

# **Koncepce mezinárodního šetření TIMSS 2015**



**Praha, srpen 2017**

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Vývoj projektu TIMSS v posledních 20 letech.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Design projektu TIMSS.....</b>	<b>4</b>
3.1	<i>Kurikulum projektu TIMSS .....</i>	4
3.2	<i>Průběh šetření.....</i>	5
<b>4</b>	<b>Koncepte šetření TIMSS 2015 .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Koncepte matematické části šetření TIMSS 2015 .....</b>	<b>7</b>
5.1	<i>Matematický obsah – 4. ročník .....</i>	7
5.1.1	Čísla .....	8
5.1.2	Geometrické tvary a měření .....	9
5.1.3	Znázornění dat.....	10
5.2	<i>Matematický obsah – 8. ročník .....</i>	10
5.2.1	Čísla .....	10
5.2.2	Algebra.....	11
5.2.3	Geometrie.....	12
5.2.4	Data a pravděpodobnost.....	13
5.2.5	Kalkulačky v šetření TIMSS.....	14
5.3	<i>Matematické operace – 4. a 8. ročník.....</i>	14
5.3.1	Prokazování znalostí .....	15
5.3.2	Používání znalostí .....	15
5.3.3	Uvažování .....	16
<b>6</b>	<b>Koncepte přírodovědné části šetření TIMSS 2015 .....</b>	<b>16</b>
6.1	<i>Přírodovědný obsah – 4. ročník.....</i>	17
6.1.1	Živá příroda.....	18
6.1.2	Neživá příroda.....	20
6.1.3	Nauka o Zemi.....	22
6.2	<i>Přírodovědný obsah – 8. ročník.....</i>	23
6.2.1	Biologie.....	24
6.2.2	Chemie .....	27
6.2.3	Fyzika.....	28
6.2.4	Věda o Zemi.....	31
6.3	<i>Přírodovědné operace – 4. a 8. ročník.....</i>	33
6.3.1	Prokazování znalostí .....	34
6.3.2	Používání znalostí .....	34
6.3.3	Uvažování .....	35
<b>7</b>	<b>Vědecké postupy v šetření TIMSS 2015.....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>Mapování kontextu v šetření TIMSS 2015 .....</b>	<b>36</b>
8.1	<i>Kontextové oblasti v projektu TIMSS.....</i>	37

## 1 Úvod

### O projektu TIMSS

Jedním ze základních vzdělávacích cílů v mnoha zemích po celém světě je vést žáky a studenty k tomu, aby dosahovali co nejlepších výsledků v matematice a v přírodních vědách. Studium matematiky a přírodních věd během prvních let školní docházky napomáhá žákům uspět v jejich dalším vzdělávacím úsilí, jakož i v každodenním životě a v budoucí profesní dráze. Díky pochopení přírodovědných a matematických konceptů je možné provádět podložená a odůvodněná rozhodnutí, např. zodpovědně přistupovat ke zdraví, informovaně nakládat s financemi nebo se zapojovat do veřejného života v takových oblastech jako ochrana životního prostředí či ekonomika. To umožňuje aktivní život v lidské společnosti.

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 empirickými informacemi o podmínkách výuky v těchto předmětech v dlouhodobém horizontu. Řada zemí proto výsledky této studie využívá jako jeden z podkladů pro zlepšování výuky ve sledovaných oblastech.

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.

## 2 Vývoj projektu TIMSS v posledních 20 letech

První sběr dat projektu TIMSS proběhl v roce 1995, následné sběry potom proběhly v letech 1999, 2003, 2007, 2011 a 2015. TIMSS 2015 tak byl v zemích, které se účastnily projektu od počátku<sup>1</sup>, již šestým šetřením. U desítek evropských i mimoevropských zemí jsou tedy k dispozici informace o proměně vzdělávacích výsledků žáků v matematice a v přírodovědných předmětech, ale také o proměnách podmínek výuky a kurikula za posledních 20 let. Vývoj zachycený výzkumem TIMSS přináší dynamický obrázek změn v implementacích vzdělávacích přístupů k výuce matematiky a přírodovědných předmětů v široké paletě zemí a výsledky průzkumu napomáhají při hledání cest ke zlepšení vzdělávání v těchto oborech v národním i globálním měřítku.

Kromě hlavního šetření TIMSS jsou v rámci projektu realizovány také další dílčí výzkumy. Jedním z nich je výzkum s názvem TIMSS Advanced<sup>2</sup>. Tento dílčí výzkum byl realizován v letech 1995, 2008 a 2015. TIMSS Advanced hodnotí vzdělávací výsledky žáků na pokročilé úrovni v matematice a ve fyzice. Průzkum je zaměřen na žáky v posledním ročníku vyššího sekundárního vzdělávání, kteří usilují o studium matematických, přírodovědných a technických

<sup>1</sup> Česká republika se účastnila všech cyklů s výjimkou šetření TIMSS 2003.

<sup>2</sup> Česká republika se TIMSS Advanced účastnila pouze v roce 1995.

oborů. V roce 2015 byl výzkum poprvé realizován nejen u žáků v posledních ročnících středních škol, ale také u studentů, kteří v době šetření započali studium matematických, přírodovědných a technických oborů na vysokých školách. Detailnější informace o výzkumu lze nalézt v TIMSS Advanced 2015 Assessment Frameworks (Mullis & Martin, 2013).

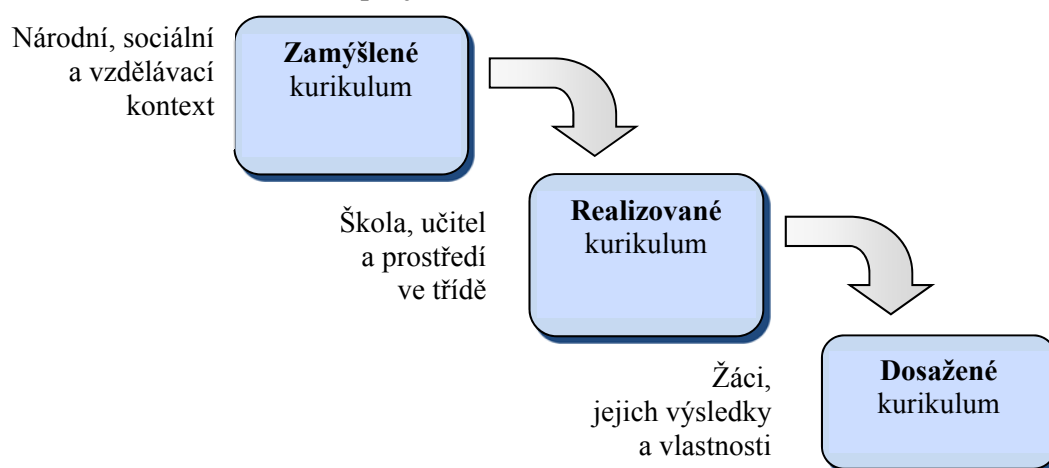
Zcela novým dílčím průzkumem zahájeným v roce 2015 v rámci projektu TIMSS je průzkum s názvem TIMSS Numeracy. Cílem výzkumu je ověřit elementární matematické znalosti a dovednosti a také schopnosti řešit jednoduché matematické problémy žáků na konci primárního vzdělávání (tj. čtvrtých, pátých, resp. šestých ročníků). Výzkum je určen zemím, kde je vzdělávání obtížně dostupné a vzdělávací výsledky žáků na konci čtvrtého ročníku nemohou být v principu na stejné úrovni, jako je tomu ve vyspělých zemích. Výzkum TIMSS tak reaguje na globální potřebu přístupu alespoň k základní úrovni vzdělání pro všechny.

### 3 Design projektu TIMSS

#### 3.1 Kurikulum projektu TIMSS

Na základě dřívějších zkoumání výsledků matematiky a přírodních věd je v projektu TIMSS využito 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



Závěry výzkumu TIMSS vycházejí z kombinace několika zdrojů informací. Pro zjišťování vzdělávacích výsledků žáků v matematice a v přírodovědných předmětech využívá výzkum TIMSS testy. Dalším podstatným zdrojem kontextových informací je TIMSS 2011 Encyklopedia (Mullis a kol., 2012), která přináší informace o organizaci vzdělávacího systému a o podmínkách pro výuku matematiky a přírodovědných předmětů v zemích, které se zúčastnily šetření TIMSS 2011. Ve výzkumu jsou také využívány mezinárodní zprávy, které obsahují rozsáhlá data o struktuře a míře závaznosti zamýšleného kurikula a o úsilí

vynaloženém na pomoc žákům, aby si toto kurikulum skutečně osvojili. Součástí zpráv jsou rovněž podrobnosti o přípravě učitelů na výuku, informace o jejich zkušenostech a postojích. Jednotlivé země připravují tyto podklady pro výzkum samostatně podle jednotné struktury, resp. dotazníku. 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.

### 3.2 Průběh šetření

Výzkum TIMSS je určen žákům 4., resp. 8. ročníků<sup>3</sup>. 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 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 4 možností) a úlohy s tvorbou odpovědi. Úlohy s výběrem odpovědi jsou vždy hodnoceny jedním bodem, úlohy s tvorbou odpovědi jsou podle náročnosti hodnoceny 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 shromážďovat informace o charakteristikách učitele (zázemí, příležitosti ke spolupráci, vzdělání atp.), kontextové informace o výuce matematiky, přírodovědných předmětů a 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 shromážďuje informace jednak o vzdělávacím obsahu těchto předmětů v uzlových bodech

<sup>3</sup> Každá země si volí, jaké ročníky chce testovat. V České republice byli v roce 2015 testováni pouze žáci 4. ročníků.

vzdělávání (konec primárního, resp. nižšího sekundárního vzdělávání), jednak o tom, kterou část kurikula mají žáci osvojeni 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.

## 4 Koncepte šetření TIMSS 2015

Koncepte šetření TIMSS 2015 vznikla aktualizací metodiky předchozího cyklu z roku 2011, TIMSS 2011 Assessment Frameworks (Mullis, Martin, Ruddock, O'Sullivan & Preuschoff, 2009). 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 2015 byla upravena na základě zjištění z Encyklopedie TIMSS 2011 (Mullis a kol., 2012) 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 2015. Po zvážení připomínek získaných od zúčastněných zemí byla metodika šetření TIMSS 2015 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 2015. V kapitole 1 je popsána část koncepce šetření TIMSS 2015 vztahující se k matematice a v kapitole 2 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. Nově jsou v kapitole vztahující se k testování přírodovědných předmětů popsány také 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 – jak z hlediska vzdělávacího obsahu, tak z hlediska náročnosti myšlenkových operací.

V kapitole 3 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.

## 5 Koncepte matematické části šetření TIMSS 2015

Všichni žáci mohou těžit z toho, že se učí matematiku a rozvíjejí si (silné) matematické dovednosti. Při učení se matematiky si zlepšují dovednost řešit problémy a práce s problémy je učí důslednosti a vytrvalosti. Matematika je neodmyslitelnou součástí každodenních činností jako počítání, vaření, hospodaření s penězi nebo vytváření věcí. Kromě toho mnoho oborů vyžaduje pevné matematické základy, např. inženýrství, architektura, účetnictví, bankovníctví, obchod, medicína, ekologie, letectví a kosmonautika. Matematika je důležitá jak pro ekonomiku a finance, tak pro výpočetní technologie a vývoj softwarů v našem technicky rozvinutém a informačním světě.

Tato kapitola seznamuje se strukturou hodnocení matematiky ve 4. a v 8. ročníku v šetření TIMSS 2015. Koncepte matematické části šetření TIMSS 2015 je velmi podobná té, která byla použita v předešlém cyklu v roce 2011, byly v ní provedeny pouze drobné úpravy. Ty vycházely z informací uvedených v encyklopedii TIMSS 2011. Pozornost byla také věnovaná současným mezinárodním výzkumům a iniciativám týkajícím se matematiky a vzdělávání, např. společné hlavní standardy pro matematiku vyvinuté v USA, matematický vzdělávací program pro základní školu používaný v Singapuru a učební osnovy matematiky používané v Hongkongu. Koncepte matematické části se pro oba ročníky skládá ze dvou složek: **obsahové** a **operační**.

**Obsahová složka** vymezuje tematické okruhy, které jsou v šetření sledovány (např. čísla, algebra, geometrie a data).

**Operační složka** určuje sledované oblasti nebo procesy myšlení (tj. prokazování znalostí, používání znalostí a uvažování). Jsou v ní popsány kognitivní dovednosti, které jsou při řešení matematických úloh od žáků očekávány.

Sledované oblasti učiva se liší v závislosti na povaze a obtížnosti matematiky vyučované ve 4. a v 8. ročníku. Ve 4. ročníku je v porovnání s 8. ročníkem kladen větší důraz na tematický okruh čísla. V 8. ročníku tvoří dva ze čtyř okruhů algebra a geometrie, které ale obecně nejsou na prvním stupni základní školy vyučovány jako formální témata. Nejjednodušší prvky algebry, které jsou ve 4. ročníku sledovány, jsou součástí tematického okruhu čísla a učivo geometrie je zastoupeno v tematickém okruhu geometrické tvary a měření. Oblast věnovaná datům se ve 4. ročníku zaměřuje na čtení a znázorňování dat, zatímco v 8. ročníku spíše na jejich interpretaci a na základy pravděpodobnosti.

