

Koncepce mezinárodního šetření TIMSS 2019

Praha, červenec 2020



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

2019|20

Obsah

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Úvod..... | 4 |
| 1.1 | O projektu TIMSS | 4 |
| 1.2 | Vývoj projektu TIMSS | 5 |
| 2 | Design projektu TIMSS | 6 |
| 2.1 | Kurikulum projektu TIMSS..... | 6 |
| 2.2 | Průběh šetření | 7 |
| 2.3 | Koncepte šetření TIMSS 2019 | 7 |
| 3 | Koncepte matematické části šetření TIMSS 2019 | 8 |
| 3.1 | Matematický obsah – 4. ročník..... | 10 |
| 3.1.1 | Čísla..... | 10 |
| 3.1.2 | Měření a geometrie..... | 11 |
| 3.1.3 | Data | 12 |
| 3.2 | Matematický obsah – 8. ročník..... | 12 |
| 3.2.1 | Čísla..... | 12 |
| 3.2.2 | Algebra | 13 |
| 3.2.3 | Geometrie | 14 |
| 3.2.4 | Data a pravděpodobnost | 14 |
| 3.3 | Operace – 4. a 8. ročník | 15 |
| 3.3.1 | Prokazování znalostí | 15 |
| 3.3.2 | Používání znalostí | 16 |
| 3.3.3 | Uvažování..... | 16 |
| 3.4 | Kalkulačky v šetření TIMSS 2019 | 17 |
| 4 | Koncepte přírodovědné části šetření TIMSS 2019 | 17 |
| 4.1 | Přírodovědný obsah – 4. ročník..... | 19 |
| 4.1.1 | Živá příroda | 19 |
| 4.1.2 | Neživá příroda | 21 |
| 4.1.3 | Nauka o Zemi | 23 |
| 4.2 | Přírodovědný obsah – 8. ročník..... | 25 |
| 4.2.1 | Biologie | 25 |
| 4.2.2 | Chemie | 28 |
| 4.2.3 | Fyzika | 30 |
| 4.2.4 | Věda o Zemi | 33 |
| 4.3 | Operace v přírodovědě – 4. a 8. ročník..... | 35 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.3.1 | Prokazování znalostí | 35 |
| 4.3.2 | Používání znalostí | 35 |
| 4.3.3 | Uvažování..... | 36 |
| 4.4 | Vědecké postupy v šetření TIMSS 2019 | 37 |
| 5 | Mapování kontextu v šetření TIMSS 2019 | 37 |

1 Úvod

Tento dokument přináší základní informace o koncepci mezinárodního šetření TIMSS 2019, které se věnuje oblasti výuky matematiky a přírodovědných předmětů v základním vzdělávání. Pro účely tohoto šetření podrobněji vymezuje obsah a sledované kognitivní dovednosti žáků v uvedených oborech vzdělávání, poskytuje informace o zjišťování kontextových údajů souvisejících s výukou a stručně seznamuje se změnami v šetření, ke kterým v tomto cyklu došlo.

Materiál Koncepte mezinárodního šetření TIMSS 2019 vychází z anglického originálu TIMSS 2019 Assessment Frameworks, Mullis, Ina V.S., Martin, Michael O. (Eds.), Boston College, 2017 dostupného na webové stránce IEA (<https://www.iea.nl/publications/study-reports/other-reports>).

Na přípravě české verze Koncepte mezinárodního šetření TIMSS 2019 se podíleli doc. RNDr. Svatava Janoušková, Ph.D., Mgr. Eva Potužníková a Vladislav Tomášek.

1.1 O projektu TIMSS

Je zřejmé, že současná doba vyžaduje porozumění matematice, přírodním vědám a technologiím, přičemž do budoucna bude tato potřeba ještě vyšší. Důvodem je skutečnost, že lidé s dobrými znalostmi v těchto oborech mohou v rámci svých profesí nacházet řešení pro světové problémy a výzvy, jakými jsou například zastavení hladu, ztráta přírodního prostředí, ale také udržitelný růst společnosti či stabilita globální ekonomiky. Není to ale jen profesní život, který vyžaduje porozumění těmto oborům. Znalosti z nich jsou nutné také pro osobní život lidí. Díky přírodovědným oborům lépe chápeme okolní svět, například že je přírodní prostředí zdrojem potravy a také zdrojem dalších důležitých surovin či jaký má pro nás význam půda a voda. Matematika nám zase pomáhá řešit každodenní úkoly a je zásadní pro vývoj technologií, které denně využíváme (např. telefony, počítače nebo televize).

Míru významu matematiky, přírodních věd a technologií země velice intenzivně vnímají a zařazují je do svých kurikul. Všechny tyto obory pod integrovaným názvem STEM¹ jsou v současnosti ve vzdělávání významně podporovány, protože jsou zásadní pro zajištění pracovní síly v perspektivních oborech.

Cílem Mezinárodní studie trendů matematického a přírodovědného vzdělávání TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) je poskytovat zúčastněným zemím informace o vzdělávacích výsledcích žáků 4., resp. 8. ročníků v matematice a v přírodních vědách. Údaje o dosažených výsledcích žáků jsou sbírány spolu s řadou dalších informací, např. o organizaci výuky, o podmínkách a způsobech výuky a o kvalitě kurikula. Vzdělávací výsledky žáků jsou tak zasazeny do širšího kontextu, který poskytuje komplexní obrázek o výuce matematiky a přírodovědných oborů v zemích účastnících se výzkumu. Díky tomu, že šetření TIMSS probíhá v pravidelných čtyřletých cyklech, poskytuje projekt zúčastněným zemím také ojedinělou příležitost sledovat vývoj ve vzdělávacích výsledcích žáků v matematice a v přírodních vědách společně s informacemi o podmínkách výuky těchto předmětů v dlouhodobém horizontu. Řada zemí proto výsledky této studie využívá jako jeden z podkladů pro zlepšování výuky ve sledovaných oblastech či pro úpravy kurikul.

¹ Blízkost, příbuznost a vzájemná provázanost těchto oborů vedla k integrovanému označení STEM (Přírodní vědy (Science), Technika (Technology), Technologie (Engineering) a Matematika (Mathematics)).

TIMSS je projektem nezávislé Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků vzdělávání IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), která mezinárodní srovnávací studie realizuje již od roku 1959. Kromě dlouhé výzkumné tradice a erudovaného výzkumného týmu IEA využívá TIMSS expertizy odborníků z více než 60 zemí, které se projektu účastní. Výzkum si tak dlouhodobě udržuje vysokou prestiž.

1.2 Vývoj projektu TIMSS

První sběr dat projektu TIMSS proběhl v roce 1995, následné sběry potom proběhly v letech 1999, 2003, 2007, 2011, 2015 a 2019. TIMSS 2019 tak byl v zemích, které se účastnily projektu od počátku, již sedmým šetřením. U desítek evropských i mimoevropských zemí, včetně ČR², jsou tedy k dispozici informace o proměně vzdělávacích výsledků žáků v matematice a v přírodovědných předmětech a také o proměnách podmínek výuky a kurikula za posledních 24 let. Vývoj zachycený výzkumem TIMSS přináší dynamický obrázek změn v implementacích vzdělávacích přístupů k výuce matematiky a přírodovědných předmětů v mnoha zemích a výsledky průzkumu napomáhají při hledání cest ke zlepšení vzdělávání v těchto oborech v národním i globálním měřítku.

Od roku 2019 přechází TIMSS na tzv. eTIMSS, ve kterém je testování prováděno elektronicky, tj. pomocí počítačů a tabletů. Tento přechod je pozvolný a byl v tomto cyklu realizován zhruba u poloviny zemí, další země testovaly běžným způsobem, tj. s pomocí vytištěných testů. Přechod na elektronické testování umožnil šetření TIMSS 2019 zařadit do testování úlohy zaměřené na řešení komplexních problémů a badatelství. Tyto úlohy jsou označovány jako PSI (**P**roblem **S**olving and **I**nquiry **T**asks). Úlohy PSI simulují situace reálného života, ale také jednoduché vědecké úlohy (např. z laboratoří), při jejichž řešení musí žáci aplikovat znalosti a dovednosti z matematiky i přírodovědy, ale také schopnost provádět experiment nebo výzkum. Úlohy PSI jsou vizuálně atraktivní interaktivní úlohy, při kterých žáci postupně řeší dílčí úkoly v kontextu jednoho scénáře (například projektování budovy, zkoumání komplexních podmínek pro růst rostlin). Na vývoji PSI úloh se podílel speciální tým konzultantů společně s členy odborné Komise pro revizi úloh z matematiky a z přírodních věd TIMSS 2019 (SMIRC) a cílem bylo vytvořit úlohy, které

- 1) hodnotí skutečné znalosti z matematiky a z přírodovědy, nikoli čtení;
- 2) využívají výhody elektronického prostředí;
- 3) scénář i úlohy jsou pro žáky poutavé a motivující.

Na základě pilotní studie lze říci, že tato kritéria byla u úloh splněna.

Přechod na eTIMSS také usnadňuje hodnocení úloh (PSI i běžných). Úlohy s výběrem odpovědi, ale také úlohy s tvořenou číselnou odpovědí, přiřazovací úlohy nebo úlohy na uspořádání prvků jsou hodnoceny přímo počítačem a nemusí být hodnoceny lidmi.

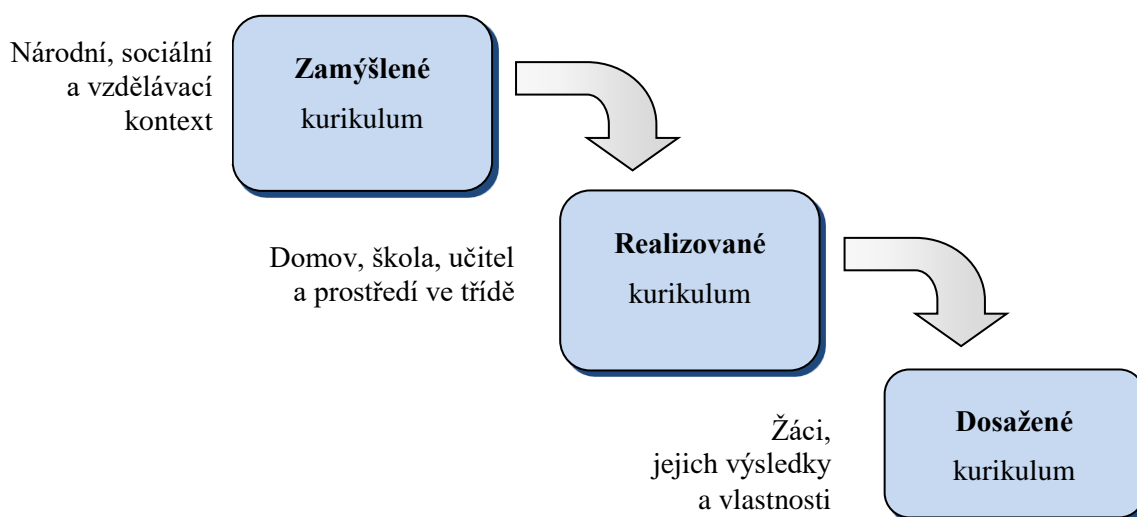
² Česká republika se účastnila všech cyklů s výjimkou šetření TIMSS 2003.

2 Design projektu TIMSS

2.1 Kurikulum projektu TIMSS

Projekt TIMSS využívá široce definované kurikulum, na jehož základě lze posoudit, jaké vzdělávací možnosti jsou žákům poskytovány, které faktory žáky ovlivňují a jak žáci vzdělávací možnosti využívají. Projekt TIMSS vychází z modelu tříúrovňového kurikula uvedeného na obrázku 1. Z hlediska **zamýšleného kurikula** projekt TIMSS zejména analyzuje, jaká je organizace vzdělávacího systému v dané zemi a jaký vzdělávací obsah v matematice a v přírodních vědách národní kurikulum předepisuje. Z pohledu **realizovaného kurikula** se projekt TIMSS zaměřuje na skutečný vzdělávací obsah předávaný na školách žákům a na běžně uplatňované vzdělávací metody a postupy ve výuce matematiky a přírodovědných předmětů. Konečně v rámci **dosaženého kurikula** projekt TIMSS zkoumá dosažené vzdělávací výsledky žáků v matematice a v přírodních vědách a také postoje žáků k výuce.

Obrázek č. 1 Kurikulum projektu TIMSS



Důležitým zdrojem kontextových informací pro šetření TIMSS 2019 je publikace TIMSS 2015 Encyklopédia: Education Policy and Curriculum in Mathematics and Science (Mullis a kol., 2016), která přináší důležité informace o organizaci vzdělávacích systémů a o podmínkách pro výuku matematiky a přírodovědných předmětů v zemích, které se zúčastnily šetření TIMSS 2015. Každá ze zemí zpracovává pro encyklopedii podle předepsané struktury kapitoly, která sumarizuje informace o struktuře vzdělávacího systému, přístupech ke vzdělávání v matematice a v přírodních vědách ve 4. a 8. ročníku, o přípravě a vzdělání učitelů a o způsobech hodnocení žáků. Pro získání dalších informací o zemích, které se účastní šetření, jsou také pomocí kurikulárních dotazníků zjišťovány informace o matematickém a přírodovědném kurikulu, o přístupech škol k organizaci jejich výuky i důležité informace o učitelích těchto oborů.

Výzkum TIMSS pracuje také s žákovskými, rodičovskými, učitelskými a školními dotazníky, které uvádí poznatky o výuce matematiky a přírodních věd do kontextu doplňujícími informacemi mj. o národním vzdělávacím systému a komunitě, v níž se žáci vzdělávají; domácím zázemí žáků; školním prostředím a prostředím třídy.

2.2 Průběh šetření

Výzkum TIMSS je určen žákům 4., resp. 8. ročníků. Tyto ročníky představují v řadě zemí uzlové body ve vzdělávání – ukončení cyklu primárního vzdělávání (4. ročník), resp. nižšího sekundárního vzdělávání (8. ročník). Testování vzdělávacích výsledků žáků probíhá s využitím testových úloh, které jsou žákům zprostředkovány pomocí 14 typů testových sešitů (v papírové nebo elektronické verzi). Část žáků v letošním roce také řešila komplexní PSI úlohy.

