

Človek a príroda

Vzdelávacia oblasť **Človek a príroda**

Metodická príručka pre
2. stupeň (3. cyklus) ZŠ



NÁRODNÝ INŠTITÚT VZDELÁVANIA A MLÁDEŽE

Človek a príroda

Metodická príručka pre 2. stupeň (3. cyklus) ZŠ

doc. PaedDr. Katarína Kotul'áková, PhD.

doc. PaedDr. Klára Velmovská, PhD.

doc. PaedDr. Jana Fančovičová, PhD.

PaedDr. Mariana Páleníková

doc. PaedDr. Kristína Žoldošová, PhD.

Mgr. Dominika Koperová, PhD.

Mgr. Peter Kelecsényi, PhD.

Obsah

Úvod	3
1 Prírodovedná gramotnosť a princípy vedy v 3. cykle	4
1.1 Induktívne a deduktívne poznávacie činnosti a ich prepájanie v 3. cykle	4
1.2 Integrované spôsobilosti vedeckej práce ako pokračovanie rozvoja základných spôsobilostí vedeckej práce	5
1.3 Porozumenie povahe vedy	8
2 Flexibilita naplňania obsahových a výkonových štandardov v 3. cykle	9
3 Ako čítať obsahový štandard v 3. cykle	11
4 Dosahovanie výkonových a obsahových štandardov v príkladoch konkrétnych vzdelávacích aktivít v rámci predmetov	12
4.1 Biológia	13
4.1.1 Príklady rôzneho metodického uchopenia rovnakého vzdelávacieho obsahu a plnenia rôznych výkonových štandardov	13
4.1.2 Príklady rôzneho metodického uchopenia plnenia rovnakých výkonových štandardov na rôznych obsahových štandardoch	22
4.2 Fyzika	32
4.2.1 Príklady rôzneho metodického uchopenia rovnakého vzdelávacieho obsahu a plnenia rôznych výkonových štandardov	32
4.2.2 Príklady rôzneho metodického uchopenia plnenia rovnakých výkonových štandardov na rôznych obsahových štandardoch	44
4.3 Chémia	49
4.3.1 Príklady rôzneho metodického uchopenia rovnakého vzdelávacieho obsahu a plnenia rôznych výkonových štandardov	49
4.3.2 Príklady rôzneho metodického uchopenia plnenia rovnakých výkonových štandardov na rôznych obsahových štandardoch	59
5 Dosahovanie výkonových a obsahových štandardov v príkladoch konkrétnych integrovaných vzdelávacích aktivít	74
5.1 Ciele	75
5.2 Didaktický kontext pre učiteľa	76
5.3 Postup	77
Záver	86
Použitá literatúra	88

Metodická príručka pre 3. cyklus vzdelávacej oblasti Človek a príroda nadväzuje na Metodickú príručku pre 1. a 2. cyklus. Jej cieľom je podporiť učiteľa pri funkčnej interpretácii a praktickej realizácii cieľov, obsahových a výkonových štandardov vo vyučovaní. Zatiaľ čo Sprievodca zmenami vo vzdelávacích oblastiach objasňuje, čo a prečo sa v novom kurikule mení, metodická príručka sa sústreďuje na otázku, ako so zmenami pracovať v konkrétnych vzdelávacích situáciách. V 3. cykle je táto otázka ešte naliehavejšia. Učiteľ pracuje s obsahovo náročnejšími témami, vyššími nárokmi na abstrakciu, argumentáciu a samostatnosť žiakov. Zároveň má učiteľ v 3. cykle v rámci vzdelávacej oblasti Človek a príroda priestor flexibilne voľiť organizačnú formu výučby. Škola sa môže rozhodnúť pre plne integrovanú výučbu, v ktorej sa biologické, fyzikálne, chemické a geologické obsahy prepájajú v rámci spoločných tém, problémov alebo výskumných otázok. Môže však zvoliť čiastočne integrovanú výučbu, v ktorej sa vybrané témy alebo vzdelávacie situácie realizujú spoločne naprieč vybranými predmetmi, alebo pre predmetovú výučbu samostatných prírodovedných predmetov. Vo všetkých prípadoch však zostáva zachovaný spoločný rámec vzdelávacej oblasti postavený na rozvoji prírodovednej gramotnosti, spoločných obsahových komponentoch a výkonových štandardoch.

Metodická príručka pokračuje v snahe ukázať možné postupy, ako rozvíjať všetky zložky prírodovednej gramotnosti. Poukazuje zároveň na špecifiká 3. cyklu z hľadiska rôznorodej práce s obsahom i výkonovými štandardami. Čitateľ v nej nájde metodické príklady a didaktické inšpirácie, ktoré ilustrujú, ako možno s kurikulumom pracovať flexibilne a zmysluplne v rôznych vyučovacích situáciách. Tieto príklady nemajú ambíciu predstavovať „hotové vyučovacie jednotky“ ani univerzálne postupy. Ich cieľom je ukázať kľúčové princípy práce s kurikulumom a ponúknuť možnosti gradácie, integrácie a variability.

Vzdelávanie v 3. cykle nestavia na „zelenej lúke“, ale nadväzuje na systematicky budované prírodovedné poznanie a základné spôsobilosti vedeckej práce rozvíjané v 1. a 2. cykle. To, čo bolo v nižších cykloch predmetom skúsenostného objavovania, pomenúvania a jednoduchého vysvetľovania javov, sa v 3. cykle prehĺbuje, systematizuje a vedome používa pri práci s abstraktnejšími modelmi, vzťahmi a premennými. Gradácia sa prejavuje nielen v rozširovaní obsahových štandardov, ale najmä v kvalite výkonu: od opisovania a jednoduchého zdôvodňovania k formulovaniu hypotéz, práci s premennými, argumentácii opretej o dôkazy a reflexii vlastného poznávacieho postupu. Učiteľ v 3. cykle preto vedome nadväzuje na predstavy a výkony žiakov z predchádzajúcich cyklov a rozvíja ich na vyššej úrovni abstrakcie, presnosti a samostatnosti.

Príklady uvedené v tejto metodike majú podporiť učiteľa v samostatnom didaktickom rozhodovaní. Výber tém v metodickej príručke je zámerne selektívny. Nejde o pokrytie celého štátneho vzdelávacieho programu, ale o ukážku, na ktorých je možné demonštrovať napríklad:

- ako sa v 3. cykle prepája obsahový a výkonový štandard,
- ako sa rozvíjajú spôsobilosti vedeckej práce a porozumenie povahe vedy,
- ako možno vyučovanie prírodovedných predmetov uchopiť integrovane.

Rozvoj prírodovednej gramotnosti je spoločným cieľom vzdelávacej oblasti Človek a príroda vo všetkých troch cykloch. V 3. cykle sa však očakáva kvalitatívny posun – od budovania a systematizácie predstáv smerom k ich vedomému používaniu, kritickému posudzovaniu a prepájaniu do vysvetľujúcich modelov.

Aj v 3. cykle zostáva zachovaná potreba vyváženého rozvoja:

- prírodovedných predstáv (obsahový rámec),
- spôsobilostí vedeckej práce (procesuálny rámec),
- postojov a predstáv o povahe vedy (postojový rámec).

Na rozdiel od 1. a 2. cyklu však induktívne postupy v 3. cykle častejšie prechádzajú do kombinácie indukcie a dedukcie. Žiaci pracujú s modelmi, abstraktnými pojmami a reprezentáciami, ako sú grafy, vzťahy, rovnice či schémy, ktoré si vyžadujú rozvoj formálneho uvažovania. Rastie dôraz na argumentáciu, zdôvodňovanie a prácu s dôkazmi, vrátane spôsobilosti uvažovať o vzťahoch medzi premennými a o platnosti vysvetlení v rôznych kontextoch. Z didaktického hľadiska učiteľ stále vychádza zo skúsenosti a systematickej výskumnej činnosti žiakov. Zároveň ich však cielene vedie k zovšeobecňovaniu, prepájaniu poznatkov a k vedomému používaniu abstraktných a formálnych nástrojov myslenia, ako aj k uvedomovaniu si hraníc i možných zmien ľudského poznania a samotného procesu poznávania.

1.1 Induktívne a deduktívne poznávacie činnosti a ich prepájanie v 3. cykle

Prírodovedné poznávanie – v školskej praxi, aj vo vede samotnej – neprebíha výlučne induktívne, ani výlučne deduktívne. Je založené na cyklickom prepájaní oboch spôsobov uvažovania, v ktorom sa empirická skúsenosť, tvorba zovšeobecnení, ich overovanie a následná aplikácia vzájomne podmieňujú. Tento princíp je prítomný už v nižších cykloch vzdelávania, avšak v 3. cykle nadobúda zásadnejší význam.

Kým v 1. a 2. cykle dominujú induktívne vzdelávacie postupy vychádzajúce z priamej skúsenosti žiakov, v 3. cykle sa prirodzene zvyšuje potreba systematizácie, abstrakcie a vedomého uplatňovania poznatkov. Žiaci sa postupne vedú nielen k tomu, aby na základe pozorovania, merania či experimentovania formulovali závery, ale aj k tomu, aby tieto závery konfrontovali s existujúcimi vysvetleniami, vedome ich používali pri formulácii predpokladov a očakávaných scenárov, ako aj aplikovali v nových, meniacich sa kontextoch. Z didaktického hľadiska to znamená, že induktívne a deduktívne postupy nemožno chápať ako protiklady ani ako alternatívy, medzi ktorými si učiteľ vyberá. Naopak, tvoria kontinuum vzdelávacích činností, ktoré sa vo vyučovaní uplatňujú podľa cieľa, charakteru obsahu a aktuálnych možností žiakov. Učenie sa prírodným vedám sa tak približuje

reálnemu vedeckému poznávaniu, ktoré sa neustále pohybuje medzi skúsenosťou a teoretickým vysvetlením.

V 3. cykle induktívne poznávacie činnosti predstavujú systematický proces, v ktorom žiaci na základe pozorovania, experimentovania a práce s údajmi identifikujú vzťahy, formulujú výskumné otázky a vytvárajú zovšeobecnenia.

Príklad 1: Žiaci vychádzajú z výskumnej otázky: *Ako ovplyvňujú rôzne podmienky priebeh (rýchlosť) chemickej reakcie?*

Na jej zodpovedanie realizujú sériu experimentálnych aktivít, v ktorých vždy menia len jednu premennú:

- v prvej aktivite porovnávajú priebeh reakcie kovu s kyselinou pri rôznych teplotách,
- v druhej aktivite sledujú tú istú reakciu pri rôznych koncentráciách kyseliny,
- v tretej aktivite porovnávajú rozklad peroxidu vodíka bez katalyzátora a s pridaním katalyzátora.

V jednotlivých aktivitách žiaci systematicky pozorujú (napr. intenzitu uvoľňovania plynu), prípadne merajú čas pozorovateľnej produkcie plyného produktu a zaznamenávajú údaje. Následne porovnávajú výsledky a identifikujú vzťahy medzi zmenenou premennou a rýchlosťou reakcie.

Na základe porovnania výsledkov formulujú zovšeobecnenia o vplyve teploty, koncentrácie a katalyzátora na rýchlosť reakcie.

Príklad 2: Žiaci na základe modelu fotosyntézy alebo energetických tokov v ekosystéme predpovedajú dôsledky zmeny jednej premennej (napr. zníženia dostupnosti svetla) a následne overujú, či sú ich deduktívne závery v súlade s empirickými údajmi alebo pozorovaním.

Takto koncipovaná výučba podporuje nielen rozvoj prírodovedných predstáv, ale aj porozumenie procesu poznávania, jeho možnostiam aj limitom.

1.2 Integrované spôsobilosti vedeckej práce ako pokračovanie rozvoja základných spôsobilostí vedeckej práce

Rozvoj spôsobilostí vedeckej práce predstavuje kontinuálny proces, ktorý sa začína už v najnižších ročníkoch základnej školy. V 1. a 2. cykle si žiaci postupne osvojujú základné spôsobilosti, ako sú pozorovanie, triedenie, meranie, komunikácia, usudzovanie či tvorba predpokladov. Tieto spôsobilosti sa rozvíjajú postupne, prostredníctvom činnostne orientovaných vzdelávacích situácií.

V 3. cykle sa tento proces posúva na kvalitatívne vyššiu úroveň. Základné spôsobilosti sa nielen naďalej uplatňujú, ale sa aj cielene prepájajú do komplexnejších stratégií systematického uvažovania a skúmania. Výsledkom tohto prepájania sú tzv. integrované spôsobilosti vedeckej práce, ktoré v 3. cykle zahŕňajú napríklad:

- identifikáciu a kontrolu premenných v experimentálnom dizajne výskumnej činnosti,
- formuláciu hypotéz a ich zdôvodňovanie,
- návrh a realizáciu výskumného postupu,
- analýzu a interpretáciu údajov,
- tvorbu záverov a argumentáciu podloženú dôkazmi.

Integrované spôsobilosti vedeckej práce sa v 3. cykle najvýraznejšie rozvíjajú prostredníctvom experimentálne orientovaných vzdelávacích situácií. Experiment sa pritom nechápe len ako technická realizácia pokusu, ale ako komplexný poznávací proces, v ktorom žiaci cielene prepájajú formulovanie výskumných otázok, identifikovanie závislých a nezávislých premenných, ktorých vzťah vyjadrujú v hypotézach, plánovanie postupu, prácu s údajmi a tvorbu zdôvodnených záverov.

Jednou z kľúčových integrovaných spôsobilostí v 3. cykle je schopnosť formulovať skúmateľné výskumné otázky a hypotézy. Ide o kvalitatívny posun oproti 1. a 2. cyklu, v ktorých žiaci síce dokážu formulovať zdôvodnené predpoklady vychádzajúce z vlastnej skúsenosti, no tieto majú prevažne podobu jednoduchých úsudkov o očakávanom priebehu javu, a nemožno ich chápať ako hypotézy v zmysle vzťahu medzi premennými.

V 3. cykle sa žiaci postupne učia rozlišovať medzi všeobecným opisom javu, výskumnou otázkou a hypotézou ako tvrdením o vzťahu dvoch (alebo viacerých) premenných, ktoré je možné overovať skúmaním. Formulácia hypotéz pritom neznamena hľadanie „správnej odpovede“, ale zdôvodnený predpoklad vychádzajúci z predchádzajúcich poznatkov, modelov a skúseností žiaka, ako zmena jednej premennej ovplyvní inú.

Napríklad výrok „Keď zvýšime teplotu, reakcia bude prebiehať rýchlejšie“ predstavuje v 3. cykle hypotézu, pretože vyjadruje vzťah medzi teplotou a rýchlosťou chemickej reakcie a je možné ho overovať. Naopak, výrok „Myslím si, že to prebehne rýchlejšie, lebo to tak býva“ má charakter zdôvodneného predpokladu, typického pre nižšie cykly, lebo ešte nepracuje s premennými v explicitnej podobe.

Podobný rozdiel možno ilustrovať aj vo fyzike. Výrok „Ak zväčšíme hmotnosť telesa zaveseného na pružine (silomeru), jej predĺženie sa zväčší“ predstavuje hypotézu, pretože explicitne vyjadruje vzťah medzi dvoma premennými (silou a predĺžením) a je možné ho experimentálne overovať. Naopak, výrok „Keď budem tlačiť viac, pôjde to rýchlejšie“ má charakter skúsenostného predpokladu typického pre nižšie cykly – vychádza zo skúsenosti, no ešte neformuluje vzťah medzi závislou a nezávislou premennou v podobe overiteľného tvrdenia o ich závislosti.

S formuláciou hypotéz úzko súvisí práca s premennými a návrh dizajnu experimentu. V 3. cykle sa žiaci učia identifikovať faktory, ktoré môžu ovplyvňovať skúmaný jav, rozlišovať, ktoré premenné sa menia a ktoré zostávajú konštantné, a plánovať postup tak, aby získané údaje umožňovali overiť vzťah formulovaný v hypotéze. Ide o jeden z najnáročnejších poznávacích procesov, keďže si vyžaduje súčasné uplatnenie viacerých čiastkových spôsobilostí, porozumenie vzťahom medzi premennými, anticipáciu ich vplyvu a plánovanie postupu v súlade s formulovanou hypotézou, a preto potrebuje systematické vedenie a opakované skúsenosti z rôznych kontextov.

Neoddeliteľnou súčasťou experimentálneho uvažovania je zber, spracovanie a interpretácia údajov. Žiaci sa učia zaznamenávať výsledky pozorovaní alebo meraní primeraným spôsobom, pracovať s tabuľkami, grafmi či inými reprezentáciami údajov a vyhľadávať v nich vzťahy a vzory.

Interpretácia údajov však presahuje ich jednoduchý opis alebo formuláciu záveru. Vedie žiakov k uvažovaniu o tom, prečo sa pozorované rozdiely alebo vzťahy objavili, ako súvisia s pôvodnou výskumnou otázkou alebo hypotézou a akým spôsobom ich možno vysvetliť na základe predchádzajúceho poznania. Interpretácia tak zahŕňa prepájanie výsledkov skúmania s inými javmi, konceptmi alebo modelmi a otvára priestor pre vysvetľovanie zistení v širších súvislostiach.

Napríklad v biológii môžu žiaci na základe merania tepovej frekvencie po rovnakej fyzickej záťaži formulovať záver, že rôzni žiaci dosahujú rôzne hodnoty tepu. Interpretácia ich však vedie k hľadaniu možných príčin týchto rozdielov, napríklad k uvažovaniu o rozdielnej telesnej kondícii, adaptácii organizmu alebo individuálnych fyziologických vlastnostiach.

Podobne v chémii môžu žiaci z údajov zistiť, že rýchlosť reakcie sa pri rovnakých podmienkach líši, vo fyzike žiaci z nameraných hodnôt odporu drôtu rôznych rozmerov môžu zistiť, od čoho ich odpor závisí a ako. Interpretácia v tomto prípade znamená snahu vysvetliť tieto rozdiely prostredníctvom pôsobenia ďalších premenných, energetických zmien alebo vlastností skúmaného systému, nie len konštatovať samotný rozdiel.

Dôležitou integrovanou spôsobilosťou je aj vyvodzovanie záverov a ich zdôvodňovanie na základe dôkazov. V 3. cykle sú žiaci postupne vedení k tomu, aby svoje tvrdenia opierali o získané údaje, rozlišovali medzi pozorovaním a interpretáciou a dokázali pomenovať obmedzenia svojich zistení alebo iných údajov, ktoré vyhodnocujú. Týmto spôsobom sa rozvíja nielen ich schopnosť argumentovať, ale aj porozumenie povahe vedeckého poznania ako procesu, ktorý je otvorený spresňovaniu a revízii.

Integrované spôsobilosti vedeckej práce nemožno chápať ako súčet jednotlivých čiastkových činností, ale ako výsledok ich postupného prepájania do zmysluplných poznávacích stratégií. Vedecké uvažovanie sa totiž neopiera o izolované pozorovanie, meranie či formulovanie záverov, ale o ich koordinované využívanie v konkrétnych poznávacích situáciách. Práve 3. cyklus predstavuje obdobie, v ktorom sa žiaci tieto komplexnejšie spôsoby uvažovania učia postupne rozvíjať. V praxi to znamená, že žiaci čoraz častejšie:

- hľadajú vzťahy a pravidelnosti medzi jednotlivými zisteniami,
- vytvárajú a používajú modely a zovšeobecnenia,
- porovnávajú rôzne vysvetlenia, riešenia a možnosti a zvažujú ich vhodnosť,
- reflektujú, akým spôsobom k poznaniu dospeli a čo ovplyvnilo jeho podobu.

Rozvoj integrovaných spôsobilostí vedeckej práce vyžaduje systematické vytváranie vzdelávacích situácií, v ktorých sú žiaci k týmto formám uvažovania cielene vedení. Učiteľ zohráva kľúčovú úlohu pri nastavovaní miery podpory, postupnom zvyšovaní nárokov a pri explicitnom pomenúvaní jednotlivých krokov a súvislostí medzi činnosťami, ktoré žiaci vykonávajú.

Z didaktického hľadiska je dôležité, aby integrované spôsobilosti vedeckej práce, ktoré sú v štátnom vzdelávacom programe vyjadrené prostredníctvom výkonových štandardov, nevystupovali ako samostatný cieľ oddelený od obsahu, ale aby boli prirodzenou súčasťou práce s obsahovým štandardom. Ich rozvoj sa uskutočňuje prostredníctvom premyslene navrhnutých vzdelávacích situácií, v ktorých žiaci riešia zmysluplné problémy, pracujú s reálnymi alebo modelovými údajmi a konfrontujú vlastné vysvetlenia s dôkazmi.

Súčasťou práce s integrovanými spôsobilosťami vedeckej práce je aj spôsob ich hodnotenia. V 3. cykle sa hodnotenie nemá zameriavať výlučne na výsledok skúmania alebo správnosť odpovede, ale predovšetkým na proces, ktorým žiak k výsledku dospel. Dôraz sa kladie na to, ako žiak formuluje otázky a hypotézy, ako pracuje s údajmi, akým spôsobom zdôvodňuje svoje závery a ako dokáže prepájať výsledky skúmania s predchádzajúcim poznaním.

Oproti 1. a 2. cyklu v 3. cykle nadobúda väčší význam aj metakognitívna rovina hodnotenia. Žiaci sú vedení k tomu, aby reflektovali vlastné postupy, posudzovali primeranosť zvolených metód, uvažovali o obmedzeniach svojich vysvetlení a identifikovali, čo by bolo potrebné zmeniť alebo doplniť pri ďalšom skúmaní. Hodnotenie tak podporuje nielen rozvoj samotných spôsobilostí vedeckej práce, ale aj uvedomovanie si procesu učenia sa a poznávania ako takého.

1.3 Porozumenie povahe vedy

Rozvoj integrovaných spôsobilostí vedeckej práce úzko súvisí s rozvojom predstavy o povahe vedy a vedeckého skúmania. Žiaci sa prostredníctvom vlastnej poznávacej činnosti postupne učia, že vedecké poznanie nevzniká náhle, ale je výsledkom dlhodobého procesu. Uvedomujú si, že vedecké vysvetlenia sú založené na dôkazoch, nie na autorite, a že poznanie sa môže meniť a spresňovať, keď sa získajú nové údaje. V 3. cykle dokážu žiaci tieto charakteristiky nielen vnímať, ale aj vedome reflektovať. Uvedomujú si, že rovnaký jav sa môže vysvetliť rôznymi modelmi, že vysvetlenia majú svoje hranice, a že vedecké poznanie je vždy do určitej miery podmienené dostupnými nástrojmi a zariadeniami, údajmi a teoretickým rámcom. Takto chápaný rozvoj prírodovednej gramotnosti presahuje rámec osvojovania si faktov, pojmov a zovšeobecnení. Prejavuje sa najmä spôsobilosťou kriticky uvažovať, vecne argumentovať a prijímať rozhodnutia opreté o dôkazy, resp. údaje. Práve v tomto zmysle predstavujú integrované spôsobilosti vedeckej práce prirodzené prepojenie medzi poznatkovou, procesuálnou a postojojou zložkou vzdelávacej oblasti Človek a príroda.

Z koncepčného uchopenia obsahových a výkonových štandardov štátneho vzdelávacieho programu vyplýva, že ten istý obsahový aj výkonový štandard možno naplňať prostredníctvom rozličných vzdelávacích postupov. Tie sa môžu líšiť nielen formou realizácie, ale aj tým, aké poznávacie procesy aktivizujú a ktoré spôsobilosti vedeckej práce a postoje žiakov rozvíjajú.

Obsahové a výkonové štandardy formulované pre 3. cyklus predpokladajú, že žiaci už majú základné skúsenosti so skúmaním javov a disponujú výkonmi, ktoré si osvojili v 1. a 2. cykle. Tie sa v tomto období ďalej prehlbujú a rozširujú. Metodická príručka preto pri niektorých didaktických postupoch a aktivitách cielene upozorňuje aj na výkonové štandardy nižších cyklov, ktoré sa na danom obsahu opätovne aktivizujú.

Tento prístup poukazuje na špirálovitý charakter kurikula a jeho vertikálnu prepojenosť. Umožňuje nielen postupnú gradáciu poznania a spôsobilostí naprieč vzdelávacími cyklami, ale aj rôzne úrovne a spôsoby prehľbovania a rozširovania výkonov a konceptov pri práci s konkrétnym obsahom. Metodická príručka s touto gradáciou pracuje zámerne, a to tak, že ukazuje, ako možno rovnaké obsahové alebo výkonové štandardy rozvíjať na rôznej úrovni náročnosti a v odlišných didaktických kontextoch. Konkrétne podoby gradácie sú podrobnejšie ilustrované v ďalších kapitolách. Učiteľ v 3. cykle síce smeruje k naplňaniu výkonových a obsahových štandardov tohto cyklu, zároveň však vedome pracuje s výkonmi a obsahmi, ktoré majú pôvod v nižších cykloch. Vychádzajú a opierajú sa o predispozičné predstavy, rozvíjané v rámci jednotlivých komponentov, aj o výkonové štandardy, napríklad v oblasti pozorovania, opisovania javov, jednoduchého vysvetľovania vzťahov či práce s údajmi. Príklady uvedené v metodической príručke nemajú ambíciu ponúknuť jeden univerzálny postup. Naopak, ilustrujú rôzne možnosti, ako možno obsahové a výkonové štandardy funkčne prepájať v závislosti od didaktického zámeru a vzdelávacieho kontextu.

Výkonové štandardy v 3. cykle sú formulované spoločne pre všetky prírodovedné predmety. Rovnaký výkonový štandard je tak možné rozvíjať prostredníctvom biologických, fyzikálnych aj chemických obsahov, prípadne ich vzájomného prepájania. Tento prístup podporuje horizontálne prepojenie prírodovedného vzdelávania a umožňuje žiakovi vytvárať komplexnejšie predstavy o prírodných javoch a procesoch, ktoré presahujú rámec jednej disciplíny.

Horizontálne prepájanie pritom neznamená nevyhnutne zlučovanie predmetov ani oslabenie ich špecifík, ale vedomé využívanie spoločných výkonov pri práci s rôznymi obsahovými konceptmi. Učiteľ tak môže rovnaký výkonový štandard rozvíjať v rôznych predmetových kontextoch alebo v rámci integrovanej výučby, pričom sa opiera o odlišné,

ale vzájomne sa dopĺňajúce biologické, fyzikálne a chemické pohľady na skúmaný jav. Zároveň platí, že výkonové štandardy, ktoré reprezentujú rozvoj spôsobilostí vedeckej práce a predstavy o povahe vedy, sa nedosahujú jednorazovo, ale postupne a opakovane v rôznych vzdelávacích situáciách. Ich rozvoj si vyžaduje opakované uplatňovanie rovnakých spôsobov uvažovania v rôznych obsahových kontextoch, keďže ich nemožno rozvinúť jednorazovou aktivitou, ale len systematickou a dlhodobějšíou prácou.

Metodická príručka s touto možnosťou pracuje zámerne a v ďalších kapitolách ponúka príklady, v ktorých sa rovnaký výkonový štandard napĺňa prostredníctvom rôznych obsahových štandardov jednotlivých prírodovedných predmetov, ako aj príklady ich vzájomnej integrácie.

Obsahový štandard v 3. cykle predstavuje orientačný rámec na rozvíjanie komplexných prírodovedných predstáv. Je usporiadaný do obsahových komponentov, ktoré sa môžu uplatňovať v biologických, fyzikálnych, chemických a geologických kontextoch. Takéto usporiadanie prirodzene podporuje integráciu, zároveň však umožňuje predmetové členenie.

Pri práci s obsahovým štandardom je dôležité nevnímať ho ako chronologický „učebný plán“, ale ako štruktúrovaný systém konceptov a vzťahov. Učiteľ z neho pri tvorbe učebného či metodického materiálu vyberá a prepája jednotlivé prvky podľa cieľov, kontextu a zvolených výkonových štandardov, pričom rešpektuje vnútornú štruktúru obsahového štandardu a väzby medzi jeho komponentmi. Učiteľ pri tom zároveň sleduje nadväznosť na 2. cyklus – teda, ktoré predstavy už majú byť rozvinuté a ktoré sú predmetom ďalšej systematizácie a prehľbovania v 3. cykle.

Jednou z kľúčových zmien nového kurikula je uvoľnenie pevnej väzby medzi obsahom a výkonom, pričom výkonové štandardy definujú, čo má žiak dokázať, neurčuje však prostredníctvom akého obsahu.

V praxi to znamená, že:

- rovnaký výkonový štandard sa môže naplňať prostredníctvom rôznych obsahových štandardov. Napríklad výkonový štandard zameraný na identifikáciu vzťahu medzi premennými môže žiak rozvíjať v chémii pri skúmaní rýchlosti chemickej reakcie, vo fyzike pri sledovaní závislosti prejdenej dráhy od času pri rovnomernom pohybe alebo v biológii pri skúmaní vplyvu podmienok prostredia na rast organizmov.
- rovnaký obsahový štandard môže viesť k rôznym výkonom v závislosti od zvolených činností. Napríklad obsahový štandard zameraný na zisťovanie vlastností látok môže viesť k rozvoju rôznych výkonov: žiaci môžu pri jednoduchých aktivitách látky triediť podľa zvolených kritérií alebo pri experimentálnych činnostiach skúmať vzťah medzi teplotou rozpúšťadla a rozpustnosťou zvolenej látky.

Tento princíp umožňuje diferenciaciu náročnosti, podporuje gradáciu spôsobilostí vedeckej práce a vytvára priestor pre medzipredmetovú spoluprácu.