Je důležité zdůraznit, že TIMSS obsahuje řadu matematických problémových situací a přibližně u dvou třetin úloh musí žáci při jejich řešení uplatnit dovednosti z oblastí používání znalostí a uvažování. Hodnocené dovednosti jsou pro oba ročníky shodné, ale liší se v náročnosti. V 8. ročníku je kladen menší důraz na oblast prokazování znalostí a větší důraz na oblast uvažování.

V následujících odstavcích naleznete podrobný popis obou složek jak pro 4. ročník, tak pro 8. ročník. Každý tematický okruh zahrnuje několik tematických celků. U každého tematického celku jsou popsány znalosti nebo dovednosti, které by měli žáci při řešení příslušných testových úloh prokázat.

### 5.1 Matematický obsah – 4. ročník

Ve 4. ročníku je matematický obsah rozdělen do tří tematických okruhů. V tabulce 1 je uveden jejich výčet včetně orientačního podílu testovacího času.

Tabulka č. 1      **Matematický obsah v šetření TIMSS 2015 – 4. ročník**

Tematický okruh	Plánovaný podíl testovacího času
Čísla	50 %
Geometrické tvary a měření	35 %
Znázornění dat	15 %

Tematické okruhy vymezují konkrétní matematické učivo, které šetření TIMSS 2015 sleduje u žáků 4. ročníku. Každý okruh zahrnuje několik tematických celků, u každého celku je uveden seznam znalostí a dovedností, které musí žáci při řešení úloh z dané oblasti učiva prokázat.

### 5.1.1 Čísla

Tematický okruh **čísla** zahrnuje porozumění a dovednosti v rámci tří tematických celků<sup>4</sup>:

- **Přirozená čísla**
- **Zlomky a desetinná čísla**
- **Výrazy, jednoduché rovnice a vztahy**

Nejjednodušší seznámení žáků s matematickými operacemi umožňují přirozená čísla, a proto je práce s přirozenými čísly základem matematiky na prvním stupni základní školy. Přirozená čísla tvoří hlavní složku tematického okruhu čísla a žáci 4. ročníku by měli umět jak počítat s přirozenými čísly přiměřené velikosti, tak používat výpočty při řešení problémových úloh. Protože objekty a množství není často možné vyjádřit v přirozených číslech, je pro žáky také důležité porozumět zlomkům, aby je mohli používat při výpočtech. Žáci 4. ročníku by měli umět porovnat známé základní zlomky a desetinná čísla. Součástí této oblasti jsou i nejjednodušší pojmy z algebry včetně porozumění pojmu proměnná (neznámá) v jednoduchých rovnicích a počáteční porozumění vztahům mezi množstvými.

#### Přirozená čísla

1. Porozumění řádům čísel včetně určení čísla, které je zapsáno v rozvinutém tvaru, a zápisu čísel v rozvinutém tvaru. Vyjádření přirozených čísel slovně, pomocí diagramů nebo symbolů.
2. Porovnání, uspořádání a zaokrouhlení přirozených čísel.
3. Počítání s přirozenými čísly (sčítání, odčítání, násobení, dělení).
4. Řešení problémových úloh v kontextech včetně těch, ve kterých se vyskytují míry a měření, úloh s tematikou peněz a jednoduchých úloh na úměrnost.
5. Rozpoznání lichých a sudých čísel, rozpoznání násobků a dělitelů čísel.

#### Zlomky a desetinná čísla<sup>5</sup>

1. Pochopení zlomku jako části celku nebo části souboru, vyznačení zlomku na číselné ose a vyjádření zlomků slovně, pomocí číslic nebo modelů.
2. Rozpoznání jednoduchých ekvivalentních zlomků, porovnání a uspořádání jednoduchých zlomků; sčítání a odčítání jednoduchých zlomků včetně zlomků v problémových úlohách.

<sup>4</sup> Úlohy zařazené v šetření TIMSS 2015 do tohoto okruhu nejsou rozděleny mezi tři tematické celky rovnoměrně.

<sup>5</sup> V testových úlohách pro 4. ročník se vyskytují zlomky se jmenovatelem 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 nebo 100 a desetinná čísla nejvýše v řádu setin.



3. Porozumění řádům desetinných čísel včetně vyjádření desetinných čísel slovně, pomocí číslic nebo modelů; porovnání, uspořádání a zaokrouhlení desetinných čísel; sčítání a odčítání desetinných čísel včetně desetinných čísel v problémových úlohách.

### Výrazy, jednoduché rovnice a vztahy

1. Určení chybějícího čísla nebo znaménka v číselném zápisu (např.  $17 + w = 29$ ).
2. Rozpoznání nebo zapsání výrazů nebo číselných zápisů, které vyjadřují problémové situace včetně neznámých.
3. Rozpoznání a užití vztahů ve vhodně zadané číselné řadě (např. vyjádření vztahu mezi sousedními členy posloupnosti nebo vytvoření dvojice přirozených čísel na základě daného pravidla).

### 5.1.2 Geometrické tvary a měření

Všude kolem nás jsou objekty různých tvarů a velikostí a geometrie nám pomáhá představit si je a porozumět vztahům mezi tvary a velikostmi. Tematický okruh **geometrické tvary a měření** je zaměřen na porozumění mírám a měření, soustavě souřadnic, přímkám a úhlům. Součástí této oblasti jsou také plochy a tělesa.

Tematický okruh **geometrické tvary a měření** je rozdělen do dvou tematických celků:

- **Body, přímky a úhly**
- **Útvary v rovině a v prostoru**

Žáci 4. ročníku by měli být schopni rozpoznat vlastnosti a charakteristiky přímek, úhlů a různých geometrických objektů včetně útvarů v rovině a v prostoru. Prostorová představivost je nedílnou součástí studia geometrie a od žáků se očekává, že popíší a narýsují různé geometrické obrazce. Měli by také umět analyzovat geometrické vztahy a použít je při řešení problémových úloh. Žáci 4. ročníku by měli umět používat vhodné pomůcky k měření fyzikálních vlastností jako je délka, úhel, obsah a objem. Od žáků tohoto ročníku se rovněž očekává, že dokáží používat vzorce pro výpočet obsahu a obvodu čtverců a obdélníků.

#### Body, přímky a úhly

1. Měření a odhadování délek.
2. Rozpoznání a sestavení rovnoběžek a kolmic.
3. Rozpoznání, porovnání a narýsování různých typů úhlů (např. pravý úhel, úhel větší nebo menší než pravý úhel).
4. Používání neformálních soustav souřadnic k určení polohy bodů v rovině.

#### Útvary v rovině a v prostoru

1. Používání základních vlastností k popsání a porovnání běžných geometrických útvarů v rovině a v prostoru včetně osově souměrnosti a otočení.
2. Přiřazování těles a jejich zobrazení v rovině.
3. Počítání obvodů mnohoúhelníků; počítání obsahů čtverců a obdélníků a odhad obsahů a objemů geometrických útvarů pokrýváním daným obrazcem nebo vyplňováním krychlemi.

### 5.1.3 Znázornění dat

Velký nárůst dat v dnešní informační společnosti má za následek každodenní setkávání se s mnoha vizuálními zobrazeními informací kvantitativní povahy. Často se setkáváme s informacemi znázorněnými pomocí diagramů, tabulek a grafů na internetu, v novinách, v časopisech, v učebnicích a člancích. Žáci potřebují porozumět tomu, že grafy a diagramy pomáhají uspořádat informace nebo kategorie a poskytují možnost porovnání údajů.

Tematický okruh **znázornění dat** obsahuje pouze jeden tematický celek:

- **Čtení, interpretace a znázornění**

Žáci 4. ročníku by měli být schopni číst a pochopit různá znázornění údajů. Měli by umět uspořádat a znázornit údaje pomocí grafu nebo diagramu v souladu se zadáním, které předcházelo sběru dat v dané jednoduché problémové situaci. Žáci by měli být schopni porovnat charakteristiky souboru dat a vyvodit závěry na základě znázornění údajů.

#### Čtení, interpretace a znázornění

1. Čtení, porovnání a znázornění údajů z tabulek, z piktogramů, z čárových grafů a ze sloupcových a z kruhových diagramů.
2. Využívání informací ze znázorněných dat k zodpovězení otázek, které vyžadují víc než pouhé čtení a přímé vyhledání údajů (např. řešení problémů a provádění výpočtů založených na datech, kombinování dat ze dvou nebo více zdrojů a vyvozování závěrů na základě dat).

## 5.2 Matematický obsah – 8. ročník

V 8. ročníku je matematický obsah rozdělen do čtyř tematických okruhů. V tabulce 2 je uveden jejich výčet včetně orientačního podílu testovacího času. Každý okruh zahrnuje několik tematických celků, u každého celku je uveden seznam znalostí a dovedností, které musí žáci při řešení úloh z dané oblasti učiva prokázat.

Tabulka č. 2 Matematický obsah v šetření TIMSS 2015 – 8. ročník

Tematický okruh	Plánovaný podíl testovacího času
Čísla	30 %
Algebra	30 %
Geometrie	20 %
Data a pravděpodobnost	20 %

### 5.2.1 Čísla

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

- **Přirozená čísla**
- **Zlomky, desetinná čísla a celá čísla**
- **Poměr, úměrnost a procenta**

V porovnání s tematickým okruhem čísla ve 4. ročníku by žáci 8. ročníku měli mít osvojeny složitější pojmy a postupy zacházení s přirozenými čísly. Zároveň by měli prokázat hlubší porozumění oboru racionálních čísel (zlomky, desetinná a celá čísla). Zlomky a desetinná čísla jsou důležitou součástí každodenního života a počítání s nimi vyžaduje porozumění tomu, jaké

množství tato vyjádření představují. Žáci by měli chápat, že zlomky a desetinná čísla jsou samostatné objekty stejně jako přirozená čísla a na číselné ose zauímají konkrétní pozice. Žáci by dále měli porozumět celým číslům a umět s nimi počítat za pomoci číselné osy nebo jiných modelů (např. teploměry, ztráty a zisky). Racionální čísla lze vyjádřit různými způsoby včetně poměrů, úměrností a procent. Jedno racionální číslo lze zapsat mnoha různými symboly a žáci potřebují porozumět rozdílům mezi interpretacemi racionálních čísel, vyjádřit vztahy mezi nimi a vyvodit z nich závěry.

### Přirozená čísla

1. Porozumění přirozeným číslům a operacím s nimi (např. čtyři početní operace, řady čísel, komutativnost, asociativnost a distributivnost).
2. Počítání s přirozenými čísly v rámci řešení problémových situací.
3. Určení a užití násobků a dělitelů čísel, rozpoznání prvočísel, výpočet druhé mocniny čísla a druhé odmocniny dokonalých čtverců (1, 4, 9, ..., 144).

### Zlomky, desetinná čísla a celá čísla

1. Rozpoznání, porovnání a uspořádání racionálních čísel (zlomky, desetinná a celá čísla) pomocí různých modelů a znázornění (např. číselná osa); povědomí o existenci čísel, která nejsou racionální.
2. Počítání s racionálními čísly (zlomky, desetinná a celá čísla) včetně řešení problémových situací.

### Poměr, úměrnost a procenta

1. Rozpoznání a stanovení ekvivalentních poměrů, modelování dané situace s využitím poměru, rozdělení určitého množství v daném poměru.
2. Převod procent a úměrností na zlomky a naopak.
3. Řešení problémových úloh na procenta a na úměrnosti.

## 5.2.2 Algebra

Prvořadý důraz je kladen na funkční vztahy a na jejich využívání k modelování a při řešení úloh. Proto je důležité hodnotit, jak dobře si žáci osvojili odpovídající znalosti a dovednosti. Tematický okruh *algebra* zahrnuje rozpoznání a rozvíjení číselných řad, používání algebraických symbolů při zápisu matematických situací, ale také sleduje zběhlost žáků ve vytváření ekvivalentních výrazů a v řešení lineárních rovnic.

Tematický okruh *algebra* je rozdělen do tří tematických celků:

- **Výrazy a jejich úpravy**
- **Rovnice a nerovnice**
- **Relace a funkce**

Algebra je všudypřítomná ve světě kolem nás, poskytuje modely, které lze vyjádřit pomocí vzorce, takže není potřeba dělat výpočty znovu a znovu a relace je možné zobecnit. Žáci by měli dokázat vyřešit reálné problémy s využitím algebraických modelů a vysvětlit vztahy zahrnující algebraické pojmy. Potřebují překonat učení se nazpaměť a pochopit, že když existuje vzorec obsahující dvě veličiny, stačí znát jednu z nich a druhou již mohou určit. Porozumění tomuto principu může vést k používání lineárních rovnic při řešení situací, kdy

veličina narůstá rovnoměrně (např. strmost). Kvadratické výrazy lze využít při zkoumání pohybu (např. dráhy pohybujících se objektů jako jsou rakety, komety a basebalové míčky). Funkce jsou zkoumány, aby se zjistilo, co se stane s proměnnou v průběhu času včetně toho, kdy proměnná nabude nejvyšší nebo nejnižší hodnoty.

