductory physics for life science students. *American Journal of Physics*, 82(5), 378–386. <https://doi.org/10.1119/1.4870079>
- Čechová, M., Dokulil, M., Hrbáček, J., Hlavsa, Z., & Hrušková, Z. (2011). *Čeština – řeč a jazyk*. SPN.
- Drozdíková, A., & Nemcová, M. (2019). Možnosti použitia pojmových máp pri odhaľovaní nesprávneho chápania chemických pojmov na strednej škole. *Biologie – Chemie – Zeměpis*, 28(2), 19–28. <https://doi.org/10.14712/25337556.2019.2.3>
- Fletcher-Wood, H. (2021). *Responzivní výuka. Kognitivní vědy a formativní hodnocení v praxi*. Universum.
- Flood, W. E. (1960). *Scientific words, their structure and meaning*. Oldbourne.
- Goliášová, M. (2023). *Eponyma ve slovní zásobě českého jazyka* [Diplomová práce, Masarykova univerzita]. http://is.muni.cz/auth/th/af3bs/Diplomova_prace_-_Marcela_Goliasova.pdf
- Grinev-Griniewicz, S. (2016). Polysemy in language and thought. *Crossroads. A Journal of English Studies*, 1(12), 19–30. <https://doi.org/10.15290/cr.2016.12.1.02>
- Groves, F. H. (2016). A longitudinal study of middle and secondary level science textbook vocabulary loads. *School Science and Mathematics*, 116(6), 320–325. <https://doi.org/10.1111/ssm.12183>
- Hadinugrahaningsih, T., Rahmawati, Y., & Suryani, E. (2022). An analysis of preservice chemistry teachers' misconceptions of reduction-oxidation reaction concepts. *JOTSE: Journal of Technology and Science Education*, 12(2), 448–465. <https://doi.org/10.3926/jotse.1566>
- Hanson, R., Sam, A., & Antwi, V. (2012). Misconceptions of undergraduate chemistry teachers about hybridisation. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 10(1), 45–54.
- Hegazy, A. A., & Al-Rukban, M. O. (2012). Hymen: facts and conceptions. *The Health*, 3(4), 109–115.
- Hladká, Z. (2017a). Víceznačnost. In P. Karlík, M. Nekula & J. Pleskalová (Eds.), *CzechEncy – Nový encyklopedický slovník češtiny*. <https://www.czechency.org/slovník/VÍCEZNAČNOST>
- Hladká, Z. (2017b). Homonymie. In P. Karlík, M. Nekula & J. Pleskalová (Eds.), *CzechEncy – Nový encyklopedický slovník češtiny*. <https://www.czechency.org/slovník/HOMONYMIE>
- Hodges, K. E. (2008). Defining the problem: terminology and progress in ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(1), 35–42. <https://doi.org/10.1890/060108>
- Cheong, I. P. A., Treagust, D., Kyeleve, I. J., & Oh, P. Y. (2010). Evaluation of students' conceptual understanding of malaria. *International Journal of Science Education*, 32(18), 2497–2519. <https://doi.org/10.1080/09500691003718014>
- Chrzanowski, M. M., Grajkowski, W., Żuchowski, S., Spalik, K., & Ostrowska, E. B. (2018). Vernacular misconceptions in teaching science — types and causes. *Journal of Turkish Science Education*, 15(4), 29–54.
- Jelínek, J., & Zicháček, V. (2006). *Biologie pro gymnázia*. Nakladatelství Olomouc.
- Jenkins, J. R., & Dixon, R. (1983). Vocabulary learning. *Contemporary Educational Psychology*, 8(3), 237–260. [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(83\)90016-4](https://doi.org/10.1016/0361-476X(83)90016-4)
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 238–260. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Keeley, P. (2012). Misunderstanding misconceptions. *Science Scope*, 35(8), 12–15.
- Klepousniotou, E. (2002). The processing of lexical ambiguity: Homonymy and polysemy in the mental lexicon. *Brain and Language*, 81(1–3), 205–223. <https://doi.org/10.1006/brln.2001.2518>

- Kunt, H. (2016). Investigating science student teachers' ideas about function and anatomical form of two human sensory organs, the eye and the ear. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(5), 535–542. <https://doi.org/10.12973/ijese.2016.406a>
- Lahlou, H., & Abdul Rahim, H. (2020). The influence of prior knowledge on learning Scientific Terminology: A corpus-based cognitive linguistic study of acceleration in Arabic and English. *AWEJ for Translation & Literary Studies*, 4(1), 148–160. <https://doi.org/10.24093/awejtls/vol4no1.12>
- Liu, Y., Medlar, A., & Głowacka, D. (2022). Lexical ambiguity detection in professional discourse. *Information Processing & Management*, 59(5), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2022.103000>
- Lukša, T., Radanoviš, I., Garašiš, D., & Periš, M. S. (2016). Misconceptions of primary and high school students related to the biological concept of human reproduction, cell life cycle and molecular basis of heredity. *Journal of Turkish Science Education*, 13(3), 143–160. <https://doi.org/10.12973/tused.10176a>
- Mandíková, D., & Trna, J. (2011). *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. Paido.