Dosahovanie výkonových a obsahových štandardov v príkladoch konkrétnych vzdelávacích aktivít v rámci predmetov

V porovnaní s predchádzajúcim štátnym vzdelávacím programom sú v novom kurikulárnom rámci výkonové štandardy formulované všeobecnejšie a orientujú sa na komplexnejšie vzdelávacie výstupy. Dôraz sa presúva od reprodukcie tematicky viazaných poznatkov k rozvoju prírodovednej gramotnosti, schopnosti transferu poznatkov a ich aplikácie v rozmanitých kontextoch.

V treťom cykle sa predpokladá systematický rozvoj prírodovednej gramotnosti na úrovni, ktorá žiakom umožňuje identifikovať prírodovedné dimenzie komplexných situácií. V týchto situáciách dokážu uplatňovať nielen nadobudnuté prírodovedné poznatky, zručnosti a postoje, ale aj princípy a postupy vedeckého poznávania. Na konci tretieho cyklu majú byť žiaci schopní samostatne formulovať výskumné otázky, navrhovať primerané postupy skúmania, analyzovať a interpretovať získané údaje a zmysluplne prepájať poznatky pomocou kritického uvažovania.

Takto rozvinutá prírodovedná gramotnosť im umožňuje porovnávať alternatívne vysvetlenia, vyberať relevantné dôkazy, hodnotiť ich vierohodnosť, zdôvodňovať vlastné závery a formulovať vysvetlenia opreté o kritickú analýzu výsledkov a argumentačne podložené stanoviská.

Nasledujúce kapitoly metodickej príručky ponúkajú konkrétne príklady:

- ako vo vyučovacom procese konkretizovať obsahový a výkonový štandard,
- ako prepájať obsahový a výkonový štandard,
- ako rôznym spôsobom uchopiť rovnaký obsahový štandard a plniť tým rôzne výkonové štandardy v biológii, fyzike a chémii,
- ako rovnaké výkonové štandardy uchopiť rôznymi spôsobmi v biológii, fyzike a chémii.

4.1 Biológia

Táto časť metodickej príručky sa zameriava na interpretáciu zámerov tretieho cyklu vzdelávacej oblasti Človek a príroda so špecifickým akcentom na predmet biológia. Postavenie biológie je v tomto kontexte do istej miery špecifické, keďže biologické poznanie má integratívny charakter a prirodzene presahuje hranice jednotlivých tematických okruhov. Umožňuje tak vytvárať významové prepojenia medzi obsahovými komponentmi a podporovať systémové porozumenie prírodným javom a procesom. Zároveň poukazujeme na gradáciu vzdelávacích cieľov naprieč jednotlivými cyklami vzdelávania i na gradáciu aktivít od najjednoduchších po náročnejšie.

Navrhované didaktické aktivity preto zámerne integrujú obsahové štandardy z viacerých obsahových komponentov a súčasne rozvíjajú viaceré výkonové štandardy. Prostredníctvom konkrétnych príkladov demonštrujeme možné metodické uchopenie vzťahu medzi obsahom a výkonom tak, aby sa systematicky podporovala prirodovedná gramotnosť žiakov v súlade so zámermi tretieho cyklu.

4.1.1 Príklady rôzneho metodického uchopenia rovnakého vzdelávacieho obsahu a plnenia rôznych výkonových štandardov

V kapitole sa pokúsime objasniť, ako je možné plniť rovnaký obsahový štandard prostredníctvom rôznych didaktických postupov, ktoré budú zamerané na plnenie rôznych výkonových štandardov. Predstavíme rôzne aktivity, pričom pri každej aktivite bude uvedené, ktoré výkonové a obsahové štandardy sa budú naplňať. Samotné aktivity v kapitole postupne gradujú, aby bolo zrejmé, ako je možné rovnaký obsahový štandard sprístupňovať v rôznych ročníkoch tretieho cyklu a ako je možné vybraný obsahový štandard prepájať s dosahovaním štandardov z iných komponentov vzdelávacej oblasti.

Biologický a didaktický kontext pre učiteľa

Žiabronôžka sol'ná (*Artemia salina*) je vhodný modelový organizmus na ekologické, environmentálne a behaviorálne pozorovania. Vyznačuje sa krátkym životným cyklom, nenáročným chovom a dostatočnou veľkosťou (5 – 10 mm), ktorá umožňuje pozorovanie voľným okom. Umožňuje realizovať aktivity zamerané na pozorovanie ontogenézy, adaptácií na prostredie, správania a osmoregulácie.

Samice môžu produkovať živé larvy alebo odolné cysty schopné dlhodobo prežiť nepriaznivé podmienky. Cysty obsahujúce embryo dokážu prežiť aj niekoľko rokov v suchom a chladnom prostredí a sú bežne dostupné v akvaristických potrebách. Po prenesení do vhodných podmienok – teplej (25 °C), slanej, mierne zásaditej a okysličenej vody (približne 28 °C; pH okolo 8 – 8,5; približne 3 % roztok morskej soli) – sa pri dostatočnom osvetlení do 24 – 48 hodín liahnu naupliové larvy. Pri dostatku potravy dorastajú približne do dvoch týždňov do dospeljej veľkosti (viac ako 1 cm). Ako potrava postačujú jednobunkové riasy alebo jemná organická suspenzia. Druh toleruje široké rozpätie salinity, čo umožňuje experimentálne overovať vplyv prostredia na organizmus.

Vysoká tolerancia voči salinite a schopnosť regulácie osmotického tlaku predstavujú vhodný základ na diskusiu o adaptáciách organizmov na extrémne prostredie. Žiabronôžka reguluje hladinu hemoglobínu v závislosti od obsahu rozpusteného kyslíka v prostredí. Regulácia jej umožňuje prežiť aj v prostredí s nízkou koncentráciou rozpusteného kyslíka typickou pre hypersalinné vody.

Variant A

Aktivita 1:

Pozorovanie žiabronôžky soľnej v modelovom ekosystéme

Aktivita je zameraná na priame pozorovanie žiabronôžky soľnej v jednoduchom modelovom ekosystéme vytvorenom v uzavretej nádobe. Cieľom je rozvíjať spôsobilosť systematického pozorovania, zaznamenávania znakov organizmov a uvedomovania si vzťahu medzi organizmom a prostredím.

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Ekosystém – Špecifické podmienky prostredia organizmov.	2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry. – Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov. – Porovnať údaje v tabuľke.

Postup

Učiteľ vopred pripraví kultivačnú nádrž so slanou vodou (35 g morskej soli na 1 liter vody). Nádrž je vhodné umiestniť na svetlé miesto, kde sa prirodzene rozvíjajú riasy ako zdroj potravy. Funkčnú kultúru je možné udržiavať dlhodobo. Alternatívou je vytvorenie uzavretého ekosystému priamo v plastovej fľaši, ktorý umožňuje sledovať vývin viacerých generácií.

Žiaci pracujú v skupinách. Na dno 1,5-litrovej plastovej fľaše nasypú približne 2 cm vrstvu piesku zmiešaného s drvenými schránkami lastúrníkov. Z pripravenej kultivačnej nádrže nalejú vodu približne do troch štvrtín objemu fľaše tak, aby sa v nej nachádzalo približne 10 – 15 jedincov rôznej veľkosti a vývinového štádia. Fľašu uzavrujú viečkom.

Následne žiaci pozorujú žiabronôžky voľným okom. Zameriavajú sa na vybrané charakteristiky, napríklad tvar tela, veľkosť, sfarbenie, spôsob pohybu a prejavy správania. Pozorovania systematicky zaznamenávajú¹ do záznamového hárka.

Aktivita vytvára priestor na následnú diskusiu o adaptáciách organizmov na podmienky prostredia, o fungovaní jednoduchého ekosystému a o rozdieloch medzi jedincami rôzneho vývinového štádia. Zároveň podporuje rozvoj presného opisného jazyka, práce s údajmi² a formulovania jednoduchých záverov na základe pozorovania.

1 Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry.

2 Porovnať údaje v tabuľke.

Variant B

Nasledujúce aktivity (2 až 4) sú zamerané na plnenie toho istého obsahového štandardu a tých istých výkonových štandardov ako variant A. Variant A sa zameriava na plnenie menšieho množstva výkonových štandardov. Rôzne aktivity reprezentujú rôzne uchopenie tých istých obsahových a výkonových štandardov a to vzhľadom na to, v ktorom ročníku chce učiteľ aktivity realizovať, či s akými inými vzdelávacími obsahmi chce aktivitu prepájať. Súbor týchto aktivít tak naznačuje spôsob gradácie a integrácie v rámci vzdelávacej oblasti.

Aktivita 2:

Skúmanie vplyvu slanosti vody na správanie žiabronôžky soľnej

Aktivita je zameraná na rozvoj experimentálnych zručností žiakov a porozumenie vzťahu medzi environmentálnymi faktormi a životnými prejavmi organizmov. Žiaci pracujú s premennými v experimente, kvantitatívne zaznamenávajú údaje, graficky ich spracúvajú a interpretujú výsledky. Aktivita podporuje rozvoj spôsobilosti formulovať hypotézu, kontrolovať podmienky experimentu, analyzovať dáta a argumentačne zdôvodňovať závery.

Žiaci skúmajú vplyv salinity prostredia na liahnutie a pohyblivosť žiabronôžky soľnej. Experimentálne overujú, ako sa mení počet vyliahnutých a aktívne sa pohybujúcich jedincov v závislosti od koncentrácie soli.

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Ekosystém – Špecifické podmienky prostredia organizmov.	1. cieľ: Plánovať a realizovať experiment – Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku. – Navrhnuť spôsob získavania údajov. – Identifikovať skúmané závislé a nezávislé premenné. – Vyjadriť očakávanú súvislosť medzi závislou a nezávislou premennou. – Realizovať experiment podľa vlastného navrhnutého postupu. – Určiť, sledovať a kontrolovať podmienky experimentu. 2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry. – Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov. – Porovnať údaje v tabuľke. – Zostrojiť graf na základe získaných údajov. – Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov. – Interpretovať grafické závislosti.

Postup

Učiteľ predstaví žiabronôžky a ich prirodzené prostredie (slané jazierka). Aktivizuje žiakov otázkami so zámerom zamyslieť sa nad vzťahom medzi prostredím a schopnosťou organizmov v tomto prostredí prežiť: *Prečo niektoré živočíchy žijú len v špecifických podmienkach, napr. v slanej vode? Ako vplyvajú podmienky prostredia na život živočíchov?*

Následne identifikuje predstavy žiakov o slanosti a jej vplyve na živočíchy. *Kde žili žiabronôžky, ktoré ste pozorovali na predchádzajúcich vyučovacích hodinách? Myslíte si, že žiabronôžky reagujú skôr na podmienky vo vode, alebo na podmienky na súši? Ako?*

Učiteľ oznámi žiakom, že budú pracovať so žiabronôžkou sol'nou. Žiaci budú manipulovať so sklom a vodou, preto učiteľ vysvetlí pravidlá bezpečnosti a priebežne monitoruje prácu skupín. Spoločne v diskusii so žiakmi formuluje výskumnú otázku: *Ako vplyva slanosť vody na liahnutie žiabronôžky sol'nej?*

Na úvod žiaci diskutujú o tom, pri akej koncentrácii soli očakávajú najvyššiu úspešnosť liahnutia. Následne pripravia viacero nádob s rôznou koncentraciou soli, pričom dbajú na zachovanie rovnakých podmienok³ vo všetkých ostatných faktoroch.

V priebehu experimentu identifikujú⁴:

- nezávislú premennú – salinitu (koncentraciu soli),
- závislú premennú – počet vyliahnutých a/alebo pohyblivých jedincov,
- kontrolné premenné – intenzitu svetla, teplotu prostredia, objem vody, počet vajčiek a čas pozorovania.

Žiaci sa rozdelia do trojčlenných skupín a vytvoria svoju hypotézu⁵, napríklad: *Predpokladáme, že čím viac soli, tým rýchlejšie sa žiabronôžky liahnu; Predpokladáme, že pri príliš vysokej koncentrácii soli sa počet vyliahnutých jedincov zníži. Očakávame, že najviac žiabronôžok sa vyliahne pri strednej koncentrácii soli, približne zodpovedajúcej morskej vode.*

Každú hypotézu zapíšu do pracovného listu. Učiteľ môže použiť situačný obrázok (concept cartoon), napr.:



Obrázok 1: Konceptuálna úloha o žiabronôžkach

Zdroj: ChatGPT 2. december 2025

- 3 Určiť, sledovať a kontrolovať podmienky experimentu.
- 4 Identifikovať skúmané závislé a nezávislé premenné.
- 5 Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku. Vyjadriť očakávanú súvislosť medzi závislou a nezávislou premennou.

Žiaci si vyberú výrok, ktorý považujú za najpravdepodobnejší, alebo vytvoria vlastný. Diskusia podporuje argumentáciu, kritické myslenie a kognitívny konflikt. Učiteľ žiakov vyzve, aby v skupine navrhli spôsob získavania údajov⁶. Experiment môžu realizovať podľa vlastného navrhnutého postupu⁷. Ak nie, postup navrhne učiteľ a žiaci pracujú podľa neho.

Následne žiaci realizujú experiment. Pripraví sa séria 11 roztokov s rôznou koncentráciou soli (0 g – 10 g soli na 100 ml vody). Každý pohár predstavuje jednu experimentálnu podmienku pre jednu skupinu. Pri príprave dbajú na presné odmeranie objemu vody aj hmotnosti soli. Do každého pohára pridajú presne 100 vajíčok žiabronôžky. Počet určia pomocou lupy a milimetrového papiera, aby zabezpečili porovnateľné podmienky. Poháre prekryjú potravinovou fóliou a umiestnia ich na rovnaké miesto so stálymi svetelnými a teplotnými podmienkami. Experiment trvá 48 – 72 hodín. Žiaci 2 – 3 razy denne zapisujú zistenia do tabuľky⁸. V stanovenom čase zaznamenávajú:

- počet nevyľiahnutých vajíčok,
- počet vajíčok v štádiu ľahnutia,
- počet vyľiahnutých, nepohyblivých jedincov,
- počet pohyblivých žiabronôžok.

Údaje zapisujú do tabuľky a následne ich graficky spracujú (napr. závislosť počtu pohyblivých jedincov od koncentrácie soli). Na základe grafu *identifikujú trend*⁹, optimálnu koncentráciu a pokles úspešnosti ľahnutia pri extrémnych hodnotách. Pri rozšírení aktivity môžu žiaci paralelne skúmať aj vplyv pH prostredia. V takom prípade upravujú hodnotu pH pomocou pripravených roztokov a sledujú jeho vplyv na ľahnutie pri zachovaní rovnakej salinity. Učiteľ podporuje pozorovanie otázkami: *Čo pozorujete pri nízkej slanosti? Čo sa deje pri najvyšších koncentráciách soli? V ktorých pohároch sa larvy objavujú najrýchlejšie?* Po uskutočnení experimentu žiaci v rámci diskusie:

1. porovnávajú jednotlivé poháre,
2. vytvoria graf¹⁰ (slanosť → počet vyľiahnutých/pohyblivých žiabronôžok) a interpretujú údaje¹¹,
3. porovnávajú výsledky so svojimi hypotézami.

V závere aktivity skupiny porovnávajú svoje výsledky, diskutujú možné odchýlky a prezentujú formulované závery. V závere učiteľ vedie reflexiu/diskusiu smerujúcu k ekologickému a adaptačnému rozmeru:

- *Ktorá koncentrácia soli bola pre ľahnutie najvhodnejšia? Prečo?*
- *Prečo sa v pitnej vode vajíčka nevyľiahli alebo zahynuli?*
- *Čo sa stalo pri veľmi vysokej koncentrácii soli?*
- *Ako tieto poznatky súvisia s adaptáciou organizmov na prostredie?*
- *Prečo organizmy nežijú vo všetkých typoch prostredia?*

6 Navrhnuť spôsob získavania údajov.

7 Realizovať experiment podľa vlastného navrhnutého postupu.

8 Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov.

9 Určiť, sledovať a kontrolovať podmienky experimentu.

10 Zostrojiť graf na základe získaných údajov.

11 Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov. Interpretovať grafické závislosti.

Žiaci dospejú k zisteniu, že vhodná slanosť je rozhodujúca pre úspešné liahnutie, že každý organizmus má optimálne podmienky prostredia, že extrémne podmienky vedú k úhynu alebo oneskorenému vývinu a vývin a správanie organizmov sú výsledkom adaptácie na konkrétne ekologické podmienky¹². Aby učiteľ podporil rozvoj predstavy o tom, že podmienky pre život žiabronôžky sú jedinečné, môže viesť žiakov k uvažovaniu nad tým, či by vo vode, ktorá vyhovuje žiabronôžke soľnej prežili iné drobné živočíchy, napríklad či je možné použiť iné živé krmivo pre akváriové rybičky, ako sú komárie larvy. Tie vyžadujú vodu bez soli, čo podporí predstavu o jedinečnosti prostredia, ktoré rôzne druhy živočíchov vyžadujú.

Učiteľ sa zameriava na kvalitu zápisu výskumnej činnosti – či obsahuje výskumnú otázku, hypotézu, jasne určené premenné, opis postupu, kompletný záznam údajov v tabuľke, grafické znázornenie a záver podložený získanými údajmi. Sleduje vecnosť, logickú štruktúru a prepojenosť jednotlivých častí zápisu. Pri hodnotení práce s údajmi posudzuje prehľadnosť a úplnosť tabuľky, správne označenie stĺpcov a jednotiek, ako aj správnosť výpočtov. Pri grafickom znázornení hodnotí správne označenie osí, mierku, jednotky a zodpovedajúce vyjadrenie závislosti medzi premennými. V oblasti interpretácie a argumentácie sleduje, či žiak dokáže jasne opísať vzťah medzi slanosťou vody a úspešnosťou liahnutia, identifikovať optimálne podmienky, navrhnúť vhodnejšie riešenie výskumného problému, zdôvodniť svoje tvrdenia konkrétnymi údajmi a prepojiť záver s biologickým pojmom adaptácia organizmov na prostredie.

Aktivita 3:

Skúmanie správania žiabronôžky soľnej v prostredí s rôznym pH

Žiaci v rámci vyučovacej hodiny skúmajú vplyv pH prostredia na správanie (aktivitu) žiabronôžok. Aktivitou žiakov vedieme k rozvoju spôsobilosti formulovať hypotézy, experimentálne overovať hypotézy a interpretovať výsledky pozorovania.

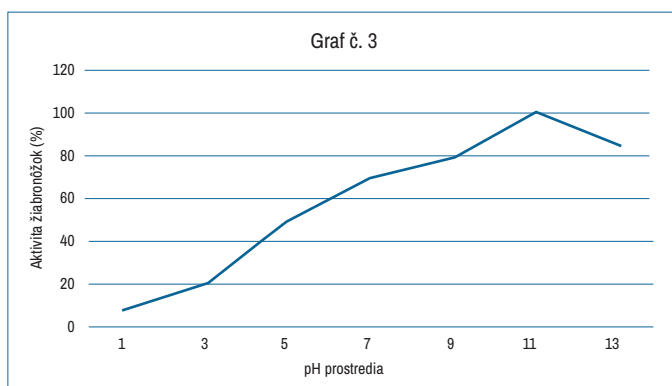
Postup

V úvode učiteľ vedie diskusiu o faktoroch, ktoré ovplyvňujú život vodných organizmov, pričom osobitnú pozornosť venuje pH ako významnému ekologickému faktoru. Spoločne so žiakmi objasní pojem pH ako číselnú hodnotu vyjadrujúcu kyslosť alebo zásaditosť roztoku, pričom vysvetlí rozdiel medzi kyslým ($\text{pH} < 7$), neutrálnym ($\text{pH} = 7$) a zásaditým prostredím ($\text{pH} > 7$). Učiteľ zároveň oboznámi žiakov so spôsobmi zisťovania pH, napríklad pomocou univerzálnych indikátorových papierikov alebo pH metra.

Učiteľ v závere zdôrazní význam optimálneho pH pre život vodných organizmov a poukáže na súvislosti s ochranou životného prostredia. Žiaci vyberú graf, ktorý podľa nich znázorňuje závislosť aktivity žiabronôžok od pH prostredia.

12 Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií.

1. Vyberte graf, ktorý zobrazuje aktivitu žiabronôžok v závislosti od pH prostredia.



Následne učiteľ rozdelí žiakov do menších skupín, v ktorých budú realizovať experiment. Spoločne sformulujú výskumnú otázku: Ako ovplyvňuje pH aktivitu žiabronôžok? Žiaci vyslovia vlastné *hypotézy*¹³ o tom, v ktorom prostredí budú žiabronôžky najaktívnejšie. Každá skupina pripraví štyri kadičky so 100 ml fyziologického roztoku a pomocou kuchynského octu a sódy bikarbóny upraví jednotlivé roztoky na hodnoty pH 3, 5, 7, 9. Správnosť hodnoty pH overia pomocou indikátorových papierikov. Do každej kadičky následne vložia rovnaký počet žiabronôžok (100) a pomocou lupy pozorujú ich pohybovú aktivitu. Svoje zistenia systematicky zaznamenávajú do pripravenej *tabuľky*¹⁴.

13 Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku.

14 Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov.

Po ukončení experimentu nasleduje spoločné vyhodnotenie výsledkov. Žiaci *porovnávajú*¹⁵ aktivitu žiabronôžok v jednotlivých prostrediach, identifikujú podmienky, v ktorých boli najaktívnejšie, a diskutujú o tom, prečo extrémne kyslé alebo zásadité prostredie organizmom nevyhovuje.

1. Aký vplyv by mohli mať extrémne hodnoty pH (príliš kyslé alebo zásadité) na ekosystém žiabronôžok?
2. Vyhľadajte na internete dva organizmy, ktoré žijú v extrémnych podmienkach – veľmi kyslé a veľmi zásadité prostredie.

Aktivita 4:

Ako ovplyvňuje liahnutie žiabronôžky soľnej teplota?

Žiaci pracujú s modelovou situáciou experimentu, identifikujú premenné, čítajú odborný text, vyhľadávajú informácie, vysvetľujú biologický jav na základe údajov. Číselné údaje interpretujú, porovnávajú hodnoty, vytvárajú grafické znázornenie, vyvodzujú záver z grafu.

Postup

Úlohou žiakov je prečítať nasledovný text a odpovedať na otázky.

Teplota a rýchlosť liahnutia žiabronôžky soľnej

Vajíčka žiabronôžky soľnej boli umiestnené do slanej vody pri troch rôznych teplotách. Prvá skupina sa nachádzala v ohrievanej nádrži pri teplote 33 °C (± 3 °C). Druhá skupina bola ponechaná pri izbovej teplote 19 °C (± 3 °C). Tretia skupina bola uložená v chladničke pri teplote 4 °C (± 3 °C).

Zistilo sa, že vajíčka pri teplote 33 °C sa vyliahli už za 18 až 24 hodín. Pri izbovej teplote 19 °C trvalo liahnutie podstatne dlhšie, a to 54 a 58 hodín. Vajíčka uložené pri teplote 4 °C sa nevyliarli ani po 105 hodinách. Keď sa však teplota týchto studených vzoriek postupne zvýšila na 16 °C, vajíčka sa následne vyliahli. Tento výsledok potvrdil, že vajíčka zostali aj pri nízkej teplote životaschopné.

Žiaci individuálne alebo v dvojiciach v texte podčiarknu: nezávislú *premennú*¹⁶ (teplota), závislú premennú (čas liahnutia), výsledok experimentu. Následne odpovedajú na otázky a vypracujú úlohy zamerané na prácu s textom, interpretáciu a aplikáciu poznatkov.

1. *Vyhľadávanie informácií v texte*
 - a) Pri akej teplote sa vajíčka vyliahli najrýchlejšie?
 - b) Koľko hodín trvalo liahnutie pri izbovej teplote?
 - c) Vyliahli sa vajíčka pri teplote 4 °C?
2. *Porozumenie textu*
 - a) Porovnaj čas liahnutia pri 33 °C a 19 °C.
 - b) Čo znamená, že vajíčka boli „životaschopné“?

15 Porovnať údaje v tabuľke.

16 Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov.

3. Interpretácia¹⁷ a uvažovanie

- a) Prečo sa vajíčka pri nízkej teplote nevyliahli, ale po zvýšení teploty áno?
- b) Aký záver môžeš vyvodiť o vplyve teploty na rýchlosť liahnutia žiabronôžky soľnej?

4. Aplikácia poznatkov

- a) Predstav si, že chceš, aby sa žiabronôžky vyliahli čo najrýchlejšie. Akú teplotu by si zvolil/a? Svoju odpoveď zdôvodni.
- b) Vytvor jednoduchý graf¹⁸ – znázorni čas liahnutia pri jednotlivých teplotách podľa údajov v texte.

Na základe realizácie aktivity si žiaci uvedomujú, že teplota ovplyvňuje metabolické procesy, že organizmy reagujú na podmienky prostredia a že niektoré organizmy dokážu prežiť nepriaznivé podmienky. Po ukončení aktivít žiaci vyplnia **sebahodnotiacu kartu**¹⁹ na úroveň zvládnutia učiva.

Tabuľka 1: Hodnotiaca karta žiaka na prácu v skupine

Hodnotenie mojej práce v skupine				
Meno žiaka:	Trieda:		Dátum:	
Aktivita	vždy	často	zriedkavo	nikdy
Diskutoval som v skupine				
Počúval som ostatných				
Ponúkal som vlastné nápady				
Premýšľal som o nápadoch ostatných				
Kritizoval som nápady, ale nie ich autorov				

Tabuľka 2: Hodnotiaca karta žiaka na spôsobilosti vedeckej práce

Meno žiaka:	Trieda:	Dátum:	
Úroveň zvládnutia učiva	viem	viem s pomocou	neviem
Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov			
Porovnať údaje v tabuľke			
Zostrojiť graf na základe získaných údajov			
Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov			
Interpretovať grafické závislosti			

17 Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov.

18 Zostrojiť graf na základe získaných údajov.

19 Zhodnotiť prínos vlastnej výskumnej práce k získavaniu nových poznatkov.

4.1.2 Príklady rôzneho metodického uchopenia plnenia rovnakých výkonových štandardov na rôznych obsahových štandardoch

Zámerom aktivít je rozvoj predstáv o význame procesov dedičnosti a premenlivosti ako základnej podmienky evolúcie. Žiak má pochopiť, že mutácie umožňujú adaptáciu organizmov na zmeny životného prostredia, avšak môžu byť aj zdrojom dedičných ochorení. Žiaci často vnímajú mutácie ako negatívne a nebezpečné pre organizmus. Predstavujú si, že vznikajú náhle ako reakcia na potrebu prispôbiť sa prostrediu alebo že vznikajú len vplyvom liekov a chemikálií. Myslia si tiež, že výsledkom mutácií je vždy vznik nového druhu.

Cieľom diskusií je zamyslieť sa nad faktom, že mutácie môžu byť pre organizmus aj pozitívne a môžu viesť k vzniku znakov, ktoré poskytujú organizmu výhodu v jeho životnom prostredí.

Navrhnuté aktivity vyžadujú prácu s online zdrojmi alebo je potrebné mať k dispozícii viaceré knižné zdroje.

Výkonový štandard	Obsahový štandard
2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Vyhľadať v dostupných informačných zdrojoch údaje potrebné na identifikáciu látok a pri riešení úloh. – Získať z textov, obrázkov, tabuliek a grafov relevantné, podstatné údaje. 5. cieľ: Reflektovať vlastný poznávací proces – Posúdiť dôveryhodnosť a relevantnosť informácií a zdrojov.	<i>Dedičnosť a premenlivosť</i> <i>Význam dedičnosti a premenlivosti pre život organizmov</i> – Premenlivosť ako základ rozmanitosti organizmov v prírode. <i>Dedičná a nededičná premenlivosť</i> – Vplyv rôznych mutagénov na vznik mutácií a na organizmy. – Možné dôsledky mutácií. <i>Evolúcia</i> <i>Pôvod a vývoj človeka</i> – Dedičnosť a premenlivosť ako podmienka vývoja organizmov na Zemi. <i>Evolučný význam adaptácie organizmov</i> – Rôznorodé prostredie ako životný priestor pre organizmy. – Adaptácie organizmov na špecifické podmienky prostredia. – Význam štrukturálnych a behaviorálnych adaptácií. – Vplyv zmeny klímy na adaptácie organizmov.

Biologický a didaktický kontext pre učiteľa

Rastliny a živočíchy si na našej planéte vyvinuli rôzne adaptácie, ktoré im umožňujú prežiť v prostrediach s rôznymi klimatickými, fyzikálnymi a biologickými podmienkami. Najlepšie sú viditeľné v extrémnych prostrediach (napr. vodné vs. terestrické prostredie, púšte vs. polárne oblasti, vysokohorské vs. nížinné prostredie, prostredie s vysokým a nízkym výskytom predátorov). Adaptácie zvyšujúce šance prežiť majú rôzny charakter, od štrukturálnych (hrubá koža, extrémne dobre alebo naopak slabo vyvinutý zrak a sluch, hustá srst', listy premenené na trne) po behaviorálne (napr. migrácia, denná/nočná aktivita, vyhýbanie sa predátorom či patogénom). Vďaka adaptáciám dokážu organizmy prežiť extrémne teploty, nedostatok vody, svetla či kyslíka a pod.

Aktivity sú zamerané na rozvoj predstavy o evolučnom význame adaptácií organizmov a sú zamerané na riešenie problémovej otázky: Ako sú organizmy prispôsobené životu v prostredí?

Aktivita 1:

Identifikujte²⁰ adaptáciu mucholapky a diskutujte o jej výhodách a nevýhodách.

Postup

Motivačnou aktivitou je prečítanie textu o mucholapke podivnej, ktorá dokáže aktívne chytať hmyz. Text je doplnený otázkami, ktoré smerujú žiakov k vyhľadávaniu konkrétnych údajov.