V testových sešitech je vždy polovina úloh z matematiky a polovina z přírodovědných předmětů. Úlohy v testových sešitech jsou uspořádány tak, aby byly vyvážené jak z hlediska složky obsahové (vzdělávacího obsahu), tak z hlediska složky operační (prokazování znalostí, používání znalostí a uvažování). Je tím zaručena jednotná náročnost řešení úloh v sešitech. Zastoupení jednotlivých testových úloh v testovaném vzorku je rovnoměrné, každou úlohu řeší v každé ze zúčastněných zemí zhruba stejný počet žáků. Testy pro 4. ročník obsahují zpravidla 350 položek – úloh, testy pro 8. ročník obsahují 450 položek – úloh. Úlohy jsou pro oba testované ročníky dvojího typu – úlohy s výběrem odpovědi (žáci vybírají jednu správnou odpověď ze čtyř možností) a úlohy s tvorbou odpovědi. Úlohy s výběrem odpovědi jsou vždy hodnoceny jedním bodem, úlohy s tvorbou odpovědi jsou podle náročnosti hodnoceny buď jedním, nebo dvěma body.

Testování ve 4., resp. 8. ročnících je doprovázeno dotazníkovým šetřením. *Žákovský dotazník* vyplňuje každý žák účastnící se testování. Dotazník se zaměřuje na domácí zázemí žáka, klima školy a třídy, zázemí pro učení se matematice a přírodovědným předmětům, na žákovské postoje k výuce i k předmětům samotným. *Rodičovský dotazník* je určen pouze pro rodiče testovaných žáků 4. ročníku. Dotazník se zaměřuje na domácí zázemí umožňující rozvíjet dovednosti dětí vzdělávat se ve čtení a počítání v předškolním období, dále na schopnosti dětí číst a počítat před nástupem do školy, zkoumá postoje rodičů ke čtení a počítání, dotazuje se na vzdělání rodičů a jejich zaměstnání. *Učitelský dotazník* je určen učitelům matematiky a přírodních věd, kteří vyučují testované žáky. Dotazník má za cíl shromažďovat informace o charakteristikách učitele (zázemí, příležitosti ke spolupráci, vzdělání atp.), kontextové informace o výuce matematiky, přírodovědných předmětů a o vyučovaném vzdělávacím obsahu. *Školní dotazník* vyplňuje ředitel. Dotazník je zaměřen na charakteristiku školy, např. materiální zázemí pro výuku, učitelský sbor, roli ředitele, klima školy či spolupráci s rodiči.

Národní koordinátor každé země je zodpovědný za vyplnění velmi podrobného dotazníku týkajícího se národního kurikula matematiky a přírodovědných oborů. Tento dotazník shromažďuje informace jednak o vzdělávacím obsahu těchto předmětů v uzlových bodech vzdělávání (konec primárního, resp. nižšího sekundárního vzdělávání), jednak o tom, kterou část kurikula mají žáci osvojenou v období testování, tj. ve 4., resp. 8. ročníku. Zároveň jsou zjišťovány informace o lokálních či národních systémech testování, o cílech a standardech vzdělávání v matematice a v přírodních vědách a o vzdělávací politice.

2.3 Koncepte šetření TIMSS 2019

Koncepte šetření TIMSS 2019 vznikla aktualizací metodiky předchozího cyklu z roku 2015, TIMSS 2015 Assessment Frameworks (Mullis a kol., 2016). Aktualizace pravidelně přináší všem zúčastněným zemím příležitost podílet se na přípravě nového šetření s tím, že jsou zohledněny nové informace související s proměnou kurikul, vzdělávacích standardů (rámců) a proměnou vyučovacích metod a postupů. Od cyklu k cyklu je zachována provázanost a zároveň se metodika, použité nástroje a procedury neustále vyvíjejí. Koncepte šetření

TIMSS 2019 byla upravena na základě zjištění z Encyklopedie TIMSS 2015 (Mullis a kol., 2016) a projednána se zástupci zúčastněných zemí na prvním setkání.

Každá zúčastněná země jmenovala svého národního koordinátora, který spolupracoval s mezinárodní komisí na tom, aby bylo šetření pro jeho zemi relevantní. Národní koordinátoři jsou zodpovědní za implementaci šetření v jejich zemích ve shodě s metodikou a postupy projektu TIMSS. Úkolem národních koordinátorů bylo ve spolupráci s dalšími národními experty provést šetření, jak nejlépe aktualizovat obsahové a operační části v projektu TIMSS 2019. Po zvážení připomínek získaných od zúčastněných zemí byla metodika šetření TIMSS 2019 do hloubky zrevidována Komisí pro revizi úloh z matematiky a z přírodních věd (SMIRC). Následně byla celá koncepce opět posouzena národními koordinátory jednotlivých zemí a před zveřejněním byla provedena její konečná aktualizace.

V této publikaci dále přinášíme podrobně rozebrané tři základní metodické části, ve kterých je popsána a vysvětlena struktura šetření TIMSS 2019. V kapitole 3 je popsána část koncepce šetření TIMSS 2019 vztahující se k matematice a v kapitole 4 část koncepce vztahující se k přírodovědným předmětům. V rámci těchto dvou kapitol jsou podrobně popsány hlavní obsahové a operační složky v matematice a v přírodních vědách, které jsou testovány ve 4. a 8. ročníku. V obsahové složce koncepce jsou uvedeny tematické okruhy zvláště pro 4. ročník a zvláště pro 8. ročník (například algebra a geometrie v matematice, biologie a chemie v přírodních vědách) a jednotlivé tematické celky, na které jsou okruhy rozděleny. V kapitole vztahující se k testování přírodovědných předmětů jsou také popsány praktické dovednosti žáků v přírodních vědách. Jedná se o dovednosti žáků získané v běžném životě či ve výuce, které jim napomáhají k aplikaci badatelských metod a postupů při řešení přírodovědných problémů.

Testování TIMSS klade důraz na to, aby úlohy ověřovaly široké spektrum kognitivních dovedností žáků. Zaměřuje se proto na tři základní složky žakovských kognitivních dovedností: *prokazování znalostí, používání znalostí a uvažování*. Matematické a přírodovědné úlohy tedy ověřují schopnosti žáků demonstrovat nabyté znalosti, aplikovat tyto naučené znalosti při řešení zadaných problémů a analyticky a logicky uvažovat. Úlohy jsou přitom konstruovány tak, aby odpovídaly věku žáků z hlediska vzdělávacího obsahu i z hlediska náročnosti myšlenkových operací.

V kapitole 5 je popsána koncepce, která zjišťuje, jak jednotlivé situace a faktory souvisejí s tím, jak se žáci matematiku a přírodovědné předměty učí. Tyto skutečnosti jsou zjišťovány pomocí dotazníků.

3 Koncepte matematické části šetření TIMSS 2019

Všichni žáci mohou mít užitek z rozvoje matematických dovedností a z hlubšího porozumění matematice. Při učení se matematice si zlepšují dovednost řešit problémy a řešení matematických úloh je učí důslednosti a vytrvalosti. V každodenním životě se matematika uplatní při počítání, vaření, hospodaření s penězi nebo při vyrábění různých věcí. Solidní matematické základy vyžaduje mnoho oborů, např. technické obory, architektura, účetnictví, bankovníctví, obchod, medicína, ekologie nebo letectví a kosmonautika. Hlubší matematické znalosti jsou nezbytné v ekonomických profesích a pro vývoj informačních technologií a počítačových programů, které jsou neodmyslitelnou součástí života v dnešním technicky vyspělém světě.

Tato kapitola seznamuje s koncepcí hodnocení matematických znalostí a dovedností žáků 4. a 8. ročníku v šetření TIMSS 2019. Koncepce vychází z čtyřiařicetileté historie šetření TIMSS, které probíhá od roku 1995 vždy po čtyřech letech a nyní vstupuje do sedmého cyklu.

V některých tématech byly provedeny změny, které odrážejí současné přístupy k výuce matematiky v zúčastněných zemích popsané v Encyklopedii TIMSS 2015. Protože šetřením TIMSS 2019 byl zahájen přechod na počítačové testování, byla koncepce dále upravena, aby byla vhodná jak pro papírový, tak pro elektronický formát testů. Cílem provedených úprav bylo využít výhod počítačového prostředí, které umožňuje zařadit nové typy testových úloh.

Stejně jako v předchozích cyklech definuje koncepce matematické části šetření TIMSS pro oba testované ročníky dvě složky, které jsou v šetření sledovány: obsahovou a operační.

Obsah vymezuje tematické okruhy či oblasti matematického učiva zastoupené v šetření TIMSS.

Operace vymezují procesy myšlení či kognitivní dovednosti, které jsou od žáků očekávány při řešení úloh.

Tabulka 1 uvádí plánované rozdělení testovacího času mezi jednotlivé obsahové a operační oblasti matematické části šetření TIMSS 2019 ve 4. a 8. ročníku.

Tabulka č. 1 Matematický obsah a operace v šetření TIMSS 2019

| Tematický okruh (4. ročník) | Plánovaný podíl testovacího času |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Čísla | 50 % |
| Měření a geometrie | 30 % |
| Data | 20 % |
| Tematický okruh (8. ročník) | Plánovaný podíl testovacího času |
| Čísla | 30 % |
| Algebra | 30 % |
| Geometrie | 20 % |
| Data a pravděpodobnost | 20 % |

| Operace | Plánovaný podíl testovacího času | |
|----------------------|----------------------------------|-----------|
| | 4. ročník | 8. ročník |
| Prokazování znalostí | 40 % | 35 % |
| Používání znalostí | 40 % | 40 % |
| Uvažování | 20 % | 25 % |

Sledované oblasti učiva se ve 4. a v 8. ročníku liší v závislosti na obsahu výuky matematiky. Ve 4. ročníku je v porovnání s 8. ročníkem kladen větší důraz na tematický okruh *čísla*. V 8. ročníku přistupuje nový tematický okruh *algebra*, která většinou není na počátku školní docházky vyučována jako samostatná oblast. Základy algebry jsou ve 4. ročníku zařazeny do tematického okruhu *čísla*. Oblast věnovaná datům se ve 4. ročníku zaměřuje na shromažďování, čtení a znázorňování dat, zatímco v 8. ročníku spíše na jejich interpretaci a přidávají se základy statistiky a pravděpodobnosti.

Je důležité zdůraznit, že matematická část šetření TIMSS obsahuje řadu tzv. problémových úloh, v nichž není bezprostředně zřejmý postup řešení, a přibližně ve dvou třetinách testových úloh musí žáci uplatnit kognitivně náročnější matematické dovednosti řazené do oblastí *používání znalostí* a *uvažování*. Hodnocené operace jsou v matematice pro oba ročníky shodné, ale liší se jejich procentuální zastoupení v testu. V porovnání se 4. ročníkem je v 8. ročníku kladen menší důraz na *prokazování znalostí* a větší důraz na *uvažování*.

Další části této kapitoly uvádějí podrobný popis matematického obsahu a operací hodnocených v šetření TIMSS 2019. Matematický obsah je popsán zvlášť pro 4. a pro 8. ročník, operace pro oba ročníky dohromady.

3.1 Matematický obsah – 4. ročník

Ve 4. ročníku je matematický obsah rozdělen do tří tematických okruhů: *čísla, měření a geometrie, data*. Každý tematický okruh zahrnuje několik témat uspořádaných do tematických celků. Každému tématu je věnováno přibližně stejné množství testovacího času. To znamená, že tematický celek, který obsahuje větší počet témat, zaujímá také větší podíl v testu.

3.1.1 Čísla

Čísla jsou základem matematického učiva na prvním stupni, proto je tomuto tematickému okruhu věnováno nejvíce (přibližně 50 %) testovacího času. Tematický okruh *čísla* je rozdělen do tří tematických celků:

- přirozená čísla,
- výrazy, jednoduché rovnice a vztahy,
- zlomky a desetinná čísla.

Hlavní složku tematického okruhu *čísla* tvoří přirozená čísla. Žáci 4. ročníku by měli umět počítat s přirozenými čísly přiměřené velikosti a používat výpočty při řešení problémových úloh. Součástí tohoto tematického okruhu je i úvod do algebry včetně porozumění pojmu proměnná (neznámá) v jednoduchých rovnicích a počátečního porozumění vztahům mezi množstvím. Protože množství není často možné vyjádřit v celých číslech, měli by mít žáci 4. ročníku také povědomí o zlomcích a desetinných číslech a měli by umět porovnávat, sčítat a odčítat běžné zlomky a desetinná čísla při řešení problémových úloh. V šetření TIMSS 2019 jsou do tematického okruhu *čísla* zařazena následující témata:

Přirozená čísla

1. Porozumění řádům čísel (dvouciferných až šesticiferných); vyjádření přirozených čísel slovně, na číselné ose, pomocí diagramů a symbolů; uspořádání čísel podle velikosti.
2. Sčítání a odčítání (až čtyřciferných čísel) včetně výpočtů v jednoduchých slovních úlohách.
3. Násobení (až trojciferného čísla jednociferným číslem a dvouciferného čísla dvouciferným číslem) a dělení (až trojciferného čísla jednociferným číslem) včetně výpočtů v jednoduchých slovních úlohách.
4. Řešení problémových úloh zahrnujících lichá a sudá čísla, násobky a dělitele čísel, zaokrouhlování čísel (až na desetitisíce) a provádění odhadů.
5. Kombinování dvou či více vlastností čísel nebo početních operací při řešení slovních úloh.

Výrazy, jednoduché rovnice a vztahy

1. Určení chybějícího čísla nebo znaménka v číselném zápisu (např. $17 + x = 29$).
2. Rozpoznání nebo zapsání výrazů nebo číselných zápisů vyjadřujících problémové situace, které mohou obsahovat neznámé.

3. Rozpoznání a užití vztahů v jasně definované číselné řadě (např. vyjádření vztahu mezi sousedními členy posloupnosti nebo vytváření dvojic přirozených čísel na základě stanoveného pravidla).

Zlomky a desetinná čísla

1. Pochopení zlomku jako části celku nebo části souboru; vyjádření zlomku slovně, číselně nebo modelem; porovnávání a uspořádání jednoduchých zlomků podle velikosti; sčítání a odčítání jednoduchých zlomků včetně zlomků v problémových úlohách (v testových úlohách pro 4. ročník se mohou vyskytovat zlomky se jmenovatelem 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 nebo 100).
2. Porozumění řádům desetinných čísel; vyjádření desetinných čísel slovně, číselně nebo modelem; porovnávání, uspořádání a zaokrouhlování desetinných čísel; sčítání a odčítání desetinných čísel včetně desetinných čísel v problémových úlohách (v testových úlohách pro 4. ročník se mohou vyskytovat desetinná čísla s jedním nebo dvěma desetinnými místy umožňující řešení úloh s penězi).

3.1.2 Měření a geometrie

Všude kolem nás jsou předměty různých tvarů a velikostí a geometrie nám pomáhá představit si je a porozumět vztahům mezi tvary a velikostmi. Měření umožňuje kvantifikovat vlastnosti předmětů a jevů (např. délku nebo čas). Tematický okruh *měření a geometrie* je rozdělen do dvou tematických celků:

- měření,
- geometrie.