### Výrazy a jejich úpravy

1. Určení hodnoty výrazu dosazením za proměnné.
2. Zjednodušení algebraických výrazů pomocí sčítání, násobení a umocňování výrazů; porovnání výrazů za účelem rozpoznání ekvivalentních výrazů.
3. Užití algebraických výrazů k vyjádření problémových situací.

### Rovnice a nerovnice

1. Sestavení lineární rovnice nebo nerovnice, která modeluje danou situaci.
2. Řešení lineárních rovnic, lineárních nerovnic a soustav dvou lineárních rovnic se dvěma proměnnými.

### Relace a funkce

1. Zobecnění pravidla, podle kterého je posloupnost vytvořena; nalezení vztahu mezi sousedními členy nebo mezi členem posloupnosti a jeho pořadovým číslem a to slovně, pomocí čísel nebo algebraických výrazů.
2. Vysvětlení, nalezení spojitostí a vytvoření ekvivalentního vyjádření funkce, která je zadaná tabulkou, grafem nebo slovním popisem.
3. Rozpoznání, zda je funkce lineární, nebo nelineární; porovnání vlastností funkcí zadaných tabulkou, grafem nebo rovnicí; vysvětlení významu pojmů strmost a průsečík s osou  $y$  u lineárních funkcí.

### 5.2.3 Geometrie

Žáci 8. ročníku by navíc měli umět, kromě porozumění tvarům a mírám hodnocenému ve 4. ročníku, charakterizovat různé rovinné útvary a tělesa a analyzovat jejich vlastnosti, měli by ovládat geometrická měření (obvody, obsahy a objemy). Žáci by měli umět vyřešit problémové úlohy a podat vysvětlení založená na geometrických vztazích.

Tematický okruh *geometrie* je rozdělen do tří tematických celků:

- Geometrické útvary
- Geometrická měření
- Poloha a změna polohy

#### Geometrické útvary<sup>6</sup>

1. Rozpoznání druhů úhlů a užití vztahů mezi dvojicemi úhlů a mezi úhly v geometrických útvarech.

---

<sup>6</sup> V 8. ročníku se řeší úlohy, ve kterých se vyskytuje kružnice; obecný, rovnoramenný, rovnostranný a pravoúhlý trojúhelník; lichoběžník; rovnoběžník; obdélník; kosočtverec a čtverec a také další mnohoúhelníky jako pětiúhelník, šestiúhelník, osmiúhelník a desetiúhelník. Dále se v nich vyskytují tělesa – hranol, jehlan, kužel, válec a koule.

2. Určení geometrických vlastností rovinných útvarů a těles; znalost osově souměrnosti a otočení.
3. Určování shodných trojúhelníků a čtyřúhelníků a jejich vzájemně si odpovídajících rozměrů; určování podobných trojúhelníků a užití jejich vlastností.
4. Pochopení vztahů mezi tělesy a jejich zobrazením v rovině (např. síť, průměty těles do roviny).
5. Využití geometrických vlastností a Pythagorovy věty při řešení úloh.

### Geometrická měření

1. Načrtnutí a narýsování daných úhlů a úseček; odhad velikosti úhlů, úseček, obvodů, obsahů a objemů.
2. Volba správných vzorců a výpočet délky kružnice, obvodů a obsahů rovinných útvarů, povrchů a objemů těles; určování rozměrů složených obrazců.

### Poloha a změna polohy

1. Zobrazení bodů a řešení úloh s touto tematikou v kartézské soustavě souřadnic v rovině.
2. Rozpoznání a používání geometrických transformací rovinných útvarů (posunutí, osová a středová souměrnost a otočení).

### 5.2.4 Data a pravděpodobnost

Stále více tradičních způsobů znázornění dat (např. sloupcové a kruhové diagramy, čárové grafy, piktogramy) je nahrazováno řadou nových grafických forem. Žáci 8. ročníku by měli umět číst nejrůznější znázornění a vytáhnout z nich to podstatné. Je pro ně také důležité, aby byli obeznámeni se základními statistickými pojmy z oblasti zpracování dat (např. průměr, medián, modus, rozptyl) a s tím, jak takové pojmy souvisejí s tvary grafů. Důraz je dále kladen na problematiku chybné interpretace dat a možné zkreslování pravdy. Žáci by rovněž měli rozumět některým základním pojmům z pravděpodobnosti.

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

- **Charakteristiky datových souborů**
- **Interpretace dat**
- **Pravděpodobnost**

#### Charakteristiky datových souborů

1. Určení a porovnání charakteristik datových souborů jako průměr, medián, modus, rozsah a tvar rozložení (v obecném smyslu).
2. Počítání, využívání nebo interpretace průměru, mediánu, modu nebo rozsahu při řešení problémů.

#### Interpretace dat

1. Čtení dat z různých forem znázornění.
2. Využívání a interpretace datových souborů při řešení úloh (např. vyvozování závěrů, formulování předpovědí, odhadování hodnot mezi danými datovými body a mimo ně).

3. Rozpoznání a popis způsobů třídění a znázornění dat, které mohou vést k chybné interpretaci (např. nevhodné seskupování, zavádějící či zkreslené škály).

### Pravděpodobnost

1. Posouzení pravděpodobnosti výskytu jistého jevu, více, stejně či méně pravděpodobného jevu nebo nemožného jevu.
2. Využívání dat včetně dat z vlastního pozorování k předpovídání pravděpodobnosti budoucích výsledků.
3. Určování pravděpodobnosti možných výsledků v konkrétním náhodném procesu.

#### 5.2.5 Kalkulačky v šetření TIMSS

Kalkulačky a počítače mohou žákům práci v matematice usnadnit, ale neměly by nahrazovat základní kompetence a porozumění. Stejně jako jakákoli výuková pomůcka musí být i kalkulačka používána přiměřeným způsobem. Postoj k používání kalkulačky se v jednotlivých zemích zapojených do projektu TIMSS liší. Také dostupnost kalkulaček pro jednotlivé žáky v jednotlivých zemích je velmi rozdílná. Nebylo by proto spravedlivé vyžadovat při řešení úloh kalkulačku, když ji žáci v některých zemích možná nikdy nepoužívali. Nicméně podobně nesprávné je zakázat některým žákům používat pomůcku, se kterou běžně pracují.

Aby měli žáci při testování takové podmínky, na které jsou při výuce matematiky ve své zemi zvyklí, je od roku 2003 povoleno žákům 8. ročníku používat kalkulačku. Pokud tedy žáci běžně používají kalkulačky v hodinách, měli by mít tuto možnost také během testování. Pokud ale žáci kalkulačky nepoužívají nebo je nemají v běžných hodinách matematiky povolené, neměly by jim je účastnické země povolit ani v testování TIMSS. Při tvorbě nových testových úloh je věnována velká pozornost tomu, aby nedošlo ke zvýhodnění žáků, kteří budou kalkulačku při řešení používat.

### 5.3 Matematické operace – 4. a 8. ročník

Ke správnému zodpovězení testových otázek potřebují žáci nejen ovládat matematické učivo, které je předmětem šetření, ale také uplatnit různé kognitivní dovednosti. Vymezení těchto dovedností hrálo rozhodující roli, protože bylo nutné zajistit, aby šetření pokrývalo odpovídající rozsah kognitivních dovedností ve všech výše popsanych obsahových oblastech.

První oblast dovedností, **prokazování znalostí**, zahrnuje důležitá fakta, pojmy a postupy, které by měli žáci znát. Druhá oblast, **používání znalostí**, se soustředí na schopnost žáků aplikovat příslušné znalosti a porozumět pojům při řešení úloh a zodpovídání otázek. Třetí oblast, **uvažování**, přesahuje řešení rutinních úloh a týká se neznámých situací, složitých kontextů a úloh, jejichž řešení vyžaduje více kroků.

Tyto tři oblasti dovedností jsou zastoupeny v hodnocení žáků obou ročníků, rozdělení testovacího času se však liší s ohledem na rozdílný věk a různé zkušenosti žáků. Všechny tematické okruhy pro 4. i 8. ročník obsahují úlohy vyvinuté pro každou ze tří oblastí dovedností. Například v tematickém okruhu čísla naleznete jak znalostní úlohy, tak aplikační úlohy a úlohy na uvažování. Stejně je tomu u ostatních tematických okruhů.

V tabulce 3 je uveden orientační podíl testovacího času, který je věnován každé z oblastí dovedností ve 4. a v 8. ročníku.

Tabulka č. 3      **Matematické operace v šetření TIMSS 2015 – 4. ročník a 8. ročník**

Matematická operace	4. ročník	8. ročník
Prokazování znalostí	40 %	35 %
Používání znalostí	40 %	40 %
Uvažování	20 %	25 %

### 5.3.1 Prokazování znalostí

Schopnost používat matematiku v situacích vyžadujících matematické uvažování závisí na obeznámenosti s matematickými pojmy a na osvojení matematických dovedností. Čím vhodnější vědomosti si žák dokáže vybavit a čím širší je rozsah pojmů, které ovládá, tím větší má možnosti, jak řešit nejrůznější problémové situace.

Bez základních znalostí umožňujících snadné vybavení si matematického jazyka, základních faktů a zvyklostí při používání čísel, symbolického vyjadřování a prostorové představivosti by žáci nebyli schopni matematického myšlení. Matematická fakta zahrnují znalosti, které jsou základem matematického jazyka, nejdůležitějších matematických pojmů a vlastností formujících matematické myšlení.

Matematické postupy tvoří most mezi základní znalostí matematiky a jejím užitím při řešení problémů, zejména těch, s nimiž se lidé setkávají v každodenním životě. Pohotové používání vhodných postupů předpokládá, že si žáci dokážou vybavit řadu kroků a způsob jejich provádění. Žáci musí být zběhlí a přesní v používání postupů při výpočtech a v používání pomůcek. Musí chápat, že určité postupy lze používat nejen k řešení jednotlivých úloh, ale i celých tříd úloh.

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

### 5.3.2 Používání znalostí

Oblast *používání znalostí* představuje aplikování matematiky v různých kontextech. Běžná fakta, pojmy, postupy ale i problémy by měly být v této oblasti žákům známy. V některých úlohách musí žáci pro vytvoření reprezentací aplikovat znalost matematických faktů, dovedností a postupů nebo porozumění matematickým pojmům. Prezentace myšlenek tvoří jádro matematického myšlení a komunikace, schopnost vytvářet ekvivalentní reprezentace je základem k úspěchu v tomto oboru.

Podstatou této oblasti je řešení problémů s důrazem na známější a rutinní úlohy. Problémy mohou představovat situace z reálného života nebo mohou být zúženy pouze na matematické otázky obsahující např. číselné nebo algebraické výrazy, funkce, rovnice, geometrické útvary nebo soubory statistických dat.

<b>Určování</b>	Určení efektivní či vhodné operace, strategie nebo nástroje k řešení problémů v situacích, kdy je známa metoda řešení.
<b>Vyjadřování a modelování</b>	Zobrazování dat pomocí tabulek nebo diagramů; sestavování rovnic, nerovnic, geometrických útvarů nebo diagramů, které modelují problémové situace; tvorba ekvivalentních vyjádření daných matematických entit nebo vztahů.
<b>Provádění</b>	Provádění strategií a operací zahrnujících známé matematické pojmy a postupy za účelem vyřešení problémů.

### 5.3.3 Uvažování

Matematické uvažování vyžaduje logické, systematické myšlení. Zahrnuje však také intuitivní a induktivní uvažování vycházející z modelů a pravidelností, které lze využít při řešení tříd problémů v nových nebo v neznámých situacích. Takové problémy mohou mít čistě matematický charakter nebo mohou vycházet ze situací ze skutečného života. Oba typy úloh vyžadují přenos znalostí a dovedností do nových situací a většinou je charakterizuje vzájemné působení mezi více způsoby uvažování.

Jelikož kognitivní dovednosti náležející do oblasti uvažování lze využít při promýšlení a řešení neobvyklých a složitých problémů, představuje každá z dovedností významný výstup matematického vzdělávání a může ovlivnit žákovu myšlení obecně, nejen v kontextu matematiky. Například uvažování zahrnuje schopnost pozorování a vytváření hypotéz, logického vyvozování založeného na určitých předpokladech a pravidlech nebo zdůvodňování výsledků.

<b>Analyzování</b>	Určování, popisování a používání vztahů mezi čísly, výrazy, veličinami a tvary.
<b>Propojování a syntetizování</b>	Propojování různých znalostí, způsobů vyjádření a postupů při řešení problémů.
<b>Hodnocení</b>	Vyhodnocování alternativních strategií a způsobů řešení problémů.
<b>Vyvozování závěrů</b>	Vyvozování opodstatněných závěrů na základě informací a důkazů.
<b>Zobecňování</b>	Vyjádření vztahů v obecnější a široce aplikovatelné podobě.
<b>Zdůvodňování</b>	Používání matematických argumentů ke zdůvodnění strategie nebo řešení.