Mucholapka podivná

Charles Darwin opísal mucholapku podivnú (*Dionaea muscipula*) ako jednu z najúžasnejších rastlín na svete. Rastie na mokradiach Severnej a Južnej Karolíny. Vrchný povrch listových plôch má fialový nádych a vylučuje nektár. Pri dotyku drobného živočícha sa listy zaklapnú. Svoju korisť vníma hmatom a vie, či má daný organizmus správnu veľkosť, aby ho mohla skonzumovať. Okrem fotosyntézy tak získava časť živín zo živočíšnej potravy.

Po prečítaní textu žiaci *identifikujú²¹* informácie o prostredí, v ktorom mucholapka rastie, o jej stavbe, o spôsobe získavania živín a o jej geografickom rozšírení. Kľúčové úlohy pre žiakov je možné zhrnúť do troch oblastí:

- *Identifikujte adaptáciu mucholapky.*
- *Na čo slúži táto adaptácia mucholapky?*
- *Majú podobné adaptácie aj iné rastliny?*

20 Získať z textov, obrázkov, tabuliek a grafov relevantné, podstatné údaje.

21 Vyhľadať v dostupných informačných zdrojoch údaje potrebné na identifikáciu látok a pri riešení úloh.

Následne svoje zistenia prezentujú a diskutujú o nich v triede. Cieľom nie je iba pomenovať adaptáciu, ale podložiť ju konkrétnymi údajmi z textu. Žiaci majú k dispozícii aj obrázok mucholapky, prípadne živý exemplár, ak ho učiteľ prinesie do triedy. U rastlín sú pasívne mechanizmy chytania hmyzu oveľa bežnejšie ako aktívne pasce. Učiteľ vedie diskusiu otázkami: *Čo získava mucholapka z uloveného hmyzu? Čo by sa stalo, ak by sme jej potravu neposkytli?* Žiaci analyzujú obrázok, identifikujú štrukturálne znaky (pasca, sfarbenie, spúšťacie chlípky), vysvetľujú ich funkciu na základe textu a porovnávajú otvorenú a zatvorenú pascu. Uvažujú, ktoré znaky možno považovať za kľúčové adaptačné znaky a prečo.

Učiteľ následne upriami pozornosť na prostredie, v ktorom mucholapka prirodzene rastie. Ide o pôdy chudobné na dusík a fosfor, kde je zároveň nízka konkurencia rýchlo rastúcich rastlín. Schopnosť získavať živiny z hmyzu predstavuje adaptáciu na nedostatok týchto látok v pôde. Učiteľ žiakov vedie k evolučnému uvažovaniu: *Čo by sa stalo, keby sme do pôdy pridali dusík a fosfor? Bola by pasca stále rovnako dôležitá?* Experimenty ukázali, že rastliny s dostatkom živín vytvárajú menšie pasce a väčšiu listovú plochu, čo poukazuje na fenotypovú plasticitu – vzhľad rastliny sa mení v závislosti od podmienok prostredia.

Diskusia sa zameriava aj na nevýhody tejto adaptácie. Mucholapka je endemit Severnej a Južnej Karolíny (USA) a prirodzene sa na iných miestach nevyskytuje. Jej úzka špecializácia na vlhké prostredie s nízkou konkurenciou jej neumožňuje úspešne konkurovať iným druhom v odlišných podmienkach. Žiaci tak dospievajú k pochopeniu, že adaptácia môže byť výhodou v konkrétnom prostredí, no zároveň môže predstavovať obmedzenie pri zmene podmienok. Zrejme preto sa cestou insektivorie väčšina rastlín nevydala. V diskusii o adaptáciách iných rastlín žiaci zvyčajne uvádzajú najmä morfologické adaptácie.

Príkladom sú tiež kaktusy prispôbosené suchému prostrediu redukovanými listami, ktoré minimalizujú stratu vody, guľovitým tvarom tela znižujúcim pomer povrchu k objemu a dužinatou stonkou slúžiacou na zásobu vody.

Aktivita vedie k záveru, že adaptácie organizmov sú výsledkom evolúcie a prírodného výberu. V populácii prežívajú a rozmnožujú sa jedince, ktorých znaky sú v daných podmienkach výhodnejšie. Adaptácie umožňujú organizmom získať chýbajúce látky alebo prežiť nepriaznivé podmienky a ich funkciu možno identifikovať na základe údajov o prostredí a reakcii organizmu na jeho zmenu.

Aktivita 2:

Vyhľadajte a zapíšte informácie o extrémnych adaptáciách podľa zadania učiteľa. Diskutujte, ako môže sfarbenie živočícha ovplyvňovať jeho prežitie v prírode.

Aktivita je zameraná na rozvoj schopnosti žiakov *vyhľadávať, triediť a kriticky posudzovať informácie* ²² o extrémnych adaptáciách organizmov a zároveň prepájať poznatky s konkrétnymi príkladmi z prírody.

²² Vyhľadať v dostupných informačných zdrojoch údaje potrebné na identifikáciu látok a pri riešení úloh.

Postup

Učiteľ rozdelí žiakov do skupín tak, aby každá skupina pracovala s kontrastným prostredím alebo s rozdielnym typom adaptácie – štruktúrne verzus behaviorálne (napr. rastliny alebo živočíchy, v púšťach vs. v polárnych oblastiach, vysokohorské vs. nížinné). Cieľom je, aby žiaci pochopili, že podobné environmentálne tlaky vedú k špecifickým prispôbeniam organizmov a že tieto prispôsobenia majú jasný evolučný význam.

Pri hľadaní informácií o extrémnych adaptáciách sa skupiny zamerajú na:

1. Živočíchy v púšťach:
 - Štruktúrne adaptácie: Zásoby vody v podobe tukových rezerv u tiav, veľké uši umožňujúce ochladzovanie (slon, fenek), dlhé končatiny (napr. mravec *Cataglyphis fortis*), husté mihalnice chrániace pred prachom a pod.
 - Behaviorálne adaptácie: nočný spôsob života (fenek napr. loví za súmraku a v noci, keď sú teploty nižšie ako cez deň), úkryty v podobe hlbokých nôr (viaceré hlodavce, obojživelníky a pod.), rovnako ako aktívne vyhľadávanie tieňa (napr. ťavy) chránia živočíchy pred prehriatím.
2. Živočíchy v polárnych oblastiach:
 - Štruktúrne adaptácie: Hrubá vrstva podkožného tuku (tulene), hustá srst'/perie, biele sfarbenie na maskovanie (medveď biely, líška polárna), malé uši/chvosty na minimalizáciu straty tepla. Chvostoskok *Cryptopygus antarcticus* žijúci na Antarktíde má špeciálne proteíny, ktoré zabraňujú kryštalizácii hemolymfy v jeho tele, nemrzne ani pri nízkych teplotách. Porovnať môžu napr. arktickú líšku s fenekom. Fenek ušatý (*Vulpes zerda*) má nápadne veľké ušnice s bohatou sieťou ciev, ktoré slúžia na odvod tepla. Naopak líška polárna (*Vulpes lagopus*) má malé ušnice slúžiace na minimalizáciu straty tepla a väčšie telo s hustou izolačnou srstou, ktorá zachytáva vzduch a bráni úniku tepla v arktických podmienkach – živočíchy žijúce v chladnejších podnebných pásmach zamedzujú nadbytočným stratám tepla zmenšenými telovými výbežkami ako sú ušnice, chvost, končatiny. Termoregulácia sa tak sústreďuje do teplotného jadra a nie do periférnych častí tela.
 - Behaviorálne adaptácie: Migrácia rybára dlhochvostého (*Sterna paradisaea*) -preletí ročne neuveriteľných 70 – 90 000 km kvôli ochladeniu v hniezdiskách a chýbajúcej potrave, tučniaky sa združujú do krúdľov a chránia sa tak pred vetrom a chladom. Sysel Parryov využíva hibernáciu na to, aby prečkal nepriaznivé obdobie s extrémnymi teplotami.

Svoje zistenia skupiny predstavia pred celou triedou. Učiteľ priebežne usmerňuje žiakov otázkami, ktoré ich vedú k pochopeniu príčinnno-následných vzťahov (Prečo je táto adaptácia výhodná práve v danom prostredí? Čo by sa stalo, keby ju organizmus nemal?). Dôležitou súčasťou aktivity je vedenie žiakov k práci so zdrojmi – učiteľ zdôrazňuje potrebu overovať si informácie z viacerých zdrojov a posudzovať ich dôveryhodnosť. Žiaci by mali svoje tvrdenia podložiť konkrétnym dôkazom alebo odkazom na zdroj²³, čím sa rozvíja ich schopnosť argumentácie a kritického myslenia.

23 Posúdiť dôveryhodnosť a relevantnosť informácií a zdrojov.

Získať z textov, obrázkov, tabuliek a grafov relevantné, podstatné údaje.

Pri prezentáciách je vhodné podporiť diskusiu medzi skupinami. Učiteľ môže zámerne vyzvať žiakov, aby reagovali na prezentované tvrdenia, formulovali otázky alebo protiargumenty. Tým sa podporuje rešpektujúca výmena názorov založená na argumentoch.

Diskusia o sfarbení organizmov má smerovať k pochopeniu jeho viacerých funkcií. Sfarbenie môže slúžiť na maskovanie (ochrana pred predátormi alebo efektívnejší lov), na signalizáciu či varovanie, ale aj na fyziologickú reguláciu – napríklad svetlé sfarbenie môže odrážať slnečné žiarenie a tmavé môže napomáhať absorbovaniu tepla. Učiteľ môže upozorniť aj na sezónne zmeny sfarbenia (ktoré bude predmetom ďalšej úlohy), čím sa zvýrazní dynamický charakter adaptácií v závislosti od podmienok prostredia.

Aktivita podporuje medzipredmetové vzťahy (biológia – geografia – environmentálna výchova) a rozvíja nielen poznatkovú, ale aj komunikačnú a sociálnu kompetenciu žiakov.

Aktivita 3:

Zistite, či existujú druhy živočíchov žijúcich v polárnych oblastiach, ktoré počas roka menia svoje sfarbenie a vysvetlite dôvody tejto zmeny.

Vo fáze reflexie môže učiteľ zadať žiakom úlohu *vyhľadať*²⁴ polárny druh, u ktorého dochádza k sezónnej zmene farby srsti alebo peria. Ťažisko úlohy nespočíva iba v pomenovaní druhu, ale najmä v objasnení príčin tejto zmeny a jej významu pre prežitie organizmu. Žiaci by mali dospieť k záveru, že sfarbenie kopírujúce aktuálne podmienky prostredia predstavuje významnú adaptačnú výhodu – najmä z hľadiska ochrany pred predátormi alebo úspešného lovu.

Postup

V predchádzajúcej aktivite žiaci zistili, že biele sfarbenie súvisí s maskovaním živočíchov, keďže severské prostredie je podstatnú časť roka pokryté snehom. Ich pozornosť presúvame k otázke, čo sa deje v období, keď snehová pokrývka ustúpi. Úlohou je zistiť, či niektoré polárne druhy prispôsobujú svoje sfarbenie aj týmto sezónnym zmenám (či menia svoje sfarbenie v lete, keď snehová pokrývka ustúpi).

Príklady, ktoré môžu uvádzať, sú napr. snehuľa kapcavá (*Lagopus lagopus*), kurovitý vták, ktorý mení svoje sfarbenie z hnedej kryptickej farby maskujúcej telo počas doby rozmnožovania, keď ešte sneh nie je, a na bielu v zimnom období. Podobnú stratégiu využíva aj zajac polárny, ktorého srst sa sezónne mení z tmavšej na bielu.

Na základe týchto príkladov môžu žiaci formulovať záver, že sezónna zmena sfarbenia nie je náhodná, ale predstavuje evolučne výhodnú adaptáciu na meniace sa podmienky prostredia, ktorá zvyšuje šance jedinca na prežitie.

²⁴ Získať z textov, obrázkov, tabuliek a grafov relevantné, podstatné údaje.

Aktivita 4:

Prečítajte text²⁵ opisujúci príklad evolučnej zmeny sfarbenia. Diskutujte.

Tento príklad umožňuje žiakom pochopiť pôsobenie selekčného tlaku v konkrétnych podmienkach. Selekčný tlak môže mať rôzne podoby – môže vyplývať z pôsobenia predátorov, chorôb, konkurencie (biotické faktory), ale aj z klimatických či pôdných podmienok (abiotické faktory). Zmeny v populáciách v priebehu času sú výsledkom mechanizmov, ako je prírodný výber alebo pohlavný výber.

Postup

Učiteľ najskôr načrtne prírodné podmienky v Nebraske a vysvetlí, že populácie rodu *Geomys* (napr. *Geomys bursarius*) sa v rôznych častiach územia líšia sfarbením. Položí otázku *Prečo mohlo dôjsť k zmene farby srsti? Prečo sa v niektorých oblastiach presadili svetlé jedince a inde tmavé?*

Hlodavec *Geomys bursarius* žije pod zemou v oblasti v Nebraske. Počas evolúcie sa farba jeho srsti zmenila. V rôznych častiach tohto štátu sa nachádzajú odlišné typy pôdy – od tmavšej hlinitej až po veľmi svetlú piesčitou. Významnou oblasťou je Nebraska Sandhills, rozsiahle územie so svetlou piesčitou pôdou. Tmavo sfarbené jedince boli na takomto podklade nápadné a ľahko viditeľné. Naopak, jedince so svetlejšou srstou, ktorá sa viac približovala farbe pôdy, boli menej nápadné pre predátorov, ako sú sovy, jastraby či líšky, a mali teda väčšiu šancu prežiť a rozmnožiť sa. Jedince, ktoré svojim sfarbením výrazne kontrastovali s prostredím, boli predátormi častejšie ulovené.

Učiteľ nasmeruje diskusiu najskôr na abiotické faktory – žiaci identifikujú rozdielnú farbu podložia ako významný environmentálny prvok. Následne premostí k biotickým faktorom a vedie žiakov k úvahe o úlohe predácie. Pomocnými otázkami (*Sú tieto hlodavce predátori? Ak nie, aký význam môže mať ich sfarbenie?*) ich privedie k záveru, že podobne ako pri snehuli kapcavej či zajacovi polárnom ide o maskovanie ako ochranu pred predátormi. Žiaci identifikujú predáciu ako selekčný tlak. Diskusia môže smerovať aj k širšej otázke: *Aké ďalšie faktory môžu prispieť k vzniku nových druhov (speciácií)?*

25 Získať z textov, obrázkov, tabuliek a grafov relevantné, podstatné údaje.

Aktivita 5:

Modelujte selekčný tlak

Biologický a didaktický kontext pre učiteľa



Obrázok 2: Hlodavec *Geomys bursarius* v rôznom prostredí (tmavá pôda vs. svetlá piesčitá pôda)

Zdroj: [Wikimedia](#)

Zdroj: [Wikimedia](#)

Zámerom aktivity je pochopiť, ako selekčný tlak mení frekvenciu znaku v populácii v priebehu generácií. Trieda sa rozdelí na dve skupiny – každá predstavuje populáciu hlodavca *Geomys bursarius* v inom prostredí (tmavá pôda vs. svetlá piesčitá pôda – napr. Nebraska Sandhills). Každá skupina dostane modelovú populáciu (napr. 20 kartičiek – 10 tmavých, 10 svetlých jedincov). „Predátor“ (vybraný žiak) má 10 sekúnd na odstránenie jedincov, ktorí sú na podklade najviac viditeľní. Tí, čo prežili, sa „rozmnožia“ – ich počet sa zdvojnásobí (zaznamená sa nová frekvencia znaku). Proces sa zopakuje 3 – 4 generácie. Žiaci zaznamenávajú výsledky do tabuľky²⁶ a na záver vytvoria jednoduchý graf vývoja zastúpenia svetlého/tmavého znaku.

V rámci reflexie učiteľ kladie žiakom otázky:

- Dochádza k zmene vlastností jednotlivca alebo populácie?
- Vznikol nový znak počas simulácie?
- Je selekčný tlak vždy rovnaký?
- Čo by sa stalo, ak by sa prostredie náhle zmenilo?
- Ide o príklad adaptácie alebo speciácie (vznik nových druhov)?

Aktivita rozvíja porozumenie práce s dátami a tiež koncept zmeny frekvencie alel v populácii.

Po identifikovaní predácie ako selekčného tlaku učiteľ uzavrie vysvetlenie prírodného výberu a môže naznačiť existenciu ďalšieho mechanizmu – pohlavného výberu. Žiaci diskutovali o rôznych adaptáciách organizmov, ktoré sú výsledkom prírodného výberu. Z rôznorodej

²⁶ Získať z textov, obrázkov, tabuliek a grafov relevantné, podstatné údaje.

skupiny jedincov prednostne prežívajú a rozmnožujú sa tie, ktorých znaky sú v podmienkach prostredia, v ktorom žijú, výhodnejšie.

Prírodný výber však môže uprednostňovať aj znaky, ktoré vznikli mutáciami. Dochádza k trvalej zmene genetickej informácie, ktorá sa prenáša z rodičov na potomkov. Mutácie vznikajú náhodne alebo pôsobením tzv. mutagénov, pôsobením ultrafialového žiarenia, chemických látok v prostredí alebo vírusov.

Mutácie sa vyskytujú u všetkých organizmov, ale väčšina z nich nemá na organizmus pozitívny vplyv. Niektoré však môžu byť pre jedinca prospešné a poskytujú mu v danom priestore a čase výhody. Prospešné mutácie sú základnou podmienkou vývoja organizmov a vzniku nových druhov v prírode. Existujú aj neutrálne mutácie, ktoré pre jedincov v danom prostredí nemajú žiadny význam. Negatívne mutácie môžu spôsobiť ochorenia alebo aj smrť. Na to, akým spôsobom môžu mutácie figurovať v evolučných procesoch, uvedieme dva príklady, ktoré pomôžu žiakom odlíšiť okamžitý vplyv mutagénov od postupného vplyvu prírodného výberu.



Obrázok 3: Černobyl'ské žaby – rosníčka východná (*Hyla orientalis*) z Černobyl'skej zóny

Zdroj: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/eva.13476>

Havária v Černobyle bola jedna z najväčších jadrových katastrof v histórii. Stala sa v roku 1986 v jadrovej elektrárni vo vtedajšom Sovietskom zväze. Došlo k zlyhaniu reaktora, ktorý explodoval a začal horieť. Do ovzdušia sa uvoľnilo veľké množstvo rádioaktívnych látok, ktoré zasiahli veľkú časť Európy. Tisíce ľudí boli evakuované a oblasť okolo elektrárne je dodnes neobývatelná (tzv. zakázaná zóna). Havária mala vážne zdravotné, ekologické aj politické následky a výrazne ovplyvnila pohľad sveta na jadrovú energiu.

Postup

Učiteľ stanoví kľúčovú problémovú otázku: *Prečo sú černobyl'ské žaby tmavšie?* Žiaci pracujú v skupinách. Úlohou každej skupiny je navrhnúť minimálne dve hypotézy. Príklady hypotéz, ktoré navrhujú žiaci:

- Predpokladáme, že čím vyššia radiácia v prostredí, tým tmavšie sfarbenie majú žaby.
- Predpokladáme, že zmena prostredia spôsobená radiáciou vedie k stmavnutiu sfarbenia žiab.
- Predpokladáme, že čím je nižšia teplota prostredia, tým sú žaby tmavšie.

Následne skupina určí, ktorá hypotéza:

- je overiteľná,
- vychádza z biologických princípov,
- potrebuje ďalšie údaje,
- navrhuje spôsob získania údajov.

Aktivita 6:

Prečítajte si text nižšie. Zaznamenajte informácie, ktoré už poznáte, ktoré sú pre vás nové a ktoré sú diskutabilné. Podčiarknite údaje, ktoré podporujú jednotlivé hypotézy.

Tento príklad ilustruje, ako prírodný výber ovplyvnil selekciu tmavých žiab, ktoré mali zhodou náhod lepšie vyhliadky na život v kontaminovanom prostredí. Nepoukazuje však na priamy význam mutácií, keďže melanín je produktom série mutácií starých aspoň 200 miliónov rokov. Samotná havária v Černobyle nie je v tomto prípade príkladom vzniku mutácie a jej ochranného účinku. Je skôr extrémnym príkladom radikálnej zmeny prostredia, v ktorej mali výhodu jedince produkujúce viac melanínu. Opierame sa o produkty evolučne starobylých mutácií týkajúcich sa rôznych živočíchov, nielen žiab.

Postupný vplyv prírodného výberu

Melanín je pigment, ktorý je zodpovedný za tmavé sfarbenie kože, srsti alebo pokožky mnohých organizmov. Väčšina z nás vie, že melanín chráni telo pred škodlivým ultrafialovým (UV) žiarením zo Slnka. Menej známe však je, že môže chrániť aj pred ionizujúcim žiarením, ktoré vzniká napríklad pri jadrových haváriách. Keďže žiarenie môže poškodzovať DNA buniek a spôsobovať mutácie, množstvo melanínu v bunkách jedinca môže rozhodovať o jeho prežití. Samotný melanín dokáže absorbovať a rozptyľovať časť energie nebezpečného žiarenia. Okrem toho dokáže zachytiť a neutralizovať ionizované molekuly priamo vo vnútri bunky. Vďaka tomu sú bunky menej poškodené a organizmus má väčšiu šancu prežiť aj v nebezpečnom prostredí. Štúdiá publikovaná vo vedeckom časopise *Evolutionary Applications* ukázala, že rosníčky východné (*Hyla orientalis*) žijúce v černobyľskej zakázanej zóne majú výrazne tmavšie sfarbenie než žaby z oblastí mimo tejto zóny. Čiže tmavé sfarbenie bolo charakteristické pre oblasti, ktoré boli po havárii najviac kontaminované. Výsledky štúdie naznačujú, že černobyľské žaby prešli rýchlym evolučným vývojom. V čase jadrovej havárie boli tmavé žaby len menšinou v populácii. Práve vďaka ochranným účinkom melanínu však mali väčšiu šancu prežiť. Tmavšie jedince lepšie odolávali žiareniu, častejšie prežívali a úspešnejšie sa rozmnožovali. Od havárie v Černobyle sa vystriedalo už viac než desať generácií žiab. Tento, hoci veľmi zrýchlený, proces prírodného výberu vysvetľuje, prečo sú dnes tmavé žaby dominantným typom tohto druhu v uzavretej zóne Černobyľ.

(Dôležité informácie: melanín chráni pred žiarením, tmavé jedince boli menšinou pred haváriou, po viac než desiatich generáciách dominujú.)

Učiteľ riadi diskusiu, kladie otázku: *Vznikla mutácia po havárii?*

Aktivita 7:

Prečítajte si text a diskutujte o tom, či sa v tomto prípade vyskytol mutagén vplývajúci na mutácie.

Priamy vplyv mutácií na prežitie

Baktéria *Escherichia coli* je prirodzenou súčasťou ľudského tela. Často sa vyskytuje napr. v tráviacom trakte. Avšak jej prítomnosť v iných sústavách, napr. vo vylučovacej sústave, v krvi či v pľúcach, je nežiadúca a môže spôsobiť zdravotné komplikácie. V nemocniciach môžu byť pacienti liečení takými dávkami antibiotík, ktoré *E. coli* priamo neusmrčujú, ale spôsobujú v nej stresovú reakciu, ktorá zvyšuje množstvo mutácií. Tým sa zvyšuje šanca, že niektoré mutácie budú viesť k rezistentným kmeňom, na ktoré bežné antibiotiká nebudú zabrať. Rovnako aj kmene *E. coli* vyskytujúce sa na rôznych predmetoch v nemocniciach sú po vystavení rôznym dezinfekčným látkam (amoniak, alkohol) náchylnejšie na mutácie, čoho výsledkom je ich rezistencia. Rezistentné kmene komplikujú, predlžujú a predražujú liečbu pacientov a v konečnom dôsledku zvyšujú aj ich mortalitu. Tento príklad priameho vplyvu mutagénov na vznik mutácií, ktoré pozitívne ovplyvňujú život baktérií (ale nie človeka) sme použili preto, lebo mikroorganizmy sa rozmnožujú rýchlo a novú generáciu mutantov môžeme takmer okamžite porovnať s bežnými jedincami. Napríklad nové baktérie *E. coli* sa rozmnožujú už po 20 minútach, zatiaľ čo na slona by sme museli čakať 15 rokov. Preto sú mikroorganizmy vďačným objektom experimentálnej biológie.

Pri hodnotení aktivít overujeme, či žiak:

- Rozlišuje medzi mutáciou a prírodným výberom.
- Chápe, že prostredie nevyvoláva cieľavedomé zmeny, ale selektuje existujúce znaky.
- Vie vysvetliť, prečo sa druhy menia v čase.
- Argumentuje na základe dôkazov z textu.

V časti o rosníčkách a melaníne sa učiteľ zameriava na hodnotenie toho, či žiak:

- Chápe, že melanín existoval už pred haváriou.
- Rozumie, že tmavé jedince boli pred haváriou menšinou.
- Vie vysvetliť, že havária nevyvolala vznik mutácie, ale selektovala existujúci znak.
- Dokáže vysvetliť, že zmena prebehla na úrovni populácie počas viacerých generácií.

Pri porozumení sa často objavujú miskoncepce, na ktoré sa zameriame:

- Žaby sa prispôbili a stmavli.
- Radiácia spôsobila, že vznikli tmavé žaby.
- Jedince sa zmenili počas života.

Učiteľ žiakov neopravuje, ale reaguje otázkami, napríklad: *Ak by mutácia vznikla až po havárii, prečo sa spomína, že tmavé žaby boli menšinou už pred ňou?*

V časti *E. coli* a mutagény sa učiteľ zameria na hodnotenie toho, či žiak:

- Chápe, že antibiotiká môžu pôsobiť ako mutagén.
- Rozumie, že mutácie vznikajú náhodne.

- Vie vysvetliť, že selekcia následne zvýhodní rezistentné jedince.
- Chápe rozdiel medzi priamym vznikom mutácie a následným prírodným výberom.

Na záver žiaci napíšu tzv. krátky sumár na otázku: *Prečo sa biologické druhy menia?*

Od žiakov očakávame odpovede:

- V populáciách existuje prirodzená genetická variabilita.
- Mutácie vytvárajú nové znaky.
- Prostredie selektuje jedince s výhodnými znakmi.
- Tie sa častejšie rozmnožujú.
- Po viacerých generáciách sa zmení zastúpenie znakov v populácii.

4.2 Fyzika

4.2.1 Príklady rôzneho metodického uchopenia rovnakého vzdelávacieho obsahu a plnenia rôznych výkonových štandardov

Na nasledujúcich príkladoch poukážeme na možnosti, ktoré má tvorca konkrétneho vzdelávacieho postupu, autor edukačných materiálov alebo učiteľ pri didaktickom spracovaní rovnakého obsahového štandardu. Z príkladov bude zrejmé, že hoci rôzne vzdelávacie postupy môžu viesť k rovnakému poznaniu a k naplneniu totožného obsahového štandardu, zároveň podporujú rozvoj odlišných spôsobilostí, stratégií učenia sa a postojov žiakov, čím sa naplňajú rôzne výkonové štandardy.

Variant A

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Interakcie 2. Akustické javy – Kmitajúce telesá a hudobné nástroje ako zdroje zvuku ^F – Fyzikálne veličiny: frekvencia ^F	1. cieľ: Plánovať a realizovať experiment – Formulovať výskumné otázky, na ktoré získa odpoveď vlastným skúmaním. – Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku. 2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry. 3. cieľ: Tvoríť závery a zovšeobecnenia – Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií.

Fyzikálny a didaktický kontext pre učiteľa

Pri naplňaní obsahového štandardu *Kmitajúce telesá a hudobné nástroje ako zdroje zvuku* je vhodné vychádzať z priamej skúsenosti žiakov so zvukom a postupne ich viesť k pochopeniu mechanizmu jeho vzniku a šírenia. Z didaktického hľadiska je kľúčové, aby

žiaci nevnímali zvuk ako abstraktný pojem, ale ako dôsledok konkrétneho fyzikálneho deja – kmitania telesa a následného prenosu zvuku pružným prostredím.

Stanovenie problému: Učiteľ môže výučbu začať jednoduchými podnetmi z bežného života, napríklad úderom do lavice, stola alebo iného predmetu. Otázkami typu „Čo počujeme?“ alebo „Čo sa podľa vás pri údere deje?“ aktivuje predchádzajúce predstavy žiakov. Žiaci môžu analyzovať, ako vzniká zvuk pri rôznych hudobných nástrojoch, ideálne je skúmať strunové alebo bicie, kde je možné kmitavý pohyb pozorovať, prípadne cítiť. Cieľom nie je okamžité zavedenie definície zvuku, ale *formulácia výskumných otázok, na ktoré môže žiak získať odpoveď vlastným skúmaním*²⁷: „Ak niečo počujeme, musí sa niečo pohybovať? Ako sa to musí pohybovať?“ Takto formulovaná otázka prirodzene vedie k skúmaniu kmitania ako základnej podmienky vzniku zvuku.

Aktivita 1:

Pozorujte ukážku s rozozvučanou ladičkou priblíženou k hladine vody a vyslovte predpoklad.

Na demonštráciu kmitania telesa je vhodné použiť ladičku s kladivkom a širšiu nádobu s vodou. Po rozozvučení ladičky úderom kladivka učiteľ položí žiakom otázku, čo sa stane s vodou v nádobe, ak rozozvučenú ladičku priblíži k hladine. Učiteľ nechá žiakov vysloviť *predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku*²⁸. Po tom, ak žiaci vyslovia predpovede, učiteľ opatrne priblíži konce ramien ladičky k voľnej hladine vody v širokej nádobe (obr. 4) (Velmovská, Vanyová, 2013). Žiaci pozorujú rozstrekovanie vody, čo slúži ako nepriamy dôkaz pohybu ramien ladičky. *Formulujú záver o príčine pozorovaného javu*²⁹ – rozprskovanie vody v dôsledku kmitania ladičky, ktorá vydáva zvuk.

