

Koncepce mezinárodního šetření

TIMSS 2011



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obsah

Úvod	5
Metodika šetření TIMSS 2011	
Kapitola 1	10
Koncepce matematické části šetření TIMSS 2011	
Kapitola 2	25
Koncepce přírodovědné části šetření TIMSS 2011	
Kapitola 3	45
Kontext v šetření TIMSS 2011	

Tato publikace byla vydána jako plánovaný výstup projektu Kompetence I spolufinancovaného Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Publikace Koncepce mezinárodního šetření TIMSS 2011 je zkráceným upraveným překladem TIMSS 2011 Assessment Frameworks by Ina V. S. Mullis, Michael O. Martin, Graham J. Ruddock, Christine Y. O'Sullivan, and Corrina Preuschoff. TIMSS&PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College.
© 2009 by the International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), Amsterdam, the Netherlands.

Úvod

Metodika šetření TIMSS 2011

Projekt TIMSS

Jedním ze základních vzdělávacích cílů v mnoha zemích po celém světě je připravit žáky a studenty tak, aby dosáhli vynikajících výsledků v matematice a v přírodních vědách. Studium matematiky a přírodních věd během prvních let školní docházky pomáhá žákům uspět v jejich dalším vzdělávacím úsilí a nakonec i v každodenním životě a v budoucím zaměstnání. Aktivní život v lidské společnosti stále více vyžaduje porozumění matematice a přírodním vědám. Díky tomuto porozumění je možné provádět podložená a odůvodněná rozhodnutí o vlastním zdraví a financích nebo se zapojovat do veřejného politického života, včetně takových oblastí jako je životní prostředí a ekonomika.

Cílem Mezinárodní studie trendů matematického a přírodovědného vzdělávání známé pod zkratkou TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) je poskytnout jednotlivým zúčastněným zemím informace, které jim pomohou zlepšovat výuku matematiky a přírodovědných předmětů. Projekt TIMSS probíhá v pravidelných čtyřletých cyklech a zjišťuje výsledky, kterých dosahují žáci 4. a 8. ročníků v matematice a přírodních vědách. Údaje o dosažených výsledcích jsou sbírány společně s řadou dalších informací o podmínkách a způsobech výuky a o kvalitě kurikula. Projekt TIMSS poskytuje zúčastněným zemím ojedinělou příležitost sledovat vývoj ve výsledcích vzdělávání v matematice a v přírodních vědách společně s empirickými informacemi o podmínkách výuky.

TIMSS je projektem Mezinárodní asociace pro hodnocení výsledků vzdělávání IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), a proto může využívat výhod plynoucích ze spolupráce odborníků ze zemí celého světa. IEA je nezávislá asociace výzkumných institucí a vládních agentur, které od roku 1959 provádějí mezinárodní srovnávací studie výsledků vzdělávání v jednotlivých zemích. Počet členů této organizace se v roce 2009 ustálil na čísle 68. Projekt TIMSS řídí mezinárodní centrum pro šetření TIMSS a PIRLS, které sídlí na Boston College ve Spojených státech.

Sledování vývoje

První sběr dat projektu TIMSS se uskutečnil v roce 1995, následné sběry pak proběhly v letech 1999, 2003 a 2007. Pro země, které se projektu účastní pravidelně od roku 1995, byl TIMSS 2011 již pátým šetřením. To umožňuje opravdu dlouhodobé sledování vývoje ve výsledcích vzdělávání. Údaje o trendech má k dispozici přibližně 60 zemí a v každém projektovém cyklu se připojují další nové země. Do šetření TIMSS 2011 je zapojeno téměř 70 zemí. Aby projekt TIMSS poskytl jednotlivým zúčastněným zemím rozsáhlé zdroje pro interpretaci dosažených výsledků vzdělávání a pro sledování změn kurikula a způsobů výuky, jsou žákům, jejich učitelům a ředitelům škol zadávány dotazníky, které zjišťují podmínky pro výuku matematiky a přírodovědných předmětů. Projekt TIMSS dále shromažďuje podrobné informace o matematickém a přírodovědném kurikulu v jednotlivých zúčastněných zemích. Vývoj, zachycený v údajích z těchto dotazníků, přináší dynamický obrázek změn v implementaci vzdělávacích přístupů a způsobů v jednotlivých zúčastněných zemích. Dále napomáhá při hledání nových témat a při pokládání otázek, které souvisejí se snahami o zlepšení výuky matematiky a přírodovědných předmětů.

Výsledky šetření TIMSS 2007 byly zveřejněny ve dvou souvisejících publikacích: *TIMSS 2007 International Mathematics Report* (Mullis, Martin, & Foy, 2008) a *TIMSS 2007 International Science Report* (Martin, Mullis, & Foy, 2008). V těchto publikacích naleznete výsledky žáků 4. a 8. ročníků v matematice a v přírodních vědách, je v nich zachycen vývoj těchto výsledků v čase a jsou zde prezentovány podmínky pro výuku matematiky a přírodovědných předmětů. V průběhu času začaly závěry z projektu TIMSS ovlivňovat reformy a rozvoj výuky matematiky a přírodovědných předmětů po celém světě. To na jednu stranu vede k trvalé poptávce po datech zachycujících trendy ve vývoji výsledků žáků v matematice a v přírodovědných předmětech a na druhou stranu je zapotřebí většího množství kvalitních informací pro vedení a hodnocení nových projektových iniciativ.

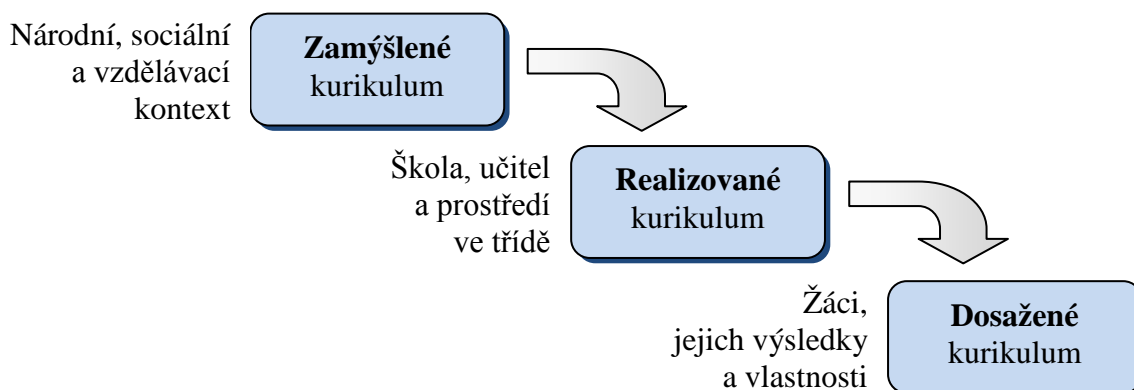
Koncepce šetření TIMSS 2011

Tato publikace obsahuje tři základní metodické části, ve kterých je popsána a vysvětlena struktura šetření TIMSS 2011. V kapitole 1 *Koncepce matematické části šetření TIMSS 2011* a v kapitole 2 *Koncepce přírodovědné části šetření TIMSS 2011* 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 zvlášť pro 4. ročník a zvlášť pro 8. ročník uvedeny tematické okruhy (například algebra, geometrie v matematice a biologie, chemie v přírodních vědách) a jednotlivé tematické celky, na které jsou okruhy rozděleny. U každého tematického celku jsou popsány znalosti nebo dovednosti, které by měli žáci při řešení příslušných testových úloh prokázat. V operační složce koncepce jsou popsány myšlenkové pochody, které by žáci měli provádět v rámci matematických a přírodovědných obsahových oblastí. Operace jsou stejné pro matematiku a přírodní vědy a jsou podobné v obou testovaných ročnících, liší se jen důrazem kladeným na jejich jednotlivé úrovně. V kapitole 3 *Koncepce pro zjišťování souvislostí v šetření TIMSS 2011* jsou popsány jednotlivé situace a faktory související s tím, jak se žáci matematiku a přírodovědné předměty učí. Tyto skutečnosti jsou zjišťovány pomocí dotazníků.