## 6 Koncepte přírodovědné části šetření TIMSS 2015

V každodenním životě jsme konfrontováni s řadou informací, jež musíme vyhodnocovat, jsme nuceni rozlišovat mezi pravdivými a smyšlenými (pseudovědeckými) poznatky, musíme pochopit řadu důležitých vztahů v sociálním, ekonomickém a přírodním prostředí, jež nás



obklopuje, musíme dělat podložená rozhodnutí. To často není možné bez určitého pochopení přírodovědných konceptů.

Žáci v nižších ročnících mají přirozený zájem o svět a své místo v něm, a proto je přirozené seznamovat je se základy přírodních věd (s jednoduchými přírodovědnými koncepty) již v nízkém věku. Tyto poznatky mohou žáci bezprostředně využít v běžném životě, například k osvojení si zdravého životního stylu. Poznatky z oblasti přírodních věd by však žáci měli získávat v průběhu celého vzdělávání, aby se jako dospělí dokázali rozhodovat na solidním vědeckém základě, až budou řešit otázky spojené se širokou škálou problémů, jakými jsou léčba nemocí, globální změna klimatu či užívání moderních technologií. Osvojování si přírodovědných poznatků je však také důležité z hlediska dalšího rozvoje kvality života společnosti, který je spjat s ekonomickým růstem vázaným na inovace v oblasti přírodních věd, technologií a inženýrství. Tento rozvoj není možný bez kvalifikovaných pracovníků v daných oborech, po kterých je celosvětově již v současnosti velká poptávka.

Tato kapitola přináší informace o koncepci přírodovědné části šetření TIMSS pro 4. a 8. ročník. V mnohém je tato koncepce velmi podobná té, která byla aplikována v roce 2011, nicméně byly učiněny částečné změny ve vzdělávacím obsahu témat. Tyto změny reflektovaly potřeby kurikula zemí účastnících se šetření. Zohledněny byly také některé další dokumenty, např. Framework for K-12 Science Education (NRC, 2012), Science (Primary and Lower Secondary) Syllabi (Singapore Ministry of Education, 2007a, 2007b), či Science Curriculum Guide (Primary 1 – Secondary 3) (Education Bureau, Hong Kong SAR, 2002b) používané v Hongkongu.

Koncepce hodnocení přírodních věd v šetření TIMSS 2015 sestává ze dvou oblastí:

- **Obsahová složka (přírodovědný obsah)** specifikuje oblasti učiva a obsah jednotlivých tematických okruhů v rámci přírodních věd;
- **Operační složka (přírodovědné operace)** specifikuje procesy myšlení (prokazování znalostí, používání znalostí a uvažování) v rámci přírodních věd.

Obsahová složka je ve 4. ročníku a v 8. ročníku odlišná a reflektuje povahu a složitost probíraného učiva v jednotlivých ročnících. Na živou přírodu je kladen větší důraz ve 4. ročníku než na její pokračování v biologii v 8. ročníku. V 8. ročníku jsou zavedeny samostatné tematické okruhy fyzika a chemie a je na ně kladen větší důraz než na téma neživé přírody ve 4. ročníku, kde jsou oba tyto vědní obory spojeny. Naproti tomu operační složka je stejná pro oba ročníky a zahrnuje řadu kognitivních výkonů nutných pro studium přírodních věd a vědecké zkoumání na prvním i druhém stupni základní školy.

Šetření TIMSS 2015 také hodnotí vědecké postupy. Tyto postupy zahrnují dovednosti každodenního života i obecné postupy přírodovědných disciplín, které žáci systematicky získávají při badatelské činnosti realizované ve výuce. Zohledněny byly především ty postupy, které se objevují v kurikulech, standardech a vzdělávacích rámcích řady zemí účastnících se šetření. Z pohledu šetření TIMSS však vědecké postupy nestojí samostatně, ale jsou vázány na konkrétní vzdělávací obsah a procesy myšlení. Proto šetření TIMSS nehodnotí tyto postupy samostatně, ale hodnotí je společně s obsahovou a operační složkou.

## 6.1 Přírodovědný obsah – 4. ročník

Obsahová složka přírodních věd ve 4. ročníku se skládá ze tří tematických okruhů: *živá příroda*, *neživá příroda*, *nauka o Zemi*. Jejich zastoupení v šetření TIMSS 2015 z hlediska podílu testovacího času uvádí tabulka 4.

Tabulka č. 4 Přírodovědný obsah v šetření TIMSS 2015 – 4. ročník

Tematický okruh	Plánovaný podíl testovacího času
Živá příroda	45 %
Neživá příroda	35 %
Nauka o Zemi	20 %

Každý tematický okruh obsahuje několik tematických celků, přičemž každý z těchto tematických celků je dále podrobněji členěn do cílových kategorií žákova kognitivního výkonu<sup>7</sup>, resp. učiva, které by v rámci tematického celku měl žák obsáhnout. Cílové kategorie kognitivního výkonu žáka jsou uvedeny slovesy, která určují míru kognitivního výkonu, který se od žáků očekává. Tyto kognitivní výkony pak mohou být přiřazeny jedné ze tří kategorií přírodovědných operací (prokazování znalostí, používání znalostí, uvažování).

### 6.1.1 Živá příroda

Studium živé přírody umožňuje žákům 4. ročníku rozvinout přirozený zájem o jejich okolí a svět, ve kterém žijí, a lépe jej pochopit. V tomto období by žáci měli začít budovat své poznatky o vlastnostech a životních procesech organismů, interakcích mezi živými organismy i organismy a prostředím, ve kterém žijí. Osvojit by si rovněž měli základní koncepty související s reprodukcí, dědičností a lidským zdravím. V dalším studiu by měli na základě takových poznatků budovat pochopení sofistikovanějších konceptů.

Tematický okruh *živá příroda* obsahuje pět tematických celků:

- **Vlastnosti a životní procesy organismů**
- **Životní cykly, rozmnožování a dědičnost**
- **Organismy, prostředí a jejich vzájemné vztahy**
- **Ekosystémy**
- **Lidské zdraví**

#### Vlastnosti a životní procesy organismů

1. Rozdíly mezi živými organismy a neživými věcmi a co živé organismy potřebují k životu:
  - A. Rozlišit a popsat rozdíly mezi živými organismy a neživými věcmi (živé organismy se rozmnožují, rostou, vyvíjejí se, reagují na podněty a umírají; neživé věci to nedělají).
  - B. Určit, co živé organismy potřebují pro svůj život (vzduch, vodu, živiny a prostředí, ve kterém žijí).
2. Tělesné vlastnosti a způsoby chování hlavních skupin organismů:
  - A. Porovnat tělesné vlastnosti a způsoby chování hlavních skupin organismů (hmyz, ptáci, savci, ryby, kvetoucí rostliny) a popsat rozdíly mezi nimi.
  - B. Určit organismy nebo uvést příklady organismů náležejících do těchto skupin organismů: hmyz, ptáci, savci, ryby, kvetoucí rostliny.
  - C. Rozlišit skupiny živočichů s páteří a bez páteře.

<sup>7</sup> Pozn.: Cílovou kategorií kognitivního výkonu žáka lze v českém prostředí chápat jako očekávaný výstup, jak jej popisuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání.

3. Funkce hlavních orgánů živých organismů:
  - A. Přiřadit hlavní orgány živočichů k jejich funkcím (zuby trhají (mělní) potravu, žaludek tráví potravu, kosti podpírají tělo, plíce nasávají vzduch, srdce pumpuje krev).
  - B. Přiřadit hlavní části rostlin k jejich funkcím (kořeny nasávají vodu a kotví rostlinu, listy vytvářejí živiny, stonek rozvádí vodu a živiny, okvětní lístky lákají opylovače, rostliny vytvářejí semena, ze semen vznikají nové rostliny).
4. Odpověď živých organismů na podmínky prostředí:
  - A. Popsat dopad nedostatku vody a světla na rostliny.
  - B. Popsat, jak různé živočichové reagují na vysoké a nízké teploty a jak reagují na nebezpečí.
  - C. Popsat, jak lidské tělo reaguje na cvičení a jak reaguje na vysoké a nízké teploty.

### **Životní cykly, rozmnožování a dědičnost**

1. Fáze životních cyklů běžných rostlin a živočichů a rozdíly mezi nimi:
  - A. Rozpoznat, že rostliny a živočichové v různých fázích životního cyklu mění podobu; určit hlavní období v životním cyklu rostlin a živočichů (narození, růst a vývoj, rozmnožování, smrt).
  - B. Určit hlavní fáze životního cyklu rostlin (klíčení, růst a vývoj, rozmnožování a rozptýlení semen).
  - C. Rozpoznat, porovnat a popsat rozdíly mezi životními cykly známých rostlin a živočichů, jakými jsou stromy, fazole, lidé, žáby, motýli.
2. Dědičnost a strategie rozmnožování:
  - A. Rozpoznat, že se rostliny a živočichové rozmnožují jen s jedinci téhož druhu a jejich potomci jsou podobní rodičům; popsat a vysvětlit, že některé znaky jsou výsledkem interakce s prostředím, např. že výška rostliny je závislá na množství slunečního světla, které na ni dopadá, nebo že mládě živočichů nezíská dostatečnou váhu, pokud nebude mít dost potravy.
  - B. Rozpoznat a vysvětlit, že určité znaky zděděné po rodičích napomáhají přežití, např. že voskový povlak na povrchu rostlin umožňuje rostlinám přežít v suchém podnebí, nebo že barva napomáhá živočichům ukrýt se před predátory.
  - C. Určit a popsat různé strategie živých organismů, které zvyšují počet potomků, kteří přežijí, například že rostliny produkují hodně semen, savci se starají o svá mláďata.

### **Organismy, prostředí a jejich vzájemné vztahy**

1. Tělesné znaky a chování rostlin a živočichů, které jim napomáhají přežít v jejich prostředí:
  - A. Přiřadit tělesné znaky rostlin a živočichů k životnímu prostředí, ve kterém žijí, například nohu s plovací blánou živočichovi žijícímu ve vodě, nebo silný stonek a trny náležející rostlině rostoucí v poušti.
  - B. Určit nebo popsat příklady tělesných vlastností nebo způsobů chování rostlin a živočichů, které jim pomáhají přežít v daném prostředí, například zimní spánek, který napomáhá živočichům přežít v období, kdy je nedostatek potravy, nebo hluboké kořeny, které umožňují rostlinám přežít v prostředí s nedostatkem vody.

## Ekosystémy

1. Jak rostliny a živočichové získávají energii:
  - A. Rozpoznat, že rostliny i živočichové potřebují živiny, aby měli energii pro svou činnost a látky pro svůj růst a regeneraci.
  - B. Vysvětlit, že rostliny potřebují pro tvorbu živin Slunce, zatímco živočichové získávají energii tím, že jedí rostliny nebo jiné živočichy.
2. Vztahy v jednoduchých potravních řetězcích:
  - A. Vytvořit model jednoduchého potravního řetězce s využitím běžných rostlin a živočichů vyskytujících se ve známých společenstvech, například les nebo poušť.
  - B. Popsat role živých organismů v každém bodě potravního řetězce (rostliny vytvářejí samy energii, některá zvířata jedí rostliny, další zvířata jedí zvířata, která jedí rostliny).
3. Vztahy mezi organismy ve společenstvu:
  - A. Popsat vztahy lovec (predátor) – kořist, určit běžné druhy kořisti a jejich predátorů.
  - B. Určit a vysvětlit, že ve společenstvu určité druhy organismů bojují s jinými organismy o živiny a prostor.
4. Vliv člověka na životní prostředí:
  - A. Vysvětlit způsoby, jakými mohou lidé kladně či záporně ovlivňovat životní prostředí, včetně způsobů, jakými lze znečištění předcházet či jej snižovat.
  - B. Popsat obecné příklady vlivů znečištění na lidi, rostliny, živočichy a životní prostředí.

## Lidské zdraví

1. Přenos, projevy a prevence infekčních onemocnění:
  - A. Dát do souvislosti, že přenos běžných infekčních onemocnění je způsoben kontaktem mezi lidmi, např. dotykem, kýcháním či kašlem.
  - B. Rozpoznat obvyklé příznaky onemocnění, jakými jsou teplota, kašel, či bolest břicha.
  - C. Určit a vysvětlit některé ze způsobů prevence přenosu infekčních onemocnění zahrnující například mytí rukou a stranění se nemocným lidí.
2. Způsoby zachování dobrého zdraví:
  - A. Popsat způsoby každodenního chování, které vedou k tomu, aby člověk zůstal zdravý, například přijímání vyvážené stravy, pravidelné cvičení, mytí rukou, čištění zubů, dostatečný spánek, ochrana proti slunečnímu záření.
  - B. Určit běžné zdroje potravy, jež jsou součástí vyváženého stravování, jako například ovoce, zelenina či obiloviny.

### 6.1.2 Neživá příroda

Studium neživé přírody umožňuje žákům pochopit určité fyzikální a chemické jevy a procesy, které je každodenně obklopují. Žáci 4. ročníků by měli získávat poznatky o skupenstvích látek a jejich přeměnách, o formách a zdrojích energie a jejich praktickém využití a osvojit si učivo týkající se světla, elektřiny či magnetismu.