Didakticky je dôležité upozorniť na to, aby ladička nebola umiestnená na drevenom stojane, ktorý by mohol tlmiť jej kmitanie a oslabiť pozorovateľný efekt. Tento pokus umožňuje žiakom pochopiť, že aj keď kmitanie nie je voľným okom viditeľné, má reálne fyzikálne dôsledky.



Obrázok 4: Ladička rozprská vodu

Zdroj: autor

27 Formulovať výskumné otázky, na ktoré získa odpoveď vlastným skúmaním.

28 Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku.

29 Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií.

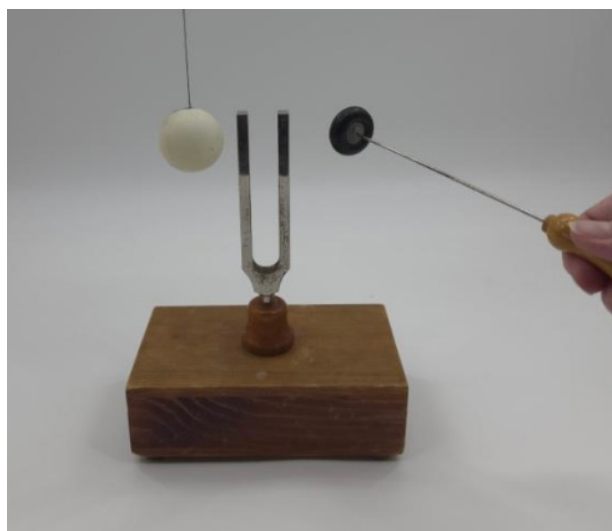
Aktivita 2:

Pozorujte ukážku s rozozvučanou ladičkou a pingpongovou loptičkou, vyslovte predpoklad, čo sa stane s loptičkou, a na základe pozorovania formulujte záver o vzťahu medzi kmitaním telesa a vznikom zvuku.

Ako dopĺňujúci pokus môže učiteľ zaradiť pingpongovú loptičku upevnenú na nitke (nitka je k loptičke prilepená lepiacou páskou) na statíve (obr. 5). Po rozozvučení ladičky ju žiaci pomaly približujú k loptičke a sledujú jej odskakovanie (Velmovská, Vanyová, 2013). Učiteľ nechá žiakov *vysloviť predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku*³⁰. *Formulujú záver o príčine pozorovaného javu*³¹ – ladička sa pohybuje, kmitá, ide o mechanický pohyb schopný pôsobiť na iné telesá.

Z didaktického hľadiska ide o veľmi účinnú aktivitu, pretože prepája sluchový vnem so zrakovým pozorovaním a pomáha korigovať častú žiacku predstavu, že zvuk je „niečo nehmotné“, čo vzniká samo od seba.

Na základe pozorovaných javov môže učiteľ viesť diskusiu o tom, že spôsob kmitania telesa, najmä rýchlosť, akou kmitá, ovplyvňuje vlastnosti zvuku, napríklad jeho výšku, teda frekvenciu zvuku. V tejto fáze nie je nevyhnutné zavádzať matematický aparát, dôležité je porozumenie vzťahu medzi kmitaním a zvukom.



Obrázok 5: Loptička od ladičky odskakuje

Zdroj: autor

³⁰ Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku.

³¹ Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií.

Aktivita 3:

Pozorujte pokus s napnutou blanou a zrnkami, vyslovte predpoklad, ako sa budú zrnká správať po údere do hrnca v blízkosti blany, a na základe pozorovania formulujte záver o tom, ako sa zvuk šíri prostredím od zdroja k iným telesám.

Po objasnení vzniku zvuku je vhodné zamerať pozornosť na otázku jeho šírenia: „Ako sa zvuk dostane od zdroja do nášho ucha?“ Učiteľ môže realizovať jednoduchý pokus s napnutou blanou (napr. odrezaná blana balóna natiiahnutá na sklenený pohár), na ktorú nasype drobné zrnká (cukor, krupica) – obr. 6.

Žiaci najprv predpovedajú, ako sa budú správať zrníčka na blane po údere do dna hrnca v blízkosti blany (hrniec sa pohára nebude dotýkať). Následne pokus realizujú a pozorujú správanie zrníčok. Tento jav slúži ako dôkaz, že kmitanie zdroja zvuku sa prenáša vzduchom – pružným prostredím – a môže vyvolať pohyb iných telies. Žiaci môžu aj experimentovať – pri silnejšom údere je poskakovanie zrníek výraznejšie.

Didakticky je vhodné zdôrazniť, že existencia pružného prostredia je nevyhnutnou podmienkou šírenia zvuku. So žiakmi môžeme diskutovať o ich skúsenostiach s počúvaním úderu na kovové zábradlie ucho priložené na zábradlie, prípadne prenosom zvuku cez jednoduchý telefón. Ak následne využijeme vákuovú výevu, do ktorej umiestnime mechanický budík a odčerpáme vzduch, budeme pozorovať kmitanie nákovky, ale nebudeme počuť zvuk. Takto môžeme odstrániť nesprávnu predstavu, že zvuk sa šíri aj vo vákuu.



Obrázok 6: Dôkaz prenosu kmitania vo vzduchu Zdroj: autor

Navrhnuté aktivity umožňujú naplniť obsahový štandard prostredníctvom pozorovania, experimentovania a argumentácie. Zároveň podporujú rozvoj vedeckého myslenia žiakov a vytvárajú pevný základ pre pochopenie hudobných nástrojov ako zdrojov zvuku, kde je kmitanie strún, blán alebo stĺpca vzduchu priamo pozorovateľné alebo modelovateľné.

Žiaci pri realizácii jednoduchých aktivít pracujú v skupinách (s cieľom zefektívniť prácu) – pozorovanie kmitania ladičky prostredníctvom prskajúcej vody a odskakujúcej loptičky, sledovanie prenesených kmitov na blanu s poskakujúcimi zrnkami, zaznamenávajú výsledky³² a formulujú závery na základe skúseností a dôkazov. Žiaci navrhujú jednoduché postupy objektívneho skúmania. Žiaci vytvárajú záznam z pozorovania – slovne opíšu pozorovaný jav, pričom sa sústreďia na relevantné skutočnosti a vytvoria záznam

³² Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry.

z pozorovaného javu³³ – pri aktivite s ladičkou to môže byť nákres ladičky a pozorovaného rozprskovania vody, pri aktivite s loptičkou nákres ladičky a loptičky, pričom šípkami naznačia pohyb loptičky, pri poslednej aktivite môže ísť o nákres pohára s blanou, pričom veľkosťou šípky naznačia pohyb zrníek pri slabšom alebo silnejšom údere. Pri formulovaní záverov³⁴ musia žiaci argumentovať (napr. že zvuk vzniká kmitaním telies a že sa prenáša pružným prostredím), pričom sa opierajú o závery svojich pozorovaní. Vedenie diskusie o tom, ako vzniká zvuk, prečo sa kmitanie prenáša vzduchom a aký vplyv má frekvencia kmitania na hudobný zvuk, podporuje žiakov vo formulovaní a obhajovaní vlastných vysvetlení. Takýto postup zároveň rozvíja postoje žiakov k aktívnemu skúmaniu prírodných javov a k využívaniu vedeckých postupov pri riešení konkrétnych otázok, čo je jadrom výkonových štandardov v 3. cykle vzdelávania.

Variant B

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Interakcie 2. Akustické javy – Kmitajúce telesá a hudobné nástroje ako zdroje zvuku ^F – Fyzikálne veličiny: frekvencia ^F	5. cieľ: Reflektovať vlastný poznávací proces – Zhodnotiť prínos vlastnej výskumnej práce k získavaniu nových poznatkov. – Overiť svoje zistenia vo viacerých zdrojoch. – Posúdiť dôveryhodnosť a relevantnosť informácií a zdrojov.

Fyzikálny a didaktický kontext pre učiteľa

Obsahový štandard *Kmitajúce telesá a hudobné nástroje ako zdroje zvuku* je možné napĺňať aj prostredníctvom teoretického prístupu, ktorý vychádza z kultúrnych a hudobných skúseností žiakov. Osobitne vhodné je využiť poznatky žiakov, ktorí navštevujú hudobný odbor základnej umeleckej školy, kde sa prirodzene stretávajú s pojmami ako tón, interval, oktáva či ladenie hudobných nástrojov. Títo potom môžu spolužiakom objasniť tieto pojmy. Žiaci sa oboznámia s historickým príbehom o Pytagorových pozorovaniach zvuku vydávaného rôznymi kmitajúcimi telesami a na jeho základe sa zamýšľajú nad tým, od čoho závisí výška zvuku. Vychádzajúc zo svojich hudobných skúseností a pozorovania známych hudobných nástrojov (napríklad strún rôznej dĺžky alebo hrúbky) diskutujú o rozdieloch medzi vysokými a nízkymi tónmi a snažia sa formulovať vlastné vysvetlenie, prečo znejú niektoré tóny vyššie a iné nižšie. Na základe riadenej diskusie a práce s tabuľkou frekvencií tónov jednej oktávy žiaci zisťujú, že výška tónu súvisí s frekvenciou kmitania zdroja zvuku, pričom rýchlejšie kmitanie zodpovedá vyššiemu tónu a pomalšie kmitanie nižšiemu tónu. Porovnaním frekvencií tónov vzdialených o oktávu žiaci určujú ich pomer a uvedomujú si, že hudobné intervaly možno opísať jednoduchými číselnými vzťahmi. Aktivita vedie žiakov k pochopeniu, že hudobné javy, s ktorými majú skúsenosť z praxe, možno presne vysvetliť pomocou pojmu frekvencia kmitania a že fyzikálne zákonitosti tvoria základ hudobného znenia.

33 Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry.

34 Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií.

Stanovenie problému: Učiteľ môže tému otvoriť historickým príbehom o Pytagorovi, ktorý si ako jeden z prvých všimol vzťah medzi vlastnosťami kmitajúcich telies a výškou zvuku (Velmovská, Vanyová, 2013). Príbeh o zvončekoch, nákovách a ich hmotnostiach vytvára prirodzený most medzi hudbou, fyzikou a matematikou a zároveň pomáha žiakom pochopiť, že skúmanie zvuku má dlhú vedeckú aj umeleckú tradíciu.

„Keď sa raz Pytagoras (obr. 7) prechádzal po trhu, kde trhovníci ponúkali na predaj okrem iného zvončeky, všimol si, že čím je zvonček väčší, tým nižší zvuk vydáva. Podobnú vec si všimol idúc okolo kovárskej dielne. Menšia nákova vydávala pri úderoch kladiva vyššie tóny a väčšia nákova zas nižšie tóny. V hlave starovekého matematika a fyzika sa začali črtáť prvé myšlienky – vzťah medzi hudbou a matematikou. Nelenil ani chvíľu. Požičal si od kováča dve nákovy, u ktorých si všimol, že ich tóny sú od seba vzdialené o jednu oktávu. Odvážil ich a zistil, že pomer ich hmotností je 2:1. Od iného kováča si požičal nákovy, u ktorých boli tóny od seba vzdialené o kvintu. Tu bol pomer hmotností 3:2. Pytagoras si uvedomil, že ak sa pomer hmotností, dĺžok alebo hrúbok dvoch predmetov dá vyjadriť malými celými číslami, tóny, ktoré počujeme, tvoria najkrajšie čisté intervaly: oktávy, kvinty a kvarty. Frekvencia kmitania dvojnásobne ťažšieho telesa je dvojnásobne nižšia a takéto teleso vydáva o oktávu nižší zvuk. Podobne je to aj s dĺžkou struny. Dvojnásobne dlhšia struna kmitá dvakrát pomalšie a jej tón znie o oktávu nižšie.“

(Hudobná akustika, 2002)

Didaktickou výhodou tohto prístupu je, že žiaci nevnímajú fyziku izolovane, ale ako nástroj na vysvetľovanie javov, ktoré už poznajú z iného kontextu – v tomto prípade z hudby.

Keď si žiaci prečítajú text o Pytagorových pozorovaniach, je možné viesť ich k pochopeniu základnej myšlienky: *výška zvuku závisí od frekvencie kmitania zdroja zvuku*. Väčšie, ťažšie alebo dlhšie telesá kmitajú pomalšie a vydávajú nižšie tóny, zatiaľ čo menšie alebo kratšie telesá kmitajú rýchlejšie a vydávajú vyššie tóny. Ako paralelu môže učiteľ voľiť struny na krídle alebo gitare.

Teoretický prístup k vybranému obsahovému štandardu *Kmitajúce telesá a hudobné nástroje ako zdroje zvuku*, založený na historickom kontexte (Pytagoras), hudobných skúsenostiach žiakov a postupnom prepájaní hudobných a fyzikálnych pojmov, možno zaradiť medzi indukívno-deдукtívny výklad s prvkami problémového vyučovania.

Východiskom vyučovania nie sú abstraktné fyzikálne definície, ale známe hudobné javy a skúsenosti žiakov – rozlíšenie výšky tónov, hudobné intervaly, pojmy oktáva, kvinta či komorné a. Na základe týchto konkrétnych a žiakom známych situácií učiteľ postupne vedie žiakov k hľadaniu vzťahov medzi výškou tónu a vlastnosťami zdroja zvuku (hmotnosť, dĺžka struny), smeruje k pojmu frekvencia kmitania ako fyzikálnemu opisu hudobného javu a následne aplikuje tento pojem pri vysvetľovaní hudobných intervalov a frekvenčných pomerov. Postup tak prirodzene prepája indukciu (od konkrétnych hudobných skúseností k fyzikálnemu pojmu) s dedukciou (uplatnenie všeobecného pojmu frekvencie pri vysvetľovaní ďalších javov).



Obrázok 7: Pytagoras zo Samu (okolo 570 pred n. l. – po 510 pred n. l.)

Zdroj: soucitne.cz

Z hľadiska organizačnej formy ide najmä o výklad s demonštrovaním na príkladoch (tabuľky frekvencií, klaviatúra, hudobné intervaly) a riadenú diskusiu, v ktorej učiteľ cielene prepája hudobné a fyzikálne pojmy.

Žiakom známy hudobný interval októvy možno vo fyzike interpretovať ako pomer frekvencií 2 : 1. Ak tón c má určitú frekvenciu, potom tón c2 má frekvenciu dvojnásobnú. Tento vzťah predstavuje jeden zo základných stavebných kameňov hudobnej akustiky a umožňuje vysvetliť, prečo tóny vzdialené o októvu znejú harmonicky a „rovnako“, hoci sa líšia výškou.

Učiteľ môže pracovať s tabuľkou frekvencií tónov jednej októvy a poukázať na to, že hudobné tóny nie sú náhodné, ale sú presne definované fyzikálnymi veličinami.

Ďalším krokom je vysvetlenie, že interval medzi tónmi c a c2 je v súčasnej hudbe rozdelený na 12 rovnakých častí. Z fyzikálneho hľadiska to znamená, že frekvencie susedných tónov sú v rovnakom pomere, konkrétne v pomere dvanásťtej odmocniny z čísla 2 (približne 1,06). Žiaci týmto číslom vynásobia frekvenciu tónu c (262 Hz), výsledok zapíšu a tento opäť vynásobia číslom 1,06, a takto pokračujú ďalej. Zistia, že niektoré z vypočítaných frekvencií sa zhodujú s frekvenciami základných tónov. Tu učiteľ môže poukázať na rozloženie bielych a čiernych klávesov na klaviatúre klavíra – biele klávesy zodpovedajú tónom z októvy, čierne sú poltóny. Nepravidelné rozmiestnenie poltónov (napr. medzi tónmi e a f) nie je náhodné, ale vyplýva zo spôsobu rozdelenia októvy a historického vývoja hudobných stupníc. Tento krok je mimoriadne dôležitý pre žiakov so skúsenosťou zo ZUŠ, pretože im umožňuje pochopiť fyzikálne pozadie toho, čo vnímajú intuitívne pri hre na hudobný nástroj. Teoretické vysvetlenie môže byť obohatené o posluchové príklady (napr. prehratie októvy na hudobnom nástroji), ktoré pre žiakov s hudobnou skúsenosťou vytvoria silné spojenie medzi koncepciou a vnímaním.

Teoretický prístup založený na hudobných skúsenostiach žiakov umožňuje naplniť obsahový štandard bez výskumnej činnosti, pričom stále vedie k pochopeniu podstaty zvuku ako prejavu kmitania telies. Zároveň podporuje medzipredmetové prepojenia, rozvíja schopnosť argumentácie a ukazuje fyziku ako vedu, ktorá vysvetľuje zákonitosti prítomné v umení a kultúre.

Tento teoretický prístup naplňa viaceré procesuálne a obsahové zložky výkonových štandardov ŠVP pre vzdelávaciu oblasť *Človek a príroda* tým, že žiakov vedie nielen k pochopeniu fyzikálnych princípov vzniku zvuku, ale aj k aktívnemu využívaniu vedomostí, argumentácii a reflexii javov. Žiaci porovnávajú poznatky z hudobnej praxe (napr. výška tónov, hudobné intervaly, skúsenosti z hudobného odboru) s fyzikálnymi faktami o frekvencii a kmitaní. Takto zdôvodňujú tvrdenie predchádzajúcou skúsenosťou a formulujú zdôvodnené vysvetlenia, čo je jadrom výkonových štandardov pre 3. cyklus vzdelávania.

Interpretácia historického príbehu o Pytagorovi a následné rozoberanie vzťahov medzi frekvenciou kmitania a hudobnými intervalmi vedie žiakov k diskusii o fyzikálnych a hudobných princípoch. Žiaci vysvetľujú³⁵, prečo je októva intervalom so zvláštnymi vlastnosťami.

35 Zhodnotiť prínos vlastnej výskumnej práce k získavaniu nových poznatkov.

Žiaci pracujú s údajmi o frekvenciách tónov a ich pomeroch, porovnávajú teoretické hodnoty s hudobnou praxou a vytvárajú úsudky o vzťahoch medzi fyzikálnymi veličinami a hudobným znením. Táto práca podporuje výkonové štandardy orientované na *vyhľadávanie chýbajúcich informácií v rôznych informačných zdrojoch*³⁶, pričom by mali uvažovať o ich *dôveryhodnosti*³⁷.

Využitím hudobnej skúsenosti žiakov a historického kontextu sa učiteľovi darí prepojiť fyziku s hudobnou výchovou a matematikou. Takéto prepojenia podporujú výkonové štandardy, ktoré žiadajú, aby žiaci hľadali súvislosti medzi prírodnými javmi a inými oblasťami poznania, čím sa posilňuje ich celková prírodovedná a kultúrna gramotnosť.

Variant A

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Interakcie 2. Elektrické javy – Výpočet elektrického odporu vodiča a výsledného odporu v sériovom a paralelnom elektrickom obvode ^F	1. cieľ: Plánovať a realizovať experiment – Formulovať výskumné otázky, na ktoré získa odpoveď vlastným skúmaním. – Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku. – Určiť, sledovať a kontrolovať podmienky experimentu. – Používať meradlá a postupy primerané druhu skúmania, ktoré vedú k spoľahlivým výsledkom. – Odhadnúť hodnotu skúmanej veličiny a vybrať vhodné meradlo. – Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií. 2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov. – Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry. – Interpretovať grafické závislosti. 3. cieľ: Tvoriť závery a zovšeobecnenia – Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií. 5. cieľ: Reflektovať vlastný poznávací proces – Zhodnotiť prínos vlastnej výskumnej práce k získavaniu nových poznatkov.

³⁶ Overiť svoje zistenia vo viacerých zdrojoch.

³⁷ Posúdiť dôveryhodnosť a relevantnosť informácií a zdrojov.

Fyzikálny a didaktický kontext pre učiteľa

Obsahový štandard možno naplňať prostredníctvom riadeného experimentálneho skúmania, v ktorom žiaci overujú vzťah medzi napätím, prúdom a odporom v sériovom zapojení rezistorov. Z didaktického hľadiska ide o induktívny postup – žiaci najskôr pracujú s konkrétnymi meraniami a až následne formulujú všeobecný vzťah pre výsledný odpor.

Stanovenie problému: Pri naplňaní obsahového štandardu je vhodné vychádzať z konkrétnej experimentálnej činnosti žiakov, ktorá im umožní prepojiť teoretický vzťah medzi napätím, prúdom a odporom s reálnym meraním. Cieľom nie je len zapamätať si vzťah $R = R_1 + R_2$, ale pochopiť, ako tento vzťah vyplýva z experimentálnych údajov.

Učiteľ môže výučbu začať opisom problému, pričom žiaci by mali *formulovať výskumné otázky*³⁸: „Ako sa zmení prúd v obvode, ak za sebou zapojíme dva rezistory? Bude výsledný odpor väčší alebo menší než odpor jednotlivých rezistorov?“ Žiaci formulujú *hypotézu*³⁹, ktoré budú následne overovať meraním.

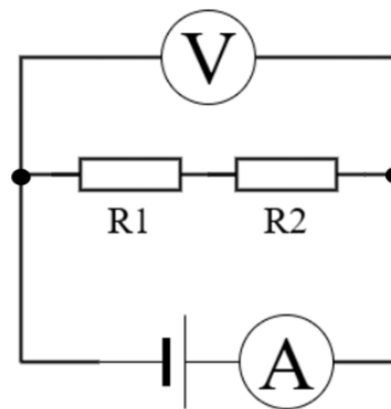
Aktivita:

Na základe merania elektrického prúdu v obvode so sériovo zapojenými rezistormi a merania napätia na týchto rezistoroch, zisti, čomu je rovný výsledný odpor.

Žiaci pracujú v skupinách (3–4 žiaci). Zostavia elektrický obvod pozostávajúci z dvoch rezistorov so známymi odpormi zapojených do série, jedného monočlánku (1,5 V), ampérmetra zapojeného do série a voltmetra zapojeného paralelne k rezistorom. Žiaci obvod zapájajú na základe schémy (Obrázok 8), ktorú majú k dispozícii.

Učiteľ dbá na správnosť zapojenia a bezpečnosť práce, pričom samotnú realizáciu ponecháva čo najviac na žiakov – zmenou napätia v obvode *určujú podmienky experimentu, pričom sledujú vplyv na závislú premennú*⁴⁰. Už samotné zapájanie obvodu rozvíja ich manuálne zručnosti, orientáciu v schémach a technickú presnosť.

Po zostavení obvodu žiaci odmerajú hodnotu elektrického napätia a prúdu – *používajú meradlá*⁴¹ (voltmeter a ampérmeter), pričom na nich *volia vhodný rozsah*⁴². Následne zapoja do série druhý monočlánok (3,0 V) a opäť odmerajú napätie a prúd. Rovnaký postup zopakujú s tromi monočlánkami (4,5 V). Všetky namerané údaje zaznamenávajú⁴³ do prehľadnej Tabuľky 3.



Obrázok 8: Schéma zapojenia obvodu s dvomi rezistormi

Zdroj: autor

38 Formulovať výskumné otázky, na ktoré získa odpoveď vlastným skúmaním.

39 Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku.

40 Určiť, sledovať a kontrolovať podmienky experimentu.

41 Používať meradlá a postupy primerané druhu skúmania, ktoré vedú k spoľahlivým výsledkom.

U (V)	I (A)	$\frac{U}{I}$ (Ω)
0	0	--
Priemerná hodnota		

Tabuľka 3: Hodnoty napätia a prúdu v sériovom obvode s dvomi rezistormi

Z nameraných údajov žiaci zostroja graf závislosti prúdu od napätia $I(U)$ a nameranými bodmi preložia čiaru. Ak sú merania realizované správne, graf má lineárny charakter. Učiteľ vedie žiakov k tomu, aby si všímali vzťah medzi napätím a prúdom⁴⁴ a opísali vzťah medzi elektrickým prúdom a napätím v jednoduchom elektrickom obvode s dvomi rezistormi zapojenými do série.

Do 3. stĺpca tabuľky žiaci vypočítajú podiel $\frac{U}{I}$, čo predstavuje výsledný odpor zapojených rezistorov. Určia priemernú hodnotu a zapíšu ju do tabuľky. Následne porovnajú experimentálne určený odpor s teoretickým súčtom odporov oboch rezistorov. Diskusia sa môže zamerať na možné odchýlky spôsobené nepresnosťou meracích prístrojov.

Takto vedená aktivita umožňuje žiakom vnímať výsledky vlastnej experimentálnej činnosti k získaniu nového poznatku⁴⁵. Formulujú záver⁴⁶, že výsledný odpor dvoch sériovo zapojených rezistorov sa rovná súčtu ich odporov, pričom tento vzťah nie je prijatý ako hotová informácia, ale ako výsledok vlastného skúmania. Rozvíja sa schopnosť interpretovať grafickú závislosť medzi⁴⁷ elektrickým napätím a prúdom, vytvárať úsudky o vzťahoch medzi fyzikálnymi veličinami a formulovať záver na základe dát. Experimentálny prístup zároveň posilňuje pozitívny postoj k fyzike ako empirickej vede založenej na meraní a dôkazoch a žiakom umožňuje rozvíjať spôsobilosti vedeckej práce.

42 Odhadnúť hodnotu skúmanej veličiny a vybrať vhodné meradlo.

43 Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry.

44 Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov.

45 Zhodnotiť prínos vlastnej výskumnej práce k získavaniu nových poznatkov.

46 Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií.

47 Interpretovať grafické závislosti.

Variant B

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Interakcie 2. Elektrické javy – Výpočet elektrického odporu vodiča a výsledného odporu v sériovom a paralelnom elektrickom obvode ^F	1. cieľ: Plánovať a realizovať experiment – Navrhovať a realizovať rôzne druhy merania. – Spresniť hodnotu meranej veličiny opakovaným meraním. 2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov. – Porovnať údaje v tabuľke. – Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov. 5. cieľ: Reflektovať vlastný poznávací proces – Zhodnotiť prínos vlastnej výskumnej práce k získavaniu nových poznatkov.

Fyzikálny a didaktický kontext pre učiteľa

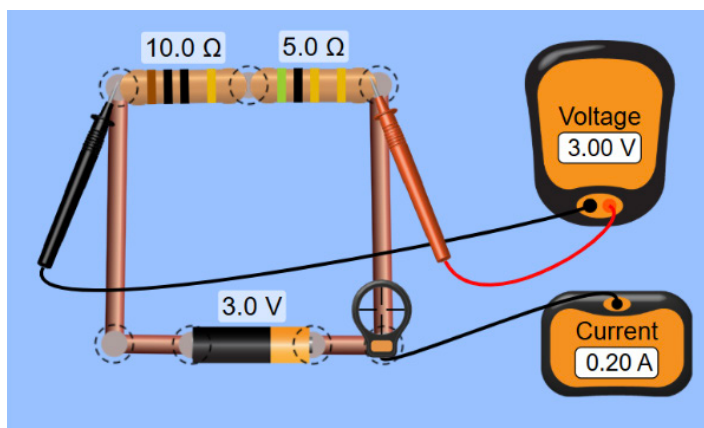
Prístup v tomto variante umožňuje žiakom skúmať vzťahy medzi napätím, prúdom a odporom prostredníctvom modelovej situácie. Na rozdiel od experimentálneho variantu tu nejde o prácu s reálnymi súčiastkami, ale o prácu s fyzikálnym modelom, ktorý reprezentuje ideálne podmienky elektrického obvodu. Žiaci takto majú možnosť formulovať záver o výslednom odpore dvoch sériovo zapojených rezistorov.

Stanovenie problému: Učiteľ môže vyučovanie začať otázkou: „Ak zapojíme dva rezistory za sebou, ako sa zmení celkový odpor obvodu? Ako to môžeme zistiť bez toho, aby sme použili skutočné súčiastky?“ Týmto spôsobom vedie žiakov k uvedomeniu si, že aj digitálna simulácia môže byť nástrojom vedeckého skúmania. Žiaci formulujú predpoklady o tom, ako sa bude meniť prúd pri zmene napätia alebo pri zmene odporu jedného z rezistorov. Už v tejto fáze sa rozvíja schopnosť vytvoriť úsudok o vzťahoch a súvislostiach pozorovaných premenných.

Aktivita:

V digitálnej simulácii zmerajte napätie a prúd v elektrickom obvode s dvoma rezistormi zapojenými do série. Vypočítajte výsledný odpor a porovnaním s odpormi jednotlivých rezistorov formulujte záver o tom, ako sa určuje výsledný odpor pri sériovom zapojení.

Žiaci v digitálnom prostredí simulácie (napr. PhET – Circuit Construction Kit DC) elektrického obvodu zostavia model obvodu, ktorý pozostáva zo zdroja napätia, dvoch rezistorov zapojených za sebou, ampérmetra zapojeného do série a voltmetra merajúceho napätie na celej kombinácii rezistorov (Obrázok 9). Nastavia zvolené hodnoty odporov oboch rezistorov a napätie zdroja, odčítajú hodnotu prúdu prechádzajúceho obvodom a namerané údaje systematicky zapisujú do tabuľky. Na základe nameraných hodnôt vypočítajú podiel napätia a prúdu a určia tak výsledný odpor celého zapojenia, ktorý následne porovnajú so súčtom odporov jednotlivých rezistorov. Opakovaním postupu pre rôzne hodnoty odporov overujú, či sa výsledný odpor pri sériovom zapojení vždy rovná súčtu odporov oboch rezistorov. Počas práce sledujú, ako sa mení prúd v obvode pri zmene niektorého z odporov alebo napätia zdroja, a na základe pozorovaní formulujú všeobecný vzťah pre výsledný odpor sériového zapojenia. Aktivita vedie žiakov k pochopeniu toho, že digitálny model môže slúžiť ako nástroj skúmania vzťahov medzi fyzikálnymi veličinami a umožňuje presne analyzovať správanie ideálneho elektrického obvodu.