Kurikulum projektu TIMSS

Na základě dřívějších zkoumání výsledků výuky matematiky a přírodních věd je v projektu TIMSS použito kurikulum, dle kterého lze posoudit, jak jsou vzdělávací možnosti poskytovány žákům a které faktory ovlivňují, jak žáci tyto možnosti využívají. Model kurikula v projektu TIMSS obsahuje tři složky: zamýšlené kurikulum, realizované kurikulum a dosažené kurikulum (viz obrázek 1). *Zamýšlené kurikulum* prezentuje učivo, jehož osvojení společnost očekává, a předestírá vzdělávací systém, který usnadní jeho studium. *Realizované kurikulum* představuje skutečně předané učivo konkrétními učiteli konkrétním žákům v konkrétních třídách, charakteristiky učitelů a procesu výuky. *Dosažené kurikulum* prezentuje učivo, které si žáci skutečně osvojili, a co si o něm myslí.

Obrázek 1: Kurikulum projektu TIMSS



Zkoumá-li projekt TIMSS, jak se žáci v jednotlivých zúčastněných zemích učí, vychází z modelu uvedeného na obrázku 1. Používá testy, které zjišťují výsledky žáků v matematice a v přírodovědných předmětech a které společně s encyklopedií TIMSS a s dotazníky poskytují obsáhlé informace o tom, jaké příležitosti pro výuku žáci mají. Po jednotlivých zúčastněných zemích jsou rovněž požadovány informace o očekávané úrovni jejich žáků v matematice a přírodních vědách. Tyto informace se získávají z encyklopedie TIMSS a z dotazníků na národní kurikulum. Například *TIMSS 2007 Encyclopedia* (Mullis, Martin, Olson, Berger, Milne, & Stanco, 2008) přináší přehled učiva matematiky a přírodovědných předmětů a informace o podmínkách pro výuku těchto předmětů v zemích, které se zúčastnily šetření TIMSS 2007. Dalším zdrojem informací jsou mezinárodní zprávy, které obsahují rozsáhlá data z dotazníkového šetření o struktuře a přísnosti zamýšleného kurikula a o úsilí vynaloženém na pomoc žákům, aby si toto kurikulum skutečně osvojili. Součástí těchto dat jsou například podrobnosti o přípravách učitelů na výuku, jejich zkušenosti a postoje; matematické a přírodovědné učivo skutečně odučené ve třídách žáků, kteří se účastnili šetření TIMSS; vzdělávací přístupy používané při výuce matematiky a přírodovědných předmětů nebo seznam pomůcek, které jsou ve třídách a ve školách pro výuku těchto předmětů k dispozici.

Příprava koncepce šetření TIMSS 2011

Koncepce šetření TIMSS 2011 vznikla aktualizací metodiky předchozího cyklu z roku 2007, *TIMSS 2007 Assessment Frameworks* (Mullis, Martin, Ruddock, O'Sullivan, Arora, & Erberber, 2005). Aktualizace pravidelně přináší všem zúčastněným zemím příležitost podílet se na přípravě nového šetření. Od cyklu k cyklu je zachována provázanost a zároveň se metodika, použité nástroje a procedury neustále vyvíjejí.

O koncepci šetření TIMSS 2011 jednali zástupci zúčastněných zemí na svém 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. Při vyplňování dotazníků, které zjišťují, jak nejlépe aktualizovat obsahové a operační části šetření, spolupracovali národní koordinátoři s různými odborníky ze svých zemí. Úkolem dotazníkového šetření bylo shromáždit názory zúčastněných zemí na to, které tematické celky a operační cíle by se měly do šetření přidat či z něj odebrat.

Po zvážení připomínek získaných od zúčastněných zemí byla metodika šetření TIMSS 2011 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. Koncepce šetření TIMSS 2011 je podobná koncepci šetření TIMSS 2007. To je důležité, protože pro sledování trendů ve výsledcích vzdělávání v čase je podstatné zachovat kontinuitu prováděných šetření. Nicméně některé změny stojí za povšimnutí.

V diskuzích o aktualizaci projektu TIMSS, vedených národními koordinátory, Komisí pro revizi úloh z matematiky a z přírodních věd a vedoucími a odbornými skupinami IEA a TIMSS, byl kladen důraz na zlepšení kvality měření a lepší využití získaných výsledků v jednotlivých zúčastněných zemích. To znamená vybírat úlohy vhodné pro žáky a důležité pro jejich budoucnost; zajistit žákům přiměřený čas na vypracování testů; zlepšit realizaci projektu a maximalizovat výpovědní hodnotu výsledků dosažených ve zkoumaných obsahových a operačních složkách.

TIMSS a PIRLS v roce 2011

Projekt TIMSS testuje žáky ve dvou důležitých vzdělávacích okamžicích – na konci prvních čtyř let formálního školního vzdělávání (v některých zemích konec prvního stupně základní školy) a na konci osmi let formálního školního vzdělávání (v některých zemích konec druhého stupně základní školy, někde též nazývaný nižší střední škola). Tím je přínosný především při implementaci nových přístupů a při rozhodování o dalším směřování vzdělávání. Protože projekt TIMSS sleduje efektivitu kurikula a výuky ve vztahu k výsledkům žáků, je pro jeho účely důležité ve všech zúčastněných zemích testovat výsledky žáků v matematice a v přírodovědných předmětech ve stejném okamžiku jejich formálního školního vzdělávání. Pro správné porovnání to znamená, že v době testování by ve všech zúčastněných zemích měli mít testovaní žáci možnost učit se matematiku a přírodovědné předměty stejný počet let.

Data z projektu TIMSS doplňují údaje dalšího z projektů IEA, a to z Mezinárodní studie čtenářské gramotnosti PIRLS (Progress in International Reading Literacy Study), která probíhá ve 4. ročnících. Země, které se účastní projektů TIMSS a PIRLS tak získávají v pravidelných intervalech informace o čtenářské gramotnosti žáků a jejich matematických a přírodovědných dovednostech a znalostech. Rok 2011 představoval jedinečnou příležitost pro testování žáků 4. ročníků, protože čtyřletý cyklus projektu TIMSS se setkal s pětiletým cyklem projektu PIRLS. Po předchozích šetřeních PIRLS v letech 2001 a 2006 se v roce 2011 uskutečnil třetí cyklus tohoto projektu.

Zúčastněné země tak mají příležitost porovnat dosažené výsledky žáků 4. ročníků z matematiky, z přírodních věd a ze čtenářské gramotnosti. Umožní jim to vykreslit profil relativní úspěšnosti jejich žáků v daných oblastech v mezinárodním srovnání. Šetření obsahují rozsáhlý soubor informací o podmínkách pro zlepšování výuky v těchto třech základních oblastech kurikula. Protože součástí projektu PIRLS jsou dotazníky pro rodiče a opatrovníky žáků, účast v obou projektech zároveň přinesla jednotlivým zemím příležitost získat od rodičů údaje o počátcích učení se jejich dětí matematice a přírodním vědám a o různých charakteristikách domácího prostředí žáků.

Jaký je význam projektu TIMSS?

Projekt TIMSS přináší cenné informace, které zúčastněným zemím pomáhají monitorovat a hodnotit výuku matematiky a přírodovědných předmětů ve 4. a 8. ročnících v průběhu času. Více informací o projektu TIMSS lze nalézt na <http://timssandpirls.bc.edu>.

Účast v projektu TIMSS umožňuje:

- Získat ucelená a mezinárodně porovnatelná data o tom, jaké matematické a přírodovědné pojmy, postupy a postoje si jejich žáci 4. a 8. ročníku osvojili.
- V mezinárodním srovnání zhodnotit vývoj výuky matematiky a přírodovědných předmětů žáků 4. a 8. ročníku v čase.
- Posoudit nárůst matematických a přírodovědných znalostí a dovedností mezi 4. a 8. ročníkem.
- Sledovat relativní efektivitu výuky ve 4. ročníku v porovnání s 8. ročníkem, protože díky čtyřletým cyklům projektu TIMSS jsou žáci testováni ve 4. ročníku testováni opět v 8. ročníku.
- Porozumět podmínkám, ve kterých se žáci učí nejlépe. Projekt TIMSS umožňuje mezinárodní srovnání podmínek a klíčových faktorů v kurikulu a ve výuce, které vedou k lepším výsledkům žáků.
- Použít výsledky při určování problémů ve vlastní vzdělávací politice. Uvnitř jednotlivých zemí lze zjišťovat výsledky určitých skupin jejich populace a zkoumat například otázky rovného přístupu ke vzdělání. Zúčastněné země mají možnost přidat při sběru dat vlastní otázky týkající se jejich národních zájmů (národní doplňky).