- Maroneze, B. O. (2022). The polysemy of Portuguese 'gema' (gem; egg yolk; bud) in diachrony. *GTLex Uberlândia*, 8(1), 2–10. <https://doi.org/10.14393/Lex-v8a2022/23-2>
- Metelcová, T. (2019). *Indikace miskoncepce žáků v přírodovědných předmětech* [Diplomová práce, Univerzita Karlova]. <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/105307/120321767.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Milěr, T. (2017). Physics misconceptions due to the historical development of physics concepts and terminology. In J. Válek, & P. Marinič (Eds.), *Didaktická konference Brno* (pp. 94–101). PedF MUNI. <https://www.muni.cz/en/research/publications/1410400>
- Milěr, T. (2022). Teplo nebo energie? Poznámky k slovnímu vyjadřování v termodynamice. In O. Kéhar (Ed.), *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 9: Změny v RVP a jejich dopady do obsahu výuky fyziky* (s. 130–136). Západočeská univerzita v Plzni.
- Osborne, J. (2002). Science without literacy: A ship without a sail? *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 203–218. <https://doi.org/10.1080/03057640220147559>
- Pavlátová, V. (2019). Využití pojmových map s následným rozhovorem jako výzkumného nástroje při hledání žákovských miskoncepce. *Envigogika*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.14712/18023061.591>
- Peciar, Š. (1980). Vzťah polysémie a homonymie. *Slovo a slovesnosť*, 41(2), 86–92.
- Pleskalová, J. (2017). Eponym. In P. Karlík, M. Nekula & J. Pleskalová (Eds.), *CzechEncy – Nový encyklopedický slovník češtiny*. <https://www.czechency.org/slovník/EPONYM>
- Quílez, J. (2019). A categorisation of the terminological sources of student's difficulties when learning chemistry. *Studies in Science Education*, 55(2), 121–167. <https://doi.org/10.1080/03057267.2019.1694792>
- Quílez, J., & Quílez-Díaz, A. (2016). Clasificación y análisis de los problemas terminológicos asociados con el aprendizaje de la química: obstáculos a superar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 20–35. <https://doi.org/10498/18011>
- Ratnawati, R., & Sulastri, S. (2019). An analysis on students' ability in distinguishing polysemy and homonymy. In E. Kurniawan, A. A. Danuwijaya, M. Zifana & L. Hakim (Eds.), *Eleventh Conference on Applied Linguistics* (pp. 344–348). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/conaplin-18.2019.280>
- Rector, M. A., Nehm, R. H., & Pearl, D. (2013). Learning the language of evolution: lexical ambiguity and word meaning in student explanations. *Research in Science Education*, 43(1), 1107–1133. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9296-z>
- Rosenthal, D. P., & Sanger, M. J. (2012). Student misinterpretations and misconceptions based on their explanations of two computer animations of varying complexity depicting the same oxidation – reduction reaction. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(4), 471–483. <https://doi.org/10.1039/C2RP20048A>
- Rozsypal, S. et al. (2012). *Nový přehled biologie*. Scientia.
- Ryan, J. N. (1985a). The language gap: Common words with technical meanings. *Journal of Chemical Education*, 62(12), 1098–1099. <https://doi.org/10.1021/ed062p1098>
- Ryan, J. N. (1985b). The secret language of science or, radicals in the classroom. *The American Biology Teacher*, 47(2), 91. <https://doi.org/10.2307/4447957>
- Sadler, P. M., & Sonnert, G. (2016). Understanding misconceptions: Teaching and learning in middle school physical science. *American Educator*, 40(1), 26–32.
- Sánchez-González, J. R. (2020). Hemi- and homonyms in the big data era. *Diversity*, 12(12), 472–479. <https://doi.org/10.3390/d12120472>
- Schwarz, Z. J. (2002). *Metodický materiál pro zpracování hesel České terminologické databáze knihovnictví a informační vědy*. TDKIV.

- Sivle, A. D., & Aamodt, T. (2019). A dialogue-based weather forecast: Adapting language to end-users to improve communication. *Weather*, 74(12), 436–441. <https://doi.org/10.1002/wea.3439>
- Slisko, J., & Dykstra Jr, D. I. (1997). The role of scientific terminology in research and teaching: is something important missing? *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(6), 655–660. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199708\)34:6<655::AID-TEA7<3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199708)34:6<655::AID-TEA7<3.0.CO;2-M)
- Soeharto, S., Csapó, B., Sarimanah, E., Dewi, F. I., & Sabri, T. (2019). A review of students' common misconceptions in science and their diagnostic assessment tools. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 247–266. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.18649>
- Sochová, Z. (1965). Některé novinky v současné slovní zásobě. *Naše řeč*, 48(4), 199–205.