Obrázok 9: Určovanie výsledného odporu pomocou simulácie
Zdroj: PhET

Učiteľ vedie žiakov k tomu, aby postupovali systematicky – najskôr nastavili konkrétne hodnoty odporov (napr. 10 Ω a 5 Ω) a napätie zdroja (napr. 3 V) a zaznamenali hodnotu prúdu v obvode do tabuľky, ktorú si sami pripravia (Tabuľka 4).

Tabuľka 4: Príklad žiakmi navrhutej tabuľky na zaznamenávanie a vyhodnocovanie dát

R_1 (Ω)	R_2 (Ω)	U (V)	I (A)	$\frac{U}{I}$ (Ω)	$R_1 + R_2$ (Ω)
10	5	3	0,2	15	15

Žiaci sami zostavujú model obvodu a rozhodujú o parametroch, a *realizujú merania*⁴⁸ v obvode. Získané údaje zapisujú do tabuľky a následne z nich vypočítajú pomocou Ohmovho zákona podiel U/I , ktorý predstavuje výsledný odpor sériovo zapojených rezistorov. Tieto vypočítané hodnoty zapisujú do 5. stĺpca tabuľky. Do 6. stĺpca zapíšu súčet $R_1 + R_2$. Porovnaním hodnôt v 5. a 6. stĺpci by mali zistiť, že sú tieto hodnoty rovnaké. Ide o ideálny model bez meracích chýb a práve jeho presnosť umožňuje žiakom jasne identifikovať vzťah medzi výsledným odporom a jednotlivými odpormi sériovo zapojených rezistorov. *Spracovaním zistených údajov do tabuľky*⁴⁹ a ich analýzou vyvodzujú vzťah pre výsledný odpor.

Diskusia sa zameriava na otázku: „Je výsledný odpor vždy rovný súčtu odporov? Platí to pre akékoľvek hodnoty?“ Žiaci môžu meniť hodnoty jednotlivých rezistorov a overovať platnosť vzťahu v rôznych situáciách. Takto zdôvodňujú tvrdenia získanými údajmi a existujúcimi poznatkami a zároveň sa učia, že *vlastným skúmaním môžu dospieť k novému zisteniu*⁵⁰.

Didakticky hodnotným prvkom je možnosť okamžite meniť parametre obvodu. Žiaci môžu napríklad zdvojnásobiť odpor jedného rezistora a sledovať, ako sa zmení prúd pri rovnakom napätí. Môžu si všimnúť, že pri sériovom zapojení prechádza oboma rezistormi rovnaký prúd, čo vedie k hlbšiemu pochopeniu fyzikálnej podstaty zapojenia. V diskusii porovnávajú digitálny model s reálnym experimentom – uvedomujú si, že v simulácii sa nevyskytujú chyby merania. Tým u žiakov zdôrazňujeme *potrebu spresňovať hodnoty meraných veličín opakovaným meraním*⁵¹.

Digitálny variant zároveň významne podporuje rozvoj digitálnych kompetencií – žiaci sa učia orientovať v interaktívnom prostredí, cielene meniť parametre modelu, interpretovať zobrazené údaje a kriticky uvažovať o limite simulácie ako modelu reality.

Výsledkom tejto metodiky je nielen pochopenie vzťahu $R = R_1 + R_2$ pri sériovom zapojení rezistorov, ale aj rozvoj analytického myslenia, schopnosti pracovať s modelom a interpretovať matematický vzťah ako opis fyzikálneho javu. Kým predchádzajúci variant posilňuje spôsobilosti vedeckej práce, manuálne zručnosti a prácu s reálnymi meraniami, tento variant systematicky rozvíja schopnosť modelovať, analyzovať vzťahy medzi premennými a kriticky pracovať s digitálnymi nástrojmi v prírodovednom kontexte.

4.2.2 Príklady rôzneho metodického uchopenia plnenia rovnakých výkonových štandardov na rôznych obsahových štandardoch

V ŠVP nie sú výkonové štandardy priamo viazané na konkrétny obsahový štandard, ale sú formulované všeobecnejšie a procesne. Ich cieľom je rozvíjať univerzálne spôsobilosti žiakov, pričom učiteľ má voľnosť rozhodnúť sa, prostredníctvom ktorých obsahových štandardov a učebných situácií sa budú tieto ciele naplňovať. Rovnaký výkonový štandard je tak možné dosahovať na rôznych obsahoch, v rôznych tematických okruhoch a s rôznou mierou komplexnosti.

48 Navrhovať a realizovať rôzne druhy merania.

49 Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov.
Porovnať údaje v tabuľke.

50 Zhodnotiť prínos vlastnej výskumnej práce k získavaniu nových poznatkov.

51 Spresniť hodnotu meranej veličiny opakovaným meraním.

Nasledujúce príklady siedmich aktivít ilustrujú túto zmenu na dvoch vybraných výkonových štandardoch, pričom ich predstavujeme na rôznych obsahových štandardoch z komponentov *Látka*, *Interakcie*, *Energia* a *Vesmír*.

Aktivita 1:

Zmerajte hmotnosť a objem rôzneho množstva tej istej látky, vypočítajte hustotu a porovnaním výsledkov zistíte, ako spolu súvisia hmotnosť, objem a hustota.

Výkonový štandard	Obsahový štandard (komponent)
2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov.	– Hustota kvapalných a tuhých látok. (Látky)

Návrh aktivity: Žiaci pracujú v skupinách, pričom každá skupina určuje pomocou meradla hmotnosť a objem istého množstva plastelíny (tuhá látka). V rámci triedy žiaci zapíšu do tabuľky údaje o hmotnosti a objeme rôznych telies získané zo všetkých skupín. Úlohou žiakov je na základe známeho vzťahu vypočítať hustotu, porovnať hodnoty a identifikovať vzťah medzi hmotnosťou, objemom a hustotou. Rovnako môžu postupovať aj pri skúmaní hustoty kvapalnej látky (napr. vody, mlieka).

Úloha učiteľa: Učiteľ vedie žiakov k tomu, aby si všimli, že hustota látky zostáva rovnaká bez ohľadu na množstvo látky. Usmerňuje žiakov pri interpretácii údajov a kladie otázky zamerané na porovnávanie a zovšeobecňovanie.

Naplnenie cieľa: Žiaci interpretujú údaje, opisujú závislosti medzi premennými (hmotnosť, objem) a formulujú záver na základe dát.

Aktivita 2:

Zistíte závislosť prúdu a napätia v jednoduchom elektrickom obvode s rezistorom.

Výkonový štandard	Obsahový štandard (komponent)
2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov.	– Závislosť prúdu od napätia pre rezistor, Ohmov zákon. (Interakcie)

Návrh aktivity: Žiaci v rámci tejto aktivity merajú hodnoty prúdu, ktorý prechádza jednoduchým obvodom, a napätie na rezistore. Na základe nameraných dát zostroja graf závislosti elektrického prúdu od napätia pre rezistor. Žiaci pracujú v skupinách, pričom každá skupina pracuje s rezistorom s iným odporom. Úlohou žiakov je opísať tvar grafu, určiť charakter závislosti a slovne vysvetliť, ako sa mení prúd pri zmene napätia.

Úloha učiteľa: Učiteľ usmerňuje žiakov pri čítaní grafu, zdôrazňuje význam lineárnej závislosti a vedie ich k formulovaniu vzťahu medzi veličinami. Usmerňuje pozornosť žiakov na sklon čiary grafu, ktorý závisí od hodnoty odporu rezistora.

Naplnenie cieľa: Žiaci pracujú s grafickými údajmi, interpretujú ich a opisujú vzťah medzi premennými (prúd, napätie).

Aktivita 3:

Analyzujte graf závislosti teploty vody od času pri jej zohrievaní a vare.

Výkonový štandard	Obsahový štandard (komponent)
2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov.	– Grafické závislosti teploty počas skupenských premien: závislosť teploty od času. (Energia)

Návrh aktivity: Žiaci zaznamenávajú teplotu vody počas jej zohrievania na teplotu varu a aj počas varu. Z nameraných hodnôt pripravia graf závislosti teploty od času. Graf znázorňuje priebeh teploty počas premeny skupenstva z kvapalného na plynné – počas varu. Ich úlohou je identifikovať úseky, kedy sa teplota mení, a úseky, kedy zostáva konštantná.

Úloha učiteľa: Učiteľ kladie otázky zamerané na interpretáciu grafu a na pochopenie fyzikálneho a chemického významu „plató“ v priebehu skupenskej premeny.

Naplnenie cieľa: Žiaci interpretujú grafické údaje a opisujú priebeh teploty pri zmene skupenstva.

Aktivita 4:

Pomocou virtuálneho pozorovania zistíte, kde na obzore vychádza slnko v rôznych mesiacoch roka, a vysvetlite, prečo sa poloha východu slnka počas roka mení.

Výkonový štandard	Obsahový štandard (komponent)
2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov.	– Zmeny vzhľadu hviezdnej oblohy počas dňa a počas roka. (Vesmír)

Návrh aktivity: Cieľom aktivity je, aby žiak zistil, že slnko nevychádza každý deň v roku na tom istom mieste. Využitím virtuálneho pozorovania (pomocou vhodnej aplikácie, napr. Stellarium) žiak zisťuje a do tabuľky zapisuje polohu slnka pri východe (azimut) 15. deň v každom mesiaci roka. Na základe zistených údajov zakreslia graf polohy slnka, pričom na x-ovú os značia azimut a na y-ovú os mesiac v roku. Ide o neštandardné označenie osí (nezávislá premenná by mala byť na x-ovej osi). Je to kvôli tomu, aby si žiaci východ slnka spojili s posunom v horizontálnom smere a nie vertikálnom. Žiaci pracujú s grafom, na ktorom je znázornená poloha slnka pri východe počas roka. Ich úlohou je porovnať pozorovania a vysvetliť zmeny vzhľadu oblohy.

Úloha učiteľa: Na začiatku hodiny môže v rámci diskusie položiť žiakom otázku Kde vychádza slnko? Pri práci s grafom usmerňuje žiakov k prepojeniu značky v grafe s polohou slnka pri východe. Vysvetlenie by malo smerovať k tomu, že sa miesto východu vplyvom sklonu zemskej osi posúva.

Naplnenie cieľa: Žiaci interpretujú údaje zakreslené do grafu, opisujú a vysvetľujú vzťah medzi časom a pozorovanými javmi.

Aktivita 5:

Preskúmajte možnosti využitia optických káblov, porovnajte ich s inými spôsobmi prenosu informácií a diskutujte o ich výhodách, nevýhodách a význame pre každodenný život.

Výkonový štandard	Obsahový štandard (komponent)
4. cieľ: Posudzovať vplyv rôznych riešení na človeka, spoločnosť a životné prostredie – Zhodnotiť prínos výsledkov vedy a výskumu pre človeka a spoločnosť.	– Prenos svetelného signálu skleneným vláknom, využitie optických káblov. (Interakcie)

Návrh aktivity: Žiaci po zadaní rôznych promptov umelej inteligencii analyzujú reálne príklady využitia optických káblov (internet, medicína, komunikácia). Je dôležité, aby všetky informácie od umelej inteligencie overili aj v iných zdrojoch, dohľadali relevantné a dôveryhodné články. Žiaci diskutujú o výhodách a nevýhodách využitia optických káblov v porovnaní s inými spôsobmi prenosu informácií.

Úloha učiteľa: Učiteľ usmerňuje diskusiu k hodnoteniu technologického prínosu a jeho dopadu na spoločnosť a overovaniu informácií z viacerých zdrojov.

Naplnenie cieľa: Žiaci posudzujú prínos vedeckých poznatkov pre každodenný život.

Aktivita 6:

V skupinách preskúmajte svetelné znečistenie vo svojom okolí, pripravte krátku prezentáciu o jeho prejavoch a navrhnete opatrenia na jeho zníženie.

Výkonový štandard	Obsahový štandard (komponent)
4. cieľ: Posudzovať vplyv rôznych riešení na človeka, spoločnosť a životné prostredie – Zhodnotiť prínos výsledkov vedy a výskumu pre človeka a spoločnosť.	– Škodlivosť svetelného znečistenia a návrh zmien na jeho odstránenie vo svojom okolí. (Interakcie)

Návrh aktivity: Žiaci si v rámci skupín pripravujú prezentáciu o svetelnom znečistení – analyzujú situáciu vo svojom okolí (osvetlenie ulíc, reklamy) z hľadiska svetelného znečistenia a navrhujú opatrenia na jeho zníženie. Využívajú nástroje umelej inteligencie, pričom informácie overujú vo viacerých zdrojoch.

Úloha učiteľa: Učiteľ podporuje žiakov v argumentácii a v zvažovaní environmentálnych dôsledkov.

Naplnenie cieľa: Žiaci hodnotia vplyv technických riešení na životné prostredie a spoločnosť.

Aktivita 7:

Rozdeľte sa na dve skupiny, pripravte si vecné argumenty za a proti využívaniu jadrovej energie a v rámci diskusie obhajujte svoje stanovisko porovnaním jej prínosov a rizík s inými zdrojmi energie.

Výkonový štandard	Obsahový štandard (komponent)
4. cieľ: Posudzovať vplyv rôznych riešení na človeka, spoločnosť a životné prostredie – Zhodnotiť prínos výsledkov vedy a výskumu pre človeka a spoločnosť.	– Jadrová reťazová reakcia a možnosti jej využitia (Energia)

Návrh aktivity: Žiaci sa rozdelia na dve skupiny – jedna bude zástancom používania jadrovej energie, druhá bude predstavovať skupinu odporcov. Ich úlohou bude viesť odbornú diskusiu na obhajobu svojho stanoviska. Na diskusiu si vopred pripravia argumenty, napr. aj využitím umelej inteligencie a vhodných promptov. Môžu porovnávať využitie jadrovej energie s inými zdrojmi energie z hľadiska prínosov a rizík.

Úloha učiteľa: Učiteľ vedie žiakov k vyváženej diskusii, k vhodnej argumentácii, s prevahou logických a faktických argumentov, bez emočne ladených argumentov.

Naplnenie cieľa: Žiaci posudzujú dôsledky vedeckého pokroku pre človeka a spoločnosť.

4.3 Chémia

4.3.1 Príklady rôzneho metodického uchopenia rovnakého vzdelávacieho obsahu a plnenia rôznych výkonových štandardov

Na nasledujúcich dvoch variantoch napĺňania toho istého obsahového štandardu poukážeme na možnosti, ktoré má tvorca konkrétneho vzdelávacieho postupu, autor edukačných materiálov alebo učiteľ pri didaktickom spracovaní vzdelávacieho obsahu. Z príkladov bude zrejmé, že hoci rôzne vzdelávacie postupy môžu viesť k rovnakému poznaniu a k naplneniu totožného obsahového štandardu, zároveň podporujú rozvoj odlišných spôsobilostí, stratégií učenia sa a postojov žiakov, čím sa dosahujú rôzne ciele a výkonové štandardy.

Variant A

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Látky 1. Vlastnosti látok – Vlastnosti látok a telies: rozpustnosť v rôznych rozpúšťadlách	1. cieľ: Plánovať a realizovať experiment – Formulovať výskumné otázky, na ktoré získa odpoveď vlastným skúmaním. – Navrhnuť spôsob získavania údajov. – Určiť znaky, ktoré umožňujú klasifikáciu telies, látok alebo javov. – Určovať podobné a odlišné znaky a vlastnosti telies, látok alebo javov. – Používať meradlá a postupy primerané druhu skúmania, ktoré vedú k spoľahlivým výsledkom. – Navrhovať a realizovať rôzne druhy merania. – Uviesť výhody a obmedzenia zvoleného druhu merania. 2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry. – Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov. – Porovnať údaje v tabuľke. 3. cieľ: Tvoriť závery a zovšeobecnenia – Identifikovať opakujúce sa vzorce alebo príčinné súvislosti medzi javmi. 5. cieľ: Reflektovať vlastný poznávací proces – Analyzovať chyby vo vlastnej výskumnej činnosti. – Navrhnuť vhodnejšie riešenie výskumného problému.

Žiaci pri skúmaní rozpúšťania identifikujú rozpúšťadlo a rozpustenú látku, rozlišujú rozpustné a nerozpustné látky a opisujú základné znaky rozpúšťania. Porovnávaním správania rôznych látok v rôznych rozpúšťadlách si žiaci postupne uvedomujú, že rozpustnosť nie je všeobecnou vlastnosťou látok, ale závisí od vzájomného pôsobenia vlastností rozpustenej látky a rozpúšťadla. Žiaci porovnávajú rozpustnosť tej istej látky v rôznych rozpúšťadlách, interpretujú pozorované rozdiely a identifikujú vzťahy medzi použitou látkou a rozpúšťadlom. Nepracujú iba s izolovaným pozorovaním javov, ale učia sa uvažovať o vzťahoch medzi premennými, posudzovať spoľahlivosť získaných údajov a hodnotiť obmedzenia experimentálneho postupu. Prostredníctvom týchto činností sa rozvíja nielen porozumenie konceptu rozpustnosti, ale aj schopnosť interpretovať výsledky skúmania a prepájať ich s vlastnosťami látok a rozpúšťadiel.

Chemický a didaktický kontext pre učiteľa

Žiaci majú z každodenného života skúsenosť, že niektoré škvrny na oblečení sa dajú ľahko vyprať vodou (napr. blato, džús), zatiaľ čo iné zostanú aj po opakovanom praní. Typickým príkladom je trávou zašpinené oblečenie – zelené škvrny často zostávajú viditeľné aj po dôkladnom praní.

Táto situácia môže byť pre žiakov mätúca: voda je „univerzálny čistič“, používa sa na umývanie rúk, tela, predmetov, a preto sa prirodzene očakáva, že odstráni aj nečistoty z textilu. Skúsenosť však ukazuje, že samotná voda často nestačí, zatiaľ čo po pridaní mydla alebo pracieho prostriedku sa škvrna môže čiastočne alebo úplne odstrániť.

Táto každodenná diskrepancia otvára priestor na skúmanie rozpustnosti látok v rôznych rozpúšťadlách a na rozlíšenie medzi tým, čo sa rozpúšťa vo vode a čo nie, prípadne za akých podmienok k rozpúšťaniu dochádza.

Pri práci s rozpúšťaním sa u žiakov často objavujú predstavy, že voda dokáže rozpustiť všetky látky a nerozpustenie je len otázkou času alebo intenzity miešania. Rozpúšťanie si zároveň zamieňajú so „zmiznutím“ látky, bez uvedomenia si, že látka zostáva v zmesi látok stále prítomná. V súvislosti s odstraňovaním škvŕn žiaci často neuvažujú o tom, že rôzne látky sa môžu v rôznych rozpúšťadlách správať odlišne a že farbivá či iné zložky nečistôt majú rozdielne vlastnosti. Pojem rozpúšťadlo býva navyše špecifikovaný na vodu, a iné kvapaliny žiaci spontánne nevnímajú ako možné rozpúšťadlá.

Učiteľ nadviaže na každodennú skúsenosť žiakov so zašpineným oblečením (napr. tráva, hlina, masťné škvrny) a cielene zúži pozornosť na otázku vzťahu látky a kvapaliny, nie na čistiace prostriedky. Poukáže na to, že „škvrny“ sú vlastne rôzne látky (sú tvorené rôznymi látkami) a pýta sa, či je voda vždy vhodné rozpúšťadlo.

Cieľom úvodnej fázy nie je získať správnu odpoveď, ale poukázať na rozdielne predstavy žiakov a implicitne formulovať problém – nie všetky látky sa v rovnakom rozpúšťadle správajú rovnako.

Učiteľ následne presmeruje diskusiu ku skúmaniu problému a ponúkne (alebo spoločne so žiakmi dotvorí) výskumnú otázku, napríklad:

- „Aké sú rozdiely pri rozpúšťaní rôznych látok v tom istom rozpúšťadle?“
- „Ako sa mení rozpustnosť látok pri zmene rozpúšťadla?“⁵²

Na realizáciu aktivity je vhodné vyhradiť približne 45 minút. Žiaci pracujú s bežne dostupnými rozpúšťadlami, ako je voda, rastlinný olej alebo etanol (ak je k dispozícii), a s jednoduchými, bezpečnými látkami z každodenného prostredia, napríklad soľou, cukrom, kyselinou citrónovou, jedlou sódou, škrobom či voskom. Konkrétny výber môže učiteľ prispôbiť materiálnym možnostiam školy, pričom cieľom je porovnať rozpustnosť rôznych typov látok v rôznych rozpúšťadlách.

⁵² Formulovať výskumné otázky, na ktoré získa odpoveď vlastným skúmaním.

Postup

Žiaci pracujú v malých skupinách (3–4 žiaci). Každá skupina dostane:

- 4–5 rôznych tuhých látok, niektoré z nich rozpustné v jednom a iné v druhom rozpúšťadle (napr. kuchynská soľ, cukor, piesok, múka, krieda vo forme prášku, mletá paprika, kyselina citrónová, jedlá sóda),
- 2 rôzne rozpúšťadlá, napr. voda, lieh – podľa školských možností a bezpečnosti (dezinfekčný prostriedok, alpa, odlakovač a pod.), olej.

Možné organizačné modifikácie:

- skupiny môžu mať rovnakú kombináciu látok a rovnaké rozpúšťadlá,
- skupiny môžu mať rôzne kombinácie látok, rovnaké rozpúšťadlá,
- skupiny môžu mať rovnakú kombináciu látok, ale rôzne rozpúšťadlo/rozpúšťadlá.

Výsledky získané skupinami, ktoré pracovali s rovnakými vzorkami, umožní potvrdenie zistení a eliminuje nutnosť procesu opakovať. Práca skupín s rôznymi vzorkami vedie k väčšiemu súboru dát.

Pred zisťovaním rozpustnosti žiaci v skupinách:

- formulujú predpoklad, napríklad:
 - „Myslíme si, že väčšina látok sa rozpustí vo vode.“
 - „Predpokladáme, že niektoré látky sa nerozpustia v žiadnom z rozpúšťadiel.“
- stručne predpoklad zdôvodnia vlastnou skúsenosťou (kuchyňa, pranie, varenie).

Predpoklady sa nezisťujú za účelom ich hodnotenia, ale ako východisko pre porovnanie so žiackymi zisteniami.

Ak majú žiaci navrhnúť postup skúmania rozpustnosti látok v rôznych rozpúšťadlách, je potrebné sa dohodnúť, ako budú rozpustnosť operacionalizovať, t. j. ako spoznajú, že sa látka rozpustila. Učiteľ ich navedie otázkami:

- „Čo budeme považovať za dôkaz rozpustenia?“
- „Ako odlíšime čiastočné rozpustenie od nerozpustenia?“
- „Ako zabezpečíme, že skupiny hodnotia proces rozpúšťania rovnako?“⁵³

Získavané údaje môžu mať rôzny charakter. Žiaci sa musia na ich podobe dohodnúť, aby mohli zistenia medzi sebou porovnávať. Môže to byť fotodokumentácia, opis (zákal/rovnomé sfarbenie/usadenina/pláva/číre...), hodnotenie na škále 0/1/2.

Príklad charakteru získaných údajov/kritérií hodnotenia (3-stupňová škála dát):

- 2 = rozpustené: kvapalina je číra alebo rovnomerne sfarbená, bez viditeľných častíc a bez usadeniny po 2 min
- 1 = čiastočne rozpustené: časť látky zmizla, ale niečo zostáva (usadenina/zákal/vločky)
- 0 = nerozpustené: látka zostáva viditeľná, vytvára usadeninu alebo pláva, bez zjavného úbytku⁵⁴

⁵³ Navrhnúť spôsob získavania údajov.

⁵⁴ Určovať podobné a odlišné znaky a vlastnosti telies, látok alebo javov.

Odporúčaná jednoduchý a reprodukovateľný postup skúmania:

1. *do skúmavky/poháríka dať rovnaký objem rozpúšťadla (napr. 10 ml),*
2. *pridať rovnaké množstvo látky (napr. 1 odmerka/lyžička alebo 0,5 g – podľa možnosti),*
3. *miešať/trepať presne 30 s.,*
4. *nechať 2 min. stáť a vyhodnotiť.*⁵⁵

Žiaci systematicky skúmajú:

- *správanie každej látky v jednom alebo oboch rozpúšťadlách,*
- *za rovnakých podmienok (rovnaké množstvo látky, rovnaký objem rozpúšťadla, rovnaký čas miešania).*

Pozorujú napríklad:

- *či sa látka rozpustí úplne, čiastočne alebo vôbec,*
- *či zostáva viditeľná,*
- *či sa správanie tej istej látky líši v rôznych rozpúšťadlách.*⁵⁶

*Zistenia zaznamenávajú do jednoduchej tabuľky, ktorú budú dostať pripravenú, alebo si ju na podnet učiteľa v skupinách alebo ako trieda navrhnu.*⁵⁷

Po ukončení skúmania:

- *skupiny porovnávajú svoje výsledky,*
- *identifikujú opakujúce sa vzorce (napr. látka A sa rozpustila vo vode, ale nie v druhom rozpúšťadle),*⁵⁸
- *na ich základe formulujú zovšeobecňujúci záver, napríklad: „Zistili sme, že nie všetky látky sa rozpúšťajú v rovnakom rozpúšťadle. Rozpustnosť závisí od druhu látky aj od druhu rozpúšťadla.“*

Učiteľ v záverečnej fáze nepredkladá platné zovšeobecnenie, ale pomáha žiakom pomenovať ich vlastné zistenia a postupne ich prepájať s pojmom rozpustnosť ako vlastnosťou látok. Vhodné otázky sú napríklad:

- *Ktoré látky sa správali v oboch rozpúšťadlách rovnako?*
- *Ktoré látky sa správali v rozpúšťadlách rozdielne?*
- *Čo to hovorí o vzťahu látka – rozpúšťadlo?*⁵⁹

Ako bolo uvedené vyššie, žiaci v závere porovnávajú výsledky jednotlivých skupín a diskutujú o tom, do akej miery sú ich zistenia porovnateľné a dôveryhodné. Učiteľ cielene smeruje diskusiu aj k hodnoteniu presnosti pozorovaní a meraní.

⁵⁵ Používať meradlá a postupy primerané druhu skúmania, ktoré vedú k spoľahlivým výsledkom.

⁵⁶ Navrhovať a realizovať rôzne druhy merania.

⁵⁷ Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov.

⁵⁸ Porovnať údaje v tabuľke.

Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry.

⁵⁹ Identifikovať opakujúce sa vzorce.

Žiaci identifikujú faktory, ktoré mohli ovplyvniť presnosť pozorovaní, napríklad:

- rozdielne množstvo použitej látky alebo rozpúšťadla,
- odlišná dĺžka alebo intenzita miešania,
- rôzny čas hodnotenia po miešaní,
- subjektívne posúdenie hranice medzi „čiastočne rozpustené“ a „rozpustené“,
- nedostatočne čisté pomôcky alebo zvyšky látok z predchádzajúcich pokusov,
- rozdielnosť vzoriek, napr. jemný prášok vs. väčšie kúsky látky,
- rôzna koncentrácia alebo teplota rozpúšťadiel,
- rozdielna interpretácia pozorovania (zákal, usadenina, farebné zafarbenie).⁶¹

Žiaci si tak uvedomujú, že aj pri rovnakom zámere môže mierne odlišný postup viesť k rozdielnym výsledkom. Sú vedení k pochopeniu, že nezrovnalosti medzi výsledkami nie sú chybou, ale prirodzenou súčasťou skúmania, ktorá poukazuje na potrebu presnejších kritérií a lepšie kontrolovaných podmienok.⁶⁰

V ďalšom kroku učiteľ vedie žiakov k pomenovaniu výhod a obmedzení zvoleného spôsobu zisťovania rozpustnosti. Žiaci napríklad diskutujú o tom, že jednoduchá trojstupňová škála (rozpustené – čiastočne – nerozpustené) umožňuje rýchle porovnanie viacerých látok za rovnakých podmienok, no zároveň neposkytuje presnú informáciu o množstve rozpustenej látky. Žiaci tak formulujú, v čom je zvolený spôsob merania vhodný pre daný cieľ skúmania a v čom má svoje obmedzenia.⁶¹

Diskusia smeruje k zovšeobecneniu, že výsledky experimentu sú ovplyvnené nielen vlastnosťami skúmaných látok, ale aj spôsobom, akým boli údaje získané. Týmto sa vytvára priestor pre uvedomenie si významu jednotného postupu, opakovania meraní a kritického hodnotenia vlastných dát ako základného prvku výskumnej práce.

V závere diskusie môžu žiaci navrhnúť konkrétne úpravy postupu, ktoré by viedli k presnejším a porovnateľnejším výsledkom, napríklad:

- zjednotenie množstva a teploty látky a objemu rozpúšťadla,
- predĺženie alebo presné časovanie miešania a hodnotenia,
- použitie presnejších meradiel alebo opakovanie skúmania.⁶²

Uvedomujú si, že zlepšovanie postupu a práca s chybou sú prirodzenou súčasťou vedeckej práce, nie reakciou na „nesprávny“ výsledok.⁶²

Na záver sa učiteľ vracia k pôvodnej situácii so zašpineným odevom a kladie otázku v opisnej, nie vysvetľujúcej rovine, napríklad: „Na základe toho, čo ste pozorovali pri rozpúšťaní rôznych látok v rôznych rozpúšťadlách, viete lepšie opísať, prečo sa niektoré nečistoty z oblečenia vo vode odstránia a iné nie?“

Žiaci tak prepájajú svoje empirické zistenia s každodennou skúsenosťou.