Kapitola 1

Koncepce matematické části šetření TIMSS 2011

Úvod

Žáci by měli být vedeni k tomu, aby chápali zásadní přínos matematiky pro lidstvo a aby si uvědomovali její podstatu. Učit se matematiku pro sebe samu patrně neobstojí jako důvod pro její zařazení do školního kurikula. Tím hlavním důvodem, proč ji zahrnout do základní části školního vzdělávání, je zvýšit povědomí o tom, že uplatnění člověka ve společnosti stejně jako jeho úspěšnost na pracovišti narůstají se znalostí, a co je důležitější, se schopností používat matematiku. V souvislosti s rozmachem technologií a moderních metod řízení se velmi rychle rozvíjí celá řada povolání, která vyžadují vysokou úroveň matematických dovedností nebo matematického způsobu myšlení.

Tato kapitola seznamuje se strukturou hodnocení matematiky ve 4. a v 8. ročníku v šetření TIMSS 2011. Koncepce matematické části šetření TIMSS 2011 je velmi podobná té, která byla použita v předešlém cyklu v roce 2007, byly v ní provedeny pouze drobné úpravy. Ty vycházely z informací uvedených v encyklopedii TIMSS 2007 a z mezinárodní matematické zprávy TIMSS 2007. Východiskem byla i doporučení matematických expertů a zástupců zemí zapojených do šetření TIMSS 2011, která vyplynula z revize předcházející koncepce. Koncepce 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.

Obsahová a operační složka tvoří v šetření TIMSS 2011 základ hodnocení žáků 4. a 8. ročníku. Sledované oblasti učiva se liší v závislosti na povaze a obtížnosti matematiky vyučované v těchto ročnících. 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.

Hodnocené dovednosti jsou pro oba ročníky shodné a pokrývají takový rozsah kognitivních postupů, jaký odpovídá matematickému uvažování a řešení matematických problémů na prvním a druhém stupni základní školy.

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.

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 1 Matematický obsah v šetření TIMSS 2011 – 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 2011 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. V matematickém kurikulu většiny zemí zapojených do šetření jsou tyto tematické celky obsaženy.

Čísla

Tematický okruh **čísla** zahrnuje porozumění řádům čísel, způsobům jejich vyjádření a vztahům mezi čísly. Žáci 4. ročníku by měli mít vyvinutý cit pro čísla a být zblhlí v počítání, měli by rozumět početním operacím a vzájemným vztahům mezi nimi a při řešení úloh by měli umět používat čísla a početní operace (sčítání, odčítání, násobení a dělení). Žáci by měli mít povědomí o číselných řadách, měli by umět hledat vztahy mezi jejich členy nebo podle daného pravidla určit chybějící členy.

V tematickém okruhu **čísla** se zjišťují znalosti a dovednosti z následujících čtyř tematických celků:

- **Přirozená čísla**
- **Zlomky a desetinná čísla**
- **Číselné zápisy s přirozenými čísly**
- **Číselné řady a vztahy**

Nejjednodušší zavedení matematických operací umožňují přirozená čísla. Ta mají zásadní význam pro rozvíjení matematických dovedností, a proto je práce s přirozenými čísly základem matematiky na prvním stupni základní školy. Tuto skutečnost také odráží koncepce matematické části šetření TIMSS 2011. Většina dětí se učí počítat již v raném věku a během prvních let školní docházky se naučí používat sčítání, odčítání, násobení a dělení při řešení jednoduchých úloh. Žáci 4. ročníku by měli umět počítat s přirozenými čísly přiměřené velikosti, odhadovat výsledky čtyř základních operací a používat výpočty při řešení úloh.

Žáci by měli chápat vztahy mezi měrnými jednotkami a umět je vzájemně převádět. Měli by znát násobky deseti v metrické soustavě a další běžné vztahy, například mezi vteřinami, minutami, hodinami a dny.

Součástí této oblasti jsou i pojmy a dovednosti, které dávají základ později rozvíjenému formálnímu algebraickému myšlení. Patří sem především jednoduché rovnice ve tvaru číselných zápisů a číselné řady.

Žáci by měli umět určit chybějící čísla v číselných zápisech a směřovat tak k myšlence hledání hodnoty neznámé. Pomocí číselných zápisů obsahujících jednu ze čtyř základních operací by měli modelovat jednoduché situace. Měli by zkoumat vhodně zadané číselné řady, objevovat vztahy mezi jejich členy a používat nebo najít pravidlo, podle kterého jsou vytvořeny.

V tematickém celku zlomky a desetinná čísla je kladen důraz na různá vyjádření zlomků a na pochopení, jaké množství daný zlomek představuje. Žáci 4. ročníku by měli umět porovnat známé základní zlomky a desetinná čísla.

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 a uspořádání přirozených čísel.
3. Počítání s přirozenými čísly (sčítání, odčítání, násobení, dělení) a odhad výsledků výpočtů včetně zaokrouhlování čísel.
4. Určení násobků a dělitelů čísel.
5. Řešení úloh, které vycházejí z běžného života; úloh, ve kterých je nutné získat údaje měřením; dále pak úloh s tematikou peněz a jednoduchých úloh na úměrnost.

Zlomky a desetinná čísla¹

1. Pochopení zlomku jako části celku nebo části souboru a vyznačení zlomku na číselné ose; vyjádření zlomků slovně, pomocí číslic nebo modelů.
2. Rozpoznání jednoduchých ekvivalentních zlomků, porovnání a uspořádání jednoduchých zlomků.
3. Sčítání a odčítání jednoduchých zlomků.
4. Porozumění řádům desetinných čísel; vyjádření desetinných čísel slovně, pomocí číslic nebo modelů.
5. Sčítání a odčítání desetinných čísel.
6. Řešení úloh s jednoduchými zlomky nebo desetinnými čísly.

Číselné zápisy s přirozenými čísly

1. Určení chybějícího čísla nebo znaménka v číselném zápisu (např. $17 + \dots = 29$).
2. Modelování jednoduchých situací s neznámými pomocí výrazů nebo číselných zápisů.

Číselné řady a vztahy

1. Rozvíjení vhodně zadaných číselných řad a doplnění jejich chybějících členů; vyjádření vztahu mezi sousedními členy posloupnosti nebo mezi členem a jeho pořadovým číslem.
2. Zapsání nebo vybrání správného pravidla, které popisuje vztah určený několika dvojicemi přirozených čísel; vytvoření dvojice přirozených čísel na základě daného pravidla (např. druhé číslo dostaneme vynásobením prvního čísla třemi a přičtením dvou).

¹ 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.

Geometrické tvary a měření

Tematický okruh *geometrické tvary a měření* je zaměřen na metrické vlastnosti geometrických útvarů, jako jsou délky stran, velikosti úhlů, obsahy a objemy. Žáci by měli umět určit a analyzovat vlastnosti přímk, úhlů a různých základních rovinných útvarů a jednoduchých těles; měli by umět vyvozovat závěry založené na geometrických vztazích. Součástí této oblasti je také porozumění neformální soustavě souřadnic a využívání prostorové představivosti při znázornění jednoduchých těles v rovině.

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

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

Prostorová představivost je nedílnou součástí studia a hodnocení geometrie. Od žáků 4. ročníku se očekává, že popíší, dokážou si představit a narýsují základní rovinné útvary (přímky, úhly, trojúhelníky, čtyřúhelníky a mnohoúhelníky). Žáci by měli umět složit nebo rozložit obrazce složené ze základních rovinných útvarů. Měli by rozumět osově souměrnosti, nakreslit souměrné obrazce a popsat otočení.

Při měření délky úsečky, určování velikosti úhlu, stanovení obsahu rovinného útvaru nebo objemu tělesa by žáci 4. ročníku měli umět používat na odpovídající úrovni vhodné pomůcky. Jejich dovednosti při měření by měly být podloženy orientací v jednotkách vhodných v jednotlivých kontextech. Od žáků tohoto ročníku se rovněž očekává, že dokáží přibližně určit, odhadnout nebo pomocí vzorce vypočítat obsah a obvod čtverce a obdélníku.

Body, přímky a úhly

1. Měření a odhadování délek.
2. Rozpoznání a sestrojení rovnoběžek a kolmic.
3. Porovnání úhlů podle jejich velikosti a narýsování daného úhlu (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. Rozpoznání, porovnání a třídění běžných geometrických útvarů (např. podle tvaru, velikosti nebo jiných vlastností).
2. Znalost, popis a používání základních vlastností geometrických útvarů včetně osově souměrnosti a otočení.
3. Chápání vztahů mezi tělesy a jejich zobrazením v rovině.
4. Počítání obsahů a obvodů čtverců a obdélníků, určení a odhad obsahů a objemů geometrických útvarů (např. pokrýváním daným obrazcem nebo vyplňováním krychlemi).