Tematický okruh *neživá příroda* je rozdělen do tří tematických celků:

- **Třídění a vlastnosti látek**

- **Formy energie a jejich přenos**
- **Síla a pohyb**

### **Třídění a vlastnosti látek**

1. Skupenství látek a jejich charakteristické rozdíly:
  - A. Určit tři skupenství látek (pevné, kapalné, plynné).
  - B. Popsat, že pevné látky mají stálý tvar a objem, kapalné látky mají stálý objem, ale nemají stálý tvar, a plynné látky nemají ani stálý tvar ani objem.
2. Fyzikální vlastnosti látek jako základ pro jejich třídění:
  - A. Porovnat a třídit předměty a látky na základě jejich fyzikálních vlastností (hmotnost, objem, skupenství, schopnost vést teplo nebo elektrický proud, plavání na vodním povrchu nebo klesnutí na dno).
  - B. Určit vlastnosti kovů (vedení elektrického proudu, vedení tepla) a přiřadit kovy k jejich užití.
  - C. Popsat příklady směsí a vysvětlit, jak mohou být rozděleny (přesívání, filtrace, odpařování, přitahování magnetem).
3. Magnetická přitažlivost a odpudivost:
  - A. Rozpoznat, že magnety mají severní a jižní pól a že se stejné póly odpuzují a opačné přitahují.
  - B. Rozpoznat, že magnety přitahují některé další látky a tělesa.
4. Fyzikální změny pozorovatelné v každodenním životě:
  - A. Rozpoznat, že látka přechází z jednoho skupenství do druhého zahříváním či ochlazováním.
  - B. Popsat změny ve skupenství vody (tání, tuhnutí, var, vypařování, kondenzace) a dát tyto změny do souvislosti se změnou teploty.
  - C. Určit způsoby, jakými lze dosáhnout rychlejšího rozpuštění látky v daném množství vody (teplota, míchání, plošný obsah povrchu látek) a porovnat koncentraci dvou roztoků s rozdílným množstvím rozpouštědla nebo rozpouštěné látky.
5. Chemické změny pozorovatelné v každodenním životě:
  - A. Určit pozorovatelné změny látek, které vedou k vytvoření nové látky s jinými vlastnostmi (tlení, hoření, rezivění, vaření).

### **Formy energie a jejich přenos**

1. Běžné zdroje energie a jejich využití:
  - A. Určit zdroje energie, jako Slunce, tekoucí voda, vítr, uhlí, ropa a plyn, a pochopit, že energie je potřebná k pohybování s předměty, k topení a svícení.
2. Světlo a zvuk v každodenním životě:
  - A. Spojit známé fyzikální jevy s vlastnostmi světla (stín, zrcadlení, duha).
  - B. Rozpoznat, že vibrující objekty mohou vytvářet zvuk.

3. Přenos tepla:
  - A. Rozpoznat, že zahříváním předmětu lze zvýšit jeho teplotu a že horké předměty mohou ohřát studené předměty.
  - B. Určit druhy běžných materiálů, které dobře vedou teplo.
4. Elektřina a jednoduché elektrické obvody:
  - A. Určit tělesa a látky, které vedou elektrický proud.
  - B. Rozpoznat, že elektrická energie v obvodu může být přeměněna v jinou formu energie jako světlo či zvuk.
  - C. Vysvětlit na příkladu jednoduchých elektrických obvodů (např. baterky), že elektrický obvod funguje jen jako uzavřený (nerozpojený).

### Síla a pohyb

1. Známé síly a pohyb těles:
  - A. Určit, že gravitační síla přitahuje tělesa k Zemi.
  - B. Rozpoznat, že síly (tlačení či tažení) mohou uvést tělesa do pohybu, a porovnat účinky různě velkých sil působících na těleso v jednom směru nebo v opačných směrech.

#### 6.1.3 Nauka o Zemi

Nauka o Zemi se zabývá studiem planety Země a jejím postavením ve sluneční soustavě. Ve čtvrté třídě se poznatky z této oblasti zaměřují zpravidla na ty koncepty, které souvisí s objekty, jevy a procesy, jež mohou žáci pozorovat v běžném životě. Vzhledem k tomu, že v kurikulech zemí účastnicích se šetření TIMSS neexistuje jednoznačný průnik vzdělávacího obsahu, byly vybrány tři tematické celky, které jsou považovány za obecně důležité pro běžný život. Předpokládá se, že na úrovni 4. ročníku by žáci měli mít poznatky o struktuře Země, fyzikálních vlastnostech zemského povrchu a zdrojích, jež Země člověku poskytuje. Dále by měli být schopni popsat pozorovatelné změny planety Země a časové rámce, v nichž k těmto změnám dochází. Žáci by rovněž měli být schopni prokázat určité znalosti o poloze Země ve sluneční soustavě tyto znalosti dát do souvislosti s pozorováním změn na Zemi a obloze.

V okruhu *nauka o Zemi* jsou obsaženy tři tematické celky:

- **Struktura Země, fyzikální vlastnosti a zdroje**
- **Zemské procesy a historie**
- **Země ve sluneční soustavě**

#### Struktura Země, fyzikální vlastnosti a zdroje

1. Fyzikální vlastnosti zemského systému:
  - A. Rozpoznat, 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.
  - B. Rozpoznat, že vítr a voda mění zemský povrch.
2. Využití zemských zdrojů:
  - A. Určit některé zemské zdroje, které jsou využívány v každodenním životě, jako voda, vítr, půda, dřevo, ropa, zemní plyn a minerály.

- B. Vysvětlit důležitost odpovědného využívání zemských zdrojů.
- C. Vysvětlit, jak rysy zemského povrchu, jako hory, pláně, pouště, řeky, jezera a oceány, ovlivňují lidské aktivity jako zemědělství, zavlažování a rozvoj území.

### Zemské procesy a historie

1. Voda na Zemi a v ovzduší
  - A. Rozpoznat, že voda v řekách nebo potocích teče z hor do oceánů nebo jezer.
  - B. Rozpoznat, že voda přechází do ovzduší a z ovzduší během běžných jevů jako jsou tvorba mraků a rosy, vypařování kaluží a usychání mokřých šatů.
2. Denní, sezónní a historické procesy na Zemi:
  - A. Popsat, jak se počasí mění v závislosti na geografické poloze (změny teploty, vlhkosti, srážek ve formě deště nebo sněhu, mraků a větru).
  - B. Popsat, jak se teplota a srážky mění v závislosti na ročním období a jak tyto změny závisí na geografické poloze.
  - C. Rozpoznat, že v horninách se nacházejí pozůstatky (zkameněliny) živočichů a rostlin z dob dávno minulých, a na základě umístění a rozložení těchto zkamenělin učinit jednoduché závěry o změnách zemského povrchu.

### 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 (včetně Země), které obíhají kolem Slunce.
  - B. Rozpoznat, že Měsíc obíhá kolem Země a v průběhu kalendářního měsíce vypadá ze Země jinak.
2. Pohyby Země a pozorovatelné projevy těchto pohybů na Zemi:
  - A. Vysvětlit závislost střídání dne a noci na rotaci Země kolem zemské osy a zdokumentovat tento pohyb Země na proměně tvaru stínů v průběhu dne.
  - B. Vysvětlit, jak roční období na severní a jižní polokouli závisí na obíhání Země kolem Slunce v průběhu roku.

## 6.2 Přírodovědný obsah – 8. ročník

Obsahová složka přírodních věd v 8. ročníku se skládá ze čtyř tematických okruhů: biologie, chemie, fyzika, věda o Zemi. Jejich zastoupení v šetření TIMSS 2015 vzhledem k podílu testovacího času uvádí tabulka 5.

**Tabulka č. 5 Přírodovědný obsah v šetření TIMSS 2015 – 8. ročník**

Tematický okruh	Plánovaný podíl testovacího času
Biologie	35 %
Chemie	20 %
Fyzika	25 %
Věda o Zemi	20 %

Každý tematický okruh obsahuje několik tematických celků, přičemž každý z těchto tematických celků je dále podrobněji členěn do cílových kategorií žákova kognitivního výkonu<sup>8</sup>, resp. učiva, které by v rámci tematického celku měl žák obsáhnout. Cílové kategorie kognitivního výkonu žáka jsou uvedeny slovesy, která určují míru kognitivního výkonu, který se od žáků v 8. ročníku očekává. Tyto kognitivní výkony pak mohou být přiřazeny jedné ze tří kategorií přírodovědných operací (prokazování znalostí, používání znalostí, uvažování).

### 6.2.1 Biologie

V 8. ročníku žáci staví své poznatky na znalostech nabytých v primárním vzdělávání. Osvojení si základních biologických konceptů je předpokladem pro další studium biologie. Žáci 8. ročníků by měli prokázat schopnost dát do souvislosti strukturu a funkci orgánů a uvést, jak organismy fyziologicky reagují na změny v okolním prostředí. Měli by také začít budovat poznatky o stavbě buňky a jejích funkcích, procesu fotosyntézy a buněčného dýchání. Poznávání podstaty rozmnožování a dědičnosti by mělo žákům poskytnout základ pro pokročilé studium molekulární biologie a molekulární genetiky. Očekává se, že žáci porozumí konceptu adaptace a procesu přírodního výběru jako základu evoluce. Důležité také je, aby žáci pochopili procesy a vzájemné vztahy v ekosystémech, což je podstatné pro jejich postoje k tématům a výzvám souvisejícím s ochranou životního prostředí. Konečně, aby žáci získali vědecky podložené vědomosti o lidském zdraví, které by jim umožnily lépe se starat o život vlastní i život ostatních.

V tematickém okruhu **biologie** je obsaženo šest 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**

#### Vlastnosti a životní procesy organismů

1. Rozdíly mezi hlavními taxonomickými skupinami organismů:
  - A. Určit znaky, které definují rozdíly mezi hlavními taxonomickými skupinami (rostliny vs. živočichové vs. houby; savci vs. ptáci vs. plazi vs. ryby vs. obojživelníci).
  - B. Rozpoznat a třídít organismy, které zastupují hlavní taxonomické skupiny (savci vs. ptáci vs. plazi vs. ryby vs. obojživelníci).
2. Struktura a funkce hlavních soustav orgánů:
  - A. Lokalizovat a určit hlavní orgány a části hlavních soustav orgánů v lidském těle.
  - B. Porovnat lidské orgány a orgánové soustavy lidí s orgány a orgánovými soustavami jiných obratlovců.
  - C. Vysvětlit roli orgánů a orgánových soustav v udržení života, například krevní oběh a dýchání.

<sup>8</sup> Pozn.: Cílovou kategorii kognitivního výkonu žáka lze v českém prostředí chápat jako očekávaný výstup, jak jej popisuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání.



### 3. Fyziologické procesy živočichů:

- A. Rozpoznat reakce živočichů na změnu vnitřních a vnějších podmínek, které udržují stabilní tělesné podmínky, jako je zvýšení tepu při cvičení, pocit žízně při dehydrataci, pocit hladu při potřebě energie.
- B. Vysvětlit, proč je pro většinu živočichů důležité udržet relativně stálou tělesnou teplotu a jaká je reakce živočichů na změnu vnější teploty – například pocení v horku nebo chvění v chladu.

### Buňky a jejich funkce

#### 1. Struktura a funkce buněk:

- A. Vysvětlit, že živé organismy jsou složeny z buněk a že v buňkách probíhají životně důležité funkce a dochází k buněčnému dělení.
- B. Vysvětlit, že tkáně, orgány a systémy orgánů jsou složeny ze skupin buněk se specializovanou strukturou a funkcemi.
- C. Určit jednotlivé hlavní části buňky (buněčná stěna, buněčná membrána, jádro, chloroplast, vakuola a mitochondrie) a popsat základní funkce těchto organel.
- D. Rozpoznat, že buněčná stěna a chloroplasty odlišují rostlinnou buňku od živočišné.

#### 2. Proces fotosyntézy a buněčného dýchání:

- A. Popsat nebo namodelovat základní proces fotosyntézy (potřeba světla, oxidu uhličitého, vody, chlorofylu; tvorba živin; uvolnění kyslíku).
- B. Popsat nebo namodelovat základní proces buněčného dýchání (potřeba kyslíku a živin; produkce energie, uvolnění oxidu uhličitého a vody).

### Životní cykly, rozmnožování a dědičnost

#### 1. Životní cykly a vzorce vývoje:

- A. Porovnat a posoudit, jak různé organismy (savci, ptáci, obojživelníci, hmyz a rostliny) rostou a jak se vyvíjejí.
- B. Popsat faktory ovlivňující růst rostlin a živočichů.

#### 2. Pohlavní rozmnožování a dědičnost rostlin a živočichů:

- A. Rozpoznat, že při pohlavním rozmnožování vznikají potomci spojením vajíčka a spermie a tyto potomci jsou podobní rodičům, nejsou však totožní s žádným z rodičů.
- B. Dát do souvislosti dědičnost charakteristických znaků organismů s předáváním genetického materiálu potomkům.
- C. Rozlišit dědičné vlastnosti od vlastností získaných a naučených.

### Rozmanitost, adaptace (přizpůsobivost) a přirozený výběr

#### 1. Variace jako základ přírodního výběru:

- A. Uvést, že rozdíly fyzických znaků a znaků chování mezi jedinci v populaci dávají vybraným jedincům větší šanci na přežití a umožňují jim tyto znaky přenášet na své potomky.
- B. Dát do souvislosti přežití nebo vymírání druhů organismů s úspěšností rozmnožování v měnícím se prostředí (přirozený/přírodní výběr).