60 Analyzovať chyby vo vlastnej výskumnej činnosti.

61 Uviesť výhody a obmedzenia zvoleného druhu merania.

62 Navrhnúť vhodnejšie riešenie výskumného problému.

Variant B

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Látky 1. Vlastnosti látok – Vlastnosti látok a telies: rozpustnosť v rôznych rozpúšťadlách	2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Vyhľadať v dostupných informačných zdrojoch údaje potrebné na identifikáciu látok a pri riešení úloh. – Získať z textov, obrázkov, tabuliek a grafov relevantné, podstatné údaje. – Porovnať údaje v tabuľke. 3. cieľ: Tvoríť závery a zovšeobecnenia – Identifikovať opakujúce sa vzorce alebo príčinné súvislosti medzi javmi. – Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií. 4. cieľ: Posudzovať vplyv rôznych riešení na človeka, spoločnosť a životné prostredie – Identifikovať lokálne a globálne problémy a navrhovať riešenia. – Rozlišovať pozitívne a negatívne vplyvy vybraného javu alebo riešenia v sociálnej, ekonomickej, environmentálnej, politickej a/alebo legislatívnej oblasti.

Žiaci identifikujú rozpustné a nerozpustné látky a pomenujú rozpustnosť ako jednu z vlastností látok. Na základe pozorovania a práce s údajmi rozlišujú látky podľa ich správania vo vode a vysvetľujú vzťah medzi rozpustnosťou a šírením látok vo vodnom prostredí. Opisujú, ako voda prenáša rozpustené látky, interpretujú údaje o ich správaní v prostredí a analyzujú faktory ovplyvňujúce ich pohyb a šírenie. Žiaci porovnávajú riziko šírenia rôznych látok, rozlišujú medzi lokálnym a plošným znečistením a posudzujú, za akých podmienok sa zvyšuje riziko kontaminácie podzemných vôd. Pri hodnotení environmentálnych situácií používajú údaje o rozpustnosti ako dôkazy pri rozhodovaní, zdôvodňujú mieru environmentálneho rizika a kriticky posudzujú, aké údaje sú potrebné na hodnotenie konkrétneho environmentálneho problému. Aktivita tak rozvíja koncept rozpustnosti nielen na úrovni porozumenia, ale aj aplikácie, analýzy a hodnotenia v environmentálnom kontexte.

Chemický a didaktický kontext pre učiteľa

Učiteľ nadviaže na skúsenosť žiakov s kolobehom vody v prírode. Spoločne pomenúvajú, že zrážková voda presakuje do pôdy, vytvára podzemné vody a dostáva sa do studní a ďalších vodných zdrojov. Na tomto príklade si žiaci uvedomujú, že rozpustnosť nie je len abstraktná alebo čisto laboratórna vlastnosť látok, ale ovplyvňuje ako sa látky šíria a pohybujú v prírodnom prostredí. Pojem rozpustnosť aplikujú na modelovú environmentálnu situáciu – šírenie látok zo skládky do podzemných vôd, pričom dôraz sa kladie na pochopenie mechanizmu prenosu látok vodou, nie na hodnotenie ich toxických účinkov.

Problémová situácia: „V blízkosti obce sa nachádza stará problematická skládka odpadu. Po silných dažďoch sa objavili obavy, že niektoré látky zo skládky sa môžu rozpúšťať vo vode a postupne prenikať do pôdy, podzemných vôd a nakoniec aj do pitnej vody.“

Postup

Učiteľ žiakov vedie k uvedomeniu si, že voda nie je len prostriedok na čistenie, ale aj médium, ktoré môže prenášať rozpustené látky v prostredí. Problém teda spočíva v tom, že:

- niektoré látky sa vo vode rozpustia a môžu sa šíriť na veľké vzdialenosti,
- iné sa nerozpustia a zostávajú lokálne v pôde.

Rozpustnosť vo vode je jedným z kľúčových faktorov, ktorý ovplyvňuje šírenie látok vo vodnom prostredí.

Cieľom tejto fázy nie je predstaviť žiakom konkrétne toxikologické riziká ani identifikovať konkrétne chemické látky, ale modelovať správanie látok na základe ich rozpustnosti.

Pri rozpustnosti sa u žiakov často objavujú predstavy, že látka, ktorá vo vode „zmizne“, už nepredstavuje problém, pretože ju nevidno. Riziko znečistenia si pritom často spájajú najmä s viditeľnou farbou alebo „špinou“. Voda býva vnímaná ako faktor, ktorý látky automaticky „zriedi“ alebo odstráni, nie ako prostredie, ktoré ich môže prenášať a rozširovať. Žiaci si zároveň často myslia, že látka, ktorá sa nerozpustí, sa nemôže dostať do vody ani znečisťovať prostredie, pričom neuvažujú o možnostiach šírenia nerozpustných častíc alebo povrchového znečistenia.

Učiteľ tieto predstavy využíva ako východisko pre diskusiu o rozpustnosti ako environmentálne významnej vlastnosti.

Žiaci pracujú s dátami ako s dôkazmi pri hodnotení environmentálneho rizika, konkrétne:

- pracujú s informáciami o rozpustnosti látok,
- triedia látky podľa rizika šírenia vo vode,
- aplikujú chemický pojem rozpustnosť na environmentálny problém,
- rozvíjajú kritické rozhodovanie a hodnotenie dôsledkov.

Dôraz sa kladie najmä na:

- identifikáciu relevantných údajov,
- rozlišovanie medzi vyšším a nižším rizikom,
- hodnotenie dôsledkov pre človeka a prostredie,
- aplikáciu poznatkov v novom kontexte.

V prvom kroku učiteľ otvára spoločnú úvodnú diskusiu otázkami, napr.:

- „Ako sa môže látka zo skládky dostať až do studne?“
- „Ktoré látky zo skládky sa môžu šíriť podzemnou vodou?“
- „Ako nám informácia o rozpustnosti pomáha hodnotiť riziko znečistenia?“

Cieľom úvodného rozhovoru je, aby žiaci pomenovali vodu ako rozpúšťadlo, ktoré prenáša rozpustené látky.

Žiaci pracujú v skupinách (3–4 žiaci). Majú k dispozícii údaje, pomocou ktorých vyhodnocujú riziko úniku rôznych látok, chemických zlúčenín, do podzemných vôd a doplnia informácie do tabuľky (stĺpec Riziko úniku a šírenia).⁶³

Tabuľka 5: Informácie o látkach na skládke

Látky na skládke	Rozpustnosť vo vode	Správanie vo vode	Viditeľnosť voľným okom	Riziko úniku a šírenia	Typický výskyt
Dusičnany (hnojivá)	veľmi dobrá	rozpúšťajú sa úplne	neviditeľné	vysoká	polia, skládky bioodpadu
Posypová soľ (chloridy)	veľmi dobrá	rýchlo sa rozpúšťa	neviditeľná	vysoká	cesty, parkoviská
Motorový olej	nerozpustná	pláva na povrchu	viditeľný	stredná	skládky, autoservisy
Priemyselné farbivá	dobrá	rozpúšťajú sa	viditeľné	vysoká	priemysel, odpady
Stavebná sutina	nerozpustná	zostáva pevná	viditeľná	nízka	skládky odpadu
Plasty, vosk	nerozpustná	nerozpúšťajú sa	viditeľné	nízka	skládky

Po oboznámení sa s tabuľkou majú žiaci látky zoradiť alebo usporiadať podľa miery, do akej sa môžu vo vodnom prostredí šíriť, pričom sa zohľadňuje aj skutočnosť, že rozpustné látky nie sú vo vode viditeľné. Na hodnotenie tejto miery šírenia si žiaci môžu navrhnuť vlastné kritériá – samostatne v skupinách, spoločne ako trieda – alebo môžu pracovať so škálou, ktorú im ponúkne učiteľ:

- 2 – vysoké riziko (dobré rozpustná + ľahko sa šíri + neviditeľná)
- 1 – stredné riziko (nerozpustná, ale môže sa presúvať po povrchu)
- 0 – nízke riziko (nerozpustná + zostáva na lokalite)⁶⁴.

Ako rozšírenie aktivity môže učiteľ zaradiť prácu s externými informačnými zdrojmi. Žiaci v skupinách vyhľadávajú údaje o vybraných látkach (napr. rozpustnosť vo vode, správanie vo vodnom prostredí, typický výskyt) v dostupných zdrojoch, ako sú učebnice, encyklopédie, odborné webové stránky alebo informačné listy. Na základe nájdených informácií dopĺňajú alebo vytvárajú vlastnú tabuľku, ktorú následne využívajú pri hodnotení šírenia látok vo vode.⁶⁵

63 Získať z textov, obrázkov, tabuliek a grafov relevantné, podstatné údaje. Porovnať údaje v tabuľke.

64 Získať z textov, obrázkov, tabuliek a grafov relevantné, podstatné údaje. Porovnať údaje v tabuľke.

65 Vyhľadať v dostupných zdrojoch údaje potrebné na identifikáciu látok a pri riešení úloh.

Skupiny navzájom prezentujú a porovnávajú svoje zistenia, diskutujú o rozdieloch v hodnotení a zdôvodňujú svoje rozhodnutia. Kľúčovým záverom aktivity je pochopenie, že rozpustnosť látky ovplyvňuje, či sa môže šíriť vodou a dostať sa aj do podzemných zdrojov vody.⁶⁶

V ďalšej časti žiaci pracujú s meniacimi sa podmienkami prostredia. Učiteľ môže zvoliť, či budú všetky skupiny analyzovať rovnaké podmienky, alebo každej skupine priradí inú situáciu. Žiaci porovnávajú prípady, ktoré sa líšia dostupnosťou a pohybom vody, napríklad dlhodobé dažde a suché obdobie, alebo skládku umiestnenú v blízkosti rieky a skládku vzdialenú od vodných zdrojov.⁶⁷

Tabuľka 6: Podmienky prostredia (doplnkové údaje – kontext pre hodnotenie rizika)

Podmienka	Vplyv na riziko
Silné a dlhodobé dažde	zvyšujú presun rozpustených látok
Suché obdobie	znižuje okamžité šírenie
Piesočnatá pôda	umožňuje rýchle presakovanie
Ílovitá pôda	spomaľuje presun
Blízkosť studne/rieky	zvyšuje riziko prieniku

Žiaci v skupinách a následne spoločne ako trieda odpovedajú na otázky typu:

„Kedy bude riziko najvyššie?“

„Prečo môže byť rovnaká látka problémovjšia pri dažďoch?“

„Ako by sa mala obec chrániť?“

Na základe údajov v tabuľke majú žiaci posúdiť, ktoré faktory predstavujú najväčšie riziko pre podzemné vody.⁶⁸

Žiaci (skupiny) prezentujú svoje závery a spoločne formulujú zovšeobecnenie, ktoré učiteľ pomáha jednoznačne ukotviť, napríklad: „Rozpustnosť je vlastnosť látky, ktorá určuje, či sa látka vo vode rozpustí a vytvorí roztok. Táto vlastnosť následne ovplyvňuje, či sa látka môže vodou šíriť v prostredí.“

Učiteľ nadviaže na údaje v tabuľke a zdôrazní, že rozdiel medzi látkami (napr. dusičnanmi a olejom) nespočíva v tom, že jedna je „nebezpečná“ a druhá nie, ale v tom, že jedna je vo vode rozpustná a druhá nie. Práve rozpustnosť je kľúčová vlastnosť, ktorá vysvetľuje, prečo sa niektoré látky môžu šíriť podzemnou vodou, zatiaľ čo iné zostávajú na lokalite.

66 Identifikovať opakujúce sa vzorce alebo príčinné súvislosti medzi javmi. Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií.

67 Rozlišovať pozitívne a negatívne vplyvy vybraného javu alebo riešenia.

68 Identifikovať lokálne a globálne problémy a navrhovať riešenie.

Táto aktivita vytvára priestor na ďalšie skúmanie otázky, prečo sa niektoré látky vo vode rozpúšťajú a iné nie, ku ktorej sa žiaci v nasledujúcich témach postupne vracajú. Zistenia žiakov naznačujú, že rozpustnosť nie je náhodná vlastnosť, ale súvisí s vnútornými vlastnosťami látok, ktorým sa bude výučba venovať v ďalších tematických celkoch. Aktivita uzatvára pochopenie významu rozpustnosti a zároveň otvára priestor pre neskoršie otázky o tom, od čoho rozpustnosť látok závisí a prečo sa jednotlivé látky vo vode správajú rozdielne. Na tomto mieste nie je cieľom vysvetľovať mechanizmus rozpúšťania, ale ukázať jeho dôsledky. Vysvetlenie, prečo sa niektoré látky vo vode rozpúšťajú a iné nie, tvorí obsah ďalších tém.

V záverečnej reflexii žiaci formulujú záver, diskutujú napríklad:

- „Čo bolo pri hodnotení rizika najťažšie?“
- „Stačí vedieť len to, či je látka vo vode rozpustná?“
- „Aké ďalšie údaje by sme potrebovali?“
- „Čo je to rozpustnosť a prečo je dôležitá?“

Navrhujú aj všeobecné opatrenia, napríklad:

- monitorovanie vody v okolí skládky,
- prevenciu únikov,
- bezpečné skladovanie odpadu.

Pri diferenciacii práce pre rôzne skupiny žiakov môže učiteľ tabuľku zjednodušiť, alebo ju naopak rozšíriť o ďalšie informácie, napríklad o limitné množstvá, hodnoty rozpustnosti či označenie toxicity. V prípade riešenia lokálneho problému je zároveň možné pracovať s konkrétnymi údajmi z obce alebo inej blízkej lokality, prípadne o nich diskutovať.

4.3.2 Príklady rôzneho metodického uchopenia plnenia rovnakých výkonových štandardov na rôznych obsahových štandardoch

Rovnako, ako je možné prostredníctvom toho istého obsahového štandardu dosahovať rôzne výkonové štandardy, tak je možné tie isté výkonové štandardy dosahovať na rôznych obsahových štandardoch. V nasledujúcej časti kapitoly uvádzame dva varianty dosahovania tých istých výkonových štandardov na rôznych obsahoch.

Variant A

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Látky 1. Zákonitosti chemického deja – Chemické deje v bežnom živote	1. cieľ: Plánovať a realizovať experiment – Formulovať výskumné otázky, na ktoré získa odpoveď vlastným skúmaním. – Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku. – Navrhnuť spôsob získavania údajov. – Identifikovať skúmané závislé a nezávislé premenné. – Vyjadriť očakávanú súvislosť medzi závislou a nezávislou premennou. – Používať meradlá a postupy primerané druhu skúmania, ktoré vedú k spoľahlivým výsledkom. – Navrhovať a realizovať rôzne druhy merania. – Spresniť hodnotu meranej veličiny opakovaným meraním. – Realizovať experiment podľa vlastného navrhnutého postupu. – Určiť, sledovať a kontrolovať podmienky experimentu. – Uviesť výhody a obmedzenia zvoleného druhu merania. 2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry. – Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov. – Porovnať údaje v tabuľke. – Zostrojiť graf na základe získaných údajov. – Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov. – Interpretovať grafické závislosti. 3. cieľ: Tvoriť závery a zovšeobecnenia – Identifikovať opakujúce sa vzorce alebo príčinné súvislosti medzi javmi. – Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií. 5. cieľ: Reflektovať vlastný poznávací proces – Analyzovať chyby vo vlastnej výskumnej činnosti. – Navrhnuť vhodnejšie riešenie výskumného problému. – Zhodnotiť prínos vlastnej výskumnej práce k získavaniu nových poznatkov. – Posúdiť dôveryhodnosť a relevantnosť informácií a zdrojov.

Žiaci opisujú koróziu železa ako chemický dej sprevádzaný zmenou vlastností materiálu a rozlišujú podmienky, pri ktorých korózia prebieha rýchlejšie alebo pomalšie. Porovnávajú priebeh korózie železa v suchom prostredí, vo vode a v slanej vode, identifikujú vodu ako významnú podmienku vzniku korózie a analyzujú vplyv soli na rýchlosť jej priebehu. Na základe pozorovania a práce s údajmi interpretujú rozdiely v miere korózie v rôznych podmienkach prostredia a vyvodzujú závery o vzťahu medzi prostredím a priebehom korózie. Zároveň aplikujú poznatky o korózii pri vysvetľovaní hrdzavenia kovových predmetov v bežnom živote, zdôvodňujú rozdielnú rýchlosť korodovania kovov v rôznych prostrediach a rozlišujú koróziu od jednoduchého znečistenia alebo prirodzeného „starnutia“ materiálu. Prostredníctvom týchto činností si vytvárajú porozumenie tomu, že korózia predstavuje chemickú reakciu závislú od podmienok prostredia a že jej priebeh možno interpretovať a vysvetľovať na základe pozorovateľných zmien a získaných údajov.

Chemický a didaktický kontext pre učiteľa

Žiaci majú z každodenného života skúsenosť, že kovové predmety sa v prostredí správajú rozdielne. Môžu si všimnúť, že kovové zábradlie pri ceste alebo mostná konštrukcia v meste hrdzavie výrazne rýchlejšie ako kovové predmety uložené v suchom priestore. Rovnako si uvedomujú, že klinec ponechaný vonku na daždi zhrdzaveje rýchlejšie ako tie, ktoré zostanú v dielni alebo v interiéri. Zároveň poznajú kovové predmety, ktoré si dlhodobo zachovávajú pôvodný vzhľad bez viditeľných zmien.

Tieto pozorovania môžu pôsobiť nesúrodým dojmom. Ak je hrdza „vlastnosťou železa“, prečo sa neobjaví všade rovnako rýchlo? Prečo niektoré kovové predmety vydržia roky bez viditeľnej zmeny, zatiaľ čo iné sa poškodia už po krátkom čase?

Táto diskrepancia vytvára priestor na skúmanie podmienok, za ktorých korózia prebieha, a na pochopenie toho, že korózia nie je náhodný jav ani dôsledok „starnutia“ kovu, ale chemický dej, ktorého priebeh závisí od kovu a prostredia.

Tento kontext je vhodný na rozvoj experimentálnych spôsobilostí, pretože:

- umožňuje identifikovať nezávislú, závislú a kontrolované premenné,
- vytvára potrebu kontrolovať podmienky experimentu,
- vedie k systematickému zaznamenávaniu zmien v čase,
- vyžaduje porovnávanie výsledkov medzi skupinami,
- umožňuje reflexiu spoľahlivosti pozorovaní.

Žiaci tak prechádzajú od intuitívneho vysvetľovania („je to staré“, „bolo to na dažď“) k systematickému skúmaniu faktorov, ktoré koróziu ovplyvňujú.

Pri korózii sa u žiakov často objavujú predstavy, že železo hrdzavie jednoducho preto, že je staré, pričom koróziu nevnímajú ako chemickú reakciu, ale ako prirodzené opotrebovanie materiálu. Voda býva chápaná ako jediná príčina vzniku hrdze bez uvedomenia si úlohy kyslíka a ďalších podmienok prostredia. Žiaci si zároveň často myslia, že soľ kov „rozpúšťa“, namiesto toho, aby ju chápali ako faktor urýchľujúci priebeh korózie. Hrdzu tiež vnímajú skôr ako povrchové znečistenie alebo „zašpinenie“ kovu, nie ako premenu látky sprevádzanú zmenou vlastností materiálu.

Úlohou učiteľa v úvodnej fáze nie je tieto predstavy okamžite korigovať, ale zviditeľniť ich a vytvoriť situáciu, v ktorej budú konfrontované s empirickými zisteniami.

Na realizáciu aktivity je potrebné vyhradiť jednu vyučovaciu hodinu na prípravu výskumnej aktivity, niekoľko dní na priebežné pozorovanie a zaznamenávanie zmien a jednu vyučovaciu hodinu na vyhodnotenie výsledkov.

Žiaci pracujú so železnými klincami rovnakého typu (bez povrchovej úpravy), ktoré umiestnia do rôznych podmienok – do vody, do roztoku kuchynskej soli (napr. 3–5 %) a do suchého prostredia. Na prípravu roztokov a zabezpečenie rovnakých podmienok je vhodné použiť priehľadné poháriky alebo skúmavky, odmerku na rovnaký objem kvapaliny a označiť jednotlivé nádoby štítkami. Podľa zvoleného spôsobu vyhodnotenia možno využiť aj váhy na sledovanie prípadnej hmotnostnej zmeny, prípadne jednoduchú škálu hodnotenia miery korózie. Pre presnejšie sledovanie podmienok je možné zaznamenávať teplotu prostredia alebo priebeh dokumentovať fotograficky. Výber pomôcok môže učiteľ prispôbiť materiálnym možnostiam školy, podstatné je zabezpečiť porovnateľné podmienky jednotlivých vzoriek a systematické zaznamenávanie pozorovaných zmien.

Postup

Žiaci pracujú v malých skupinách (3–4 žiaci). Každá skupina kontroluje tri experimentálne podmienky:

1. Suché prostredie – klinec v suchej nádobe.
2. Voda – klinec ponorený v rovnakom objeme vody (napr. 50 ml).
3. Slaná voda – klinec ponorený v rovnakom objeme roztoku soli.

Možné organizačné modifikácie:

- všetky skupiny skúmajú rovnaké tri podmienky (umožňuje porovnanie výsledkov),
- jednotlivé skupiny môžu skúmať odlišné koncentrácie soli (väčší rozsah dát),
- niektoré skupiny môžu sledovať hmotnostnú zmenu, iné vizuálnu škálu.

Pred realizáciou experimentu žiaci v skupinách neformulujú iba všeobecný predpoklad, ale učiteľ ich vedie k formulovaniu testovateľnej hypotézy. Rozhovor usmerňuje otázkami:

- „Ktorú podmienku budeme meniť?“
- „Čo budeme pozorovať alebo merať?“
- „Ako medzi nimi (identifikovanými premennými) vyjadríme vzťah?“

Cieľom je, aby žiaci pomenovali nezávislú a závislú premennú a vyjadrili medzi nimi očakávaný vzťah. Príklady formulovaných hypotéz:

- „Ak je železo v slanej vode, potom bude miera korózie vyššia ako v čistej vode.“
- „Ak železo nie je v kontakte s vodou, potom korózia nenastane alebo bude minimálna.“
- „Zvýšená prítomnosť soli urýchľuje koróziu železa.“

Hypotézy sú formulované ako podmienené výroky (ak – potom), čím sa jasne vyjadruje očakávaný príčinný vzťah medzi podmienkou a výsledkom.

Žiaci stručne zdôvodňujú svoju hypotézu na základe:

- každodennej skúsenosti (zimná údržba ciest, daždivé prostredie),
- predchádzajúcich poznatkov o chemických reakciách,
- logickej úvahy o pôsobení vody a soli.

Učiteľ upozorňuje, že hypotéza nie je „správna odpoveď“, ale pracovné vysvetlenie, ktoré sa overí experimentom. Tento krok rozvíja vyššiu úroveň vedeckého myslenia, pretože žiaci:

- nevyjadrujú iba názor,
- formulujú vzťah medzi premennými,
- pripravujú sa na systematické testovanie,
- budú môcť výsledky porovnať priamo s formulovanou hypotézou.

Po ukončení experimentu sa žiaci vracajú k svojej hypotéze a vyhodnocujú, či bola potvrdená alebo vyvrátená, príp. potvrdená čiastočne. Učiteľ vedie žiakov k uvedomeniu si, že vyvrátenie hypotézy nie je neúspech, ale legitímny výsledok vedeckého skúmania.

Pred začiatkom experimentu je potrebné sa dohodnúť:

- Ako budeme určovať, že korózia nastala?
- Ako rozlíšime slabú a silnú koróziu?
- Ako zabezpečíme porovnateľnosť medzi skupinami?

Žiaci sa dohodnú na jednotnej škále hodnotenia. Príklad 4-stupňovej škály:

- 0 – bez viditeľnej zmeny
- 1 – malé škvrny hrdze
- 2 – výrazná povrchová hrdza
- 3 – silná korózia, viditeľné odlupovanie

Alternatívne možno použiť:

- fotodokumentáciu v rovnakých časových intervaloch,
- váženie klincov pred a po experimente (ak sú dostupné presné a citlivé váhy).

Pred samotnou realizáciou experimentu je potrebné venovať pozornosť plánovaniu postupu. V tejto fáze nejde iba o „vykonanie návodu“, ale o pochopenie toho, prečo je postup navrhnutý práve takým spôsobom. Učiteľ môže postup pripraviť vopred, alebo sa môže vytvoriť spoločne so žiakmi na základe formulovanej hypotézy. V oboch prípadoch je nevyhnutné, aby žiaci jednotlivým krokom rozumeli a vedeli vysvetliť ich význam. Učiteľ preto vedie riadený rozhovor, v ktorom sa objasňuje:

- čo budeme meniť (nezávislá premenná),
- čo budeme sledovať alebo merať (závislá premenná),
- ktoré podmienky musia zostať rovnaké (kontrolované premenné).

Ak učiteľ zvolí variant spoločného plánovania, žiaci navrhujú jednotlivé kroky experimentu. Učiteľ ich vedie k spresňovaniu návrhov otázkami:

- „Ako zabezpečíme rovnaký objem vody?“
- „Ako budeme merať alebo hodnotiť koróziu?“
- „V akých časových intervaloch budeme pozorovať zmeny?“

Žiaci spoločne pomenúvajú:

- Nezávislú premennú – typ prostredia (sucho, voda, slaná voda).
- Závislú premennú – miera korózie železa.
- Kontrolované podmienky – typ klinca, objem kvapaliny, koncentrácia soli, teplota prostredia, dĺžka sledovania.

Učiteľ kladie otázky typu:

- „Prečo musia byť všetky klince rovnaké?“
- „Čo by sa stalo, keby jedna skupina použila viac soli?“
- „Ak chceme porovnať rôzne podmienky, čo musí zostať rovnaké?“

Cieľom je, aby žiaci pochopili, že ak chceme overiť hypotézu, môžeme zámerne meniť iba jednu premennú, zatiaľ čo ostatné musia zostať pod kontrolou. Týmto spôsobom si žiaci uvedomujú, že experimentálny postup nie je náhodný sled krokov, ale premyslená štruktúra umožňujúca získať spoľahlivé údaje.

Táto etapa je kľúčová pre rozvoj spôsobilostí vedeckej práce, pretože žiaci:

- aktívne identifikujú a manipulujú s premennými,
- chápu význam kontroly podmienok,
- učia sa plánovať reprodukovateľný experiment,
- uvedomujú si súvislosť medzi hypotézou a spôsobom jej overovania.

Návrh postupu:

1. Označiť nádoby (sucho/destilovaná voda/slaná voda).
2. Do nádob s kvapalinou odmerať rovnaký objem (napr. 50 ml).
3. Vložiť rovnaký typ klinca.
4. Umiestniť všetky nádoby na rovnaké miesto (rovnaká teplota).
5. Pozorovať a zaznamenávať zmeny v rovnakých časových intervaloch (napr. každý deň).

Až po tomto kroku nasleduje samotná realizácia experimentu podľa dohodnutého postupu.

Tabuľka 7: Žiaci zaznamenávajú hodnoty podľa dohodnutej škály do tabuľky, napríklad:

Podmienka	1. deň	3. deň	5. deň
Sucho			
Voda			
Slaná voda			

Tabuľka 8: Ak sa sleduje potenciálna zmena hmotnosti:

Podmienka	Počiatková hmotnosť (g)	Konečná hmotnosť (g)	Rozdiel
Sucho			
Voda			
Slaná voda			

Po ukončení pozorovania žiaci pracujú s údajmi, ktoré systematicky zaznamenávali počas experimentu. Cieľom tejto fázy nie je iba „prečítať tabuľku“, ale interpretovať údaje vo vzťahu k formulovanej hypotéze.

Žiaci:

- porovnávajú stupeň korózie v jednotlivých podmienkach,
- identifikujú rozdiely medzi suchým prostredím, vodou a slanou vodou,
- sledujú, či sa zmeny objavovali postupne alebo náhle,
- porovnávajú výsledky medzi skupinami.

Učiteľ vedie rozhovor otázkami:

- „Kedy, resp. za akých podmienok bola korózia najvýraznejšia?“
- „Kedy sa začali objavovať prvé zmeny?“
- „Sú výsledky všetkých skupín porovnateľné?“
- „Podporujú získané údaje našu hypotézu?“

Žiaci formulujú záver priamo vyplývajúci zo svojich meraní, napríklad:

- „Zistili sme, že klinec v slanej vode hrdzavel rýchlejšie ako v čistej vode.“
- „V suchom prostredí bola korózia minimálna alebo sa neprejavila.“
- „Prítomnosť vody je podmienkou vzniku hrdze.“

Tento záver je opisný a vychádza priamo z pozorovaných dát. Na základe empirických zistení učiteľ postupne vedie žiakov k ukotveniu výsledkov v chemickom koncepte:

- Korózia železa je chemická reakcia – mení sa vlastnosť/vzhľad (povrchu) klinca.
- Prítomnosť vody umožňuje priebeh reakcie.
- Prítomnosť iónov (napr. zo soli) urýchľuje reakciu.

Možná formulácia konceptuálneho záveru: „Korózia železa je chemická reakcia, ktorej priebeh závisí od podmienok prostredia. Prítomnosť vody je nevyhnutná pre vznik hrdze a prítomnosť soli reakciu urýchľuje.“

Žiaci sa vracajú k formulovanej hypotéze a posudzujú, či sa potvrdila alebo vyvrátila. Učiteľ vedie žiakov k prechodu od konkrétneho k všeobecnému a to uvedením si, že experiment neslúžil iba na pozorovanie hrdze, ale aj na identifikáciu vzťahu medzi podmienkami a priebehom chemickej reakcie. Výsledky možno zovšeobecniť aj na iné situácie (mosty, zábradlia, konštrukcie).

Učiteľ môže klásť otázky:

- „Prečo je most pri mori ohrozenejší než most v suchom prostredí?“
- „Ako súvisia naše výsledky s používaním posypovej soli v zime?“

Po ukončení experimentu žiaci identifikujú faktory, ktoré mohli ovplyvniť výsledky. Diskutujú o presnosti a spoľahlivosti údajov:

- rozdielny povrch klincov,
- nepresné dávkovanie soli,
- odlišná teplota prostredia,
- subjektívne hodnotenie rozsahu korózie,
- rôzna čistota nádob.