Znázornění dat

Tematický okruh *znázornění dat* zahrnuje čtení a interpretaci zobrazených dat. Patří sem rovněž povědomí o tom, jak data uspořádat a jak je prezentovat pomocí vhodného diagramu. Žáci by měli umět porovnat soubory dat a ze znázorněných dat vyvodit závěry.

Tematický okruh *znázornění dat* je rozdělen do dvou tematických celků:

- **Čtení a interpretace**
- **Třídění a znázornění**

Žáci 4. ročníku by měli být schopni číst různá zobrazení dat. Měli by se také podílet na přípravě jednoduchých sběrů dat nebo pracovat s poskytnutými daty. U žáků by se měly rozvíjet dovednosti znázorňovat data a schopnosti porozumět jejich různým reprezentacím.

Čtení a interpretace

1. Čtení údajů z tabulek, z piktogramů, ze sloupcových a z kruhových diagramů.
2. Porovnání údajů ze souborů dat, která spolu souvisejí (např. ze souboru dat, který zachycuje informace o oblíbených druzích zmrzliny ve čtyřech či více třídách, určit třídu, v níž je nejoblíbenější zmrzlinou čokoládová).
3. Využívání informací z různých reprezentací dat k zodpovězení otázek, které vyžadují víc než pouhé čtení a přímé vyhledání údajů (např. kombinování dat, provádění výpočtů založených na datech a vyvozování závěrů).

Třídění a znázornění

1. Rozpoznání a porovnání různých reprezentací stejných dat.
2. Třídění a znázornění dat pomocí tabulek, piktogramů a sloupcových diagramů.

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.

Tabulka 2 Matematický obsah v šetření TIMSS 2011 – 8. ročník

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

Uvedené tematické okruhy vymezují konkrétní matematické učivo, které šetření TIMSS 2011 sleduje u žáků 8. 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. Tyto tematické celky jsou obsaženy v matematickém kurikulu většiny zemí zapojených do šetření. Znalosti a dovednosti jsou někdy popsány podobně nebo stejně jako u 4. ročníku. V těchto případech je rozdíl mezi 4. a 8. ročníkem vyjádřen obtížností použitých testových úloh.

Čísla

Tematický okruh *čísla* zahrnuje porozumění číslům, způsobům jejich vyjádření, vztahům mezi čísly a číselným soustavám. Žáci 8. ročníku by měli prokázat cit pro čísla a početní zběhllost, měli by rozumět početním operacím a tomu, jak spolu navzájem souvisejí, měli by být schopni používat čísla a početní operace při řešení problémů.

V tematickém okruhu *čísla* se zjišťují znalosti a dovednosti z následujících čtyř tematických celků:

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

Důraz je kladen spíše na počítání se zlomky a desetinnými čísly než s čísly přirozenými. Při práci se zlomky a desetinnými čísly je pozornost zaměřena na jejich různé způsoby vyjádření a na převody mezi nimi, na porozumění tomu, jaké množství toto vyjádření představuje, na počítání se zlomky a desetinnými čísly a na řešení úloh. Žáci 8. ročníku by měli mít dobře zažitě převody zlomku na ekvivalentní zlomek, na desetinné číslo nebo na procenta a naopak a to s použitím různých postupů.

V 8. ročníku by žáci měli pracovat nejen v oboru přirozených čísel, ale i v oboru čísel celých. Měli by rozumět uspořádání celých čísel, jejich velikosti a provádět početní operace v tomto oboru. Žáci by měli být rovněž schopni pracovat s procenty a s úměrami a používat úměrnosti ve svých úvahách při řešení úloh.

Při řešení úloh budou žáci používat nejen rutinní postupy, ale i ty, které nejsou na první pohled zřejmé, budou řešit úlohy z každodenního života, ale také úlohy s čistě matematickým kontextem. Některé úlohy obsahují výpočty s různými mírami a jednotkami měření.

Přirozená čísla

1. Porozumění přirozeným číslům a operacím s nimi (např. osvojení početních operací, znalost řádů čísel, využívání komutativnosti, asociativnosti a distributivnosti).
2. Určení a užití násobků a dělitelů čísel, rozpoznání prvočísel, výpočet druhé mocniny čísla a druhé odmocniny dokonalých čtverců (1, 4, 9, ..., 144).
3. Řešení úloh výpočtem, odhadem nebo s využitím zaokrouhlování.

Zlomky a desetinná čísla

1. Porovnání a uspořádání zlomků, rozpoznání ekvivalentních zlomků a jejich zápis.
2. Porozumění řádům konečných desetinných čísel (např. jejich porovnáním nebo uspořádáním).
3. Vyjádření zlomků, desetinných čísel a operací s nimi pomocí různých modelů (např. znázornění na číselné ose), porozumění a používání těchto vyjádření.
4. Převod zlomků na desetinná čísla a naopak.
5. Počítání se zlomky a s desetinnými čísly, řešení úloh se zlomky a s desetinnými čísly.

Celá čísla

1. Vyjádření, porovnání a uspořádání celých čísel, počítání s nimi, řešení úloh s celými čísly.

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 na zlomky nebo desetinná čísla a naopak.
3. Řešení úloh na procenta a na úměrnosti.

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 při vytváření ekvivalentních výrazů a řešení lineárních rovnic.

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

- **Řady a posloupnosti**
- **Algebraické výrazy**
- **Rovnice, vzorce a funkce**

V 8. ročníku by žáci měli mít osvojeny relativně formalizované algebraické pojmy, měli by chápat lineární závislosti a znát pojem proměnná. Očekává se od nich používání a zjednodušování algebraických výrazů, řešení lineárních rovnic, nerovnic, soustav dvou rovnic o dvou neznámých a užívání některých funkcí. Žáci by měli dokázat vyřešit reálné problémy s využitím algebraických modelů a vysvětlit vztahy zahrnující algebraické pojmy.

Řady a posloupnosti

1. Rozvíjení číselných, algebraických a geometrických řad či posloupností pomocí čísel, slov, značek nebo obrazců; hledání chybějících členů.
2. 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.

Algebraické výrazy

1. Sčítání, násobení a umocňování výrazů s proměnnými.
2. Určení hodnoty výrazu.
3. Zjednodušení nebo porovnání algebraických výrazů, rozpoznání ekvivalentních výrazů.
4. Modelování situací s využitím algebraických výrazů.

Rovnice, vzorce a funkce

1. Dosazení hodnot za neznámé v rovnicích nebo za proměnné ve vzorcích a jejich následné vyčíslení.
2. Ověření, zda dané hodnoty vyhovují dané rovnici či vzorci.
3. Řešení lineárních rovnic a nerovnic a soustav dvou lineárních rovnic se dvěma neznámými.
4. Vybrání správné lineární rovnice nebo sestavení lineární rovnice, nerovnice, soustavy rovnic či zápisu funkce, která modeluje danou situaci.
5. Rozpoznání nebo vytvoření ekvivalentního vyjádření funkce, která je zadaná tabulkou, grafem nebo slovním popisem.
6. Řešení úloh pomocí rovnic, vzorců a funkcí.

Geometrie

Žáci 8. ročníku by měli umět charakterizovat různé rovinné útvary a tělesa a analyzovat jejich vlastnosti. Měli by umět určit délku stran a velikost úhlů u těchto rovinných útvarů a těles a vyvozovat závěry založené na geometrických vztazích. Žáci by měli při řešení úloh vhodně používat Pythagorovu větu. Hlavní pozornost by měla být zaměřena na používání geometrických vlastností a vztahů.

Vedle porozumění geometrickým vlastnostem a vztahům by také měli být žáci schopni ovládat geometrická měření, přesně používat měřicí pomůcky, ve vhodných situacích provádět kvalifikované odhady, vybírat a používat správné vzorce pro výpočet obvodu, obsahu a objemu. Tematický okruh *geometrie* dále zahrnuje porozumění souřadnicovým systémům a využití prostorové představivosti při znázornění těles v rovině. Žáci by měli umět používat souměrnosti a využívat transformace při analýze matematických situací.

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

- Geometrické útvary
- Geometrické měření
- Poloha a změna polohy

Hlavním záměrem projektu je jednotný přístup ke studiu a hodnocení geometrie. Rozsah poznání se pohybuje od náčrtků a jednoduchých konstrukcí až po matematické uvažování o kombinacích útvarů a transformacích. Od žáků se vyžaduje, aby popsali, znázornili, načrtli a sestrojili různé geometrické útvary včetně úhlů, přímek, trojúhelníků, čtyřúhelníků a dalších mnohoúhelníků. Žáci by měli dokázat kombinovat, rozložit a analyzovat složené objekty. V tomto ročníku by také měli rozumět interpretacím objektů v rovině, narýsovat půdorys a bokorys těchto objektů a při řešení úloh používat shodnost a podobnost.