2. Zkameněliny jako důkaz proměn života na Zemi v čase:
  - 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.

## Ekosystémy

1. Tok energie v ekosystémech:
  - A. Určit příklady producentů, konzumentů a destruentů (rozkladačů).
  - B. Popsat toky energií v ekosystému (tok energie mezi producentem a konzumentem, a že z jedné úrovně na druhou je přenášena jen část této energie).
  - C. Nakreslit nebo interpretovat potravní pyramidu nebo diagramy potravních řetězců.
2. Oběh živin v ekosystémech:
  - A. Popsat roli živých organismů v koloběhu uhlíku a kyslíku v ekosystému.
  - B. Popsat roli živých organismů v koloběhu vody v ekosystému.
3. Vzájemné vztahy mezi populacemi organismů a organismy v ekosystémech:
  - A. Popsat a uvést příklady soutěžení mezi populacemi organismů v ekosystémech.
  - B. Popsat a uvést příklady predace (kořistění – dravého způsobu života) v ekosystémech.
  - C. Popsat a uvést příklady symbiózy mezi populacemi organismů nebo organismy v ekosystémech, například ptáci a hmyz opylují rostliny, ptáci požírají hmyz, který se vyskytuje na vysoké zvěři či dobytku, nebo tasemnice žijící v lidském střevě.
4. Faktory ovlivňující velikost populace:
  - A. Určit faktory, které omezují velikost populace, jako jsou nemoci, predátoři (dravci), zdroje potravy a sucho.
  - B. Předvídat, jak změny v ekosystémech, jako například zdroje vody, změny velikosti populace nebo migrace (stěhování), ovlivní dostupnost zdrojů a rovnováhu mezi populacemi.

## Lidské zdraví

1. Příčiny a šíření nemocí, prevence a odolnost vůči nemocem:
  - A. Popsat příčiny šíření a prevenci běžných onemocnění jakými jsou např. chřipka, spalničky, malárie nebo HIV.
  - B. Popsat roli lidského imunitního systému při obraně proti nemocem nebo při jejich léčení.
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 jakými jsou například srdeční choroby, vysoký krevní tlak, cukrovka, rakovina kůže, nebo rakovina plic.
  - B. Určit zdroje živin a roli živin ve zdravé stravě (vitamíny, minerály, bílkoviny, cukry a tuky).

## 6.2.2 Chemie

V 8. ročníku by porozumění chemickým konceptům mělo jít již nad rámec porozumění přímo pozorovatelných jednoduchých procesů a jevů, které nás denně obklopují. Žáci by měli porozumět základním chemickým konceptům a zákonům, které jsou nezbytné pro pochopení praktických aplikací chemie i další studium chemie. Měli by se seznámit se složením látek a měli by být schopni od sebe odlišit prvky, sloučeniny a směsi a popsat jejich složení. Od žáků se očekává, že by měli být také schopni popsat fyzikální a chemické vlastnosti látek a prokázat znalosti o vlastnostech směsí, roztoků, kyselin a zásad. Studium chemických změn by mělo žákům umožnit pochopení zákona zachování hmotnosti v průběhu chemických změn, stejně jako jim přinést základní poznatky o struktuře a vlastnostech chemických vazeb.

Tematický okruh **chemie** obsahuje tři tematické celky:

- **Složení látek**
- **Vlastnosti látek**
- **Chemické změny**

### Složení látek

1. Prvky, sloučeniny a směsi:
  - A. Určit příklady prvků, sloučenin a směsí.
  - B. Rozlišit čisté látky (prvky a sloučeniny) od směsí (stejnorodých a různorodých) podle jejich složení.
2. Struktura atomů a molekul:
  - A. Popsat částicovou stavbu látek (atomy a molekuly).
  - B. Popsat, že atom je složen z elementárních částic (elektrony obíhají jádro, které je složeno z protonů a neutronů).
  - C. Popsat, že molekuly jsou složeny z různých kombinací atomů (například H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).

### Vlastnosti látek

1. Fyzikální a chemické vlastnosti látek:
  - A. Odlišit fyzikální a chemické vlastnosti látek.
  - B. Dát do souvislosti fyzikální vlastnosti látek s jejich využitím, například bod tání a varu, schopnost rozpouštět látky a tepelná vodivost.
  - C. Dát do souvislosti chemické vlastnosti látek s jejich využitím, například koroze, hořlavost.
2. Fyzikální a chemické vlastnosti látek jako základ pro jejich klasifikaci:
  - A. Třídít látky podle jejich fyzikálních vlastností, které mohou být demonstrovány nebo měřeny, jako jsou hustota, bod tání nebo varu, rozpustnost, magnetické vlastnosti a elektrická nebo tepelná vodivost.
  - B. Třídít látky podle jejich chemických vlastností (kovy/nekovy, kyseliny/zásady).
3. Směsi a roztoky:
  - A. Vysvětlit, jak mohou být fyzikální metody využity při oddělování složek směsí.

- B. Popsat roztoky jako látky (pevné, kapalné či plynné) rozpuštěné v rozpouštědle.
  - C. Dát do souvislosti koncentraci roztoku s množstvím rozpuštěné látky a rozpouštědla.
  - D. Vysvětlit, jak teplota, míchání a plocha povrchu ovlivňují rychlost, jakou se rozpouštěná látka rozpouští.
4. Vlastnosti kyselin a zásad:
- A. Rozpoznat běžné látky jako kyseliny nebo zásady na základě jejich vlastností (kyseliny mají kyselou chuť, reagují s kovy a mají pH nižší než 7; zásady mají zpravidla hořkou chuť, jsou na dotek kluzké jako mýdlo, nereagují s kovy a mají pH vyšší než 7).
  - B. Rozpoznat, že kyseliny i zásady barevně reagují s indikátory a mění při tom barvu.
  - C. Rozpoznat, že kyseliny a zásady se vzájemně neutralizují.

### Chemické změny

1. Znaky chemických přeměn:
- A. Rozlišit chemické změny od změn fyzikálních podle přeměny (reakce) jedné či více čistých látek (reaktantů) na jiné čisté chemické látky (produkty).
  - B. Podat důkaz (změna teploty, tvorba plynu, tvorba sraženiny, změna barvy nebo vyzaření světla), že došlo k chemické změně.
  - C. Rozpoznat, že v běžných oxidačních reakcích (hoření, koroze, ztráta lesku) je zapotřebí kyslík a dát tyto reakce do souvislosti s každodenními událostmi jako je hoření dřeva či ochrana kovů.
2. Hmota a energie v chemických změnách:
- A. Rozpoznat, že hmota je v průběhu reakcí zachována, tedy že všechny atomy, které do reakce vstoupily, z ní zase vystupují, jen jsou uspořádány do nových sloučenin.
  - B. Rozpoznat, že při některých chemických reakcích se energie (teplo a/nebo světlo) uvolňuje a při jiných spotřebovává, a roztrdit známé chemické změny (např. hoření, neutralizace nebo vaření) na ty, které teplo uvolňují a na ty, které ho spotřebovávají.
3. Chemické vazby:
- A. Rozpoznat, že chemická vazba představuje síly působící mezi atomy ve sloučenině a že se na vzniku chemické vazby podílejí elektrony atomů.

### 6.2.3 Fyzika

Podobně jako je tomu u chemie i u fyziky se předpokládá, že by porozumění fyzikálním konceptům u žáků 8. ročníku mělo jít nad rámec porozumění přímo pozorovatelných jednoduchých vlastností objektů, procesů a jevů, které nás denně obklopují. Podobně jako v chemii by také ve fyzice žáci měli porozumět základním fyzikálním konceptům a principům, které jsou nezbytné pro pochopení řady praktických aplikací fyziky i její další studium. Žáci 8. ročníků by měli být schopni popsat změny týkající se skupenství látek a dát je do souvislosti se vzdáleností mezi částicemi a jejich pohybem. Dále by měli být schopni identifikovat a pojmenovat různé formy energie, popsat jednoduché přeměny energie a v praktických situacích použít zákon zachování energie. Žáci tohoto ročníku by měli znát základní vlastnosti světla a zvuku, dát je do souvislosti s pozorovatelnými jevy a řešit úlohy s využitím znalostí o chování světla a zvuku. V oblasti elektřiny a magnetismu by žáci měli prokázat znalosti o elektrické vodivosti běžných látek, porozumět toku elektrického proudu v uzavřených obvodech, a to jak v sériovém, tak v paralelním zapojení. Dále by měli být schopni popsat

vlastnosti a využití permanentních magnetů a elektromagnetů. Základní poznatky o silách a pohybu by měly být rozšířeny o poznatky o dalších typech a vlastnostech sil a o znalost fungování jednoduchých strojů. Žáci by rovněž měli prokázat obecné porozumění hustotě a tlaku a měli by být rovněž schopni předvídat změny pohybu tělesa, když na něj začne působit síla.

Tematický okruh *fyzika* je rozdělen do pěti tematických celků:

- **Skupenství látek a jeho změny**
- **Přeměny a přenos energie**
- **Světlo a zvuk**
- **Elektrina a magnetismus**
- **Síla a pohyb**

### **Skupenství látek a jeho změny**

1. Pohyb částic v pevných látkách, kapalinách a plynech:
  - A. Rozpoznat, že atomy a molekuly v látkách jsou v neustálém pohybu, a popsat rozdíly v relativním pohybu a ve vzdálenosti částic u pevných látek, kapalin a plynů; vysvětlit fyzikální vlastnosti pevných látek, kapalin a plynů (objem, tvar, hustota, stlačitelnost) na základě znalostí pohybů a vzájemných vzdáleností mezi částicemi.
  - B. Dát do souvislosti změny teploty, objemu a tlaku plynu a změny v průměrné rychlosti jeho částic; dát do souvislosti tepelnou roztažnost pevných a kapalných látek se změnou teploty a změnou průměrné vzdálenosti mezi částicemi.
2. Změny ve skupenství látek:
  - A. Popsat tání, tuhnutí, var, vypařování, kondenzaci a sublimaci jako změny skupenství, ke kterým dochází v důsledku zahřívání nebo ochlazování.
  - B. Dát do souvislosti rozsah změn skupenství látek a fyzikálních podmínek okolí jako například velikost povrchu nebo teplota okolí.
  - C. Rozpoznat, že při tuhnutí, tání a varu zůstává teplota konstantní.
  - D. Vysvětlit, že hmota při fyzikálních změnách, jako jsou například změna skupenství, rozpouštění pevných látek nebo teplotní roztažnost, zůstává stejná.

### **Přeměny a přenos energie**

1. Formy energie a zachování energie:
  - A. Určit různé formy energie (kinetická, potenciální, mechanická, světelná, zvuková, elektrická, tepelná a chemická).
  - B. Popsat obvyklé přeměny energie jako jsou spalování v motoru, fotosyntéza nebo výroba hydroelektrické energie a rozpoznat, že celkové množství energie v uzavřeném systému je vždy zachováno.
2. Přenos tepla a tepelná vodivost látek:
  - A. Dávat do souvislosti ohřívání, resp. ochlazování s přenosem energie z tělesa nebo prostředí teplejšího na chladnější.

- B. Rozpoznat, že teplé předměty se ochlazují a studené předměty se ohřívají, dokud se teploty předmětu a okolního prostředí nevyrovnejí.
- C. Porovnat relativní tepelnou vodivost různých látek.

### **Světlo a zvuk**

1. Vlastnosti světla:
  - A. Popsat či určit základní vlastnosti světla (šíření různým prostředím, konečná rychlost, odraz, lom, absorpce a rozklad bílého světla na barevné složky).
  - B. Uvést do souvislosti pozorovanou barevnost předmětů s vlastnostmi odraženého či pohlceného světla.
  - C. Řešit praktické úlohy zahrnující odraz světla na rovinném zrcadle a tvorbu stínů.
  - D. Určit chod světla z jednoduchých paprskových znázornění a určit polohu obrazu vzniklého odrazem či projekcí skrz čočky (pouze reálné obrazy).
2. Vlastnosti zvuku:
  - A. Rozpoznat, že zvuk je vlnový jev a je charakterizován hlasitostí (amplituda) a výškou (frekvence).
  - B. Popsat některé základní vlastnosti zvuku (potřeba látkového prostředí, kterým se může šířit, odraz a absorpce na povrchu a různá rychlost v různých prostředích).
  - C. Vztáhnout běžné jevy jako je například ozvěna k vlastnostem zvuku.

### **Elektřina a magnetismus**

1. Vodiče a tok elektrického proudu v elektrických obvodech:
  - A. Roztřídit látky na elektricky vodivé a izolanty.
  - B. Určit schémata znázorňující úplné elektrické obvody (sériové a paralelní) a rozlišit, jak se liší tok elektrického proudu v sériovém a paralelním zapojení obvodu.
  - C. Popsat faktory, které ovlivňují tok elektrického proudu v sériových nebo paralelních zapojeních obvodů, jako je například množství baterií nebo žárovek.
2. Vlastnosti a využití magnetů a elektromagnetů:
  - A. Popsat vlastnosti permanentních magnetů (přitahování, odpuzování a změna magnetické síly v závislosti na vzdálenosti).
  - B. Popsat vlastnosti, které jsou typické pro elektromagnety (síla se mění s elektrickým proudem, počet závitů cívky, magnetické pole může být zapnuto a vypnuto, magnet může být přepólován).
  - C. Popsat využití permanentních magnetů a elektromagnetů v běžném životě, například v kompasu, v domovním zvonku, v továrně na recyklaci.