Uvedomujú si, že aj malá odchýlka v postupe môže viesť k rozdielnym výsledkom. Žiaci diskutujú o výhodách, obmedzeniach i možnostiach zlepšenia zvolenej vizuálnej škály.

Príklady výhod vizuálnej škály:

- jednoduchá realizácia,
- rýchle porovnanie skupín.

Príklady obmedzení:

- subjektívnosť hodnotenia,
- nepresné určenie množstva zmeny.

Výhody porovnávania zmeny hmotnosti:

- presnejšie údaje,
- kvantifikovateľné výsledky.

Obmedzenia:

- potreba presného meradla,
- malé rozdiely hmotnosti nemusia byť zachytiteľné.

V závere sa učiteľ vracia k pôvodnej situácii: „Na základe vašich zistení viete lepšie vysvetliť, prečo kovové zábradlie pri ceste hrdzavie rýchlejšie?“

Žiaci prepájajú:

- experimentálne dáta,
- chemický koncept,
- reálnu situáciu.

Žiaci si uvedomujú, že:

- korózia je chemická reakcia závislá od podmienok,
- spoľahlivosť výsledkov závisí od kontroly premenných,
- experimentálny postup musí byť jednotný a reprodukovateľný,
- rozdielne výsledky nie sú „chyba“, ale podnet na spresnenie skúmania.

Sled krokov: kontext → hypotéza → experiment → údaje → záver → aplikácia.

Pozorovanie je priamy záznam toho, čo bolo zaznamenané počas experimentu.

Príklady:

- „Na klincoch v slanej vode sa objavila hrdza už na druhý deň.“
- „V suchej nádobe sa počas sledovaného obdobia neobjavila viditeľná zmena.“
- „Korózia bola v slanej vode výraznejšia ako v čistej vode.“

Pozorovanie neobsahuje vysvetlenie, iba opis stavu alebo zmeny.

Interpretácia znamená vyvodenie vzťahu medzi podmienkami a pozorovanými zmenami.

Príklady:

- „Prítomnosť vody súvisí so vznikom korózie.“
- „Slaná voda urýchľuje proces korózie v porovnaní s čistou vodou.“
- „Bez prístupu vlhkosti je korózia minimálna.“

Interpretácia sa stále viaže na získané údaje a neprekračuje ich rámec. Je potrebné si uvedomiť, že žiaci v experimente neanalyzovali chemické zloženie hrdze ani nesledovali priebeh reakcie na časticovej úrovni, preto nemajú údaje na formulovanie vysvetlenia na úrovni oxidačno-redukčného vysvetlenia javu.

Záver sa obmedzuje na rovinu interpretácie podloženú dátami, napríklad: „Korózia železa prebieha rýchlejšie v prítomnosti vody a ešte rýchlejšie v slanej vode.“

Teoretické vysvetlenie (napr. chemická podstata procesu) sa môže zaradiť v ďalšej fáze výučby, nie ako záver práve realizovaného experimentu.

Toto rozlíšenie rozvíja u žiakov:

- presnosť vyjadrovania,
- schopnosť oddeliť údaje od domnienok,
- kritické hodnotenie tvrdení,
- rešpektovanie hraníc vlastného skúmania.

Učiteľ môže aktivitu uzavrieť otázkou:

- „Čo vieme na základe nášho experimentu s istotou tvrdiť?“
- „Čo by sme museli ešte skúmať, aby sme vedeli vysvetliť, prečo sa to deje?“

Tým sa prirodzene otvára priestor pre nadväzujúce témy, napr. oxidačno-redukčné reakcie.

Variant B

Obsahový štandard	Výkonový štandard
Komponent: Látky 1. Zákonitosti chemického deja – Faktory ovplyvňujúce rýchlosť chemickej reakcie	1. cieľ: Plánovať a realizovať experiment – Formulovať výskumné otázky, na ktoré získa odpoveď vlastným skúmaním. – Formulovať hypotézu ako predpokladanú odpoveď na výskumnú otázku. – Navrhnuť spôsob získavania údajov. – Identifikovať skúmané závislé a nezávislé premenné. – Vyjadriť očakávanú súvislosť medzi závislou a nezávislou premennou. – Používať meradlá a postupy primerané druhu skúmania, ktoré vedú k spoľahlivým výsledkom. – Navrhovať a realizovať rôzne druhy merania. – Spresniť hodnotu meranej veličiny opakovaným meraním. – Realizovať experiment podľa vlastného navrhnutého postupu. – Určiť, sledovať a kontrolovať podmienky experimentu. – Uviesť výhody a obmedzenia zvoleného druhu merania. 2. cieľ: Interpretovať a vyhodnocovať získané údaje – Vypracovať zápis výskumnej činnosti podľa stanovených pravidiel a štruktúry. – Vytvoriť tabuľku zo získaných údajov. – Porovnať údaje v tabuľke. – Zostrojiť graf na základe získaných údajov. – Opísať vzťah medzi premennými na základe získaných údajov. – Interpretovať grafické závislosti. 3. cieľ: Tvoríť závery a zovšeobecnenia – Identifikovať opakujúce sa vzorce alebo príčinné súvislosti medzi javmi. – Formulovať záver o príčinách a dôsledkoch pozorovaných zmien objektov, javov a situácií. 5. cieľ: Reflektovať vlastný poznávací proces – Analyzovať chyby vo vlastnej výskumnej činnosti. – Navrhnuť vhodnejšie riešenie výskumného problému. – Zhodnotiť prínos vlastnej výskumnej práce k získavaniu nových poznatkov. – Posúdiť dôveryhodnosť a relevantnosť informácií a zdrojov.

Žiaci opisujú rozdielnú rýchlosť priebehu chemických reakcií v rôznych podmienkach a na základe pozorovaného priebehu rozlišujú medzi rýchlymi a pomalými reakciami. Porovnávajú priebeh reakcií pri rôznych teplotách, identifikujú teplotu ako významný faktor ovplyvňujúci rýchlosť chemického deja a vyvodzujú závery o vplyve podmienok na priebeh reakcie. Zároveň aplikujú poznatky o rýchlosti reakcií pri vysvetľovaní javov z každodenného života, napríklad kazení potravín alebo hnitia ovocia, a zdôvodňujú, prečo môže rovnaká chemická reakcia prebiehať pri rozdielnych podmienkach rôznou rýchlosťou. Prostredníctvom týchto činností žiaci postupne porozumejú tomu, že zmena podmienok môže chemický dej urýchliť alebo spomaliť, a rozlišujú medzi rýchlosťou reakcie a množstvom vzniknutého produktu.

Chemický a didaktický kontext pre učiteľa

Žiaci majú skúsenosť, že niektoré reakcie prebiehajú „rýchlo“ a iné „pomaly“. Napríklad:

- rozkrojené jablko zhnije rýchlejšie v teplej miestnosti než v chladničke,
- jablko zhnije skôr, ak je nastrúhané alebo nakrájané na malé kúsky,
- potraviny sa v teple pokazia rýchlejšie ako v chlade,
- sóda bikarbóna reaguje s octom prudšie, ak je sódy viac alebo ak je ocot 10 % (nie iba 8 %).

Hoci ide o rôzne situácie, všetky predstavujú chemické reakcie, ktoré prebiehajú rozdielne rýchlo. Vzniká otázka prečo rovnaká reakcia prebieha niekedy rýchlejšie a niekedy pomalšie. Táto nejasnosť umožňuje prechod od opisného pozorovania, napr. „buble rýchlo“, k systematickému skúmaniu faktorov, ktoré ovplyvňujú rýchlosť chemického deja.

Pri diskusii sa často objavujú predstavy:

„Rýchla reakcia je silnejšia reakcia.“

„Ak je reakcia pomalá, ešte poriadne nezačala.“

„Viac látky znamená rýchlejšiu reakciu.“

„Keď niečo reaguje prudko, vznikne viac produktu.“

„Teplota reakciu vytvára, nie ju urýchľuje.“

Tieto predstavy učiteľ hneď nekoriguje, ale sú východiskom pre experimentálne overovanie.

Na realizáciu aktivity postačuje 45 minút. Žiaci pracujú so vzorkami kovu rovnakých rozmerov (napríklad horčíková páska) a s roztokom kyseliny rovnakej koncentrácie. Na zabezpečenie porovnateľných podmienok používajú kadičky, teplomer a stopky, podľa potreby upravujú teplotu prostredia pomocou studenej alebo teplej vody. Dôležité je zabezpečiť rovnaké množstvo roztoku a rovnaké rozmery kovových vzoriek, aby bolo možné spoľahlivo porovnať priebeh reakcie pri rôznych podmienkach.

Postup

Učiteľ vedie diskusiu otázkami:

- „Čo sa v situáciách, o ktorých sme hovorili, líši?“
- „Aké podmienky sa zmenili?“
- „Čo podľa vás môže ovplyvniť rýchlosť reakcie?“

Žiaci spontánne navrhujú faktory, napríklad:

- teplota,
- množstvo látky,
- veľkosť kúskov.

Učiteľ návrhy zapisuje a systematizuje. Týmto momentom sa prechádza od každodennej skúsenosti k výskumnému problému. Na základe diskusie sa spoločne formuluje výskumná otázka, napríklad: „Ako ovplyvňuje teplota rýchlosť chemickej reakcie? alebo Ako ovplyvňuje veľkosť povrchu reagujúcej látky rýchlosť chemickej reakcie?“

Po výbere jedného faktora (napr. teploty) učiteľ usmerňuje žiakov k formulovaniu konkrétnej otázky a hypotézy.

Príklad: „Ako ovplyvňuje teplota rýchlosť reakcie medzi kovom a kyselinou?“

Hypotéza: „Ak zvýšime teplotu, potom reakcia prebehne za kratší čas.“

Následne žiaci identifikujú premenné. Určujú:

- Nezávislá premenná: teplota.
- Závislá premenná: čas trvania reakcie (pozorovateľný prejav).
- Kontrolované premenné: množstvo látok, objem roztoku, reaktanty, typ nádoby.

Učiteľ vedie žiakov otázkami:

- „Čo budeme meniť?“
- „Čo budeme merať?“
- „Čo sa nesmie meniť?“

Žiaci tak prechádzajú od intuitívneho uvažovania k plánovanému experimentu. Žiaci pracujú v malých skupinách (3–4 žiaci). Pri plánovaní experimentu môže učiteľ zvoliť jeden z dvoch organizačných modelov, pričom oba majú odlišný metodický význam.

Model 1: Každá skupina skúma priebeh reakcie pri všetkých referenčných teplotách

Každá skupina realizuje celý experimentálny rad (napr. pri 15 °C, 25 °C, 40 °C) a zaznamenáva údaje pre všetky podmienky. Takéto usporiadanie má nasledovný didaktický význam:

- Skupina má kompletný dátový súbor.
- Žiaci sledujú vzťah medzi premennými.
- Výsledky jednotlivých skupín je možné navzájom porovnať.
- Vzniká priestor na kontrolu spoľahlivosti merania (porovnanie medzi skupinami).
- Rozvíja sa spôsobilosť overovania a kritického porovnávania dát.

Učiteľ môže viesť diskusiu:

- „Sú výsledky skupín podobné?“
- „Ak sa líšia, čo to mohlo spôsobiť?“
- „Ako by sme experiment spresnili?“

Tento model podporuje najmä reflexiu presnosti merania a kontrolu podmienok.

Model 2: Každá skupina skúma rýchlosť reakcie iba pri jednej teplote

Každá skupina pracuje iba s jednou hodnotou nezávislej premennej (napr. jedna skupina 15 °C, druhá 25 °C, tretia 40 °C). Na konci hodiny sa údaje spoja do spoločnej tabuľky. Tento model má nasledovný didaktický význam:

- Každá skupina nesie zodpovednosť za časť dát.
- Výsledný záver vzniká kolektívne.
- Žiaci si uvedomujú význam spolupráce pri vedeckom skúmaní.

Učiteľ môže klásť otázky:

- „Ak by jedna skupina merala nepresne, ako by to ovplyvnilo spoločný záver?“
- „Prečo je dôležité, aby všetky skupiny dodržali rovnaké podmienky?“

Tento model zdôrazňuje spoluzodpovednosť za kvalitu dát a význam jednotného postupu.

Voľba organizačného modelu závisí od cieľa hodiny:

- Ak je cieľom dôraz na kontrolu spoľahlivosti a porovnávanie výsledkov, vhodnejší je Model 1.
- Ak je cieľom dôraz na spoločné vytváranie záveru a syntézu dát, vhodnejší je Model 2.

V oboch prípadoch je nevyhnutné, aby:

- boli jasne identifikované premenné,
- boli kontrolované podmienky experimentu,
- bol dohodnutý jednotný spôsob merania času.

Odporúča sa meranie opakovať a v závere pracovať s priemernou hodnotou.

Tabuľka 9: Skúmanie vplyvu teploty na rýchlosť chemickej reakcie

Teplota (°C)	Čas reakcie (1) (s)	Čas reakcie (2) (s)	Čas reakcie (3) (s)	Priemerný čas reakcie (s)

Možné je aj grafické znázornenie závislosti času od teploty. Skupiny pracujú s dvoma, prípadne viacerými druhmi chemickej reakcie. Žiaci porovnávajú namerané hodnoty, identifikujú trend a posudzujú, či údaje podporujú hypotézu. Učiteľ vedie riadenú diskusiu. Otázkami sa postupne dostáva až k interpretácii údajov.

Príklady otázok učiteľa:

A: Otázky vedúce k presnému pozorovaniu a zaznamenávaniu údajov (pozorovanie) – cieľom je, aby žiaci pracovali konkrétne s číslami, nie všeobecne. Otázky bránia povrchnému hodnoteniu typu „bolo to rýchlejšie“.

- „Koľko presne trvala reakcia pri 15 °C? A pri 40 °C?“
- „O koľko sekúnd sa čas skrátil pri zvýšení teploty?“
- „Pri ktorom meraní ste zaznamenali najkratší čas? A pri ktorom najdlhší?“
- „Vidíme v nameraných hodnotách postupnú zmenu alebo náhly skok?“

B: Otázky vedúce k identifikácii vzťahu (interpretácia) – cieľom je, aby žiaci formulovali súvislosť medzi premennými. Pomocou týchto otázok sa prechádza od opisovania k formulovaniu závislostí:

- „Ako sa mení čas priebehu reakcie, keď sa zvyšuje teplota?“
- „Prebieha reakcia pri vyššej teplote vždy rýchlejšie/skončí za kratší čas?“
- „Čo by sa asi stalo pri ešte vyššej teplote?“ (extrapolácia)

C: Otázky vedúce k práci s hypotézou – cieľom je, aby žiaci porovnávali údaje s pôvodným predpokladom. Pomocou týchto otázok posilňujeme vedomie, že záver sa viaže na pôvodne stanovený problém.

- „Podporujú naše údaje formulovanú hypotézu?“
- „Objavil sa výsledok, ktorý hypotéze odporuje?“

D: Otázky podporujúce zovšeobecnenie – cieľom je prechod od konkrétneho experimentu k všeobecnejšiemu tvrdeniu, čím sa prechádza ku konceptuálnemu záveru.

- „Čo môžeme na základe získaných údajov povedať o rýchlosti reakcie?“
- „Platí tento vzťah len pre túto reakciu, alebo môže platiť aj v iných situáciách?“
- „Ako by to mohlo súvisieť s kazením potravín?“
- „Ako to vysvetľuje situácie z úvodu hodiny?“

E: Otázky podporujúce kritické hodnotenie dát – cieľom je rozvoj práce s dôkazmi. Rozvíja sa kritické myslenie a reflexia.

- „Sú rozdiely medzi hodnotami dostatočne veľké, aby sme si boli istí záverom?“
- „Ktoré meranie bolo najmenej presvedčivé?“
- „Mohla niektorá skupina merať nepresne?“
- „Ako by sme experiment upravili, aby boli výsledky spoľahlivejšie?“
- „Stačí nám tento počet meraní na tvorbu záveru?“

F: Otázky podporujúce rozlíšenie pozorovanie – interpretácia – vysvetlenie. Tieto otázky chránia pred neprimeraným zovšeobecnením.

- „Je vaše tvrdenie opisom toho, čo sme videli, alebo je to už vysvetlenie?“
- „Vyplýva vaše tvrdenie priamo z údajov?“
- „Čo vieme na základe dát a čo už len predpokladáme?“

G: Otázky smerujúce k formulácii záveru. Tieto otázky pomáhajú žiakom formulovať presný a dátami podložený záver.

- „Skúste jednou vetou vyjadriť vzťah medzi teplotou a rýchlosťou reakcie (časom).“
- „Dokončíte vetu: Z našich meraní vyplýva, že...“
- „Ktoré podmienky ovplyvňujú rýchlosť tejto reakcie?“

Učiteľ žiakov vedie k tvorbe záveru a k jeho konceptuálnemu ukotveniu, pričom záver nepresahuje rozsah experimentálne získaných údajov:

- *Pri vyššej teplote reakcia prebehla za kratší čas.*
- *Pri nižšej teplote trvala reakcia dlhšie.*
- *Rýchlosť chemickej reakcie závisí od podmienok, v ktorých prebieha.*
- *Teplota ovplyvňuje rýchlosť priebehu reakcie.*

Nakoniec sa učiteľ vracia k úvodným situáciám:

- „Prečo jablko zhnije rýchlejšie v teple?“
- „Prečo sa potraviny kazia rýchlejšie mimo chladničky?“

Dosahovanie výkonových a obsahových štandardov v príkladoch konkrétnych integrovaných vzdelávacích aktivít

Nasledujúca kapitola metodickéj príručky ponúka konkrétne príklady, ako integrovať prírodovedné predmety tak, aby žiak pristupoval k skúmanému javu ako k celku a pri jeho skúmaní prirodzene uplatňoval rôzne prírodovedné perspektívy bez potreby ich vedomého rozlišovania podľa jednotlivých predmetov.

Súčasná kurikulárna zmena kladie dôraz na porozumenie javom v súvislostiach. V prírode neexistujú hranice medzi tým, čo je „fyzikálne“, „chemické“ alebo „biologické“ – ide o súbeh procesov, ktoré sa navzájom podmieňujú a vytvárajú jeden funkčný celok. Integrovaný prístup v školskej praxi preto neznamená len spájať podobné obsahy, ale predovšetkým meniť perspektívu: viesť žiakov od fragmentov k celku. Nový štátny vzdelávací program vytvára priestor na to, aby sa prírodné javy neinterpretovali izolovane, ale v ich prirodzených súvislostiach.

Obsahový štandard *Tok energie v ekosystéme* v komponente *Ekosystém* je príkladom takéhoto integrovaného uchopenia. Predstavuje obsah, ktorý:

- prepája poznatky o energii a jej premenách,
- vyžaduje porozumenie procesom viazaným na látkové premeny,
- zároveň je neoddeliteľne spätý s fungovaním živých systémov a vzťahmi medzi organizmami.

Na jednej strane stojí energia prichádzajúca zo Slnka, na druhej strane energia viazaná v biomase, ktorú organizmy využívajú na životné procesy. Medzi týmito pólmi prebieha reťaz premien a prenosov, ktoré možno skúmať pozorovaním, meraním a modelovaním. Takéto poznávanie rozvíja spôsobilosti nosné pre celú vzdelávaciu oblasť *Človek a príroda*: formulovanie otázok a hypotéz, plánovanie skúmania, zber a interpretáciu údajov, kritické posudzovanie ich spoľahlivosti a uvedomovanie si hraníc poznania. Hľadanie odpovedí na to, čo ešte nevieme alebo čomu nerozumieme, je prirodzenou súčasťou vedeckého uvažovania – vedie k spresňovaniu otázok, overovaniu výsledkov a hľadaniu presnejších vysvetlení.

Tok energie nemožno chápať len ako biologický jav ani výlučne ako fyzikálnu veličinu či chemickú premenu. Ide o systémový jav, ktorý presahuje hranice jednotlivých disciplín. Práve preto predstavuje modelový príklad naplňania zámeru reformy – viesť žiakov k systémovému mysleniu, k interpretácii vzťahov a k pochopeniu prepojenosti prírodných procesov.

Kapitola ponúka ucelený, empiricky založený prístup k téme *Tok energie v ekosystéme* s prepojením na *Kolobeh látok v ekosystéme*. Postupne vedie žiakov od skúmania dopadu slnečného žiarenia na povrch, cez rozklad svetla na spektrum a jeho interakciu s látkami, až po absorpciu vybraných častí spektra rastlinnými pigmentmi a premenu tejto energie na energiu chemických väzieb v biomase. Následne sa pozornosť presúva k uvoľňovaniu energie z biomasy a k porovnaniu energetickej hodnoty rôznych látok. Vyústením je pochopenie, že energia sa v ekosystéme neprenáša bez strát ani neobieha v uzavretom cykle, ale systémom preteká – pri každom prenose sa jej časť rozptyľuje, čo podmieňuje štruktúru potravinových vzťahov, početnosť populácií aj obmedzenú dĺžku potravinových reťazcov.

Takto vystavaná postupnosť umožňuje žiakovi nielen pochopiť jednotlivé javy, ale aj porozumieť ich vzájomným súvislostiam – od vstupu energie do systému až po jej systémové dôsledky.

5.1 Ciele

Kapitola rozvíja obsahový štandard *Tok energie v ekosystéme* (komponent *Ekosystém*). Navrhnuté aktivity tento obsahový štandard didakticky rozpracúvajú a zároveň naplňujú výkonový štandard vzdelávacej oblasti *Človek a príroda* – v jeho procesuálnej aj postojovej rovine. Prostredníctvom jednej tematickej línie sa tak spája osvojovanie poznatkov s rozvojom prírodovedných spôsobilostí a postojov.

Obsahová rovina (obsahový štandard)

V obsahovej rovine sa očakáva, že žiak:

- vysvetlí, že Slnko je primárnym zdrojom energie pre ekosystémy a že energiu slnečného žiarenia možno kvantifikovať a premieňať na iné formy,
- opíše rozklad bieleho svetla na spektrum a vysvetlí rozdiel medzi odrazeným, prepusteným a absorbovaným svetlom,
- vysvetlí význam absorpcie vybraných častí spektra rastlinnými pigmentmi na vznik organických látok,
- objasní, že biomasa predstavuje energiu viazanú v chemických väzbách,
- vysvetlí, že energia viazaná v biomase sa pri jej premene uvoľňuje a prenáša medzi organizmami,
- zdôvodní, že pri každom prenose sa časť energie rozptyľuje, a preto energia v ekosystéme necirkuluje, ale systémom preteká,
- vysvetlí, ako jednosmerný tok energie súvisí so štruktúrou potravinových vzťahov, početnosťou populácií a obmedzenou dĺžkou potravinových reťazcov.

Tým sa naplňa obsahový štandard *Tok energie v ekosystéme* vrátane jeho systémových súvislostí.

Výkonový štandard (procesuálna a postojová rovina)

Navrhnuté aktivity rozvíjajú výkonový štandard v nasledovných oblastiach:

Žiak:

- formuluje výskumné otázky a predpoklady,
- navrhuje a realizuje jednoduchý experimentálny dizajn,
- používa primerané merania (čas, teplota, objem, hmotnosť) a aplikuje vzťahy na výpočet tepla,
- spracúva údaje do tabuliek a grafov a interpretuje vzťahy medzi premennými,
- porovnáva vlastné zistenia s tabuľkovými alebo modelovými údajmi a zdôvodňuje rozdiely,
- kvantitatívne vyjadruje účinnosť prenosu energie medzi trofickými úrovňami,
- vytvára a postupne spresňuje model toku energie v ekosystéme,
- formuluje závery na základe dôkazov a argumentuje nimi.

V postojovej rovine výkonového štandardu žiak:

- reflektuje závislosť života na Zemi od energie prichádzajúcej zo Slnka,
- uvedomuje si, že dostupnosť energie podmieňuje fungovanie a stabilitu ekosystémov,
- vníma energiu ako limitovaný zdroj a zvažuje dôsledky jej využívania,
- rešpektuje význam empirického overovania tvrdení a uvedomuje si, že poznanie vzniká postupným spresňovaním a overovaním zistení.

5.2 Didaktický kontext pre učiteľa

Slnečné žiarenie predstavuje pre väčšinu ekosystémov primárny zdroj energie. Prenáša energiu aj vo vákuu, teda bez látkového prostredia. Cieľom integrovanej vyučovacej jednotky je vytvorenie funkčnej predstavy/modelu o toku energie v biosfére. Žiaci aktívne skúmajú nasledovné vlastnosti slnečného žiarenia:

- premenu slnečného žiarenia na teplo,
- rozklad slnečného svetla na jednotlivé zložky spektra,
- prepúšťanie, odraz a absorpciu svetla rôznymi látkami,
- súvislosť medzi selektívnou absorpciou svetla a ukladaním energie v biomase,
- uvoľňovanie energie viazanej v biomase pri jej premene,
- jednosmerný tok energie v ekosystéme a jeho dôsledky pre potravinové vzťahy a fungovanie systému.

Jednotlivé výskumné problémy sú usporiadané do logicky nadväzujúcej sekvencie aktivít, ktoré vedú žiakov od skúmania fyzikálnych vlastností žiarenia k porozumeniu jeho významu v živých systémoch (Lapitková, Velmovská, 2017).

Tvrdenie, že energia vstupuje do ekosystému zo Slnka a prenáša sa medzi organizmami, zostáva pre žiakov abstraktné, pokiaľ si vlastným skúmaním neoveria, že svetlo je nositeľom energie a že iba časť dopadajúcej energie sa v systéme zachytí, uloží v látkach a pri ich ďalších premenách opätovne uvoľní. Bez tohto porozumenia majú tendenciu chápať

energiu ako akúsi „látku“, ktorá sa medzi organizmami presúva, prípadne sa v ekosystéme hromadí. Neuvedomujú si, že energia je viazaná v štruktúre látok a že jej uvoľňovanie je výsledkom chemických premien, pri ktorých sa mení usporiadanie väzieb. Prenos energie v ekosystéme má pritom jednosmerný charakter. Pri každom prenose medzi trofickými úrovňami sa jej časť rozptyľuje vo forme tepla, čo býva v rozpore s predstavou, že vrcholový predátor má k dispozícii najväčšie množstvo energie alebo že energia sa v potravinovom reťazci kumuluje. Žiaci si často zjednodušujú potravinové siete na lineárne reťazce a nevnímajú, že množstvo dostupnej energie sa smerom k vyšším úrovňam znižuje. S tým súvisí aj nepochopenie tvaru energetickej pyramídy a početnosti populácií v ekosystéme.

Nejasnosti sa objavujú aj pri chápaní producentov. Rastliny bývajú redukované na „výrobcov kyslíka“, pričom sa prehliada, že produkty fotosyntézy predstavujú základ pre vznik ďalších organických látok a že cukor nie je „energia“, ale látka, v ktorej je energia viazaná. Podobne sa spaľovanie biomasy často nevníma ako model oxidácie, ktorá prebieha aj pri bunkovom dýchaní, štiepenie väzieb sa mylne považuje za zdroj energie, hoci rozhodujúca je celková energetická bilancia chemickej premeny.

Problémové býva aj chápanie pojmu potrava. Ten sa často interpretuje antropocentricky, ako niečo určené na ľudskú konzumáciu namiesto biologického významu, v ktorom potrava predstavuje zdroj látok a energie pre organizmus. Žiaci si často neuvedomujú, že rastliny získavajú látky a energiu iným spôsobom než živočíchy a že voda, oxid uhličitý či minerálne látky zohrávajú v tomto procese kľúčovú úlohu.

Miskoncepce sa objavujú aj pri chápaní svetla a jeho interakcie s látkami. Svetlo žiaci často vnímajú iba ako farbu, nie ako formu energie. Predpokladá sa, že všetko dopadajúce žiarenie sa premieňa na teplo alebo že zelený list je zelený preto, že zelené svetlo využíva. Rovnako sa objavuje predstava, že celá dopadajúca slnečná energia sa uloží do organickej látky alebo že organizmus dokáže využiť všetku prijatú energiu bez strát. Systematické prepájanie fyzikálnych, chemických a biologických aspektov témy umožňuje tieto predstavy postupne korigovať. Žiaci tak začínajú chápať tok energie ako proces podmienený fyzikálnymi vlastnosťami žiarenia, chemickými premenami látok a biologickými vzťahmi medzi organizmami v ekosystéme.

5.3 Postup

Didaktické uchopenie témy je vhodné postaviť na princípe, že energia sa nemôže vytvoriť ani zničiť, ale môže sa premieňať a prenášať medzi systémami. V prírodných systémoch sa tak energia neustále transformuje – zo slnečného žiarenia na chemickú energiu viazanú v látkach a následne na ďalšie formy energie pri metabolických procesoch organizmov.

Aktivizácia predchádzajúcich poznatkov žiakov o energii ako o vzájomných premenách jej rôznych foriem, tiež ako o fyzikálnej veličine, o chemických premenách a o fungovaní živých organizmov, môže nadviazať na otázky:

- Odkiaľ pochádza energia, ktorá poháňa život na Zemi?
- Ako sa môže svetlo premeniť na rast, pohyb alebo teplo?
- Čo sa deje s energiou, keď sa prenáša medzi organizmami?
- Prečo sa látky v prírode vracajú do obehu, ale energia nie?
- Aký je pôvod energie získanej z jablka, ktoré zjeme?

Učiteľ by mal na začiatku cielene zisťovať predstavy žiakov o „kolobehu energie“, keďže žiaci často intuitívne prenášajú model kolobehu látok aj na energiu. Úvodná fáza môže mať podobu riadenej diskusie, v ktorej sa identifikujú prekoncepty a formulujú predbežné vysvetlenia.