Dále by žáci měli umět znázornit body a přímky v kartézské soustavě souřadnic v rovině. Měli by rozpoznat osovou souměrnost a nakreslit souměrné obrazce; rozumět pojům otočení, posunutí a zrcadlový obraz a umět je popsat pomocí matematických termínů (např. střed, směr a úhel).

Pro rozvíjení uvažování v geometrickém kontextu jsou důležité i první spojovací články mezi geometrií a algebrou. Žáci by měli být schopni řešit úlohy pomocí geometrických modelů a vysvětlit vztahy obsahující geometrické pojmy.

Geometrické útvary²

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

Geometrické měření

1. Načrtnutí a narýsování daných úhlů a přímek; měření a odhad velikosti úhlů, úseček, obvodů a obsahů rovinných útvarů a objemů těles.
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 v kartézské soustavě souřadnic v rovině, řešení úloh s touto tematikou.
2. Rozpoznání a používání geometrických transformací rovinných útvarů (posunutí, osová a středová souměrnost a otočení).

Data a pravděpodobnost

Tematický okruh *data a pravděpodobnost* se zaměřuje na to, jak uspořádat poskytnutá data nebo data, která žáci sami sebrali. Žáci by měli data znázorňovat pomocí diagramů a tabulek takovým způsobem, aby z nich mohli vyčíst odpovědi na dané otázky. Důraz je kladen také na problematiku chybné interpretace dat.

² V 8. ročníku se řeší úlohy, ve kterých se vyskytuje kružnice; obecný, rovnoramenný, rovnostranný a pravouhlý trojúhelník; obecný čtyřúhelník; lichoběžník; rovnoběžník; obdélník; kosočtverec a čtverec a také další mnohoúhelníky jako pětiúhelník, šestiúhelník, osmiúhelník a desetiúhelník.

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

- **Uspořádání a znázornění dat**
- **Interpretace dat**
- **Pravděpodobnost**

Žáci se dokáží zapojit do jednoduchých návrhů sběru dat nebo pracovat s poskytnutými daty. Měli by chápat význam čísel, symbolů a bodů ve znázorněných datech. Např. by měli rozlišovat mezi tím, že některá čísla představují hodnoty dat, zatímco jiná vyjadřují frekvenci výskytu těchto hodnot. Žáci by měli rozvíjet dovednosti znázorňovat data různými způsoby (sloupcové diagramy, tabulky, spojnicové diagramy). Měli by umět popsat a porovnat výhody a nevýhody různých způsobů zobrazení dat.

Žáci by měli být schopni popsat a porovnat charakteristiky datového souboru (tvar, rozptyl a charakteristiky polohy) a vyvodit závěry ze znázorněných dat. Měli by umět identifikovat trendy v datech, vytvářet předpovědi založené na datech a hodnotit přiměřenost interpretací.

Porozumění základům pravděpodobnosti v 8. ročníku by mělo zahrnovat schopnost určit výskyt dobře známých jevů jako jistý jev, jev mající větší, stejnou nebo menší pravděpodobnost nebo jev nemožný. Žáci by měli umět používat data z experimentů nebo znalosti stejně pravděpodobných výsledků, aby předpověděli pravděpodobnost daného výsledku.

Uspořádání a znázornění dat

1. Čtení škal a údajů z tabulek, z piktogramů, ze sloupcových, kruhových a spojnicových diagramů.
2. Třídění a znázornění dat pomocí tabulek, obrázkových, sloupcových, kruhových a spojnicových diagramů.
3. Rozpoznání a porovnání různých reprezentací stejných dat.

Interpretace dat

1. Rozpoznání, počítání a porovnání charakteristik datových souborů (průměr, medián, rozsah souboru a tvar rozložení).
2. Využívání a interpretace datových souborů při zodpovídání otázek a 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 k předpovídání pravděpodobnosti budoucích výsledků; využívání pravděpodobnosti určitého výsledku k řešení úloh a určování pravděpodobnosti možných výsledků.

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 ze-

mích 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.

Po rozsáhlé diskuzi o této problematice bylo v šetření TIMSS 2003 povoleno používat kalkulačku při řešení matematických úloh v 8. ročníku. K řešení nově vytvořených úloh nebyly kalkulačky zapotřebí. Žáci těch účastnických zemí, které chtěly kalkulačky během testu povolit, je mohli používat. V rámci šetření TIMSS 2003 se uskutečnila následující studie: stejná skupina úloh byla žákům zadána před přestávkou a po přestávce. V prvním případě byly kalkulačky při řešení úloh zakázané, ve druhém případě je mohli žáci používat. Bylo zjištěno, že i bez specifického plánování téměř všechny matematické úlohy mohly být snadno zodpovězeny bez použití kalkulačky. Bez ohledu na to, zda byla kalkulačka použita, či nikoli, se s výjimkou pěti úloh úspěšnost žáků významně nelišila. Z 63 % žáků, kteří mohli kalkulačku při testu používat, naprostá většina z nich (47 %) řekla, že ji použili jen velmi málo nebo vůbec.

Na základě zkušenosti z šetření TIMSS 2003 bylo v dalším cyklu v roce 2007 povoleno žákům 8. ročníku používat kalkulačku bez omezení po celou dobu testování a stejné pravidlo platí i pro šetření TIMSS 2011. Žáci 4. ročníku však stejně jako v předešlých cyklech projektu kalkulačky používat nemohou.

Cílem tohoto opatření je poskytnout žákům při testování takové podmínky, na které jsou při výuce matematiky ve své zemi zvyklí. 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 pro testování TIMSS. Při tvorbě nových testových úloh je věnována velká pozornost tomu, aby nedošlo ke zvýhodnění žáků, kteří budou kalkulačku při řešení používat.

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 popsaných 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 pojmům 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 pro 4. a 8. ročník.

Tabulka 3 Matematické operace v šetření TIMSS 2011 – 4. ročník a 8. ročník

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

Prokazování znalostí

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

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 konkrétní znalosti, které jsou základem matematického jazyka a matematického myšlení.

Matematické postupy tvoří most mezi základní znalostí matematiky a jejím užitím při řešení rutinních problémů, zejména těch, s nimiž se lidé setkávají v každodenním životě. Pohotové používání vhodných postupů předpokládá, že si žáci dokáží 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.

Konečně znalost pojmů žákům umožňuje vytvářet spojení mezi jednotlivými poznatky, které by jinak zůstaly izolovanými fakty. Díky tomu mohou rozšiřovat své dosavadní znalosti, posuzovat věrohodnost matematických výroků a metod a vytvářet matematické reprezentace.

1. Vybavování

Vybavení si definic, terminologie, vlastností čísel, geometrických vlastností a způsobů matematického zápisu (např. $a \cdot b = ab$, $a + a + a = 3a$).

2. Rozpoznávání

Rozpoznání matematických objektů, např. tvarů, čísel, výrazů a veličin. Rozpoznání matematicky ekvivalentních entit (např. ekvivalentních zlomků, desetinných čísel a procent, různě orientovaných jednoduchých geometrických útvarů).

3. Počítání

Sčítání, odčítání, násobení a dělení nebo kombinování těchto operací s přirozenými čísly, zlomky, desetinnými čísly a celými čísly. Odhad výsledků výpočtů. Provádění rutinních algebraických postupů.

4. Získávání informací

Získávání informací z diagramů, tabulek a jiných zdrojů, čtení údajů z jednoduchých stupnic.

5. Měření

Používání měřicích pomůcek, volba vhodných jednotek měření.

6. Třídění a uspořádávání

Třídění a sdružování objektů, tvarů, čísel a výrazů podle jejich společných vlastností, rozhodování o příslušnosti prvků do určitých tříd a uspořádání čísel a objektů podle různých znaků.

Používání znalostí

Oblast *používání znalostí* představuje aplikování matematických nástrojů v různých kontextech. Běžná fakta, pojmy a postupy žáci uplatní především při řešení rutinních problémů. 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, ale jejich zasazení do kontextu je rutinnější než v úlohách zaměřených na uvažování. Tato oblast představuje nedílnou součást realizovaného kurikula. Rutinní úlohy jsou zpravidla podobné těm, s nimiž se žáci setkávají v učebnicích při procvičování jednotlivých metod a postupů. Některé z nich jsou formulovány tak, aby navozovaly situace ze skutečného života. Navzdory rozdílné obtížnosti použitých úloh se očekává, že všechny budou pro žáky dostatečně známé a žáci při jejich řešení pouze zvolí a uplatní naučená fakta, pojmy a postupy.