Žáci 4. ročníku by měli umět používat pravítko k měření délky; řešit úlohy týkající se délky, hmotnosti, objemu a času; vypočítat obsah a obvod jednoduchých mnohoúhelníků a určit objem těles pomocí krychlí. Dále by měli být schopni rozpoznat vlastnosti a charakteristiky přímek, úhlů a různých rovinných a prostorových útvarů. Prostorová představivost je nedílnou součástí studia geometrie a žáci by měli umět popsat a narýsovat různé geometrické obrazce. Měli by také umět analyzovat geometrické vztahy a použít je při řešení problémových úloh. Tematický okruh *měření a geometrie* pokrývá následující témata:

Měření

1. Měření a odhadování délek (v milimetrech, centimetrech, metrech, kilometrech); řešení problémových úloh týkajících se délky.
2. Řešení problémových úloh týkajících se hmotnosti (v gramech a kilogramech), objemu (v mililitrech a litrech) a času (v minutách a hodinách); používání jednotek správného typu a přiměřené velikosti, odečítání údajů z měřicích stupnic.
3. Řešení problémových úloh zahrnujících obvody mnohoúhelníků, obsahy čtverců a obdélníků, obsahy geometrických útvarů zakreslených ve čtvercové síti a objemy těles vyplněných krychlemi.

Geometrie

1. Rozpoznání a sestavení rovnoběžek a kolmic; rozpoznání a narýsování pravého úhlu a úhlů větších nebo menších než pravý úhel; porovnávání úhlů podle velikosti.

2. Používání základních vlastností (včetně osově souměrnosti a otočení) k popsání, porovnání a sestrojení běžných rovinných útvarů (kružnic, trojúhelníků, čtyřúhelníků a jiných mnohoúhelníků).
3. Používání základních vlastností k popsání a porovnání těles (krychlí, kvádrů, kuželů, válců a koulí) a pochopení vztahů mezi tělesy a jejich zobrazením v rovině.

3.1.3 Data

Všudypřítomnost dat v dnešní informační společnosti vede k tomu, že se na internetu, v novinách, v časopisech, ale i v učebnicích často setkáváme s tabulkami, grafy, diagramy a dalšími způsoby zobrazení kvantitativních údajů. Žáci potřebují rozumět tomu, že grafy a diagramy pomáhají uspořádat informace nebo kategorie a umožňují porovnávat údaje. Tematický okruh *data* obsahuje dva tematické celky:

- čtení, interpretace a znázornění dat,
- používání dat k řešení problémových úloh.

Žáci 4. ročníku by měli znát a umět číst různé způsoby znázornění dat. Když dostanou jednoduchou otázku, měli by umět shromáždit, uspořádat a znázornit data pomocí diagramů a grafů, aby dokázali na danou otázku odpovědět. Měli by být schopni používat data z jednoho či více zdrojů k řešení problémových úloh. V rámci tematického okruhu *data* by měli žáci 4. ročníku zvládnout následující témata:

Čtení, interpretace a znázornění dat

1. Čtení a interpretování dat z tabulek, sloupcových, spojnicových (čárových) a kruhových diagramů.
2. Uspořádání a znázornění dat v podobě, která pomůže odpovědět na položenou otázku.

Používání dat k řešení problémových úloh

1. Používání dat k zodpovídání otázek, které vyžadují více než pouhé čtení znázorněných dat (např. provádění výpočtů založených na datech, kombinování dat ze dvou nebo více zdrojů, vyvozování závěrů na základě dat).

3.2 Matematický obsah – 8. ročník

V 8. ročníku je matematický obsah rozdělen do čtyř tematických okruhů: *čísla*, *algebra*, *geometrie*, *data a pravděpodobnost*. Stejně jako ve 4. ročníku obsahuje každý tematický okruh několik témat uspořádaných do tematických celků, přičemž každému tématu je věnováno přibližně stejné množství testovacího času. První dva tematické okruhy mají v testu pro 8. ročník o něco větší zastoupení než třetí a čtvrtý okruh.

3.2.1 Čísla

V 8. ročníku obsahuje tematický okruh *čísla* tři tematické celky:

- celá čísla,
- zlomky a desetinná čísla,
- poměr, úměrnost a procenta.

V porovnání s tematickým okruhem *čísla* ve 4. ročníku by žáci 8. ročníku měli znát složitější pojmy a postupy zacházení s přirozenými čísly a měli by hlouběji proniknout do oboru racionálních čísel (celých čísel, zlomků a desetinných čísel). Měli by rozumět celým číslům

a umět s nimi počítat. Měli by chápat, že zlomky a desetinná čísla vyjadřují skutečná množství stejně jako přirozená čísla. Každé racionální číslo lze zapsat mnoha způsoby a žáci by měli rozumět rozdílům mezi různými vyjádřeními racionálních čísel, měli by je umět převádět a využívat k řešení úloh. Žáci by také měli dokázat řešit problémové úlohy obsahující poměry, úměrnosti a procenta. V šetření TIMSS 2019 jsou v tematickém okruhu *čísla* obsažena následující témata:

Celá čísla

1. Porozumění vlastnostem čísel a operací; nalezení a použití násobků a dělitelů čísel; rozpoznání prvočísel; výpočet mocnin s kladným celočíselným exponentem, výpočet druhé odmocniny čtvercových čísel (1, 4, 9, ... 144), řešení problémových úloh obsahujících druhé odmocniny přirozených čísel.
2. Počítání a řešení problémových úloh s kladnými a zápornými čísly včetně použití číselné osy či různých modelů (např. ztráty a zisky, teploměry).

Zlomky a desetinná čísla

1. Používání různých způsobů zápisu a znázornění, porovnávání a uspořádání zlomků a desetinných čísel podle velikosti, určení ekvivalentních zlomků a desetinných čísel.
2. Počítání se zlomky a desetinnými čísly včetně řešení problémových úloh.

Poměr, úměrnost a procenta

1. Rozpoznání a určení ekvivalentních poměrů; modelování reálné situace s využitím poměru; rozdělení určitého množství v daném poměru.
2. Řešení problémových úloh na úměrnost nebo procenta a úloh vyžadujících převody procent na zlomky či desetinná čísla a naopak.

3.2.2 Algebra

Tematický okruh *algebra* se skládá ze dvou tematických celků:

- výrazy, operace a rovnice,
- relace a funkce.

V reálném světě lze najít mnoho vztahů a opakujících se vzorů a algebra umožňuje jejich matematické vyjádření. Žáci 8. ročníku by měli umět řešit problémové situace z běžného života pomocí algebraických modelů a vysvětlit relace (vztahy) mezi jevy s využitím algebraických pojmů. Měli by chápat, že když existuje vzorec obsahující dvě veličiny, stačí znát jednu z nich a druhou již mohou dopočítat. Porozumění tomuto principu se uplatní v používání lineárních rovnic při řešení situací, kdy určitá veličina narůstá rovnoměrně (např. strmota). Funkce mohou použít k popisu toho, co se stane s proměnnou, když se změní jiná proměnná, která s ní souvisí. Do šetření TIMSS 2019 jsou zařazena následující témata z algebry:

Výrazy, operace a rovnice

1. Určení hodnoty výrazu nebo vzorce dosazením za proměnné.
2. Zjednodušení algebraických výrazů obsahujících sčítání, násobení a umocňování; porovnání výrazů a určení, zda jsou ekvivalentní.
3. Sestavení algebraického výrazu, rovnice nebo nerovnice vyjadřující danou situaci.

4. Řešení lineárních rovnic, lineárních nerovnic a soustav dvou lineárních rovnic se dvěma neznámými včetně takových, které modelují skutečné situace.

Relace a funkce

1. Nalezení vzájemné relace, vysvětlení a vyjádření lineárních funkcí tabulkou, grafem nebo slovně; určení vlastností lineárních funkcí včetně jejich sklonu a průsečíku s osami x a y .
2. Nalezení vzájemné relace, vysvětlení a vyjádření jednoduchých nelineárních funkcí (např. kvadratických) tabulkou, grafem nebo slovně; zobecnění pravidla, podle kterého je vytvořena posloupnost, a to číselně, slovně nebo algebraickým výrazem.

3.2.3 Geometrie

Žáci 8. ročníku by měli nejen rozumět tvarům a mírám zařazeným do testu pro 4. ročník, ale už by měli být také schopni analyzovat vlastnosti různých rovinných a prostorových útvarů a spočítat jejich obvod, obsah a objem. Měli by umět řešit problémové úlohy a podat vysvětlení založená na geometrických vztazích, jako je shoda, podobnost či Pythagorova věta. Tematický okruh *geometrie* obsahuje pouze jeden tematický celek:

- geometrické útvary a měření.

V 8. ročníku se řeší úlohy, ve kterých se vyskytuje kružnice, obecný, rovnoramenný, rovnostranný a pravouhlý trojúhelník, lichoběžník, rovnoběžník, obdélník, čtverec, kosočtverec a další mnohoúhelníky, jako jsou pětiúhelník, šestiúhelník, osmiúhelník a desetiúhelník. Dále se v nich vyskytují tělesa – hranol, jehlan, kužel, válec a koule. Jednorozměrné nebo dvourozměrné obrazce mohou být zobrazeny v kartézské soustavě souřadnic v rovině. Tematický okruh *geometrie* zahrnuje v jediném tematickém celku následující témata:

Geometrické útvary a měření

1. Rozpoznání a sestrojení různých druhů úhlů a dvojic přímek, využití vztahů mezi dvojicemi úhlů na přímkách a mezi úhly v geometrických útvarech k řešení problémových úloh včetně těch, které vyžadují měření úhlů a úseček; řešení problémových úloh s využitím polohy bodů v kartézské soustavě souřadnic v rovině.
2. Rozpoznání rovinných obrazců a využití jejich geometrických vlastností k řešení problémových úloh včetně těch, které vyžadují znalost vzorců pro výpočet délky kružnice, obvodu, obsahu a Pythagorovy věty.
3. Rozpoznání a sestrojení geometrických transformací v rovině (posunutí, osová a středová souměrnost, otočení); určení shodných a podobných trojúhelníků, čtverců a obdélníků a řešení problémových úloh s touto tematikou.
4. Rozpoznání těles a využití jejich geometrických vlastností k řešení problémových úloh včetně těch, které vyžadují znalost vzorců pro výpočet povrchu a objemu; pochopení vztahů mezi tělesy a jejich zobrazením v rovině (např. síť, průměty těles do roviny).

3.2.4 Data a pravděpodobnost

V posledních letech jsou tradiční způsoby znázornění dat (např. sloupcové, čárové či kruhové diagramy) doplňovány řadou nových grafických forem (např. infografikami). Žáci 8. ročníku by měli umět číst nejrůznější způsoby znázornění dat a vytáhnout z nich to podstatné. Také by měli být obeznámeni se základními statistickými pojmy popisujícími rozdělení dat a chápat, jak souvisejí s tvarem grafu zobrazujícího daná data. Žáci by měli vědět, jak data shromáždit, uspořádat a znázornit. Rovněž by měli začínat chápat některé pojmy z pravděpodobnosti.

Tematický okruh *data a pravděpodobnost* zahrnuje dva tematické celky:

- data,
- pravděpodobnost.

V rámci těchto tematických celků je pozornost věnována následujícím tématům:

Data

1. Čtení a interpretování dat z jednoho či více zdrojů při řešení problémových úloh (např. porovnávání, vyvozování závěrů, odhadování hodnot prostřednictvím interpolace či extrapolace).
2. Určení vhodného postupu sběru dat; uspořádání a znázornění dat v podobě, která pomůže odpovědět na položenou otázku.
3. Počítání, využívání nebo interpretování statistik (průměru, mediánu, modu, variačního rozpětí) popisujících rozdělení dat; pochopení významu rozptylu a odlehlých pozorování při interpretaci dat.

Pravděpodobnost

1. Stanovení a) teoretické pravděpodobnosti (na základě stejně pravděpodobných výsledků, např. při hodu pravidelnou kostkou) a b) empirické pravděpodobnosti (na základě experimentálních výsledků) výskytu elementárního nebo složeného náhodného jevu.

3.3 Operace – 4. a 8. ročník

Ke správnému zodpovězení testových otázek potřebují žáci nejen ovládat výše uvedené matematické učivo, ale také uplatnit různé kognitivní dovednosti. Vymezení těchto dovedností hraje v šetřeních, jako je TIMSS, rozhodující roli, protože je nutné zajistit, aby test nebyl jednostranně zaměřen jen na některé myšlenkové operace.

V šetření TIMSS se rozlišují tři typy kognitivních dovedností neboli operací – *prokazování znalostí*, *používání znalostí* a *uvažování*. Testové úlohy zaměřené na *prokazování znalostí* ověřují znalost důležitých faktů, pojmů a postupů. Dovednosti řazené do *používání znalostí* žáci využijí, když musí aplikovat své znalosti při zodpovídání otázek a řešení úloh. Třetí typ dovedností *uvažování* se uplatní v nerutinních či neznámých situacích, složitých kontextech a v úlohách, jejichž řešení vyžaduje více kroků.

Uvedené tři typy dovedností se sledují v obou ročnících, rozdělení testovacího času se však liší v závislosti na věku a zkušenostech žáků. Test pro 8. ročník obsahuje méně úloh na *prokazování znalostí* a více úloh na *uvažování* než test pro 4. ročník. Znalostní úlohy, aplikační úlohy i úlohy na uvažování jsou odpovídajícím způsobem zastoupeny nejen v testu jako celku, ale také v rámci každého tematického okruhu.

3.3.1 Prokazování znalostí

Schopnost používat matematiku v situacích vyžadujících matematické uvažování závisí na obeznamenosti s matematickými pojmy a na osvojení matematických znalostí. Čím vhodnější znalosti si žák dokáže vybavit a čím širší je rozsah pojmů, kterým rozumí, tím větší má možnosti řešení nejrůznějších problémových situací. Bez základních znalostí, které umožňují snadno si vybavit matematický jazyk, důležitá fakta a zvyklosti týkající se používání čísel, symbolického vyjadřování a prostorových vztahů, by žáci nebyli schopni matematického myšlení.

Most mezi základními znalostmi z matematiky a jejich používáním při řešení problémů tvoří matematické postupy. Pohotové používání vhodných postupů předpokládá, že si žáci dokážou vybavit sled kroků a způsob jejich provádění. Žáci by měli být zběhlí a přesní v používání nejrůznějších výpočetních postupů a pomůcek. Musí chápat, že určité postupy lze používat nejen k řešení jednotlivých úloh, ale i celých tříd úloh.