### **Síly a pohyb**

1. Běžné síly a jejich vlastnosti:
  - A. Popsat běžné typy mechanických sil – gravitační, třecí, vztlaková a pružnosti; tíha jako důsledek gravitace.
  - B. Rozpoznat, že síla má velikost, směr a působišť síly.

- C. Rozpoznat, že proti síle působící v jednom směru (akce) působí stejně velká síla v opačném směru (reakce).
2. Účinky sil:
- A. Demonstrovat základní znalost funkce jednoduchých strojů jako například páka nebo nakloněná rovina.
  - B. Definovat tlak jako funkci síly a plochy.
  - C. Popisovat jevy související s tlakem, například že atmosférický tlak klesá s nadmořskou výškou, tlak vody roste s hloubkou, nebo důkaz tlaku plynu v balónku.
  - D. Dát do souvislosti plavání či potápění těles s rozdíly hustoty a účinkem vztlakové síly.
3. Pohyb a změny pohybu:
- A. Definovat rychlost tělesa jako změnu dráhy v čase a zrychlení jako změnu rychlosti v čase.
  - B. Rozpoznat, že pohyb tělesa je určený jeho rychlostí a směrem, kterým se pohybuje.
  - C. Předpovědět kvalitativní změny pohybu objektu v jednom směru (pokud nastanou), když na těleso začnou působit dané síly.

#### 6.2.4 Věda o Zemi

Poznatky obsažené v tematickém okruhu věda o Zemi vychází z oborů, jakými jsou geologie, astronomie, meteorologie, hydrologie a oceánografie, a úzce při tom souvisejí se základními koncepty biologie, fyziky a chemie. Ačkoli ne ve všech zemích účastnících se výzkumu TIMSS 2015 je věda o Zemi vyučována jako samostatný vyučovací předmět, předpokládá se, že porozumění konceptům zahrnutým v tomto tematickém okruhu bude zprostředkováno ve výuce přírodních věd<sup>9</sup> a biologie, nebo ve výuce samostatných předmětů – geografie a geologie.

Od žáků 8. ročníků se v tomto tematickém okruhu očekávají základní všeobecné znalosti o struktuře a fyzikálních vlastnostech Země včetně znalostí o zemských vrstvách, půdě a atmosféře. Žáci by si také měli vybudovat poznatky o geologických procesech a cyklech na Zemi (např. cyklus vody) a měli by si rovněž osvojit poznatky o vzorcích počasí a klimatu. Měli by také prokázat znalosti o zemských zdrojích, jejich využití a zachování a provázat tyto znalosti s řešením praktických témat, jako je například management přírodních zdrojů. Očekává se rovněž, že by žáci měli mít znalosti o sluneční soustavě a o pozorovatelných jevech souvisejících s pohyby Země a Měsíce. Měli by být také schopni popsat některé typické vlastnosti Země, Měsíce a dalších planet.

Tematický okruh *věda o Zemi* je tvořen čtyřmi tematickými celky:

- **Struktura a fyzikální vlastnosti Země**
- **Geologické procesy, cykly a historie**
- **Zemské zdroje, jejich využití a zachování**
- **Země ve sluneční soustavě a ve vesmíru**

<sup>9</sup> Pozn.: Výukou přírodních věd se zde má na mysli integrovaná výuka v podobě science realizovaná zejména v anglosaských zemích.

**Struktura a fyzikální vlastnosti Země**

1. Fyzikální vlastnosti zemského povrchu:
  - A. Popsat strukturu a fyzikální vlastnosti zemské kůry, zemského pláště a zemského jádra s odkazem na pozorovatelné jevy, jakými jsou zemětřesení či sopečná činnost.
  - B. Popsat vlastnosti, využití a vznik půdy.
  - C. Popsat rozložení vody na Zemi v závislosti na jejím fyzikálním stavu (led, voda a vodní pára) a rozdělení na sladkou a slanou vodu.
  - D. Popsat pohyby vody z vyšších poloh do nižších poloh nebo naopak vývěr vody z podzemí na povrch.
2. Složení zemské atmosféry a atmosférické podmínky:
  - A. Rozpoznat, že atmosféru tvoří směs plynů, a určit relativní zastoupení jejích hlavních složek (dusík, kyslík, vodní pára, oxid uhličitý), dát do souvislosti složení atmosféry s každodenními procesy v atmosféře.
  - B. Uvést do souvislosti změny atmosférických podmínek (teplota a tlak) s nadmořskou výškou.

**Geologické procesy, cykly a historie**

1. Geologické procesy v historii Země:
  - A. Popsat hlavní procesy v cyklu přeměny hornin jako je tuhnutí lávy, vliv teploty a tlaku na přeměnu sedimentu v horninu a zvětvávání.
  - B. Popsat fyzikální procesy a hlavní geologické události, které se udály na Zemi v průběhu miliard let, jako je pohyb zemských desek, vulkanická činnost, vznik pohoří, zvětvávání.
  - C. Vysvětlit vznik zkamenělin a fosilních paliv.
2. Koloběh vody na Zemi:
  - A. Graficky znázornit nebo popsat koloběh vody na Zemi (vypařování, srážení, vypařování srážek) a rozpoznat, že Slunce je zdroj energie pro tento koloběh.
  - B. Popsat význam pohybu mraků a toku vody při oběhu a obnově sladké vody na zemském povrchu.
3. Počasí a klima:
  - A. Rozlišit mezi počasím (krátkodobé změny v teplotě, vlhkosti, srážkách ve formě deště nebo sněhu, v oblačnosti a v povětrnostních podmínkách) a klimatem (dlouhodobé typické vzorce počasí v konkrétní geografické oblasti).
  - B. Interpretovat data či mapy o vzorcích počasí pro konkrétní klima a dát do souvislosti proměny počasí s globálními i místními faktory.
  - C. Popsat sezónní změny klimatu v souvislosti se zeměpisnou šířkou, nadmořskou výškou a geografickými podmínkami.
  - D. Určit nebo popsat možné příčiny změny klimatu a/nebo uvést důkazy o změně klimatu, například změny odehrávající se v dobách ledových nebo těch, které jsou spojovány s globálním oteplováním.



## Zemské zdroje, jejich využití a zachování

1. Řízení zdrojů na Zemi:
  - A. Uvést příklady obnovitelných a neobnovitelných zdrojů.
  - B. Diskutovat o výhodách a nevýhodách různých zdrojů energií.
  - C. Popsat různé způsoby šetření s přírodními zdroji a popsat metody nakládání s odpady, jako je například recyklace.
  - D. Navrhnout opatření, která se zaměří na negativní dopady lidské činnosti na životní prostředí.
2. Využití území a vody:
  - A. Vysvětlit, jak běžné způsoby využití území jako například zemědělská činnost, těžba dřeva, těžba nerostných surovin mohou ovlivnit dané území a vodní zdroje.
  - B. Vysvětlit důležitost ochrany vodních zdrojů a popsat, jak je voda díky čištění, odsolování a zavlažování dostupná pro lidské činnosti.

## Země ve sluneční soustavě a ve vesmíru

1. Pozorovatelné jevy na Zemi související s pohyby Země a Měsíce:
  - A. Rozlišit mezi projevy denního otáčení se Země kolem své osy a jejího ročního obíhání okolo Slunce včetně toho, jak zemská rotace a oběh souvisí s podobou souhvězdí na obloze.
  - B. Vysvětlit, že pro většinu míst vzdálených od rovníku, je kombinace sklonu zemské osy a pravidelného obíhání Země kolem Slunce příčinou střídání ročních období.
  - C. Rozpoznat, 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. Vlastnosti Země, Měsíce a planet:
  - A. Porovnat a posoudit určité fyzikální vlastnosti Země (atmosféra, teplota, voda, vzdálenost od Slunce, doba oběhu kolem Slunce a otáčení kolem vlastní osy, podmínky pro rozvoj života) s vlastnostmi Měsíce a ostatních planet.
  - B. Rozpoznat, že gravitace ve sluneční soustavě udržuje planety a měsíce na jejich oběžných drahách a přitahuje objekty k zemskému povrchu.

### 6.3 Přírodovědné operace – 4. a 8. ročník

Operační složka přírodních věd je rozčleněna do třech oblastí podle toho, jaké kognitivní výkony se očekávají od žáků při řešení úloh v šetření TIMSS 2015. V rámci první oblasti **prokazování znalostí** by žáci měli prokázat znalost základních přírodovědných pojmů, konceptů a vědeckých postupů, které jsou nezbytným základem pro pochopení a využívání přírodních věd. Druhá oblast **používání znalostí** se zaměřuje na schopnost žáků aplikovat získané znalosti při vysvětlování přírodovědných jevů a při řešení konkrétních problémů. Třetí oblast **uvažování** vyžaduje schopnost využívat přírodovědné znalosti a postupy při řešení úloh v nových, pro žáky neznámých situacích a komplexních souvislostech. Od žáků se očekávají vyšší kognitivní výkony – schopnost analýzy, syntézy či zobecňování.

Tyto tři operační kategorie jsou použity v obou testovaných ročnících. Poměr jejich zastoupení se nicméně mezi 4. a 8. ročníkem liší v souvislosti s tím, jak s věkem narůstají operační schopnosti žáků, jak se mění jejich vyspělost, jak roste jejich schopnost se učit, jak se mění

záběr jejich znalostí, či jak se prohlubují jejich zkušenosti (viz tabulka 6). Proto se testování ve 4. ročníku zaměřuje více na prokazování znalostí, či jejich používání, zatímco v 8. ročníku se zvětšuje podíl úloh zaměřených na uvažování.

Zatímco určité rozčlenění operační složky je předepsané, jsou pro každou oblast vyvinuty úlohy se širokou škálou úrovní obtížnosti. V každém tematickém okruhu pro 4. a 8. ročník jsou zahrnuty úlohy vyvinuté speciálně pro testování každé ze tří operačních oblastí. Například okruh živá příroda obsahuje úlohy na prokazování znalostí, na používání znalostí i na uvažování a stejně tomu je ve všech tematických okruzích. Následující text podrobněji popisuje dovednosti a schopnosti žáků, které určují operační složku.

**Tabulka č. 6 Přírodovědné operace v šetření TIMSS 2015 – 4. a 8. ročník**

Přírodovědná operace	4. ročník	8. ročník
Prokazování znalostí	40 %	35 %
Používání znalostí	40 %	35 %
Uvažování	20 %	30 %

### 6.3.1 Prokazování znalostí

Prokazování znalostí se zabývá úrovní žákovských znalostí přírodovědných faktů (vlastností objektů, přírodovědných procesů a jevů) a také pomůcek. Správné a rozsáhlé znalosti umožní žákům, aby se vypořádali se složitějšími a komplexnějšími kognitivními dovednostmi důležitými pro vědeckou činnost.

<b>Vybavování / rozpoznávání</b>	Správně vyjádřit přírodovědná fakta, vztahy a koncepty a vybrat správné výroky o nich; určit vlastnosti určitých organismů, látek nebo dějů; prokázat schopnost využívat vhodné vědecké vybavení a postupy; znát a využívat vědecké pojmy, symboly, zkratky, jednotky a měřítka.
<b>Popisování</b>	Popsat nebo definovat vlastnosti, strukturu a význam organismů a látek, dále vztahy mezi organismy, látkami a různými procesy a jevy.
<b>Ilustrování příklady</b>	Uvádět příklady organismů, látek a procesů, které mají určité dané vlastnosti; ilustrovat tvrzení o přírodovědných faktech či konceptech vhodnými příklady.

### 6.3.2 Používání znalostí

Otázky v této oblasti mají vést žáky k uplatnění znalostí o faktech, vztazích, procesech, konceptech či metodách přírodních věd v úlohách, které vyžadují řešení známých, ve výuce již probíraných problémů.

<b>Porovnání / posouzení / roztřídění</b>	Určit nebo popsát podobnosti mezi skupinami organismů, látek nebo dějů; rozlišit, roztřídit a uspořádat různé objekty, látky, organismy a děje podle zadaných typických znaků a vlastností.
<b>Hledání souvislostí</b>	Uvést do souvislosti znalost vědeckých konceptů s pozorovatelnými nebo odvozenými vlastnostmi, chováním nebo užitím předmětů, organismů nebo látek.
<b>Používání modelů</b>	Používat schémata a modely při prokazování porozumění přírodovědným pojmům, vztahům v různých cyklech a systémech, nebo při nacházení řešení přírodovědných problémů.

<b>Interpretace informací</b>	Interpretovat informace z textů, tabulek, obrázků nebo jiných grafických ztvárnění na základě znalosti přírodovědných konceptů.
<b>Vysvětlování</b>	Podat nebo vybrat vysvětlení pozorovatelných a jiných přírodních jevů s využitím znalosti přírodovědných konceptů či zákonů.