Úlohy 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. Řešení problémů s důrazem na dobře známé a rutinní úlohy je proto zařazeno jak do oblasti *používání znalostí*, tak také do oblasti *uvažování*.

1. Vybírání

Volba efektivní či vhodné operace, metody nebo strategie řešení v situacích, kdy je znám postup, algoritmus či metoda řešení.

2. Vyjadřování

Zobrazování matematických informací a dat pomocí schémat, diagramů nebo tabulek a tvorba ekvivalentních vyjádření daných matematických entit nebo vztahů.

3. Modelování

Vytváření vhodných modelů (např. rovnic, geometrických útvarů nebo diagramů) pro řešení rutinních problémů.

4. Provádění

Provádění sledu matematických pokynů (např. rýsování geometrických útvarů a diagramů podle daného popisu).

5. Řešení rutinních problémů

Řešení běžných problémů podobných těm ze školní výuky. Problémy mohou být zasazené v dobře známých kontextech nebo mohou být čistě matematické.

Uvažování

Matematické uvažování vyžaduje schopnost logického, systematického myšlení. Zahrnuje však také intuitivní a induktivní uvažování vycházející z modelů a pravidelností, které lze využít při řešení nerutinních problémů. Nerutinní problémy jsou takové, které s velkou pravděpodobností nejsou žákům dobře známé. Kladou na kognitivní dovednosti žáků vyšší nároky, i když znalosti a dovednosti potřebné k jejich řešení byly probrány. Nerutinní 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. V úlohách na uvažování to bývá vyjádřeno různě, ať už novým kontextem, složitostí situace nebo kombinovaným řešením, které se skládá z několika kroků a vyžaduje aplikaci znalostí z více oblastí matematiky.

Jelikož dovednosti náležející do oblasti uvažování lze využít při promýšlení a řešení neobvyklých a složitých problémů, představuje každá z nich významný výstup matematického vzdělávání a může ovlivnit žákovo 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.

1. Analyzování

Určování, popisování a používání vztahů mezi proměnnými či objekty v matematických situacích, vyvozování opodstatněných závěrů z daných informací.

2. Zobecňování/přesné vymezení

Zformulování výsledků matematického myšlení do obecnější a široce aplikovatelné podoby.

3. Propojování/syntetizování

Nacházení souvislostí mezi různými znalostmi a způsoby vyjádření a mezi příbuznými matematickými myšlenkami. Kombinování matematických faktů, pojmů a postupů při hledání výsledků a kombinování různých výsledků při vytváření dalšího výsledku.

4. Zdůvodňování

Zdůvodňování odkazem na známé matematické výsledky nebo vlastnosti.

5. Řešení nerutinních problémů

Řešení problémů zasazených do matematického nebo reálného kontextu, s nimiž se žáci pravděpodobně ještě nesetkali, a aplikování matematických faktů, pojmů a postupů v neobvyklých či složitých kontextech.

Kapitola 2

Koncepce přírodovědné části šetření TIMSS 2011

Úvod

Mají-li občané v dnešním světě informovaně rozhodovat o sobě a svém okolí, je naprosto nezbytné, aby měli určité znalosti z přírodních věd. Proto je důležité zajistit, aby žáci, když opouští střední školu, rozuměli přírodním vědám natolik, aby byli schopni provádět podložená rozhodnutí. Žáci v nižších ročnících mají přirozený zájem o svět a své místo v něm, a proto je pro ně přirozené začít se již v nízkém věku seznamovat se základy přírodních věd. Tyto znalosti a dovednosti by měli žáci získávat v průběhu celého vzdělávání, aby se jako dospělí dokázali rozhodovat na solidním vědeckém podkladu, až budou řešit otázky z tak rozdílných oblastí jako je léčení nemocí, globální oteplování či užívání moderních technologií.

Koncepce hodnocení přírodních věd v šetření TIMSS 2011 sestává ze dvou složek. **Obsahová složka** specifikuje oblasti učiva a obsah jednotlivých tematických okruhů v rámci přírodních věd (například biologie, chemie, fyzika, nauka o Zemi v 8. ročníku). **Operační složka** určuje dovednosti a jednání (tj. prokazování znalostí, používání znalostí a uvažování) očekávané od žáků v souvislosti s přírodními vědami. Obsahová složka se liší pro 4. a 8. ročník, odráží povahu a složitost učiva probíraného v jednotlivých ročnících. Na živou přírodu je ve 4. ročníku kladen větší důraz než na její pokračování v biologii v 8. ročníku. Tam jsou fyzika a chemie samostatné tematické okruhy a je na ně kladen větší důraz než ve 4. ročníku, ve kterém jsou spojeny do jednoho okruhu neživá příroda. Naproti tomu operační část je stejná pro oba ročníky a zahrnuje řadu kognitivních procesů zapojených do studia přírodních věd a vědeckého zkoumání na prvním i druhém stupni základní školy.

Jeden ze způsobů, kterými jsou žáci motivováni k získávání znalostí a porozumění přírodním vědám, je proces vědeckého zkoumání. V mnoha zemích je kladen velký důraz na získání zájmu žáků o tento proces učivem z moderní vědy. Šetření TIMSS 2011 uznává důležitost vědeckého zkoumání v učebním procesu, a proto zaujímá stanovisko, že znalosti a dovednosti potřebné při takovém procesu zkoumání nemají být posuzovány odděleně. Namísto toho by vědecké zkoumání mělo být posouzeno v kontextu obsahové složky šetření a hodnoceno podle všech dovedností specifikovaných v operační složce. V souvislosti s tím jsou úlohy týkající se vědeckého zkoumání obsaženy v obou složkách hodnocení – obsahová složka pokrývá všechny oblasti přírodních věd a operační složka zahrnuje dovednosti.

Přírodovědný obsah – 4. ročník

Protože se učivo přírodovědných předmětů v jednotlivých zemích liší, byly v šetření TIMSS 2011 pro účely definování přírodovědného obsahu pro 4. ročník vybrány tři tematické okruhy, které pokrývají většinu témat probíraných v jednotlivých zemích – živá příroda, neživá příroda a nauka o Zemi.

Jednotlivé tematické okruhy pro 4. ročník a jejich podíl testovacího času v šetření TIMSS 2011 jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4: Přírodovědný obsah v šetření TIMSS 2011 – 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, které jsou prezentovány jako seznam učiva zahrnutého do přírodovědných předmětů ve většině zemí zapojených do šetření TIMSS 2011. Následující části této kapitoly popisují jednotlivé tematické okruhy, uvádějí přehled tematických celků a popisují testované cíle, kterých má být v tematických celcích dosaženo. Tyto cíle jsou vyjádřeny pomocí znalostí a dovedností, které lze očekávat u žáků 4. ročníku.

Živá příroda

Do nauky o živé přírodě spadá porozumění základním znakům a životním procesům živých organismů, vztahům mezi nimi a jejich interakci se životním prostředím. Tematický okruh *živá příroda* obsahuje následující tematické celky:

- **Vlastnosti a životní procesy živých organismů**
- **Životní cykly, rozmnožování a dědičnost**
- **Vztahy se životním prostředím**
- **Ekosystémy**
- **Lidské zdraví**

Porozumění vlastnostem a životním procesům živých organismů je zásadní pro studium nauky o živé přírodě. Proto se od žáků ve 4. ročníku očekává, že budou schopni popsat rozdíly mezi živými organismy a neživými věcmi, porovnat typické tělesné znaky a způsoby chování hlavních skupin organismů a uvážít rozdíly mezi nimi a přiřadit jednotlivé prvky stavby těla těchto organismů k jejich funkci.

Od žáků se očekává, že budou znát a budou schopni porovnat životní cykly rostlin, jako je strom a fazole, a živočichů, jako je moucha a žába. Znalosti z oblasti rozmnožování a dědičnosti jsou omezeny na opravdu základní pochopení toho, že se rozmnožují organismy stejného druhu a že potomci jsou podobní svým rodičům. Žáci by také měli být schopni uvést do souvislosti tvorbu více semen či vajec s přežitím jednotlivých druhů rostlin a živočichů.