Tabulka č. 2 Kognitivní dovednosti zařazené do oblastí prokazování znalostí

| | |
|------------------------|---|
| Vybavování | Vybavení si definic, terminologie, vlastností čísel, jednotek měření, geometrických vlastností a způsobů matematického zápisu (např. $a \cdot b = ab$, $a + a + a = 3a$) |
| Rozpoznávání | Rozpoznání čísel, výrazů, množství a tvarů; rozpoznání matematicky ekvivalentních způsobů vyjádření (např. ekvivalentních zlomků, desetinných čísel a procent, různě orientovaných jednoduchých geometrických útvarů) |
| Třídění a uspořádávání | Třídění čísel, výrazů, množství a tvarů podle jejich společných vlastností |
| Počítání | Sčítání, odčítání, násobení a dělení nebo kombinování těchto operací s přirozenými čísly, zlomky, desetinnými čísly a celými čísly; provádění přímých algebraických postupů |
| Získávání informací | Získávání informací z diagramů, tabulek, textů a jiných zdrojů |
| Měření | Používání měřicích pomůcek, volba vhodných jednotek měření |

3.3.2 Používání znalostí

Oblast *používání znalostí* zahrnuje dovednosti vztahující se k aplikování matematiky v různých kontextech. Tyto dovednosti předpokládají dobrou znalost běžných faktů, pojmů, postupů, ale i problémů. V některých úlohách vyžadujících dovednosti typu *používání znalostí* musí žáci použít svou znalost matematických faktů, postupů nebo své porozumění matematickým pojmům při tvorbě různých vyjádření. Vyjadřování myšlenek tvoří jádro matematického myšlení a matematické komunikace a schopnost vytvářet ekvivalentní vyjádření je podmínkou úspěchu v tomto oboru.

Podstatou dovedností označovaných jako *používání znalostí* je řešení úloh s důrazem na známější a rutinní úlohy. Tyto úlohy mohou být zasazeny do situací z reálného života nebo to mohou být čistě matematické otázky obsahující např. číselné či algebraické výrazy, funkce, rovnice, geometrické útvary nebo soubory statistických dat.

Tabulka č. 3 Kognitivní dovednosti zařazené do oblastí používání znalostí

| | |
|--------------------------|---|
| Určování | Určení vhodné či efektivní operace, strategie nebo pomůcky k řešení úloh v situacích, kdy je znám postup řešení |
| Vyjadřování a modelování | Zobrazení dat pomocí tabulek nebo grafů; sestavení rovnic, nerovnic, sestavení geometrických útvarů nebo diagramů, které modelují danou situaci; tvorba ekvivalentních vyjádření daných matematických skutečností nebo vztahů |
| Provádění | Provádění strategií a operací při řešení úloh zahrnujících známé matematické pojmy a postupy |

3.3.3 Uvažování

Matematické uvažování vyžaduje logické, systematické myšlení. Zahrnuje však také intuitivní a induktivní uvažování vycházející z opakujících se vzorů a pravidelností, které lze využít při řešení problémových úloh zasazených do nových nebo neznámých situací. Takové problémové úlohy mohou mít čistě matematický charakter, nebo mohou vycházet ze situací ze skutečného

života. Vždy však vyžadují přenos znalostí a dovedností do nových situací a většinou je pro ně charakteristické kombinování několika různých způsobů uvažování.

Jelikož kognitivní dovednosti náležející do oblasti *uvažování* lze využít při promyšlení a řešení neobvyklých a složitých problémů, představuje každá z nich významný výsledek matematického vzdělávání, který může ovlivnit žákovo myšlení obecně, nejen v kontextu matematiky. Takovými obecně uplatnitelnými dovednostmi z oblasti *uvažování* jsou například dovednost vytváření hypotéz na základě pozorování, dovednost logického vyvozování na základě určitých předpokladů a pravidel nebo dovednost zdůvodňování výsledků.

Tabulka č. 4 Kognitivní dovednosti zařazené do oblastí uvažování

| | |
|-----------------------------|---|
| Analyzování | Určování, popisování a používání vztahů mezi čísly, výrazy, množstvím a tvary |
| Propojování a syntetizování | Propojování různých znalostí, způsobů vyjádření a postupů při řešení problémů |
| Hodnocení | Vyhodnocování alternativních strategií a způsobů řešení problémů |
| Vyvozování závěrů | Vyvozování opodstatněných závěrů na základě informací a důkazů |
| Zobecnování | Vyjádření vztahů obecnějším a široce aplikovatelným způsobem |
| Zdůvodňování | Používání matematických argumentů ke zdůvodnění strategie nebo řešení |

3.4 Kalkulačky v šetření TIMSS 2019

Stejně jako v předchozích cyklech šetření TIMSS není ve 4. ročníku povoleno používat kalkulačky. Tato podmínka platí jak pro papírové, tak pro elektronické testování. V 8. ročníku je používání kalkulaček povoleno, ale testové úlohy jsou koncipovány tak, aby k jejich řešení nebyla kalkulačka potřeba a aby žáci, kteří ji nebudou používat, nebyli znevýhodněni. Žáci, kteří vyplňují papírové testy, si stejně jako v předchozích cyklech mohou přinést vlastní kalkulačku z domova. V elektronické variantě testu mají žáci 8. ročníku k dispozici kalkulačku, která je součástí počítačového prostředí vyvinutého speciálně pro účely šetření TIMSS, a nemohou používat svou vlastní. Kalkulačka integrovaná do testovacího prostředí obsahuje základní funkce – sčítání, odčítání, násobení, dělení a druhou odmocninu. Postupný přechod na elektronické testování přispívá k jednotnosti v používání pomůcek.

4 Koncepte přírodovědné části šetření TIMSS 2019

Děti mají přirozený zájem o svět a své místo v něm. Přírodovědné vzdělávání na prvním stupni školní docházky využívá dětské zvědavosti a začíná vést žáky k systematickému zkoumání světa, v němž žijí. S prohlubujícím se přírodovědným poznáním by žáci ve vyšších ročnících měli být schopni činit stále více poučených rozhodnutí o sobě i o světě, umět rozlišit vědecká fakta od faktů nevědeckých a chápat vědecké základy důležitých sociálních a ekonomických problémů či problémů životního prostředí. Na celém světě je dnes velká poptávka po odbornících z přírodovědných a technických oborů, kteří jsou hybateli inovací nutných pro hospodářský růst a zlepšování kvality života. Proto je velmi důležité připravovat žáky pro další studium těchto oborů.

Tato kapitola představuje koncepci přírodovědné části šetření TIMSS 2019 pro 4. a 8. ročník. Koncepte navazuje na čtyřicetiletou historii šetření TIMSS, které probíhá od roku 1995 vždy po čtyřech letech a nyní vstupuje do sedmého cyklu. Koncepte šetření TIMSS 2019 je z velké části podobná té z roku 2015. Drobné změny provedené v některých tématech odrážejí současnou podobu výuky přírodovědných předmětů v zúčastněných zemích, jak byla popsána

v Encyklopedii TIMSS 2015. S přechodem na elektronické testování v roce 2019 byla koncepce přírodovědné části dále upravena tak, aby bylo možné zařadit do testu úlohy, které využívají inovativní přístupy k hodnocení žákovských znalostí a dovedností v počítačovém prostředí.

Stejně jako v matematice definuje koncepce přírodovědné části pro 4. i 8. ročník dvě složky, které jsou v šetření TIMSS sledovány – obsahovou a operační.

Obsahová složka (přírodovědný obsah) vymezuje tematické okruhy či oblasti učiva zastoupené v šetření TIMSS.

Operační složka (operace) vymezuje procesy myšlení či kognitivní dovednosti, které jsou od žáků očekávány při řešení úloh.

Tabulka 5 uvádí plánované rozdělení testovacího času mezi jednotlivé obsahové a operační oblasti přírodovědné části šetření TIMSS 2019 ve 4. a v 8. ročníku.

Tabulka č. 5 Přírodovědný obsah a operace v šetření TIMSS 2019

| Tematický okruh (4. ročník) | Plánovaný podíl testovacího času |
|-----------------------------|----------------------------------|
| Živá příroda | 45 % |
| Neživá příroda | 35 % |
| Nauka o Zemi | 20 % |
| Tematický okruh (8. ročník) | Plánovaný podíl testovacího času |
| Biologie | 35 % |
| Chemie | 20 % |
| Fyzika | 25 % |
| Věda o Zemi | 20 % |

| Operace | Plánovaný podíl testovacího času | |
|----------------------|----------------------------------|-----------|
| | 4. ročník | 8. ročník |
| Prokazování znalostí | 40 % | 35 % |
| Používání znalostí | 40 % | 35 % |
| Uvažování | 20 % | 30 % |

Obsahová složka učiva se ve 4. a v 8. ročníku liší v závislosti na obsahu výuky přírodovědných předmětů. Ve 4. ročníku je věnováno více pozornosti tematickému okruhu *živá příroda* než tematickému okruhu *biologie* v 8. ročníku. V 8. ročníku jsou zavedeny samostatné tematické okruhy *fyzika* a *chemie*, jimž je v součtu vyhrazeno více testovacího času než ve 4. ročníku, kde jsou tyto dva vědní obory spojeny do jednoho tematického okruhu *neživá příroda*. Naproti tomu operační složka je stejná pro oba ročníky a zahrnuje řadu myšlenkových operací nutných pro osvojení si přírodovědných pojmů a jejich používání v běžném i v profesním životě, včetně využívání pro poučenou diskuzi.

Šetření TIMSS 2019 také hodnotí schopnost žáků používat vědecké postupy. K těmto postupům patří dovednosti získané žáky v běžném životě i ve výuce. Žáci je využívají pro systematický přístup k vědeckému bádání a zkoumání, která jsou základem všech přírodovědných oborů. Zařazení vědeckých postupů do šetření TIMSS bylo motivováno skutečností, že se ve stále větší míře objevují v kurikulech, standardech a vzdělávacích rámcích řady zemí účastnících se šetření.

Další části této kapitoly uvádějí podrobný popis přírodovědného obsahu a operací v šetření TIMSS 2019. Obsahová složka (přírodovědný obsah) je popsána zvlášť pro 4. a 8. ročník, operace pro oba ročníky dohromady. Závěrečná část kapitoly je věnována vědeckým postupům.

4.1 Přírodovědný obsah – 4. ročník

Ve 4. ročníku je přírodovědný obsah rozdělen do tří tematických okruhů: *živá příroda*, *neživá příroda* a *nauka o Zemi*. Každý tematický okruh se skládá z několika tematických celků, které jsou podrobněji členěny na jednotlivá témata. Každé téma je dále popsáno pomocí specifických cílů, které představují žákovy dosažené znalosti, dovednosti a schopnosti, které jsou hodnoceny. Každému tématu je věnováno přibližně stejné množství testovacího času, to znamená, že každý cíl má stejnou váhu ve smyslu počtu úloh, pomocí nichž se dosažení cíle hodnotí. Slovesa použitá k popisu očekávaného žakovského výkonu vyjadřují míru kognitivního výkonu žáků 4. ročníku. Tyto kognitivní výkony pak mohou být přiřazeny jedné ze tří kategorií operací (prokazování znalostí, používání znalostí, uvažování).

4.1.1 Živá příroda

Studium živé přírody umožňuje žákům 4. ročníku rozvinout jejich přirozený zájem o přírodní prostředí, ve kterém žijí, a lépe jej pochopit. V šetření TIMSS 2019 je tematický okruh *živá příroda* zastoupen pěti tematickými celky:

- vlastnosti a životní procesy organismů,
- životní cykly, rozmnožování a dědičnost,
- organismy, prostředí a jejich vzájemné vztahy,
- ekosystémy,
- lidské zdraví.

Na prvním stupni základní školy by si žáci měli začít budovat znalosti o obecných vlastnostech organismů, projevech života, vzájemných vztazích mezi organismy i mezi organismy a prostředím. Postupně by se měli seznámit se základními přírodovědnými koncepty, které se týkají životních cyklů, dědičnosti a lidského zdraví, aby na základě těchto znalostí mohli ve vyšších ročnících lépe porozumět tomu, jak funguje lidské tělo.

Vlastnosti a životní procesy organismů

1. Rozdíly mezi živými organismy a neživými věcmi a co živé organismy potřebují k životu:
 - A. Znát a popsat rozdíly mezi živými organismy a neživými věcmi (tj. všechny živé organismy se rozmnožují, rostou, vyvíjejí se, reagují na podněty a umírají; neživé věci to nedělají).
 - B. Určit, co živé organismy potřebují k životu (tj. vzduch, vodu, živiny a prostředí, ve kterém žijí).
2. Tělesné vlastnosti a způsoby chování hlavních skupin organismů:
 - A. Porovnat tělesné vlastnosti a způsoby chování následujících hlavních skupin organismů (tj. hmyzu, ptáků, savců, ryb, plazů, kvetoucích rostlin) a popsat rozdíly mezi nimi.
 - B. Poznat nebo uvést příklady zástupců hlavních skupin organismů (tj. hmyzu, ptáků, savců, ryb, plazů, kvetoucích rostlin).
 - C. Rozlišit skupiny živočichů s páteří a bez páteře.

3. Funkce hlavních orgánů živých organismů:

- A. Přiřadit hlavní orgány živočichů k jejich funkcím (např. zuby rozmělnují potravu, kosti podpírají tělo, plíce přijímají vzduch, srdce pumpuje krev, žaludek tráví potravu, svaly hýbají tělem).
- B. Přiřadit hlavní části rostlin k jejich funkcím (tj. kořeny přijímají vodu a živiny a uchycují rostlinu v zemi, listy vytvářejí živiny, stonk rozvádí vodu a živiny, okvětní lístky lákají opylovače, rostliny vytvářejí semena, ze semen vznikají nové rostliny).

Životní cykly, rozmnožování a dědičnost

1. Fáze životních cyklů běžných rostlin a živočichů a rozdíly mezi nimi:

- A. Určit hlavní fáze životního cyklu rostlin (tj. klíčení, růst a vývoj, rozmnožování, rozptýlení semen).
- B. Znat, porovnat a popsat rozdíly mezi životními cykly známých rostlin a živočichů (např. stromů, fazolí, lidí, žab, motýlů).

2. Dědičnost a rozmnožovací strategie:

- A. Vědět, že se rostliny a živočichové rozmnožují s jedinci téhož druhu a jejich potomci jsou podobní rodičům.
- B. Rozlišovat mezi zděděnými znaky rostlin a živočichů (např. počet okvětních lístků, barva okvětních lístků, barva očí, barva vlasů) a znaky, které nejsou zděděné (např. ulomené větve u stromů, délka lidských vlasů).
- C. Určit a popsat různé strategie živých organismů zvyšující počet potomků, kteří přežijí (např. rostliny produkují hodně semen, savci se starají o svá mláďata).