Po tejto fáze nasleduje séria na seba nadväzujúcich aktivít, z ktorých každá rozvíja čiastkovú výskumnú otázku. Žiaci tak postupne prepájajú fyzikálne vlastnosti svetla, chemické premeny látok a biologické procesy v organizmoch do jednotného modelu toku energie v ekosystéme.

Kľúčová výskumná otázka celej série znie: *Ako sa energia zo Slnka dostáva do živých systémov a aké premeny a prenosy v ekosystéme následne podstupuje?*

Aktivita 1: **Slnečné žiarenie a teplo**

Ciel':

Žiaci zistia, že svetlo nie je len vizuálny vnem. Overujú, že svetlo predstavuje merateľnú formu energie, ktorá sa pri dopade na látku premieňa na teplo a jej množstvo možno kvantitatívne určiť.

Výskumná otázka:

Ako možno určiť množstvo energie dopadajúcej zo Slnka na určitú plochu?

Organizácia a materiálne zabezpečenie:

Na realizáciu aktivity postačuje jednoduché experimentálne usporiadanie: nádoba s vodou s dobre absorbujúcim (tmavým) povrchom, teplomer na meranie zmeny teploty, hodinky alebo stopky, pomôcky na určenie plochy dopadu žiarenia. Dôležité je minimalizovať tepelné straty do okolia a zabezpečiť čo najkolmejší dopad slnečných lúčov (ideálne realizovať v septembri alebo júni okolo poludnia).

Postup a spracovanie údajov

Žiaci sledujú nárast teploty vody pri vystavení slnečnému žiareniu v pravidelných časových intervaloch (napr. 2 minúty). Z nameraných údajov zostavia tabuľku a graf závislosti teploty od času. Na základe známej hmotnosti vody a jej hmotnostnej tepelnej kapacity vypočítajú množstvo prijatého tepla a prepočítajú ho na energiu dopadajúcu na jednotku plochy za jednotku času.

Takto získaná hodnota predstavuje údajmi zdôvodnený odhad intenzity slnečného žiarenia v daných podmienkach.

Didaktické ukotvenie

V aktivite sa pracuje s pojmami slnečné žiarenie a slnečné svetlo. Slnečné žiarenie zahŕňa ultrafialovú, viditeľnú a infračervenú zložku, pričom každá z nich nesie určitý podiel energie. V nadväzujúcich aktivitách sa pozornosť sústreďí najmä na viditeľnú časť spektra, ktorá zohráva kľúčovú úlohu pri premene energie v biologických systémoch.

Porovnanie hodnoty vypočítanej zo získaných údajov s približnou hodnotou slnečnej konštanty ($\approx 1\,367\text{ J}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ mimo atmosféry) umožňuje diskutovať o obmedzeniach merania – absorpcii žiarenia v atmosfére, tepelných stratách či absorpcii materiálom nádoby. Aktivita tak vytvára empirický základ pre ďalšie skúmanie premeny a prenosu energie v ekosystéme.

Aktivita 2:

Slnečné svetlo a spektrum

Ciel':

Žiaci zistia, že slnečné svetlo nie je homogénne, ale skladá sa z viacerých farebných zložiek, a že jeho interakcia s látkami je selektívna – jednotlivé zložky sa môžu odrážať, prepúšťať alebo absorbovať.

Výskumná otázka:

Z akých zložiek sa skladá slnečné svetlo a ako sa tieto zložky správajú pri kontakte s rôznymi materiálmi?

Organizácia a materiálne zabezpečenie:

Na realizáciu aktivity je potrebný priehľadný sklenený hranol na rozklad svetla, farebné filtre alebo zdroje rôznofarebného svetla a rôzne farebné povrchy, ktoré umožnia sledovať správanie jednotlivých zložiek spektra. Podmienky pozorovania by mali umožniť jasné zobrazenie spektra a porovnanie intenzity jednotlivých farieb.

Postup a spracovanie pozorovaní:

Žiaci najprv pomocou hranola rozložia slnečné svetlo na farebné spektrum a identifikujú jeho jednotlivé zložky. Spektrum následne využijú ako východisko na ďalšie skúmanie. V ďalšej fáze umiestňujú do dráhy svetla farebné filtre alebo osvetľujú rôznofarebné povrchy jednotlivými časťami spektra. Pred samotným pozorovaním formulujú predpoklady o odraze, priepustnosti a absorpcii jednotlivých zložiek svetla. Následne ich overujú.

Na základe porovnania pozorovaní formulujú záver, že farbu predmetu vnímame ako dôsledok selektívneho odrazu a absorpcie svetla.

Didaktické ukotvenie:

V aktivite sa pracuje s pojmami rozklad svetla, spektrum, odrazené, prepustené a absorbované svetlo. Žiaci nadväzujú na poznatky o odraze a lome svetla a rozlišujú medzi správaním svetla v rôznych optických prostrediach.

Kľúčovým poznaním je, že slnečné svetlo pozostáva z viacerých farebných zložiek a že látky s nimi neinteragujú rovnako. Absorpcia pritom neznamená „zánik“ svetla, ale premenu jeho energie v danom systéme. Tento záver vytvára dôležitý most k ďalšej aktivite, v ktorej sa skúma, ako selektívna absorpcia súvisí s ukladaním energie v biomase.

Aktivita 3:

Prepúšťanie a absorpcia svetla rastlinami

Ciel':

Žiaci zistia, že rastliny využívajú iba časť dopadajúcej svetelnej energie a že selektívna absorpcia svetla je podmienkou jej ďalšej premeny.

Výskumná otázka:

Ktoré zložky slnečného spektra pohlcujú listové pigmenty?

Organizácia a materiálne zabezpečenie:

Na pozorovanie zmien v spektre sa využíva jednoduchý spektroskop (zakúpený alebo zhotovený z tmavého výkresu a difrakčného prvku, napríklad z výrezu CD) a skúmavka s extraktom listových pigmentov pripraveným vylúhovaním čerstvých zelených listov v alkohole. Pigmentový roztok predstavuje zjednodušený model absorpcie svetla v rastlinnom pletive.

Postup a spracovanie pozorovaní:

Žiaci najprv pomocou spektroskopu pozorujú spektrum slnečného svetla. Následne pred vstupnú štrbinu umiestnia skúmavku s extraktom listových pigmentov a opäť sledujú spektrum. Porovnávajú rozdiely medzi oboma pozorovaniami a identifikujú oblasti, v ktorých dochádza k absorpcii – tie sa prejaví ako tmavšie pásy v spektre.

Pred samotným pozorovaním formulujú predpoklady o tom, ktoré časti spektra pigmenty pohltnú a ktoré prepustia. Zistenia zaznamenávajú a interpretujú.

Didaktické ukotvenie:

V aktivite žiaci pracujú s pojmami spektrum, prepustené a absorbované svetlo, svetelná energia a spektroskop. Súčasťou kontextu je aj fotosyntéza. Spektroskop umožňuje rozložiť svetlo na jednotlivé farebné zložky a pozorovať ich správanie po prechode rôznymi látkami.

Na pozorovanie správania svetla sa využíva extrakt listových pigmentov pripravený vylúhovaním zelených listov v alkohole. Tento roztok predstavuje zjednodušený model absorpcie svetla v rastline. Hoci nenahrádza celý fotosyntetický aparát a neprebiehajú v ňom všetky následné procesy, umožňuje pozorovať základný jav – selektívne pohlcovanie určitých zložiek spektra.

Žiaci porovnávajú spektrum bieleho svetla so spektrom po prechode extraktom a identifikujú oblasti absorpcie, ktoré sa prejaví ako tmavšie pásy. Aj keď pri školskom spektroskope nebudú tieto pásy dokonale ostré, rozdiely sú dostatočne zreteľné na interpretáciu. Na základe pozorovaní žiaci formulujú záver, že pigmenty absorbujú iba niektoré časti spektra, zatiaľ čo iné prepúšťajú alebo odrážajú. Zeleno-žltá oblasť spektra sa väčšinou neabsorbuje, preto ju listy odrážajú alebo prepúšťajú, čo podmieňuje ich zelené sfarbenie. Absorbované časti spektra predstavujú tú časť svetelnej energie, ktorá môže vstupovať do ďalších procesov prebiehajúcich v rastline. Žiaci tak nadobúdajú predstavu, že nie všetka dopadajúca energia sa využije a že jej zachytenie je podmienené vlastnosťami látok, s ktorými svetlo interaguje.

Aktivita 4:

Energia viazaná v rôznych zložkách biomasy

Ciel':

Žiaci zistia, že energia uložená v látkach nie je rovnaká a že jej množstvo závisí od ich zloženia. Uvedomia si, že biomasa predstavuje zásobáreň viazanej energie a že rôzne typy organických látok ju viažu v odlišnom množstve.

Výskumná otázka:

Obsahujú rôzne látky rovnaké množstvo energie?

Organizácia a materiálne zabezpečenie:

Na porovnanie energetickej hodnoty rôznych látok sa využíva jednoduché kalorimetrické usporiadanie: kovová nádoba alebo plechovka ako stojan, skúmavka s odmeraným množstvom vody, teplomer, zápalky alebo zapaľovač, váhy na určenie hmotnosti vzorky a drobné vzorky biomasy (napr. vlašský orech ako zdroj tuku, sušená šunka ako zdroj bielkovín a celulóza ako modelový polysacharid). Zariadenie má umožniť bezpečné spaľovanie malej vzorky pod skúmavkou s vodou a minimalizovať tepelné straty.

Postup a spracovanie údajov:

Žiaci v úvodnej diskusii navrhujú spôsob, ako by bolo možné určiť množstvo energie obsiahnutej v potravine alebo inej organickej látke. Identifikujú veličiny, ktoré je potrebné merať, a dospejú k záveru, že množstvo uvoľneného tepla možno určiť podľa nárastu teploty známeho množstva vody.

Následne odvážia malé vzorky jednotlivých látok, zapália ich a vložia pod skúmavku s presne odmeraným objemom vody a zaznamenajú zmenu teploty. Zo získaných údajov vypočítajú množstvo prijatého tepla a prepočítajú ho na hodnotu zodpovedajúcu 100 g látky. Výsledky jednotlivých skupín porovnávajú navzájom aj s tabuľkovými údajmi o energetickej hodnote potravín a diskutujú o príčinách rozdielov, najmä o tepelných stratách a obmedzeniach merania.

Didaktické ukotvenie:

Zelené rastliny zachytávajú energiu zo slnečného žiarenia a premieňajú ju na energiu chemických väzieb v organických látkach. Biomasa tak predstavuje formu uloženej energie, ktorú možno pri premene látky opätovne uvoľniť. Spaľovanie malej vzorky biomasy umožňuje túto energiu zviditeľniť ako teplo a kvantitatívne ju odhadnúť na základe zmeny teploty vody.

Žiaci zistia, že rôzne typy organických látok viažu rozdielne množstvo energie, čo súvisí s ich chemickým zložením a štruktúrou. Energia sa neuvoľňuje „zo samotnej látky“, ale pri premene jej väzieb – pri reakcii s kyslíkom vznikajú nové látky a časť energie viazanej v pôvodnej štruktúre sa uvoľňuje vo forme tepla.

Spaľovanie v tejto aktivite predstavuje model oxidácie. Hoci v živých organizmoch prebieha tento proces postupne a riadene pri bunkovom dýchaní, princíp premeny energie viazanej v organických látkach je rovnaký. Žiaci tak môžu sledovať celý reťazec premien: energia svetla → energia viazaná v biomase → energia uvoľnená ako teplo.

Aktivita zároveň ukazuje, že meranie je iba približné a že časť energie uniká do okolia. Dôležité však je pochopenie samotného princípu: biomasa je nositeľom merateľnej energie, ktorej množstvo závisí od povahy látky.

Aktivita 5:

Energia v potrave a energetická hodnota látok

Ciel':

Žiaci prepájajú experimentálne zistenia s každodennou skúsenosťou. Uvedomia si, že energia uložená v biomase je tá istá energia, ktorú organizmy prijímajú potravou, a že energetická hodnota potravín závisí od zastúpenia jednotlivých typov látok. Získané poznatky zasadia do širšieho kontextu fungovania organizmu a toku energie v ekosystéme.

Výskumná otázka:

Ako súvisí energetická hodnota potravín s typom látok, ktoré obsahujú?

Organizácia a materiálne zabezpečenie:

Žiaci pracujú s údajmi získanými v predchádzajúcej aktivite (množstvo tepla uvoľneného pri spaľovaní rôznych vzoriek biomasy) a s tabuľkovými hodnotami energetickej výdatnosti potravín uvedenými v kJ alebo kcal na 100 g.

Postup a spracovanie údajov:

Žiaci najprv porovnávajú vlastné merania – množstvo tepla uvoľneného pri horení vlašského orecha, sušenej šunky a celulózy – a konfrontujú výsledky jednotlivých skupín. Následne vyhľadajú energetické hodnoty tých istých potravín v nutričných tabuľkách a porovnávajú ich so svojimi výpočtami. Diskutujú o príčinách rozdielov medzi meraním a tabuľkovými údajmi a uvažujú nad tým, ktoré látky v jednotlivých potravinách prevažujú.

Na základe porovnania usporiadajú tuky, sacharidy a bielkoviny podľa energetickej hodnoty a formulujú záver, že potraviny bohaté na tuky majú spravidla vyššiu energetickú hodnotu než potraviny s prevahou sacharidov alebo bielkovín. Celulóza slúži ako modelový polysacharid na porovnanie energetického obsahu sacharidov s ostatnými typmi organických látok.

Didaktické ukotvenie:

Aktivita nadväzuje na zistenie, že biomasa obsahuje energiu viazanú v chemických väzbách. Porovnaním vlastných meraní s tabuľkovými hodnotami žiaci dospejú k záveru, že energetická hodnota potravín závisí od ich zloženia. Tuky patria medzi energeticky najbohatšie živiny, sacharidy poskytujú menej energie a bielkoviny približne porovnateľné množstvo ako sacharidy. Zároveň sa ukazuje, že energetická hodnota nie je jediným kritériom významu týchto látok v organizme.

Žiaci diskutujú o tom, ako organizmus energiu z potravy využíva – na pohyb, rast, obnovu tkanív či udržiavanie telesnej teploty – a postupne dospievajú k pojmu energetická rovnováha. Uvedomujú si, že organizmus musí vyvažovať množstvo prijatej a vydanéj energie a že význam jednotlivých biomakromolekúl nemožno redukovať iba na ich energetickú

hodnotu: niektoré slúžia prednostne ako zdroj alebo zásoba energie, iné zohrávajú najmä stavebnú či regulačnú úlohu.

Žiaci zároveň prepájajú poznatky s celkovým modelom toku energie: energia prijímaná potravou má pôvod v slnečnom žiarení, ktoré rastliny premenili na energiu chemických väzieb v biomase. Tým sa uzatvára reťazec premien sledovaný v predchádzajúcich aktivitách.

Pochopenie tohto reťazca zároveň otvára ďalšiu otázku: ak sa pri každej premene časť energie rozptyľuje vo forme tepla, aké dôsledky má tento postupný úbytok energie na potravné vzťahy a štruktúru ekosystému? Túto otázku rozvíja nasledujúca aktivita.

Aktivita 6: Potravové vzťahy

Cieľ:

Žiaci pochopia, že energia zachytená rastlinami sa v ekosystéme postupne prenáša medzi organizmami, pričom sa pri každom prenose časť energie nevratne rozptyľuje vo forme tepla. Tok energie je preto jednosmerný a úzko súvisí so štruktúrou potravných vzťahov.

Výskumná otázka:

Ako sa energia prenáša medzi organizmami v potravných vzťahoch a prečo jej smerom k vrcholovým predátorom ubúda?

Organizácia a materiálne zabezpečenie:

Aktivita je založená na práci s modelmi potravných vzťahov a s kvantitatívnymi údajmi o produkcii biomasy a prenose energie medzi trofickými úrovňami. Žiaci pracujú s tabuľkovými dátami (produkcia v kJ na m² za rok), prípadne s pracovným listom obsahujúcim zadania na výpočty percentuálnej účinnosti prenosu energie. Vhodné je využiť grafické znázornenie potravných vzťahov alebo energetickej pyramídy.

Postup a spracovanie údajov:

Úvod môže začať otázkami:

- Ako spolu súvisí potrava organizmov s tokom energie v prírode?
- Prečo je v ekosystéme viac rastlín než vrcholových predátorov? Čo by sa stalo, ak by ich bolo viac? Čo by sa stalo, ak by ubudlo producentov?
- Kam sa „stráca“ energia pri prenose medzi článkami potravného reťazca?
- Prečo nemôže byť potravný reťazec nekonečne dlhý?
- Ako súvisí fotosyntéza rastlín s energiou, ktorú získavajú živočíchy?

Učiteľ zisťuje predstavy žiakov o potravných reťazcoch. Častým prekonceptom je predstava, že energia sa prenáša bez strát alebo že potravný reťazec je uzavretý kruh.

Žiaci najskôr zostavujú potravné vzťahy medzi organizmami. Šípky zakresľujú od zdroja potravy ku konzumentovi, čím vyjadrujú smer toku energie. Môžu vychádzať z vlastnej skú-

senosti (napr. z potravín skonzumovaných na raňajky) a postupne vytvoríť reťazec smerujúci k primárnemu zdroju energie. Reťazce porovnávajú a identifikujú spoločné znaky.

Následne prechádzajú ku kvantitatívnemu skúmaniu. Energia sa prenáša potravinovým reťazcom, pričom s vyššou úrovňou sa jej množstvo znižuje, a len približne 10 % energie sa preniesie na ďalšiu úroveň. Ale čo s tým zvyškom? Na základe údajov o produkcii biomasy (napr. v lúčnom ekosystéme boli zistené tieto hodnoty produkcie biomasy: producenti 12 000 kJ na m² za rok, primárni konzumenti 1 800 kJ na m² za rok, sekundárni konzumenti 240 kJ na m² za rok) vypočítajú percentuálnu účinnosť prenosu energie medzi trofickými úrovňami. Zistia, že hodnota 10 % je iba približná a diskutujú o príčinách rozdielov.

Následne učiteľ zadá úlohu: „Predstavte si, že máte k dispozícii lúku s rozlohou jeden hektár. Máte za úlohu užiť čo najviac ľudí. Ako by ste postupovali? Ktorú z možností by ste si vybrali? Zdôvodnite prečo.“

1. Mohli by ste lúku obrobiť, vysadiť obilniny, napr. pšenicu, z ktorej by ste namleli múku a z nej produkovali pekárenské výrobky.
2. Na lúke by ste mohli začať chovať hovädzí dobytok, ktorý by ste mohli využiť na produkciu mäsa a mliečnych výrobkov.“

Žiaci porovnávajú priamu konzumáciu rastlinnej produkcie s jej sprostredkovaním cez hospodárske zvieratá a zdôvodňujú, prečo priame využitie producentov vedie k vyššej dostupnosti energie.

Väčšina žiakov si pravdepodobne vyberie možnosť č. 2, avšak správna odpoveď je možnosť č. 1. Keďže ide o priame využitie zdrojov rastlín (t. j. producentov), ľudia by získali viac energie ako v možnosti č. 2, v ktorej musíme počítať s tým, že hovädzí dobytok zafixuje iba 10 % energie lúčnych rastlín. Naopak, v prvej možnosti sú to práve ľudia, ktorí by fixovali 10 % produkcie pšenice a tým by sa potravinový reťazec ukončil a energia by sa nestrácala na ďalšej úrovni (t. j. v hovädzom dobytku).

Učiteľ pokračuje otázkou: „Prečo sa väčšina prijatej energie neprenesie do ďalšieho článku?“

Ďalším krokom je analýza energetickej bilancie organizmu. Napríklad: bylinožravec prijme 5 000 kJ energie, z toho časť 1 500 kJ sa vylúči nestrávené, 2 800 kJ sa spotrebuje na metabolizmus a pohyb a zvyšok sa uloží do biomasy. Žiaci určia percentuálnu účinnosť prenosu a diskutujú, ktoré straty sú najvýznamnejšie.

Uvažujú aj o maximálnej dĺžke potravinového reťazca. Pri zadanej primárnej produkcii (napr. 20 000 kJ na m² za rok) a zvolenej účinnosti (10 – 15 %) vypočítajú energiu dostupnú na jednotlivých úrovniach a určia, pri ktorej hodnote sa stane ďalší prenos energeticky zanedbateľným.

V náročnejšej úlohe počítajú, aká primárna produkcia rastlín je potrebná na uživenie predátora (napr. rysa), ak je účinnosť prenosu 10 %. Napríklad: Podľa tohto modelu rys potrebuje ročne prijať 120 000 kJ energie (skutočná hodnota je oveľa vyššia) v koristi a potravinový reťazec je rastliny → bylinožravec → rys.

Didaktické ukotvenie:

Aktivita systematizuje poznatky z predchádzajúcich skúmaní. Žiaci si uvedomia, že energia viazaná v biomase sa prenáša medzi organizmami prostredníctvom potravy, pričom jej množstvo sa s každou trofickou úrovňou znižuje. Rozptyl energie vo forme tepla je nevyhnutným dôsledkom metabolických procesov, a preto sa energia v ekosystéme nevracia späť, ale preteká ním.

Tok energie tak vysvetľuje tvar energetickej pyramídy, obmedzenú dĺžku potravinových reťazcov aj rozdiely v početnosti populácií. Žiaci zároveň uvažujú o dôsledkoch zásahov človeka – napríklad zmenšení biotopu predátora alebo zmene účinnosti prenosu energie – a predpovedajú možné systémové následky.

Na záver žiaci formulujú, že v prírode nehovoríme o kolobehu energie, ale o jej toku: energia vstupuje do systému zo Slnka, prechádza sériou premien a postupne sa rozptyľuje, ale nemizne.

Zhrnutie

Na základe postupného skúmania v aktivitách 1 až 6 by žiaci mali dospieť k ucelenému modelu toku energie v ekosystéme. Svetlo dopadá na Zem ako energia slnečného žiarenia, pričom časť tejto energie sa pri kontakte s povrchmi premieňa na teplo. Biele svetlo sa skladá z rôznych farebných zložiek, ktoré sa pri kontakte s látkami správajú selektívne – niektoré sa odrážajú, iné prepúšťajú a ďalšie absorbujú. Pigmenty v listoch pohlcujú vybrané časti spektra a absorbovaná energia sa využíva pri vzniku organických látok. Energia svetla sa tak ukladá do chemických väzieb biomasy.

Takto vzniknutá biomasa vstupuje do potravinových vzťahov medzi organizmami. Energia viazaná v organických látkach sa prenáša z producentov na konzumentov a ďalej na vyššie trofické úrovne. Pri každom prenose sa jej časť nevratne rozptyľuje vo forme tepla, preto energia v ekosystéme neobieha v uzavretom cykle, ale systémom prechádza. Postupný úbytok energie vysvetľuje tvar energetickej pyramídy, obmedzenú dĺžku potravinových reťazcov aj rozdielnu početnosť organizmov na jednotlivých trofických úrovniach.

Porovnaním energetickej hodnoty rôznych látok žiaci zároveň zistia, že nie všetky potraviny obsahujú rovnaké množstvo energie. Tuky, sacharidy a bielkoviny sa líšia množstvom energie viazanej v ich chemických väzbách, čo sa prejavuje ich odlišnou energetickou hodnotou. Energia, ktorú organizmy získavajú potravou, má rovnaký pôvod ako energia uvoľnená pri spaľovaní biomasy – pochádza zo slnečného žiarenia zachyteného rastlinami a následne preneseného potravinovými vzťahmi.

Integrovaný postup kapitoly stavia na spoločnom modeli poznávania: žiaci pozorujú, merali, formulujú predpoklady, pracujú s údajmi a vyvodzujú závery. Postupnosť aktivít vytvára súvislý reťazec – od dopadu žiarivej energie, cez jej selektívnu absorpciu a uloženie do biomasy, až po jej prenos, rozptyl a systémové dôsledky v potravinových vzťahoch. Fragmentované poznatky sa tak spájajú do prepojeného vysvetlenia prírodných javov a žiaci sa posúvajú od opisu „čo sa deje“ k porozumeniu „prečo a ako to vieme“.

Záver

Metodická príručka vychádza z charakteristiky vzdelávacej oblasti *Človek a príroda* v ŠVP 2023, v ktorom sa prírodovedné vzdelávanie neopiera iba o osvojovanie izolovaných poznatkov, ale o postupné budovanie prírodovedných konceptov, rozvoj spôsobilostí vedeckej práce a postojov ako aj porozumenie povahe vedeckého poznávania. Tieto zložky prírodovednej gramotnosti pritom nemožno chápať oddelene. Rozvoj spôsobilostí vedeckej práce nie je cieľom sám osebe, ale prostriedkom na vytváranie, prehĺbovanie a reorganizáciu prírodovedných konceptov. Predložené metodické príklady preto nesledujú iba realizáciu jednotlivých činností, ale smerujú k tomu, aby si žiaci prostredníctvom pozorovania, experimentovania, práce s údajmi a argumentácie postupne vytvárali zmysluplné a vzájomne prepojené poznatky o prírodných javoch. Dôraz sa kladie na to, aby žiaci rozumeli vzťahom, súvislostiam a princípom, nie iba izolovaným faktom, a zároveň aby tieto princípy boli ukotvené v konkrétnom prírodovednom obsahu.

Príručka rešpektuje gradáciu prírodovedného poznania naprieč cyklami vzdelávania. Vychádza z predpokladu, že porozumenie komplexnejším konceptom vzniká postupným rozvíjaním žiackych skúseností a predstáv, nie jednorazovým sprostredkovaním hotových vysvetlení. Navrhované aktivity preto vedú žiakov od opisovania a pozorovania javov k identifikovaniu vzťahov, interpretácii údajov a formulovaniu zovšeobecnení, pričom každá z týchto činností je previazaná s konkrétnym obsahom.

Metodické návrhy reflektujú zámer nového kurikula posilniť vnútornú súdržnosť vzdelávania a prepájanie obsahov naprieč prírodovednými disciplínami. Aktivity preto nie sú organizované ako uzavreté tematické celky jednotlivých predmetov, ale ako situácie umožňujúce pracovať s biologickými, fyzikálnymi, chemickými či geologickými aspektami javov v ich prirodzených súvislostiach. Takéto usporiadanie podporuje vytváranie funkčných prírodovedných konceptov, ktoré žiaci dokážu využívať pri interpretácii javov a situácií z každodenného života.

Navrhované príklady aktivít nemožno chápať ako záväzné scenáre vyučovania. Ich úlohou je ilustrovať možné interpretácie výkonových a obsahových štandardov a ukázať, akým spôsobom možno prostredníctvom konkrétnych obsahov rozvíjať prírodovednú gramotnosť žiakov. Dôležitou súčasťou tejto gramotnosti zostáva samotné prírodovedné poznanie – pojmy, vzťahy, modely a vysvetlenia, bez ktorých nemožno rozvíjať porozumenie prírodným javom ani spôsobilosť pracovať s dôkazmi a argumentami. Tento princíp korešponduje so zámerom kurikulárnej reformy presunúť dôraz z mechanického osvojovania poznatkov k ich funkčnému používaniu v rôznych kontextoch.

Dôležitým aspektom metodiky je preto aj práca s údajmi, argumentáciou a interpretáciou dôkazov v úzkom prepojení s obsahom. Žiaci sú vedení k tomu, aby svoje tvrdenia neopierali o reprodukciu sprostredkovaných odpovedí, ale o pozorovania, merania, modelovanie a vyhodnocovanie získaných údajov. Takto koncipované aktivity podporujú nielen rozvoj analytického myslenia, ale aj hlbšie porozumenie samotným prírodovedným konceptom a ich aplikácii v nových situáciách.

Metodická príručka predstavuje podporu pre implementáciu kurikula, ktoré je založené na prepojení obsahového, procesuálneho a postojového rozmeru prírodovedného vzdelávania. Jej ambíciou nie je ponúknuť univerzálny model vyučovania, ale vytvoriť oporu pre učiteľov pri plánovaní vzdelávacích situácií, v ktorých žiaci prírodovedné poznanie nielen získavajú, ale aj používajú, overujú, interpretujú a prepájajú ho do širších súvislostí.

Použitá literatúra

Held, L., et al. (2019). *Koncepcia prírodovedného kurikula pre základnú školu 2020*. Typi Universitatis Tyrnaviensis.

Hudobná akustika – ladenie. (2002). Referáty.sk. <http://referaty.atlas.sk/prirodne-vedy/fyzika-a-astronomia/7668/?page=0>

Lapitková, V., & Velmovská, K. (2017). Vytváranie predstáv o toku energie v biosfére. *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*, 46(2).

Velmovská, K., & Vanyová, M. (2013). „Hlasné“ experimenty. In *Šoltésove dni 2012 a 2013* (pp. 65–73). FMFI UK.

Človek a príroda

Metodická príručka pre 2. stupeň (3. cyklus) ZŠ

Autori:

doc. PaedDr. Katarína Kotuláková, PhD.
doc. PaedDr. Klára Velmovská, PhD.
doc. PaedDr. Jana Fančovičová, PhD.
PaedDr. Mariana Páleníková
doc. PaedDr. Kristína Žoldošová, PhD.
Mgr. Dominika Koperová, PhD.
Mgr. Peter Kelecsényi, PhD.

Recenzenti:

doc. RNDr. Viera Lapitková, PhD.
RNDr. Slávka Ropeková

Jazyková úprava:

doc. PhDr. Hana Hlôšková, CSc.

Grafické spracovanie:

Miroslav Lukačovič

Vydal: NIVaM
Vydanie: prvé
Formát: elektronický
Rok vydania: 2026

ISBN: 978-80-565-1701-7
EAN: 9788056517017