Od žáků se očekává, že dovedou spojit tělesné znaky a způsoby chování rostlin a živočichů se životním prostředím, ve kterém žijí, a že uvedou příklady fyzických znaků a způsobů chování, díky kterým jsou určité rostliny či živočichové lépe přizpůsobeni danému životnímu prostředí. Žáci by také měli být schopni prokázat základní znalost toho, jak tělo reaguje na vnější podmínky.

Studium ekosystémů je důležité pro pochopení vzájemné závislosti živých organismů a jejich vztahu k prostředí, ve kterém žijí. V učivu prvního stupně základní školy by měly být zahrnuty základní představy vztahující se k ekosystémům, včetně toku energie a vzájemné interakce živých a neživých činitelů. To, že jim žáci rozumí, může být prokázáno tak, že dokáží popsat specifické vztahy mezi rostlinami a živočichy žijícími ve společném prostředí. Od žáků 4. ročníku se také očekává určité pochopení toho, jak své životní prostředí ovlivňují lidé, a to především v souvislosti se znečišťováním.

Od žáků 4. ročníku se dále očekává, že budou mít základní znalosti o lidském zdraví, výživě a nemocech. Mají prokázat, že jsou obeznámeni s běžnými nakažlivými nemocemi a že dovedou dát do souvislosti stravovací návyky a osobní zvyky s jejich vlivem na zdraví.

Vlastnosti a životní procesy živých organismů

1. Popsat rozdíl mezi živými organismy a neživými věcmi; určit obecné vlastnosti živých organismů (například rozmnožování, růst, potřeba vzduchu, živin a vody).
2. Porovnat typické tělesné vlastnosti a způsoby chování hlavních skupin organismů a uvést rozdíly mezi nimi (například hmyz, ptáci, savci, kvetoucí rostliny); rozpoznat nebo uvést příklady zvířat a rostlin náležících do těchto skupin.
3. Přiřadit hlavní orgány živočichů k jejich funkcím (například žaludek – tráví potravu, zuby – trhají potravu, kosti – podpírají tělo, plíce – absorbují vzduch).
4. Přiřadit hlavní části rostlin k jejich funkcím (například kořeny – absorbují vodu, listy – vytvářejí živiny).

Životní cykly, rozmnožování a dědičnost

1. Sledovat hlavní období v životním cyklu rostlin (klíčení, růst a vývoj, rozmnožování, šíření semen) a živočichů (narození, růst a vývoj, rozmnožování, smrt); rozpoznat a porovnat životní cykly známých rostlin (jako jsou stromy či fazole) a živočichů (jako jsou lidé, mouchy či žáby).
2. Vědět, že se rostliny a živočichové rozmnožují jen s jedinci stejného druhu a jejich potomci jsou podobní svým rodičům; popsat jednoduché vztahy mezi rozmnožováním a přežitím jednotlivých druhů rostlin a živočichů (například rostliny produkující hodně semen, ryby produkující hodně jiker).

Vtahy se životním prostředím

1. Přiřadit tělesné znaky rostlin a živočichů k životnímu prostředí, ve kterém žijí; určit nebo popsat příklady tělesných vlastností a způsobů chování rostlin a živočichů, které jim pomáhají přežít v daném životním prostředí, a vysvětlit jak (například druhy kořenů, druhy listů, hustota srsti, zimní spánek, stěhování).
2. Popsat, jak tělo živočichů reaguje na vnější podmínky (například teplo, chlad, nebezpečí) a na činnosti (například cvičení).

Ekosystémy

1. Vysvětlit, že rostliny potřebují pro tvorbu živin Slunce, zatímco živočichové získávají živiny tím, že jedí rostliny nebo jiné živočichy; vědět, že všechny rostliny a živočichové potřebují živiny, aby měli energii na svou činnost a suroviny pro růst a regeneraci.
2. Popsat vztahy v daném společenství (například les, přílivové jezírko, poušť) založené na jednoduchém potravním řetězci s použitím běžných rostlin a živočichů a s využitím vztahů mezi lovci a kořistí.
3. Vysvětlit způsoby, jakými mohou lidé kladně či záporně ovlivňovat životní prostředí; obecně popsat příklady toho, jaký vliv má znečišťování na lidi, rostliny, živočichy a jejich životní prostředí a jakými způsoby lze znečišťování předcházet či jej snižovat.

Lidské zdraví

1. Znat způsoby, kterými se šíří běžné nakažlivé nemoci (jako rýma či chřipka); rozpoznat projevy zdraví a nemoci a znát způsoby, kterými lze onemocnění předcházet a léčit jej.
2. Popsat cesty vedoucí k tomu, aby člověk zůstal zdravý, včetně stravovacích návyků, vyvážené stravy a pravidelného cvičení; určit běžné zdroje potravy (jako je ovoce, zelenina, obilí).

Neživá příroda

Tematický okruh *neživá příroda* obsahuje pojmy související s hmotou a energií a zahrnuje učivo z chemie a z fyziky. Protože žáci ve 4. ročníku mají pouze počáteční znalosti z chemie, je kladen větší důraz na fyzikální pojmy. Tematické celky obsažené v tomto okruhu jsou:

- **Třídění a vlastnosti látek**
- **Zdroje a formy energie**
- **Síly a pohyb**

V celku třídění a vlastnosti látek se od žáků 4. ročníku očekává počínající chápání fyzikálních stavů látek a látkových přeměn mezi pevným, kapalným a plynným skupenstvím. Obecné znalosti o změnách skupenství nejsou požadovány, ale žáci by měli vědět, že voda se vyskytuje ve všech třech skupenstvích a z jednoho do druhého přechází ohříváním či chlazením. Žáci by měli být schopni porovnat či třídít tělesa a látky podle jejich fyzikálních vlastností a přiřadit tyto vlastnosti k jejich užití. Od žáků jsou očekávány počínající praktické znalosti výroby směsí a vodných roztoků. Měli by určit některé změny známých látek, kterými vznikají nové látky s jinými vlastnostmi, ale nemusí vědět, jak tyto změny souvisí s chemickými přeměnami.

Učivo týkající se zdrojů a forem energie zahrnuje teplo, teplotu, světlo, elektřinu a magnetismus. Žáci by měli znát běžné zdroje energie a vědět, že horké předměty mohou ohřát studené. Znalosti žáků o světle budou hodnoceny podle toho, jak znají běžné zdroje světla a jak uvedou do souvislosti běžné fyzikální jevy s chováním světla. V oblasti elektřiny a magnetismu by žáci měli mít určité představy o úplných elektrických obvodech a určité praktické znalosti o magnetech a jejich používání.

Žáci by měli intuitivně chápat síly a jejich souvislost s pohybem, jako je působení gravitační síly na padající tělesa a působení sil, které tlačí či táhnou. Měli by umět porovnat působení větší a menší síly na těleso. Mohou být hodnoceny i znalosti určování relativní hmotnosti těles s použitím rovnoramenné váhy.

Třídění a vlastnosti látek

1. Vyjmenovat tři skupenství látek (pevné, kapalné, plynné) a popsat charakteristické rozdíly ve tvaru a objemu pro jednotlivá skupenství; vědět, že látka může přecházet z jednoho skupenství do druhého zahříváním či chlazením, a popsat tyto změny pomocí slov tání, mrznutí, var, vypařování či kondenzace.
2. Porovnat a utřídit předměty a látky na základě jejich fyzikálních vlastností (jako je hmotnost, objem, magnetická přitažlivost); určit vlastnosti kovů a přiřadit je k jejich užití; určit vlastnosti a běžné užití vody v pevném, kapalném a plynném skupenství (například jako chladicí kapalina, rozpouštědlo, zdroj tepla).
3. Uvést příklady směsí a vysvětlit, jak mohou být rozděleny; uvést příklady látek, které se rozpouštějí a nerozpouštějí ve vodě; vysvětlit způsoby, kterými lze ovlivnit, jak mnoho látky se rozpustí a jak rychle.
4. Určit pozorovatelné změny látek způsobené tlením, hořením, rezavěním, vařením, které vedou ke vzniku nových látek s jinými vlastnostmi.

Zdroje a formy energie

1. Určit zdroje energie (například Slunce, elektřina, voda, vítr, vibrace); popsat praktické využití této energie.
2. Vědět, že horké předměty mohou ohřát předměty studené; vysvětlit, že ohřívání znamená zvýšení teploty; vybrat příklady běžně užívaných materiálů, které dobře vedou teplo.
3. Znat běžné zdroje světla (například žárovka, plamen, Slunce); spojit známé fyzikální jevy s vlastnostmi světla (například zrcadlení, duha, stín).
4. Na příkladu jednoduchých elektrických systémů (například kapesní svítilna, baterie v domácích spotřebičích) vysvětlit, že elektrický obvod funguje jen jako úplný (nerozpojený); poznat tělesa a látky, které vedou elektrický proud.
5. Vědět, že magnety mají severní a jižní pól, že se stejné póly odpuzují a opačné přitahují a že magnety přitahují některé další látky a tělesa.