Organismy, prostředí a jejich vzájemné vztahy

1. Tělesné znaky a chování organismů, které jim pomáhají přežít v jejich prostředí:

- A. Dát do vztahu tělesné znaky rostlin a živočichů s jejich životním prostředím a popsat, jak jim tyto znaky pomáhají přežít (např. silný stonk, vosková vrstva na povrchu rostliny a hluboký kořen pomáhají rostlině přežít v prostředí s nedostatkem vody; zbarvení těla pomáhá živočichům skrýt se před predátory).
- B. Dát do vztahu chování živočichů s jejich životním prostředím a popsat, jak jim toto chování pomáhá přežít (např. stěhování nebo zimní spánek pomáhají živočichům přežít v období, kdy je nedostatek potravy).

2. Odezva organismů na podmínky prostředí:

- A. Vědět a popsat, jak rostliny reagují na podmínky prostředí (např. množství dostupné vody, množství slunečního světla).
- B. Vědět a popsat, jak různí živočichové reagují na změny podmínek prostředí (např. světlo, teplotu, nebezpečí); vědět a popsat, jak lidské tělo reaguje na vysoké a nízké teploty, cvičení a nebezpečí.

3. Vliv člověka na životní prostředí:

- A. Vědět, že lidské chování může mít nepříznivý nebo příznivý dopad na životní prostředí (např. nepříznivý dopad na znečištění vzduchu a vody, přínosy ze snížení znečištění vody a vzduchu); obecně popsat a uvést příklady, jak znečištění působí na lidi, rostliny, živočichy a jejich životní prostředí.

Ekosystémy

1. Běžné ekosystémy:

A. Přiřadit běžné rostliny a živočichy (např. stálezelené stromy, žáby, lvy) k jejich společenstvům (např. les, rybník, savana).

2. Vztahy v jednoduchých potravních řetězcích:

A. Vědět, že všechny rostliny a živočichové potřebují živiny, aby měli energii pro svou existenci / pro svůj život a látky pro svůj růst a regeneraci; vysvětlit, že rostliny potřebují pro tvorbu živin sluneční světlo, zatímco živočichové získávají živiny tím, že jedí rostliny nebo jiné živočichy.

B. Doplnit model jednoduchého potravního řetězce, který obsahuje běžné rostliny a živočichy žijící ve známých ekosystémech, například v lese nebo v poušti.

C. Popsat role živých organismů v jednotlivých stupních jednoduchého potravního řetězce (např. rostliny si samy vytvářejí živiny, některá zvířata se živí rostlinami, další zvířata požírají zvířata, která se živí rostlinami).

D. Poznat a popsat běžné druhy predátorů a jejich kořisti.

3. Konkurence v ekosystémech:

A. Vysvětlit, že v ekosystému určité druhy organismů soupeří s jinými organismy o prostor nebo o potravu.

Lidské zdraví

1. Přenos, prevence a projevy infekčních onemocnění:

A. Dát do souvislosti přenos běžných infekčních onemocnění s kontaktem mezi lidmi (např. dotyk, kýchání, kašláni).

B. Určit nebo popsat některé způsoby prevence přenosu infekčních onemocnění (např. očkování, mytí rukou, vyhýbání se kontaktu s nemocnými lidmi); rozpoznat běžné příznaky nemoci (např. zvýšená tělesná teplota, kašel, bolest břicha).

2. Způsoby zachování dobrého zdraví:

A. Popsat každodenní chování, které přispívá k zachování dobrého zdraví (např. vyvážená strava, pravidelné cvičení, čištění zubů, dostatek spánku, ochrana proti slunečnímu záření); určit běžné složky vyvážené stravy (např. ovoce, zelenina, obiloviny).

4.1.2 Neživá příroda

Na prvním stupni základní školy se žáci seznamují s tím, jak lze fyzikální a chemické jevy, které pozorují ve svém každodenním životě, vysvětlit pomocí přírodních pojmů. Tematický okruh *neživá příroda* je rozdělen do tří tematických celků:

- třídění a vlastnosti látek, změny látek,
- formy a přenos energie,
- síla a pohyb.

Žáci 4. ročníku by měli znát různá skupenství látek (pevné, kapalné, plynné) a jejich běžné změny. Tyto znalosti jsou nutným předpokladem pro pozdější studium chemie a fyziky. Dále by měli znát běžné formy a zdroje energie včetně jejich praktického využití a mít základní povědomí o světle, zvuku, elektřině a magnetismu. Učivo o silách a pohybu klade v tomto

věkovém období důraz na pochopení sil a na vztahy mezi silami a pohyby, které žáci mohou kolem sebe běžně pozorovat, například působení gravitace nebo tlak a tah.

Třídění a vlastnosti látek, změny látek

1. Skupenství látek a charakteristické rozdíly mezi skupenstvími:

- A. Poznat a popsat tři skupenství látek (tj. pevné látky mají stálý tvar a objem; kapalné látky mají stálý objem, ale nemají stálý tvar; plynné látky nemají ani stálý tvar, ani objem).

2. Fyzikální vlastnosti látek jako základ pro jejich třídění:

- A. Porovnat a třídít předměty a látky na základě jejich fyzikálních vlastností (např. hmotnosti, objemu, skupenství, schopnosti vést teplo nebo elektrický proud, přitahování magnetem, plavání na vodní hladině nebo klesnutí na dno).³
- B. Určit vlastnosti kovů (tj. vedení elektrického proudu, vedení tepla) a uvést tyto vlastnosti do souvislosti s použitím kovů (např. měděný elektrický drát, železný hrnec).
- C. Popsat příklady směsí a způsoby fyzikálního oddělování složek směsí (např. přesívání, filtrace, odpařování, přitahování magnetem).

3. Magnetická přitažlivost a odpudivost:

- A. Vědět, že magnety mají dva póly a že se souhlasné póly odpuzují a nesouhlasné přitahují.
- B. Vědět, že magnety přitahují některé kovové předměty.

4. Fyzikální změny pozorovatelné v každodenním životě:

- A. Určit pozorovatelné změny látek, které nevedou ke vzniku nových látek s jinými vlastnostmi (např. rozpouštění, promáčknutí hliníkové konvičky).
- B. Vysvětlit, že látka přechází z jednoho skupenství do druhého skupenství zahříváním či ochlazováním; popsat změny ve skupenství vody (tj. tání, tuhnutí, var, vypařování, kondenzace).
- C. Určit způsoby, kterými lze dosáhnout rychlejšího rozpuštění pevné látky v daném množství vody (tj. zvýšení teploty, míchání, rozdrcení pevné látky na menší kousky); porovnat jednoduché roztoky a rozlišit méně a více koncentrované roztoky.

5. Chemické změny pozorovatelné v každodenním životě:

- A. Určit pozorovatelné změny látek, které vedou ke vzniku nových látek s jinými vlastnostmi (např. hnití, kažení potravin; hoření; rezivění).

Formy a přenos energie

1. Běžné zdroje energie a jejich využití:

- A. Určit zdroje energie (např. Slunce, tekoucí voda, vítr, uhlí, ropa, plyn) a vědět, že energie je potřeba k pohybu předmětů, k topení a svícení.

2. Světlo a zvuk v každodenním životě:

- A. Uvést známé fyzikální jevy (např. stín, odraz, duhu) do souvislosti s chováním světla.

³ Pozn.: Od žáků 4. ročníku základní školy se neočekává schopnost rozlišovat mezi hmotností [kg] a tíhou [N].

- B. Uvést známé fyzikální jevy (např. vibrace, ozvěnu) do souvislosti se vznikem a chováním zvuku.

3. Přenos tepla:

- A. Vědět, že horké předměty mají vyšší teplotu než studené předměty; popsat, co se stane, když horký předmět přijde do kontaktu se studeným předmětem (tj. teplota horkého předmětu klesne a teplota studeného předmětu se zvýší).

4. Elektřina a jednoduché elektrické obvody:

- A. Rozpoznat, že elektrická energie v obvodu může být přeměněna v jinou formu energie (např. v teplo, světlo, zvuk).
- B. Vysvětlit na příkladu jednoduchých elektrických zařízení (např. kapesní svítilny), že elektrický obvod funguje jen jako uzavřený (nerozpojený).

Síla a pohyb

1. Známé síly a pohyb těles:

- A. Rozpoznat, že gravitace je síla, která přitahuje tělesa k Zemi.
- B. Vědět, že síla (tj. tlačení nebo tažení) může uvést těleso do pohybu nebo změnit jeho pohyb; porovnat účinky různých velikých sil působících na těleso ve stejném směru nebo v opačných směrech; rozpoznat, že třecí síla působí proti směru pohybu (např. že tření působící proti tlačení nebo tažení ztěžuje pohyb tělesa po podložce).

2. Jednoduché stroje:

- A. Rozpoznat, že jednoduché stroje (např. páka, kladka, kolo, nakloněná rovina) usnadňují pohyb (např. usnadňují zdvihání břemen, snižují velikost potřebné síly, mění vzdálenost, mění směr působení síly).

4.1.3 Nauka o Zemi

Nauka o Zemi se zabývá studiem planety Země a jejím postavením ve sluneční soustavě. Ve 4. ročníku se zaměřuje hlavně na ty objekty, jevy a procesy, které mohou žáci běžně pozorovat kolem sebe. Vzhledem k tomu, že v kurikulech zemí zapojených do šetření TIMSS neexistuje jednoznačný průnik vzdělávacího obsahu, byly vybrány tři tematické celky, které jsou všeobecně považovány za důležité pro získání základního povědomí o planetě Zemi, na níž žijeme, i jejím postavením ve sluneční soustavě:

- fyzikální vlastnosti, zdroje a historie Země,
- počasí a podnebí na Zemi,
- Země ve sluneční soustavě.

Ve 4. ročníku základní školy by žáci měli mít všeobecné znalosti o struktuře a fyzikálních vlastnostech zemského povrchu a o využívání nejdůležitějších zdrojů, které Země člověku poskytuje. Dále by žáci měli být schopni popsat některé pozorovatelné změny na Zemi a chápat, v jakém časovém horizontu k těmto změnám dochází. Žáci 4. ročníku by rovněž měli být schopni prokázat základní znalosti o postavení Země ve sluneční soustavě a uvést tyto znalosti do souvislosti s pravidelnými změnami, které pozorujeme na Zemi a na obloze.

Fyzikální vlastnosti, zdroje a historie Země

1. Fyzikální vlastnosti zemského systému:

- A. Vědět, že zemský povrch je tvořen pevninou a vodou v nerovnoměrném poměru (více vody než pevniny) a že je obklopen vzduchem; popsat, kde se nalézá sladká a slaná voda; určit, že voda v potocích a řekách teče z hor do moří nebo jezer.

2. Přírodní zdroje Země:

- A. Uvést některé přírodní zdroje, které se využívají v každodenním životě (např. voda, vítr, půda, dřevo, ropa, zemní plyn, nerosty).
- B. Vysvětlit důležitost odpovědného využívání obnovitelných a neobnovitelných zdrojů (např. fosilních paliv, dřeva, vody).

3. Historie Země

- A. Vědět, že vítr a voda mění krajinu na Zemi a že některé krajinné prvky (např. pohoří, údolí řek) jsou výsledkem pomalých a dlouhotrvajících změn.
- B. Vědět, že v horninách se nacházejí pozůstatky (zkameněliny) živočichů a rostlin z dob dávno minulých, a na základě nálezů zkamenělin činit jednoduché závěry o změnách zemského povrchu.

Počasí a podnebí na Zemi

1. Počasí a podnebí na Zemi

- A. Používat znalosti o změnách skupenství vody k vysvětlování běžných meteorologických jevů (např. tvorba mraků, tvorba rosy, vypařování kaluží, sníh, déšť).
- B. Popsat, jak se v různých zeměpisných polohách může lišit počasí (denní průběh teploty, vlhkost, srážky v podobě deště nebo sněhu, mraky, vítr).
- C. Popsat, jak se v různých zeměpisných polohách a v různých ročních obdobích liší průměrná teplota a průměrné srážky.

Země ve sluneční soustavě

1. Objekty ve sluneční soustavě a jejich pohyby:

- A. Určit Slunce jako zdroj tepla a světla ve sluneční soustavě; popsat sluneční soustavu jako seskupení planet, které obíhají kolem Slunce.
- B. Vědět, že Měsíc obíhá kolem Země a v průběhu kalendářního měsíce vypadá ze Země jinak.

2. Pohyby Země a jejich projevy pozorované na Zemi:

- A. Vysvětlit, jak střídání dne a noci souvisí s otáčením Země kolem její osy, a doložit otáčení Země na změně vzhledu stínů v průběhu dne.
- B. Popsat, jak střídání ročních období na severní a jižní polokouli souvisí s obíháním Země kolem Slunce v průběhu roku.

4.2 Přírodovědný obsah – 8. ročník

Přírodovědný obsah v 8. ročníku je rozdělen do čtyř tematických okruhů: *biologie, chemie, fyzika, věda o Zemi*. Každé téma je dále popsáno pomocí specifických cílů, které představují žákovy dosažené znalosti, dovednosti a schopnosti, které jsou hodnoceny. Každému tématu je věnováno přibližně stejné množství testovacího času, to znamená, že každý cíl má stejnou váhu ve smyslu počtu úloh, pomocí nichž se dosažení cíle hodnotí. Slovesa použitá k popisu očekávaného žákovského výkonu vyjadřují míru kognitivního výkonu žáků 8. ročníku. Tyto kognitivní výkony pak mohou být přiřazeny jedné ze tří kategorií operací (prokazování znalostí, používání znalostí, uvažování).

4.2.1 Biologie

V 8. ročníku žáci navazují na znalosti o živé přírodě nabyté v nižších ročnících a prohlubují své porozumění důležitým biologickým konceptům, které lze rozdělit do šesti tematických celků:

- vlastnosti a životní procesy organismů,
- buňky a jejich funkce,
- životní cykly, rozmnožování a dědičnost,
- rozmanitost, adaptace (přizpůsobivost) a přirozený výběr,
- ekosystémy,
- lidské zdraví.

Porozumění základním biologickým konceptům z těchto tematických celků je předpokladem pro další studium biologie. Žáci 8. ročníku by měli dát do souvislosti vztah mezi strukturou a funkcí orgánů v organismech. Také by již měli mít základní znalosti o stavbě a funkcích buněk, o procesu fotosyntézy a buněčného dýchání. Poznatky o rozmnožování a dědičnosti, které si žáci osvojují v tomto období, tvoří základ pro pokročilé studium molekulární biologie a molekulární genetiky a znalost mechanismů adaptace a přirozeného výběru je zase základem pro pochopení evoluce. Z hlediska zodpovědného přístupu k ochraně životního prostředí je dále důležité, aby žáci rozuměli procesům a vzájemným vztahům v ekosystémech. Konečně vědecky podložené vědomosti o lidském zdraví umožní žákům lépe pečovat o svůj vlastní život i životy druhých.