- Southard, K., Wince, T., Meddleton, S., & Bolger, M. S. (2016). Features of knowledge building in biology: Understanding undergraduate students' ideas about molecular mechanisms. *CBE — Life Sciences Education*, 15(1), 247–266. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.18649>
- Spuzic, S., Abhary, K., Stevens, C., Fabris, N., Rice, J., & Nouwens, A. (2005). Contribution to cross-disciplinary lexicon. In D. Radcliffe & J. Humphries (Eds.), *Proceedings of the 2005 ASEE/AaeE 4th Global colloquium on engineering education* (pp. 1–10). Australasian Association for Engineering Education. <https://hdl.handle.net/10018/3787>
- Starý, K., & Rusek, M. (2019). *Rozvoj mezipředmětových vztahů ve škole*. PedF UK.
- Staver, J. R., & Lumpe, A. T. (1995). Two investigations of students' understanding of the mole concept and its use in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), 177–193. <https://doi.org/10.1002/tea.3660320207>
- Strömdahl, H. (2007). Critical features of word meaning as an educational tool in learning and teaching natural sciences. In L. Taxén (Ed.), *The 13th international conference on thinking* (pp. 181–218). Linköping University.
- Strömdahl, H. R. (2012). On discerning critical elements, relationships and shifts in attaining scientific terms: The challenge of polysemy/homonymy and reference. *Science & Education*, 21(1), 55–85. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9335-y>
- Suprpto, N. (2020). Do we experience misconceptions? An ontological review of misconceptions in science. *Studies in Philosophy of Science and Education*, 1(2), 50–55. <https://doi.org/10.46627/sipose.v1i2.24>
- Svoboda, E., Lepil, O., Bartuška, K., Bednařík, M., & Šíroká, M. (2019). *Přehled středoškolské fyziky*. Prometheus.
- Špičáková, P. (2018). *Prekoncepty dětí o oběhové soustavě*. [Bakalářská práce, UTB ve Zlíně] <http://hdl.handle.net/10563/43906>
- Taibu, R., Rudge, D., & Schuster, D. (2015). Textbook presentations of weight: Conceptual difficulties and language ambiguities. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 11(1), 1–20. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.11.010117>
- Tekkaya, C. (2002). Misconceptions as barrier to understanding biology. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(23), 259–266.
- Thompson, F., & Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553–559.
- Tural, G. (2015). Cross-grade comparison of students' conceptual understanding with lenses in geometric optics. *Science Education International*, 26(3), 325–343.
- Utamy, V. G., & Rosdiana, L. (2023). Analysis of students' misconception profile on human respiratory system material using four-tier diagnostic test. *INSECTA: Integrative Science Education and Teaching Activity Journal*, 4(2), 124–137. <https://doi.org/10.21154/insecta.v4i2.6929>
- Vacík, J., Barthová, J., Pacák, J., Strauch, B., Svobodová, M., & Zemánek, F. (1999). *Přehled středoškolské chemie*. SPN.
- Vydra, M., & Kováčik, J. (2024). Visual plant anatomy: From science to education and vice versa. *Journal of Biosciences*, 49(2), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s12038-024-00436-9>
- Wandersee, J. H. (1988). The terminology problem in biology education: A reconnaissance. *The American Biology Teacher*, 50(2), 97–100.
- Williams, H. T. (1999). Semantics in teaching introductory physics. *American Journal of Physics*, 67(8), 670–680. <https://doi.org/10.1119/1.19351>
- Witteveen, J. (2016). Suppressing synonymy with a homonym: The emergence of the nomenclatural type concept in nineteenth century natural history. *Journal of History of Biology*, 49(1), 135–189. <https://doi.org/10.1007/s10739-015-9410-y>

- Wynn, A. N., Pan, I. L., Rueschhoff, E. E., Herman, M. A., & Archer, E. K. (2017). Student misconceptions about plants — a first step in building a teaching resource. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 18(1), 1–4. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v18i1.1253>
- Yates, T. B., & Marek, E. A. (2014). Teachers teaching misconceptions: A study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 7(7), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0007-2>
- Yener, Y. (2017). Pre-service science teachers' cognitive structure about some epidermal structure in plant. *Universal Journal of Educational Research*, 5(12A), 126–133. <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.051319>
- Zukswert, J. M., Barker, M. K., & McDonnell, L. (2019). Identifying troublesome jargon in biology: Discrepancies between student performance and perceived understanding. *CBE — Life Sciences Education*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.1187/cbe.17-07-0118>