### 6.3.3 Uvažování

Otázky v této oblasti vyžadují od žáků schopnost analyzovat data a jiné informace, vyvozovat závěry, hledat vysvětlení problémů, které jsou pro ně nové. Na rozdíl od používání znalostí je nutné v operační oblasti uvažování řešit buď úlohy komplexnější, nebo úlohy zasazující přírodovědné problémy do neznámých kontextů. Zodpovězení otázky přitom umožňují různé přístupy k řešení. V rámci řešení úloh žáci rovněž prokazují schopnost tvořit hypotézy nebo navrhnout výzkumné postupy při řešení problémů.

<b>Analyzování</b>	Určit prvky vědeckého problému a použít relevantní informace, koncepty, vztahy a data k zodpovězení otázky.
<b>Propojování / syntéza</b>	Řešit problém, který vyžaduje posouzení více různých faktorů nebo souvisejících konceptů.
<b>Formulování otázek / hypotéz / předpovědí</b>	Formulovat otázky, které mohou být zodpovězeny vědeckým výzkumem, a předvídat výsledky výzkumu tím, že je tento výzkum plánován; formulovat testovatelné předpoklady založené na pochopení přírodovědných konceptů a na znalostech získaných ze zkušenosti, z pozorování a/nebo analýzy vědeckých informací; využívat poznatky přírodovědných konceptů a vhodné důkazy pro vytváření předpovědi o vlivu změn v daných biologických nebo fyzikálních podmínkách.
<b>Navrhování výzkumných postupů</b>	Navrhovat a plánovat výzkumy vhodné k zodpovězení přírodovědných otázek nebo testování hypotéz; popsat nebo vybrat znaky dobře navrženého výzkumu ve smyslu proměnných, které mají být měřeny, resp. kontrolovány, a pomocí vztahu příčina – následek.
<b>Hodnocení</b>	Hodnotit alternativní vysvětlení; zvažovat při rozhodování výhody a nevýhody použití alternativních postupů a látek (zdrojů); hodnotit, zda závěry daného výzkumu byly podpořeny dostatečným množstvím dat.
<b>Vyvozování závěrů</b>	Činit logické závěry na základě pozorování, důkazů, nebo pochopení přírodovědných konceptů; odvozovat vhodné závěry, které se vztahují k výzkumným otázkám nebo hypotézám; prokázat porozumění vztahu příčina – následek.
<b>Zobecňování</b>	Dělat obecné závěry, které přesahují experimentální nebo dané podmínky; činit závěry vztahující se k novým problémům.
<b>Zdůvodňování</b>	Použít důkazy a pochopení přírodovědných konceptů k smysluplnému vysvětlení a řešení problémů a tvorbě závěrů výzkumů.

## 7 Vědecké postupy v šetření TIMSS 2015

Vědci se při vědeckém zkoumání řídí základními, jasně definovanými postupy, které jim umožňují zodpovědět otázky o okolním světě a lépe jej tak pochopit. Žáci by ve výuce přírodních věd tyto postupy měli poznat, aby jim bylo zřejmé, jak je vědecká činnost řízena. Postupy vědeckého zkoumání přitom mají obsahovou i dovednostní složku, kterou by žáci měli

ovládnout, aby byli schopni sami vědecká zkoumání vést. V šetření TIMSS 2015, stejně jako ve všech disciplínách přírodních věd, je zastoupeno pět následujících postupů nezbytných při vědeckém zkoumání:

1. **Formulace otázek na základě pozorování** – Vědecké postupy zahrnují pozorování přírodních jevů, které jsou neznámé. Tato pozorování by měla vést vědce ke kladení otázek a k následné formulaci testovatelných hypotéz, které tyto otázky napomohou zodpovědět.
2. **Tvorba důkazů** – Testování hypotéz je podmíněno schopností navrhnout a realizovat systematický výzkum a kontrolní experimenty proto, aby byly vytvořeny důkazy, které hypotézu buď potvrdí, nebo vyvrátí. Vědci musí být schopni provázat své znalosti přírodních konceptů s vlastnostmi, které mohou být pozorovány nebo měřeny, aby byli schopni takové důkazy získat. Musí být také schopni pracovat se zařízeními (pomůckami), která jim tvorbu důkazů umožní, a musí být rovněž schopni výsledky své práce zaznamenat.
3. **Práce s daty** – V okamžiku, kdy jsou data shromážděna, musí je vědci zaznamenat s využitím různých typů vizuálních zobrazení, dále je popisovat a interpretovat a odhalovat vztahy mezi proměnnými.
4. **Odovídání na vědecké otázky** – Vědci využívají důkazů z pozorování a výzkumů proto, aby potvrdili nebo vyvrátili hypotézy.
5. **Argumentování na základě důkazů** – Vědci kombinují přírodně znalosti se získanými důkazy, aby vysvětlili daná fakta. Jsou schopni potvrdit a podpořit smysluplnost svých vysvětlení a závěrů a využít těchto závěrů v nových výzkumných kontextech.

Shora uvedené přírodně postupy nemohou být hodnoceny izolovaně, ale musí být hodnoceny v kontextu jednoho nebo více tematických okruhů. Vyžadují také aplikaci škály kognitivních procesů – přírodně operací. Z tohoto důvodu některé otázky v šetření TIMSS ve 4. i 8. ročníku testují jeden nebo více přírodně postupů, stejně tak jako tematických okruhů a přírodně operací.

## 8 Mapování kontextu v šetření TIMSS 2015

Na to, jak se žáci učí a jakých dosahují výsledků, má vliv velké množství faktorů. Patří mezi ně například typ školy, možnosti jednotlivých škol, výchovně-vzdělávací přístupy, vlastnosti učitele, postoje žáka a podpora rodiny. Abychom plně pochopili, co výsledky projektu TIMSS znamenají a jak mohou být využity pro zlepšení výuky matematiky a přírodně předmětů, je důležité porozumět souvislostem, ve kterých se učení odehrává. Proto v každém svém cyklu shromažďuje projekt TIMSS, společně s hodnocením výsledků žáků v matematice a v přírodně předmětech, celou řadu informací o těchto souvislostech. V této kapitole jsou uvedeny hlavní charakteristiky vzdělávacích a sociálních systémů, které jsou sledovány s cílem zlepšit to, jak se žáci učí.

Tato kapitola přináší základní informace o údajích, které se shromažďují během šetření projektu TIMSS prostřednictvím Encyklopedie TIMSS a **dotazníků** zaměřených na zjišťování podmínek výuky a jejího kontextu. Jednotlivé dotazníky jsou určeny samotným žákům, jejich rodičům, učitelům testovaných žáků a ředitelům škol. Země zapojené do šetření dále vyplňují dotazníky na jejich národní kurikulum a na podmínky pro výuku matematiky a přírodně předmětů.

Prostřednictvím **žakovského dotazníku** jsou zjišťovány názory či postoje týkající se podmínek a průběhu vzdělávání (dotazník má tištěnou formu). **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 škole obecně, o postupech hodnocení, o vedení školy a pedagogů, o atmosféře ve škole. V rámci **učitelského dotazníku** (dotazník má elektronickou formu) jsou zjišťovány pedagogické postupy, odborná kvalifikace a další vzdělávání, názory a postoje týkající se školy a její atmosféry.

Každý stát také připravuje kapitolu pro **Encyklopedii TIMSS**, která tak přináší cenné informace o jednotlivých vzdělávacích systémech se zaměřením na vzdělávání v matematice a v přírodních vědách.

## 8.1 Kontextové oblasti v projektu TIMSS

Žáci mají rozdílné počáteční znalosti a schopnosti, dostává se jim odlišné podpory od rodiny a liší se motivací i zájmem o studium matematiky a přírodních věd. Úspěch, kterého škola a učitelé při výuce mohou dosáhnout, je ovlivněn jednak dispozicemi, které si jednotliví žáci do vzdělávacího procesu přinášejí, ale také jejich přístupem ke vzdělávání.

Abychom lépe porozuměli souvislostem a vlivům, které působí na to, jak se žáci učí matematice a přírodovědným předmětům, využívá projekt TIMSS řadu biografických informací, které získává z různých zdrojů. Informace o národních podmínkách a souvislostech, které formují obsah a strukturu zamýšleného kurikula a politická rozhodování, jsou uveřejněny v encyklopedii TIMSS. Encyklopedie TIMSS 2015 je souborem popisů matematického a přírodovědného vzdělávání v jednotlivých zúčastněných zemích. Součástí této publikace je analýza podmínek pro státní podporu a implementaci matematického a přírodovědného kurikula v jednotlivých zemích. Analýza vznikla na základě odpovědí na otázky z dotazníků týkajících se kurikula, které všechny zúčastněné země vyplňovaly.

Žáci ve čtvrtém a v osmém roce školní docházky obvykle získali většinu svých matematických a přírodovědných znalostí ve škole či doma, do určité míry jsou ovlivněni mimoškolními aktivitami. Pokud se škola, třída a rodina vzájemně podporují, mohou vytvořit velice efektivní prostředí pro učení. Tato situace se odráží v **kontextové části šetření TIMSS 2015**, která sleduje **pět rozsáhlých oblastí**:

- Stát a obec
- Domov
- Škola
- Třída
- Vlastnosti a postoje žáka

V následující tabulce uvádíme přehled témat, kterým je v rámci zmíněných pěti oblastí věnována pozornost v dotaznících a encyklopedii šetření TIMSS 2015.

Oblast	Komentář	Témata	Zdroje dat
<b>Stát a obec</b>	<i>Podmínky pro vzdělávací systémy jednotlivých zemí a pro jejich matematické a přírodovědné kurikulum jsou formovány kulturními, sociálními, politickými a ekonomickými faktory.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demografie, geografie a ekonomické zdroje</li> <li>• Organizace a struktura vzdělávacího systému</li> <li>• Vzdělávací dráhy žáků ve vzdělávacím systému</li> <li>• Jazyk(y) výuky</li> <li>• Matematické a přírodovědné kurikulum</li> <li>• Učitelé a jejich vzdělávání</li> <li>• Vyhodnocování implementace kurikula</li> </ul>	Encyklopedie Dotazníky na národní kurikulum a na podmínky pro výuku matematiky a přírodovědných předmětů
<b>Domov</b>	<i>Oblast je sledována pro lepší pochopení vlivu rodiny na školní úspěch žáků.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domácí výukové zdroje</li> <li>• Jazyk(y) používané doma</li> <li>• Důraz rodičů na vzdělání a vzdělanostní aspirace ve vztahu k dětem</li> <li>• Předškolní aktivity zaměřené na počítání, čtení a přírodní vědy</li> </ul>	Rodičovský dotazník Žákovský dotazník
<b>Škola</b>	<i>Projekt TIMSS se soustředí na soubor indikátorů kvality školy, které se v předchozích šetřeních ukázaly být charakteristické pro ty školy, které efektivně a úspěšně dosahují kurikulárních cílů.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakteristiky školy (umístění, složení žáků)</li> <li>• Organizace výuky</li> <li>• Klima školy</li> <li>• Vedení školy</li> <li>• Učitelský sbor</li> <li>• Školní zdroje</li> <li>• Důraz na studijní úspěch</li> <li>• Spolupráce s rodiči</li> </ul>	Ředitelský dotazník Učitelský dotazník
<b>Třída</b>	<i>Role učitelů je ve vzdělávacím procesu klíčová. Učitel je v TIMSS považován za nejdůležitějšího činitele v implementaci kurikula.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vzdělávání, zkušenosti a rozvoj učitelů</li> <li>• Časové aspekty výuky ve třídě</li> <li>• Výukové a informační technologie</li> <li>• Vyučovaná témata</li> <li>• Metody výuky</li> <li>• Hodnocení</li> </ul>	Učitelský dotazník Ředitelský dotazník
<b>Vlastnosti a postoje žáka</b>	<i>Motivaci a schopnost se učit ovlivňují zkušenosti a očekávání, které si žáci do výuky přinášejí. Na úspěch, kterého škola a učitelé mohou dosáhnout při implementaci kurikula, mají vliv nejenom předchozí znalosti a dovednosti žáků, ale i jejich postoj k matematice a k přírodním vědám.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivace</li> <li>• Připravenost žáků učit se</li> <li>• Sebedůvěra</li> <li>• Demografie a domácí prostředí</li> <li>•</li> </ul>	Žákovský dotazník

Podrobnější charakteristiky témat sledovaných v rámci jednotlivých oblastí jsou uvedeny v originální anglické verzi koncepčního rámce TIMSS 2015<sup>10</sup>. Řada témat byla v českém jazyce podrobněji popsána již v koncepčním rámci TIMSS 2011, jehož česká verze je k dispozici na webových stránkách České školní inspekce<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> [http://timssandpirs.bc.edu/timss2015/downloads/T15\\_FW\\_Chap3.pdf](http://timssandpirs.bc.edu/timss2015/downloads/T15_FW_Chap3.pdf)

<sup>11</sup> <http://www.csicr.cz/Prave-menu/Mezinarodni-setreni/TIMSS/Uvolnene-testove-ulohy/Ulohy-z-matematiky-a-prirodovedy-pro-4-rocnik>