Vlastnosti a životní procesy organismů

1. Rozdíly mezi hlavními taxonomickými skupinami organismů:

- A. Určit znaky, které definují rozdíly mezi hlavními taxonomickými skupinami organismů (tj. rostlinami, živočichy, houbami; savci, ptáky, plazy, rybami, obojživelníky a hmyzem).
- B. Rozpoznat a třídit zástupce hlavních taxonomických skupin organismů (tj. rostlin, živočichů, hub; savců, ptáků, plazů, ryb, obojživelníků, hmyzu).

2. Struktura a funkce hlavních orgánových soustav:

- A. Lokalizovat a určit hlavní orgány (např. plíce, žaludek, mozek) a části hlavních orgánových soustav (např. dýchací soustavy, trávicí soustavy) v lidském těle.
- B. Porovnat hlavní lidské orgány a orgánové soustavy s orgány a orgánovými soustavami jiných obratlovců a určit rozdíly mezi nimi.
- C. Vysvětlit roli hlavních orgánů a orgánových soustav (např. oběhové, dýchací) v udržení života.

3. Fyziologické procesy živočichů:

- A. Znát reakce živočichů na vnější a vnitřní změny s cílem udržet stabilní tělesné podmínky (např. zvýšení tepu při cvičení, pocit žízně při dehydrataci, pocit hladu při potřebě energie, pocení v horku, chvění v chladu).

Buňky a jejich funkce

1. Struktura a funkce buněk:

- A. Vysvětlit, že živé organismy jsou složeny z buněk, které vykonávají životně důležité funkce a rozmnožují se dělením.
- B. Určit hlavní části buňky (buněčná stěna, buněčná membrána, jádro, chloroplast, vakuola, mitochondrie) a popsat jejich základní funkce.
- C. Vědět, že buněčná stěna a chloroplasty odlišují rostlinnou buňku od živočišné.
- D. Vysvětlit, že tkáně, orgány a orgánové soustavy jsou složeny ze skupin buněk se specializovanou strukturou a funkcemi.

2. Proces fotosyntézy a buněčného dýchání:

- A. Popsat základní proces fotosyntézy (tj. potřeba světla, oxidu uhličitého, vody, chlorofylu; tvorba glukózy/cukru; uvolnění kyslíku).
- B. Popsat základní proces buněčného dýchání (tj. potřeba kyslíku a glukózy/cukru; tvorba energie; uvolnění oxidu uhličitého a vody).

Životní cykly, rozmnožování a dědičnost

1. Životní cykly a vzorce vývoje:

- A. Porovnat životní cykly, růst a vývoj různých skupin organismů (savců, ptáků, obojživelníků, hmyzu, rostlin) a určit rozdíly mezi nimi.

2. Pohlavní rozmnožování a dědičnost u rostlin a živočichů:

- A. Vědět, že při pohlavním rozmnožování vznikají potomci spojením vajíčka a spermie a tito potomci jsou podobní rodičům, nejsou však totožní s žádným z rodičů; dát dědičnost charakteristických znaků organismů do souvislosti s předáváním genetického materiálu potomkům.
- B. Vědět, že znaky organismů jsou zakódovány v jejich DNA a že DNA je genetická informace, která se nachází v chromozomech umístěných v jádru každé buňky.
- C. Rozlišit zděděné vlastnosti od vlastností získaných a naučených.

Rozmanitost, adaptace (přizpůsobivost) a přirozený výběr

1. Variabilita jako základ přirozeného výběru:

- A. Vědět, že rozdíly ve fyzických znacích a ve znacích chování mezi jedinci v populaci dávají některým jedincům větší šanci na přežití a na předání těchto znaků potomkům.
- B. Chápat souvislost mezi přežitím nebo vyhynutím druhů a jejich úspěšností v rozmnožování v měnícím se prostředí (přirozený výběr).

2. Důkazy o proměnách života na Zemi v průběhu času:

- A. Vyvodit závěry o relativní délce existence hlavních skupin organismů na Zemi na základě zkamenělin.

- B. Popsat, jak podobnosti a rozdíly mezi žijícími druhy a zkamenělinami dokazují změny, ke kterým u organismů dochází v průběhu času, a rozpoznat, že míra podobnosti znaků je důkazem společného původu.

Ekosystémy

1. Tok energie v ekosystémech:

- A. Určit a uvést příklady producentů, konzumentů a destruentů (rozkladačů); nakreslit nebo interpretovat diagramy potravních řetězců.
- B. Popsat toky energie v ekosystému (tj. tok energie od producentů ke konzumentům, přičemž z jedné úrovně na druhou je přenášena jen část této energie); nakreslit nebo interpretovat potravní pyramidy.

2. Koloběh vody, kyslíku a uhlíku v ekosystémech:

- A. Popsat roli živých organismů v koloběhu vody v ekosystému (tj. rostliny přijímají vodu z půdy a vydávají vodu svými listy; živočichové přijímají vodu a vydávají vodu při dýchání a vylučování).
- B. Popsat roli živých organismů v koloběhu kyslíku a uhlíku v ekosystému (tj. rostliny při fotosyntéze přijímají ze vzduchu oxid uhličitý, uvolňují do vzduchu kyslík a ukládají do svých buněk uhlík; živočichové při dýchání přijímají ze vzduchu kyslík a uvolňují do vzduchu oxid uhličitý).

3. Vzájemné vztahy mezi populacemi organismů v ekosystémech:

- A. Popsat a uvést příklady konkurence mezi populacemi nebo organismy v ekosystému.
- B. Popsat a uvést příklady predace (kořistění – dravého způsobu života) v ekosystému.
- C. Popsat a uvést příklady symbiózy mezi populacemi organismů v ekosystému (např. ptáci a hmyz opylují rostliny, ptáci čistí vysokou zvěř či dobytek od hmyzu).

4. Faktory ovlivňující velikost populace v ekosystému:

- A. Popsat faktory, které ovlivňují růst rostlin a živočichů; určit faktory, které omezují velikost populace (např. nemoci, predátoři, nedostatek potravy, sucho).
- B. Předvídat, jak změny v ekosystému (např. změny v dostupnosti vody, příchod nové populace, lov, migrace) mohou ovlivnit dostupnost zdrojů a rovnováhu mezi populacemi.

5. Vliv člověka na životní prostředí:

- A. Popsat a vysvětlit, jak může mít chování člověka příznivý dopad na životní prostředí (např. vysazování lesů, snižování znečištění vzduchu a vody, ochrana ohrožených druhů).
- B. Popsat a vysvětlit, jaké chování člověka může mít nepříznivý dopad na životní prostředí (např. vypouštění odpadních vod z továren do vodních toků, uvolňování skleníkových plynů a znečišťujících látek do ovzduší při spalování fosilních paliv); popsát a uvést příklady, jak znečištění vzduchu, vody a půdy působí na lidi, rostliny a živočichy (např. znečištění vody snižuje výskyt rostlin a živočichů ve vodním prostředí).

Lidské zdraví

1. Příčiny, šíření a prevence nemocí, odolnost vůči nemocem:

- A. Popsat příčiny, šíření a prevenci běžných onemocnění (např. chřipky, spalniček, malárie, HIV).
- B. Popsat roli lidského imunitního systému při obraně proti nemocem a při uzdravování (tj. protilátky v krvi pomáhají tělu chránit se před infekcí, bílé krvinky bojují proti infekci).

2. Důležitost zdravé stravy, cvičení a životního stylu pro udržování zdraví:

- A. Vysvětlit důležitost zdravé stravy, cvičení a životního stylu pro udržování zdraví a prevenci nemocí (např. srdečních chorob, vysokého krevního tlaku, cukrovky, rakoviny kůže, rakoviny plic).
- B. Určit zdroje živin v potravinách (vitamínů, minerálů, bílkovin, cukrů a tuků) a roli živin ve zdravé stravě.

4.2.2 Chemie

V 8. ročníku by už výuka chemie měla jít nad rámec přímo pozorovatelných procesů a jevů, které nás denně obklopují. Žáci by si měli osvojit základní chemické koncepty a principy, které jsou nezbytné pro pochopení praktických aplikací chemie i její další studium. Tematický okruh *chemie* obsahuje tři tematické celky:

- složení látek,
- vlastnosti látek,
- chemické změny.

Žáci by se měli seznámit se složením látek, rozlišovat prvky, sloučeniny a směsi a chápat, že látky jsou složeny z částic. Součástí učiva o složení látek je také používání periodické tabulky jako systému uspořádání prvků. Od žáků 8. ročníku se dále očekává, že budou schopni odlišit fyzikální a chemické vlastnosti látek a prokážou znalosti o vlastnostech směsí, roztoků, kyselin a zásad. Výuka chemických změn se v tomto období zaměřuje především na vlastnosti chemických změn a na zákon zachování hmotnosti v průběhu chemických změn.

Složení látek

1. Stavba atomů a molekul:

- A. Popsat, že atomy jsou složeny z elementárních částic (záporně nabitě elektrony obklopují jádro, které je složeno z kladně nabitých protonů a z neutronů bez náboje).
- B. Popsat, že látky jsou složeny z částic (atomů a molekul), a popsat molekuly jako částice složené z atomů (např. H_2O , O_2 , CO_2).

2. Prvky, sloučeniny a směsi:

- A. Popsat rozdíly mezi prvky, sloučeninami a směsmi; rozlišit čisté látky (prvky a sloučeniny) od směsí (stejnorodých a různorodých) na základě jejich vzniku a složení.

3. Periodická tabulka prvků:

- A. Vědět, že periodická tabulka je uspořádání známých prvků; vědět a popsat, že prvky jsou uspořádány podle počtu protonů v atomovém jádru.

- B. Vědět, že z umístění prvku v periodické tabulce (z jeho umístění v určitém řádku čili periodě a sloupci čili skupině) lze předpovědět jeho vlastnosti (např. reaktivitu, zda je to kov, nebo nekov) a že prvky ze stejné skupiny mají některé společné vlastnosti.

Vlastnosti látek

1. Fyzikální a chemické vlastnosti látek:

- A. Rozlišit fyzikální a chemické vlastnosti látek.
- B. Dát do souvislosti fyzikální vlastnosti látek (např. bod tání a varu, rozpustnost, tepelná vodivost) s jejich využitím.
- C. Dát do souvislosti chemické vlastnosti látek (např. tendence ke korozi, hořlavost) s jejich využitím.

2. Fyzikální a chemické vlastnosti látek jako základ pro jejich třídění:

- A. Třídít látky podle jejich fyzikálních vlastností, které mohou být demonstrovány nebo měřeny (např. hustota, bod tání nebo varu, rozpustnost, magnetické vlastnosti, elektrická nebo tepelná vodivost).
- B. Třídít látky podle jejich chemických vlastností (např. kovy a nekovy).

3. Směsi a roztoky:

- A. Vysvětlit využití fyzikálních metod k oddělování složek směsí.
- B. Popsat roztoky jako látky (pevné, kapalné či plynné) rozpuštěné v rozpouštědle a dát do souvislosti koncentraci roztoku s množstvím rozpuštěné látky a rozpouštědla.
- C. Vysvětlit, jak teplota, míchání a plocha povrchu, která je v kontaktu s rozpouštědlem, ovlivňují rychlost, jakou se rozpuštěné látky rozpouštějí.

4. Vlastnosti kyselin a zásad:

- A. Rozpoznat běžné látky jako kyseliny nebo zásady na základě jejich vlastností (kyseliny mají pH nižší než 7; potravinářské kyseliny mají obvykle kyselou chuť; zásady zpravidla nereagují s kovy; zásady jsou na dotek kluzké).
- B. Vědět, že indikátory po přidání kyseliny nebo zásady mění barvu.
- C. Vědět, že kyseliny a zásady se vzájemně neutralizují.

Chemické změny

1. Znaky chemických změn:

- A. Odlišit chemické změny od změn fyzikálních na základě přeměny (reakce) jedné či více čistých látek (reaktantů) na jiné čisté látky (produkty).
- B. Podat důkaz (tj. změna teploty, tvorba plynu, tvorba sraženiny, změna barvy nebo vyžáření světla), že došlo k chemické změně.
- C. Vědět, že v běžných oxidačních reakcích (tj. hoření, koroze, ztráta lesku) je zapotřebí kyslík, a dát tyto reakce do souvislosti s procesy z každodenního života (např. hoření dřeva či ochrana kovů).

2. Hmota a energie v chemických reakcích:

- A. Vědět, že při chemické reakci je zachována hmota, tedy že všechny atomy, které byly přítomny na začátku reakce, jsou přítomny také po jejím skončení, ale jsou jinak uspořádány a tvoří jiné látky.
- B. Vědět, že při některých chemických reakcích se uvolňuje energie (teplo) a při jiných se energie spotřebovává, a rozřadit známé chemické reakce (např. hoření, neutralizace, mísení látek v chladicím sáčku, kde díky chemické reakci dochází k ochlazení sáčku) na ty, které teplo uvolňují, a na ty, které ho spotřebovávají.
- C. Vědět, že chemické reakce probíhají různými rychlostmi a že rychlost chemické reakce lze ovlivnit změnou podmínek, ve kterých reakce probíhá (např. plocha povrchu, teplota, koncentrace).

3. Chemické vazby:

- A. Vědět, že chemická vazba vzniká v důsledku přitažlivosti mezi atomy ve sloučenině a že se na vzniku chemické vazby podílejí elektrony atomů.

4.2.3 Fyzika

Podobně jako u chemie se i u fyziky předpokládá, že by výuka v 8. ročníku měla pokročit od přímo pozorovatelných každodenních procesů a jevů k porozumění základním fyzikálním konceptům a principům, které jsou nezbytné pro pochopení praktických aplikací fyziky i její další studium. Tyto základní fyzikální koncepty a principy jsou v šetření TIMSS 2019 rozděleny do pěti tematických celků:

- skupenství látek a jeho změny,
- přeměny a přenos energie,
- světlo a zvuk,
- elektřina a magnetismus,
- síla a pohyb.

Žáci 8. ročníku by měli být schopni popsat procesy, které probíhají při změnách skupenství látek, a chápat souvislost mezi skupenstvím látek a vzdáleností a pohybem částic. Dále by měli být schopni určit a pojmenovat různé formy energie, popsat jednoduché přeměny energie, v praktických situacích použít zákon zachování energie a rozumět rozdílu mezi teplem a teplotou. Žáci 8. ročníku by měli znát základní vlastnosti světla a zvuku, být schopni dát je do souvislosti s pozorovatelnými jevy a řešit praktické úlohy s využitím znalostí o chování světla a zvuku. V oblasti elektřiny a magnetismu by žáci měli mít znalosti o elektrické vodivosti běžných látek, o toku elektrického proudu v elektrických obvodech a o rozdílech mezi sériovým a paralelním zapojením. Dále by měli být schopni popsat vlastnosti a využití permanentních magnetů a elektromagnetů. Z oblasti sil a pohybu by měli znát základní druhy a vlastnosti sil a rozumět fungování jednoduchých strojů. Navíc by měli mít povědomí o hustotě a tlaku a měli by umět předpovědět změny pohybu tělesa, když na něj začne působit síla.

Skupenství látek a jeho změny

1. Pohyb částic v pevných látkách, kapalinách a plynech:

- A. Vědět, že atomy a molekuly v látkách jsou v neustálém pohybu, a popsat rozdíly v relativním pohybu a vzájemných vzdálenostech částic u pevných látek, kapalin a plynů; vysvětlit fyzikální vlastnosti pevných látek, kapalin a plynů (tj. objem, tvar, hustota, stlačitelnost) na základě znalostí o pohybu a vzájemných vzdálenostech mezi částicemi.

- B. Dát do souvislosti změny teploty plynu se změnami jeho objemu a/nebo tlaku a se změnami průměrné rychlosti jeho částic; dát do souvislosti tepelnou roztažnost pevných látek a kapalin se změnou teploty a změnou průměrné vzdálenosti mezi částicemi.

2. Změny skupenství látek:

- A. Popsat změny skupenství (tj. tání, tuhnutí, var, vypařování, kondenzaci a sublimaci) jako důsledek dodání nebo odebrání tepla.
- B. Dát do souvislosti rychlost změny skupenství s fyzikálními podmínkami (např. plochou povrchu, okolní teplotou).

3. Fyzikální změny:

- A. Vědět, že při fyzikálních změnách nevznikají nové látky.
- B. Vysvětlit, že hmotnost při fyzikálních změnách zůstává stejná (např. při změně skupenství, rozpouštění pevných látek, teplotní roztažnosti).

Přeměny a přenos energie

1. Formy energie a zachování energie:

- A. Určit různé formy energie (např. kinetická, potenciální, světelná, zvuková, elektrická, tepelná, chemická).
- B. Popsat přeměnu energie v běžných procesech (např. při spalování paliva v motoru při pohánění auta, při fotosyntéze, při výrobě energie ve vodních elektrárnách); vědět, že celkové množství energie v uzavřeném systému je vždy zachováno.

2. Přenos tepelné energie a tepelná vodivost látek:

- A. Vědět, že při tání, varu a tuhnutí zůstává teplota konstantní, ale tepelná energie se během změny skupenství zvyšuje nebo snižuje.
- B. Dát ohřívání a ochlazování do souvislosti s přenosem tepla z tělesa nebo prostředí s vyšší teplotou na těleso nebo prostředí s nižší teplotou; vědět, že teplé předměty se ochlazují a studené předměty se ohřívají, dokud nedosáhnou stejné teploty jako okolní prostředí.
- C. Rozpoznat, že kondukce (vedení), konvekce (proudění) a radiace (záření, sálání) jsou způsoby přenosu tepelné energie; porovnat relativní tepelnou vodivost různých látek.

Světlo a zvuk

1. Vlastnosti světla:

- A. Popsat či určit základní vlastnosti světla (tj. rychlost; šíření různým prostředím; odraz, lom, absorpce a rozklad bílého světla na barevné složky); uvést pozorovanou barvu předmětů do souvislosti s odraženým nebo pohlceným světlem.
- B. Řešit praktické úlohy zahrnující odraz světla na rovinném zrcadle a tvorbu stínů; interpretovat jednoduché diagramy znázorňující průchod paprsků.

2. Vlastnosti zvuku:

- A. Vědět, že zvuk je vlnový jev způsobený vibrací a charakterizovaný hlasitostí (amplitudou) a výškou (frekvencí); popsat některé základní vlastnosti zvuku (šíří se v látkovém prostředí, odraz a absorpce na povrchu, různá rychlost v různých prostředích, šíří se vždy pomaleji než světlo).

- B. Uvést běžné jevy (např. ozvěnu, zaznění hromu až po spatření blesku) do souvislosti s vlastnostmi zvuku.

Elektrina a magnetismus

1. Vodiče a tok elektrického proudu v elektrických obvodech:

- A. Třídít látky na elektrické vodiče a izolanty; určit elektrické součástky nebo materiály, které lze použít k vytvoření uzavřených obvodů.
- B. Poznat schémata znázorňující uzavřené elektrické obvody; popsat faktory, které ovlivňují tok elektrického proudu v sériových nebo paralelních obvodech (např. počet baterií a/nebo žárovek).

2. Vlastnosti a využití permanentních magnetů a elektromagnetů:

- A. Uvést vlastnosti permanentních magnetů (dva opačné póly, přitahování/odpuzování, velikost magnetické síly závisí na vzdálenosti) do souvislosti s jejich využitím v běžném životě (např. v kompasu).
- B. Popsat vlastnosti, které jsou typické pro elektromagnety (velikost magnetické síly závisí na elektrickém proudu, počtu závitů cívky a druhu kovu použitého jako jádro; magnetickou přitažlivost lze zapnout a vypnout; magnet lze přepólovat), a uvést vlastnosti elektromagnetů do souvislosti s jejich využitím v běžném životě (např. v domovním zvonku, v továrně na recyklaci).

Síly a pohyb

1. Pohyb

- A. Chápat rychlost tělesa jako změnu jeho polohy (dráhu) v čase a zrychlení jako změnu rychlosti v čase.

2. Běžné síly a jejich vlastnosti:

- A. Popsat běžné druhy mechanických sil (např. gravitační, normálová, třecí, pružnosti, vztlaková); chápat a popsat tíhu jako důsledek gravitace; rozlišit kontaktní a nekontaktní síly (např. třecí síla, gravitační síla).
- B. Vědět, že síly mají velikost a směr a že proti každé síle působící v jednom směru (akce) působí stejně velká síla v opačném směru (reakce); popsat, jak se liší gravitační síla působící na těleso na různých planetách (nebo měsících).

3. Účinky sil:

- A. Popsat fungování jednoduchých strojů (např. páky, nakloněné roviny, kladky, ozubeného soukolí).
- B. Vysvětlit plavání nebo potápění těles jejich hustotou a působením vztlakové síly.
- C. Popsat tlak jako funkci síly a plochy; popsat jevy související s tlakem (např. tlak vody roste s hloubkou, balónek se roztáhne, když se nafoukne).
- D. Předpovědět kvalitativní jednorozměrné změny pohybu tělesa (rychlost a směr), když na něj začnou působit síly; popsat, jak pohyb ovlivňuje třecí síla (plocha kontaktu může zvýšit tření a bránit pohybu).

4.2.4 Věda o Zemi

Témata obsažená v tematickém okruhu *věda o Zemi* vycházejí z geologie, astronomie, meteorologie, hydrologie a oceánografie a souvisejí se základními koncepty biologie, fyziky a chemie. Ačkoli ne ve všech zemích účastnících se šetření TIMSS 2019 je *věda o Zemi* vyučována jako svébytný vyučovací předmět, předpokládá se, že učivo zahrnuté v tomto tematickém okruhu bylo žákům zprostředkováno v rámci integrované výuky přírodních věd nebo v samostatných přírodovědných předmětech včetně zeměpisu či geologie. Pro šetření TIMSS 2019 byly zvoleny čtyři tematické celky obsahující učivo o planetě Zemi a jejím místě ve vesmíru, které by žáci 8. ročníku měli znát:

- struktura a fyzikální vlastnosti Země,
- geologické procesy, cykly a historie Země,
- přírodní zdroje, jejich využití a zachování,
- Země ve sluneční soustavě a ve vesmíru.

Od žáků 8. ročníků se v tomto tematickém okruhu očekávají všeobecné znalosti o struktuře a fyzikálních vlastnostech Země včetně znalostí o zemských vrstvách a atmosféře. Žáci by si také měli osvojit poznatky o geologických procesech, které probíhaly v minulosti na Zemi, o koloběhu vody, o počasí a podnebí. Měli by také prokázat znalosti o přírodních zdrojích Země, jejich využití a zachování a provázat tyto znalosti s řešením praktických otázek týkajících se hospodaření s přírodními zdroji. Konečně by žáci měli mít znalosti o sluneční soustavě, typických vlastnostech Země, Měsíce a dalších planet a chápat souvislosti mezi pohyby Země a Měsíce a jejich pozorovatelnými projevy.

Struktura a fyzikální vlastnosti Země

1. Struktura a fyzikální vlastnosti Země:

- A. Popsat strukturu Země (tj. zemská kůra, zemský plášť, zemské jádro) a fyzikální vlastnosti těchto částí.
- B. Popsat rozložení vody na Zemi v závislosti na jejím skupenství (led, voda v kapalném stavu a vodní pára) a rozdělení na sladkou a slanou vodu.

2. Složení zemské atmosféry a atmosférické podmínky:

- A. Vědět, že atmosféru tvoří směs plynů; určit relativní zastoupení hlavních složek atmosféry (tj. dusíku, kyslíku, vodní páry, oxidu uhličitého) a znát jejich roli v každodenních procesech.
- B. Dát do souvislosti změny atmosférických podmínek (tj. teploty a tlaku) se změnami nadmořské výšky.

Geologické procesy, cykly a historie Země

1. Geologické procesy:

- A. Popsat hlavní procesy, které probíhají v cyklu přeměny hornin (např. tuhnutí lávy, přeměna sedimentů na horninu vlivem teploty a tlaku, zvětrávání, eroze).
- B. Určit nebo popsat změny zemského povrchu (např. vznik pohoří), které nastaly v důsledku velkých geologických událostí (např. zalednění, pohyb zemských desek a následná zemětřesení a vulkanické erupce).
- C. Vysvětlit vznik zkamenělin a fosilních paliv; na základě důkazů o fosilních nálezích vysvětlit, jak se v průběhu dlouhých časových období měnilo prostředí na Zemi.

2. Koloběh vody na Zemi:

- A. Popsat koloběh vody na Zemi (vypařování, kondenzace, pohyb vody, srážky) a chápat, že zdrojem energie pro koloběh vody je Slunce.
- B. Popsat význam pohybu mraků a toku vody při koloběhu a obnově sladké vody na zemském povrchu.

3. Počasí a podnebí:

- A. Rozlišovat mezi počasím (tj. krátkodobé změny teploty, vlhkosti, srážek ve formě deště nebo sněhu, oblačnosti a povětrnostních podmínek) a podnebí (dlouhodobé typické vzorce počasí v konkrétní geografické oblasti).
- B. Určit typy podnebí na základě údajů nebo map charakterizujících typické vzorce počasí.
- C. Dát podnebí a sezónní změny počasí do souvislosti s globálními i místními faktory (např. se zeměpisnou šířkou, nadmořskou výškou, geografickými podmínkami).
- D. Určit nebo popsat důkazy změny klimatu (např. změn odehrávajících se v dobách ledových, změn spojených s globálním oteplováním).

Přírodní zdroje, jejich využití a zachování

1. Hospodaření se zdroji na Zemi:

- A. Uvést příklady obnovitelných a neobnovitelných zdrojů.
- B. Diskutovat výhody a nevýhody různých zdrojů energie (např. slunečního záření, větru, tekoucí vody, geotermálních zdrojů, uhlí, ropy, zemního plynu, jaderných zdrojů).
- C. Popsat způsoby ochrany přírodních zdrojů a nakládání s odpady (např. recyklování).

2. Využití území a vody:

- A. Vysvětlit, jak běžné způsoby využití území (např. zemědělská činnost, těžba dřeva, těžba nerostných surovin) mohou ovlivnit dané území a vodní zdroje.
- B. Vysvětlit důležitost ochrany vodních zdrojů a popsat způsoby zajišťování pitné vody (např. čištění, odsolování).

Země ve sluneční soustavě a ve vesmíru

1. Pozorovatelné jevy na Zemi související s pohyby Země a Měsíce:

- A. Popsat projevy ročního obíhání Země kolem Slunce při zohlednění sklonu zemské osy (např. střídání ročních období, viditelnost různých souhvězdí v různých obdobích roku).
- B. Vědět, že příliv a odliv je způsoben gravitační přitažlivostí Měsíce, a dát do souvislosti relativní polohu Země, Měsíce a Slunce s fázemi Měsíce a zatměním.

2. Slunce, hvězdy, Země, Měsíc a planety:

- A. Vědět, že Slunce je hvězda a je zdrojem světla a tepla pro všechny prvky sluneční soustavy; vysvětlit, že Slunce a jiné hvězdy svítí svým vlastním světlem, kdežto jiné prvky sluneční soustavy jsou vidět, protože odrážejí sluneční světlo.
- B. Porovnat fyzikální vlastnosti Země s vlastnostmi Měsíce a jiných planet (např. přítomnost a složení atmosféry, průměrnou teplotu povrchu, přítomnost vody, hmotnost, gravitační sílu, vzdálenost od Slunce, dobu oběhu kolem Slunce a otočení kolem vlastní osy, podmínky pro existenci života); vědět, že gravitační síla udržuje planety a měsíce na jejich oběžných drahách.

4.3 Operace v přírodovědě – 4. a 8. ročník

Operační složka je v šetření TIMSS 2019 rozdělena do tří oblastí podle toho, jaké kognitivní výkony se od žáků očekávají při řešení testových úloh. Testové úlohy zaměřené na *prokazování znalostí* ověřují, zda si jsou žáci schopni vybavit a uvést příklady důležitých faktů, konceptů a postupů, které jsou nezbytným základem přírodních věd. Úlohy z oblasti *používání znalostí* po žácích požadují použití těchto znalostí k porovnávání, rozlišování a třídění předmětů, látek či organismů, k vysvětlování konkrétních přírodovědných jevů a k řešení praktických problémů. Třetí typ dovedností *uvažování* žáci uplatní, když využívají přírodovědné poznatky a důkazy k analyzování, syntetizování a zobecňování, často v neznámých situacích a komplexních souvislostech.

Tyto tři typy operací se sledují v obou testovaných ročnících, jejich zastoupení v testu se však liší v závislosti na tom, jak se s věkem vyvíjejí kognitivní schopnosti žáků, jejich zkušenosti a jak se rozšiřuje a prohlubuje jejich porozumění přírodovědnému učivu. Test pro 4. ročník obsahuje více úloh na *prokazování a používání znalostí*, zatímco v testu pro 8. ročník se zvyšuje podíl úloh zaměřených na *uvažování*. Znalostní úlohy, aplikační úlohy i úlohy na *uvažování* jsou odpovídajícím způsobem zastoupeny nejen v testu jako celku, ale také v rámci každého tematického okruhu. Ačkoli sledované typy kognitivních dovedností na sebe navazují v přirozené hierarchii od *prokazování znalostí* po *uvažování*, pro účely testování jsou pro každou oblast operací vyvinuty úlohy pokrývající všechny úrovně obtížnosti.

4.3.1 Prokazování znalostí

Úlohy zaměřené na *prokazování znalostí* ověřují znalosti přírodovědných faktů (vlastností objektů, přírodovědných procesů a jevů) a pomůcek. Správné a dostatečně široké znalosti žákům umožní, aby se úspěšně vypořádali s kognitivně náročnějšími činnostmi, které jsou podstatou vědeckého bádání.

Tabulka č. 6 Kognitivní dovednosti zařazené do oblastí prokazování znalostí

| | |
|---------------------------|---|
| Vybavování a rozpoznávání | Uvést přírodovědná fakta, vztahy a koncepty. Určit vlastnosti konkrétních organismů, látek nebo procesů. Schopnost určit a využít vhodné vědecké postupy a vybavení. Znat a používat vědecké pojmy, symboly, zkratky, jednotky a měřítka. |
| Popisování | Popsat nebo určit správný popis vlastností, stavby a funkcí organismů a látek, vztahů mezi organismy, látkami, procesy a jevy. |
| Uvádění příkladů | Uvést nebo určit příklady organismů, látek a procesů, které mají určité vlastnosti. Doložit tvrzení o přírodovědných faktech či konceptech vhodnými příklady. |

4.3.2 Používání znalostí

Úlohy z oblasti *používání znalostí* požadují, aby žáci uplatnili své znalosti o faktech, vztazích, procesech, konceptech či metodách přírodních věd ve známých situacích, s nimiž se setkali při výuce a učení se.

Tabulka č. 7 Kognitivní dovednosti zařazené do oblasti používání znalostí

| | |
|------------------------------------|---|
| Porovnávání, rozlišování a třídění | Určit nebo popsat podobnosti a rozdíly mezi skupinami organismů, látek nebo procesů. Rozlišit, roztrždit nebo uspořádat předměty, látky, organismy a procesy podle jejich znaků a vlastností. |
| Hledání souvislostí | Dát do souvislosti znalost přírodovědného konceptu s pozorovanými nebo odvozenými vlastnostmi, chováním nebo užitím předmětů, organismů nebo látek. |
| Používání modelů | Používat schémata a jiné modely při prokazování porozumění přírodovědným konceptům, při demonstrování procesů, cyklů, vztahů nebo systémů a při hledání řešení přírodovědných problémů. |
| Interpretace informací | Používat znalosti přírodovědných konceptů k interpretaci informací z textů, tabulek, obrázků nebo jiných grafických znázornění. |
| Vysvětlování | Podat nebo vybrat vhodné vysvětlení pozorované situace nebo přírodního jevu s využitím přírodovědných konceptů či zákonů. |

4.3.3 Uvažování

V úlohách z oblasti *uvažování* musí žáci analyzovat data a jiné informace, vyvozovat závěry a uplatňovat své znalosti v nových situacích. Na rozdíl od *používání znalostí*, které cílí na bezprostřední aplikaci přírodovědných faktů, řeší žáci v oblasti *uvažování* úlohy zasazené do neznámých nebo složitějších situací. V některých úlohách musí zkombinovat více přístupů či strategií řešení. Do této oblasti patří také dovednosti vytvářet hypotézy a navrhnout výzkumné postupy.

Tabulka č. 8 Kognitivní dovednosti zařazené do oblasti uvažování

| | |
|--|--|
| Analyzování | Určit prvky přírodovědného problému a použít pro jeho řešení relevantní informace, koncepty, vztahy a data. |
| Propojování a syntetizování | Zodpovídat otázky, které vyžadují posouzení více různých faktorů nebo souvisejících konceptů. |
| Formulování otázek, hypotéz a předpovědí | Formulovat otázky, které mohou být zodpovězeny vědeckým výzkumem, a předvídat výsledky výzkumu na základě informací o výzkumném plánu. Formulovat testovatelné předpoklady založené na pochopení přírodovědných konceptů a na znalostech získaných ze zkušeností, z pozorování a/nebo z analýzy odborných informací. Využívat vědecké důkazy a přírodovědné koncepty k vytváření předpovědí o dopadech změn v daných biologických nebo fyzikálních podmínkách. |
| Navrhování výzkumných postupů | Navrhovat výzkumy nebo postupy vhodné k zodpovězení přírodovědných otázek nebo k testování hypotéz. Popsat nebo poznat znaky dobře navrženého výzkumu, co se týče měřených a kontrolovaných proměnných a kauzálních vztahů. |
| Hodnocení | Vyhodnotit alternativní vysvětlení. Při rozhodování o výběru postupu nebo látky z několika možných alternativ zvážit jejich výhody a nevýhody. Zhodnotit, zda závěry výzkumu byly podpořeny dostatečným množstvím dat. |
| Vyvozování závěrů | Činit opodstatněné závěry na základě pozorování, důkazů nebo pochopení přírodovědných konceptů. Vyvozovat vhodné závěry, které se vztahují k výzkumným otázkám nebo hypotézám. Prokázat porozumění tomu, co je příčina a co následek. |

| | |
|--------------|--|
| Zobecňování | Vyvozovat obecné závěry, které přesahují experimentální nebo dané podmínky. Aplikovat vyvozené závěry na nové situace. |
| Zdůvodňování | Použít důkazy a přírodovědné znalosti k doložení toho, že vysvětlení, řešení problému nebo závěry výzkumu jsou smysluplné. |

4.4 Vědecké postupy v šetření TIMSS 2019

Vědci se při vědeckém zkoumání řídí základními postupy, které jim umožňují zodpovídat otázky o okolním světě. Žáci by se ve výuce přírodovědných předmětů měli tyto postupy naučit, aby rozuměli tomu, jak se provozuje věda. Postupy vědeckého zkoumání jsou společné všem přírodovědným oborům a vyžadují systematické využívání dovedností získaných ve škole i v běžném životě. V šetření TIMSS 2019 je zastoupeno pět základních postupů, které jsou důležité pro vědecké bádání v jakémkoli oboru:

1. **Formulace otázek na základě pozorování** – součástí vědeckého zkoumání je pozorování jevů v okolním světě. Tato pozorování, posuzovaná ve vztahu k teorii, vedou vědce k otázkám a k následné formulaci testovatelných hypotéz, které tyto otázky pomohou zodpovědět.
2. **Tvorba důkazů** – testování hypotéz vyžaduje navrhování a provádění systematických výzkumů a kontrolovaných experimentů, jejichž výsledkem jsou důkazy, které hypotézu buď potvrdí, nebo vyvrátí. Vědci vztahují své hypotézy a teorie k vlastnostem, které je možné pozorovat nebo měřit, aby mohli takové důkazy získat. K získávání důkazů používají přístroje a postupy, které umožňují změřit či zaznamenat, co je potřeba.
3. **Práce s daty** – jakmile jsou výsledky měření shromážděny, musí je vědci popsat. K tomu často využívají různá vizuální znázornění, která jim pomohou odhalit typické projevy v datech a prozkoumat vztahy mezi proměnnými.
4. **Odpovídání na výzkumné otázky** – vědci používají důkazy z pozorování a výzkumů spolu s teoriemi k zodpovídání otázek a potvrzení nebo vyvrácení hypotéz.
5. **Argumentování na základě důkazů** – vědci používají získané důkazy spolu se svými znalostmi k vysvětlování, ke zdůvodňování, k prokazování smysluplnosti svých závěrů a vysvětlení a k jejich aplikování na nové situace.

Vědecké postupy jsou vždy vázány na kontext zkoumaného přírodovědného jevu a vyžadují uplatnění různých kognitivních činností. Proto úlohy, které v šetření TIMSS 2019 hodnotí schopnost žáků provádět vědecké postupy, testují tyto důležité dovednosti vždy společně s konkrétním přírodovědným obsahem a konkrétní operací.

5 Mapování kontextu v šetření TIMSS 2019

Na to, jakých dosahují žáci výsledků, má vliv řada faktorů. Patří mezi ně například podmínky pro vzdělávání žáků ve školách, výchovně-vzdělávací přístupy i vlastnosti učitele, postoje žáka ke vzdělávání či podpora vzdělávání žáků ze strany rodiny. Abychom plně využili výsledky šetření TIMSS ke zlepšení výuky matematiky a přírodovědných předmětů, je důležité porozumět souvislostem, ve kterých se výuka i učení žáků odehrávají. Proto v každém svém cyklu zjišťuje šetření TIMSS společně s hodnocením výsledků žáků v matematice a v přírodovědných předmětech celou řadu informací o těchto souvislostech. Informace jsou shromažďovány dvěma způsoby:

- prostřednictvím **Encyklopedie TIMSS**, která přináší údaje o organizaci vzdělávacích systémů, o kurikulu a o podmínkách pro výuku matematiky a přírodovědných předmětů v zemích, které se zúčastnily šetření TIMSS;
- dalším zdrojem jsou **dotazníky**, pomocí nichž jsou získávány například informace o charakteristikách žáků a učitelů i o podmínkách výuky na školách.

Prostřednictvím **žákovského dotazníku** jsou zjišťovány názory či postoje týkající se podmínek a průběhu vzdělávání. **Rodiče** či opatrovníci v tištěné či v elektronické podobě odpovídají na otázky týkající se rodinného zázemí, předškolní přípravy, společných aktivit s dětmi, názorů na školu a postojů ke škole. **Ředitelé** zapojených škol jsou elektronickou formou dotazováni na informace o podmínkách výuky ve školách, např. o způsobech řízení školy a pedagogického sboru, o atmosféře ve škole. V rámci **učitelského dotazníku** (dotazník v elektronické podobě) jsou zjišťovány pedagogické metody a postupy uplatňované při výuce, odborná kvalifikace učitelů a jejich účast na dalším vzdělávání či názory a postoje učitelů týkající se školy a její atmosféry.

Kontext šetření TIMSS 2019 se zaměřuje na **pět rozsáhlých oblastí**:

1. Vzdělávací politika obce (zřizovatele) a státu
2. Domov
3. Škola
4. Třída
5. Postoje žáků k učení

V následující tabulce uvádíme přehled témat, kterým je v rámci zmíněných pěti oblastí věnována pozornost v dotaznících a v Encyklopedii šetření TIMSS 2019.

Tabulka č. 9 Přehled kontextových informací zjišťovaných v šetření TIMSS 2019

| Oblast | Komentář | Témata | Zdroje údajů |
|--|--|--|--|
| Vzdělávací politika obce (zřizovatele) a státu | <i>Země, regiony a obce (zřizovatelé) vytvářejí vzdělávací politiku, dělají rozhodnutí o kurikulu a jeho optimální implementaci.</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Zamýšlené matematické a přírodovědné kurikulum • Jazyk(y) výuky • Vzdělávací dráhy žáků ve vzdělávacím systému • Učitelé a jejich vzdělávání • Předpoklady pro výkon funkce ředitele (certifikace) | Encyklopedie TIMSS Dotazníky na národní kurikulum a na podmínky pro výuku matematiky a přírodovědných oborů |
| Domov | <i>Oblast je sledována pro lepší pochopení vlivu rodiny na školní úspěch žáků.</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Domácí výukové zdroje • Jazyk(y) používané doma • Brzké aktivity zaměřené na počítání a čtení před vstupem do školy • Předškolní vzdělávání | Rodičovský dotazník Žákovský dotazník |
| Škola | <i>Školní prostředí a organizace výuky má značný vliv na dosahování kurikulárních cílů.</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Charakteristiky školy a její demografie (např. velikost a umístění, složení žáků z pohledu | Ředitelský dotazník Učitelský dotazník Rodičovský dotazník Žákovský dotazník |

| Oblast | Komentář | Témata | Zdroje údajů |
|----------------------|--|--|--|
| | <i>Efektivní škola je systémem, kde každé dílčí rozhodnutí a jednání bezprostředně ovlivňuje její komplexní chod. V šetření TIMSS 2019 se proto zjišťují informace o kvalitě fungování tohoto systému.</i> | <p>ekonomického statutu rodin)</p> <ul style="list-style-type: none"> Nedostatečné zdroje pro výuku matematiky a přírodovědných oborů (např. učební materiály, počítače, přístup na internet) Důraz na studijní úspěch Jak rodiče vnímají školu, kterou dítě navštěvuje (např. bezpečnost školy, komunikace se školou, kvalita výuky) Bezpečnost a pořádek ve škole Šikana v žakovských kolektivech Pocit sounáležitosti se školou | |
| Třída | <i>Vzhledem k tomu, že většina výuky probíhá v prostředí školních tříd, je úspěch učení žáků do značné míry závislý právě na klimatu třídy a výukových strategiích učitelů. Proto se TIMSS zaměřuje na zjišťování důležitých faktorů ovlivňujících výuku a učení v rámci tříd.</i> | <ul style="list-style-type: none"> Vzdělávání, zkušenosti a rozvoj učitelů Vyučovaná témata v matematice a přírodovědných oborech Časové aspekty výuky Metody a postupy ve výuce Srozumitelnost výuky Podporující třídní klima Využívání technologií ve výuce Výzvy, kterým učitelé čelí | Učitelův dotazník Ředitelův dotazník Žakovský dotazník |
| Postoje žáků k učení | <i>Zlepšení postojů žáků k učení je zásadním cílem kurikul řady zemí. Důvodem je skutečnost, že postoje významně ovlivňují žakovské úspěchy. Proto se TIMSS intenzivně zajímá o zjišťování postojů žáků k matematice a přírodovědným oborům již od začátku jejich studia.</i> | <ul style="list-style-type: none"> Postoje žáků k matematice a přírodovědným oborům Sebedůvěra žáků při používání technologií | Žakovský dotazník |

| Oblast | Komentář | Témata | Zdroje údajů |
|--------|---|--------|--------------|
| | <i>S ohledem na přechod k elektronickému testování je sledována obeznámenost žáků v užívání digitálních zařízení.</i> | | |

Podrobnější charakteristiky témat sledovaných v rámci jednotlivých oblastí jsou uvedeny v originální anglické verzi koncepčního rámce TIMSS 2019⁴.

⁴ <http://timss2019.org/wp-content/uploads/frameworks/T19-Assessment-Frameworks-Chapter-3.pdf>