Síly a pohyb

1. Určit známé síly, které uvádějí tělesa do pohybu (například gravitační sílu působící na padající tělesa nebo síly, které tlačí či táhnou); porovnat vliv působení větší a menší síly na těleso; popsat, jak lze pomocí rovnoramenné váhy určit relativní hmotnost těles.

Nauka o Zemi

Nauka o Zemi se zabývá studiem planety Země a jejím místem ve sluneční soustavě. Zatímco v kurikulu jednotlivých zemí není nikde učivo o Zemi samostatně specifikováno, v šetření TIMSS 2011 jsou určeny následující tematické celky, které jsou považovány za univerzálně důležité a žáci 4. ročníků by jim měli rozumět:

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

Od žáků 4. ročníku se očekává, že budou mít určitou všeobecnou představu o struktuře a fyzikálních vlastnostech Země. Měli by vědět, že většina zemského povrchu je pokryta vodou, a říci, kde se nachází sladká a kde slaná voda. Znalosti žáků o atmosféře jsou na této úrovni omezeny na povědomí o existenci vzduchu a o přítomnosti vody v atmosféře. Od žáků se dále

očekává, že budou znát základní rysy zemského povrchu a že budou mít určité znalosti o užívání a zachování zemských zdrojů.

V oblasti učiva o procesech a koloběžích probíhajících na Zemi a o historii Země se od žáků očekává, že s pomocí pozorovatelných změn dokáží popsat některé procesy a koloběhy probíhající na Zemi včetně pohybu vod, tvorby mraků a změn počasí v průběhu dne i ročních období.

Hodnocení toho, jak žáci rozumí historii Země, je ve čtvrtém ročníku značně omezené. Nicméně žáci na této úrovni by měli vědět, že zkameněliny, které nacházíme v kamenech, jsou dávné pozůstatky rostlin a živočichů a měli by být schopni z umístění a rozložení těchto zkamenělin odvodit jednoduché závěry o změnách zemského povrchu.

Na základě pozorování změn na Zemi a na obloze by žáci 4. ročníku měli být schopni prokázat určité znalosti o poloze Země ve sluneční soustavě. Konkrétně by měli být dobře obeznámeni s pohyby Země a spojovat denní změny s otáčením Země kolem své osy a se vztahem ke Slunci. Dále by měli poznat jednotlivé fáze Měsíce.

Struktura Země, fyzikální vlastnosti a zdroje

1. Určit, z čeho se skládá zemský povrch. Vědět, že většina povrchu Země je pokryta vodou; popsat, kde se nalézá slaná a kde sladká voda; uvést důkaz existence vzduchu; vědět, že běžné jevy (tvorba mraků, rosa, vypařování kaluží, sušení mokrého prádla) jsou důkazem přítomnosti vody ve vzduchu.
2. Popsat rysy zemského povrchu (například hory, roviny, pouště, řeky, jezera, moře) a uvést je do souvislosti s lidskou činností (například zemědělství, zavlažování, zlepšování půdy); určit zemské zdroje, které lidé denně využívají (například voda, půda, dřevo, minerály, vzduch); vysvětlit, proč je důležité používat tyto zdroje s rozmyslem.

Geologické procesy, cykly a historie Země

1. Popsat pohyb vod na zemském povrchu (například v řekách a potocích z hor do moří či jezer); přiřadit tvorbu mraků, déšť a sníh změně skupenství vody; prostřednictvím změn teploty, srážek, mraků a síly větru popsat změny počasí v průběhu dne či ročního období.
2. Vědět, že v kamenech se nacházejí různé pozůstatky (zkameněliny) živočichů a rostlin z dob dávno minulých; z umístění a rozložení těchto zkamenělin odvodit jednoduché závěry o změnách zemského povrchu.

Země ve sluneční soustavě

1. Popsat sluneční soustavu jako seskupení planet (včetně Země), které obíhají kolem Slunce; vědět, že Měsíc obíhá kolem Země a v průběhu kalendářního měsíce ho vidíme jinak; určit Slunce jako zdroj tepla a světla ve sluneční soustavě.
2. Přiřadit denní rytmy k otáčení Země kolem své osy a vztahu ke Slunci (například střídání dne a noci, tvorba stínů).

Přírodovědný obsah – 8. ročník

Přírodovědné učivo zahrnuté do šetření TIMSS 2011 v osmém ročníku určují čtyři tematické okruhy – biologie, chemie, fyzika a vědy o Zemi. Je důležité zmínit, že uspořádání učiva do těchto okruhů, používané v mezinárodních projektech jako je TIMSS, nekoresponduje se strukturou přírodovědného učiva všech zúčastněných zemí. Například v mnoha zemích jsou přírodní vědy vyučovány jako obecná věda nebo integrovaně, v jiných zemích naopak jako oddělené předměty – biologie, fyzika a chemie.

Navíc některá témata zahrnutá v přírodovědné části šetření TIMSS 2011 jsou v některých zemích součástí jiných předmětů, například nauky o zdraví, občanské nauky či zeměpisu. Jednotlivé tematické okruhy a jejich podíl na testovacím času v šetření TIMSS 2011 jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka 5: Přírodovědný obsah v šetření TIMSS 2011 – 8. ročník

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

Každý tematický okruh obsahuje několik tematických celků, které jsou prezentovány jako seznam učiva zahrnutého do obsahu přírodních věd ve většině zemí zapojených do šetření TIMSS 2011. Následující část kapitoly popisuje jednotlivé tematické okruhy přírodních věd, přináší přehled obsažených tematických celků a popisuje testované cíle, kterých má být v jednotlivých tematických celcích dosaženo. Tyto cíle jsou popsány pomocí dovedností a znalostí, jaké lze očekávat u žáků 8. ročníku.

Biologie

Z **biologie** by žáci měli rozumět struktuře živých organizmů, jejich životním procesům, jejich rozmanitosti a vzájemné závislosti.

- **Vlastnosti, třídění a životní procesy organizmů**
- **Buňky a jejich funkce**
- **Životní cykly, rozmnožování a dědičnost**
- **Rozmanitost, přizpůsobivost a přirozený výběr**
- **Ekosystémy**
- **Lidské zdraví**

Od žáků 8. ročníku se očekává, že dokáží vyjádřit základní charakteristiky hlavních taxonomických skupin a podle nich roztřídit jednotlivé organizmy. Dále by měli lokalizovat důležité orgány v lidském těle a uvést do spojitosti strukturu a funkci orgánů se základními biologickými ději.

Žáci by měli začít rozumět buňkám a jejich funkcím a toto porozumění dokázat tím, že jsou schopni popsat stavbu buňky, určit její jednotlivé části a přiřadit jim jejich funkce. Dále by

měli být schopni vysvětlit, proč jsou některé biologické děje jako fotosyntéza a dýchání nezbytné pro udržení života.

Od žáků se očekává, že u různých organismů rozliší růst od vývoje. Prostřednictvím biologických dějů na buněčné úrovni by měli být schopni porovnat pohlavní a nepohlavní rozmnožování včetně dědičnosti, která zahrnuje předání genetického materiálu rodičů jejich potomkům.

Žáci 8. ročníku by měli mít určitou představu o rozmanitosti živých organismů, jejich přizpůsobivosti a přirozeném výběru. Žáci by měli chápat vymezení nových druhů na základě podobnosti typických znaků a schopnosti reprodukce příbuzných organismů. Měli by dát do souvislosti rozmanitost vlastností organismů s jejich přežitím či vyhynutím v proměnách životního prostředí. Od žáků se očekává, že porovnání dnes žijících organismů se zkamenělinami začnou považovat za svědectví o minulosti a vývoji forem života na Zemi.

Abychom porozuměli vzájemné závislosti jednotlivých živých organismů a jejich vztahům k okolnímu prostředí, je podstatné studovat ekosystémy. Od žáků 8. ročníku se očekává, že prokáží základní porozumění vzájemné provázanosti mezi populacemi organismů, která udržuje rovnováhu v ekosystému. Měli by popsat tok energie v ekosystému, znát role jednotlivých organismů v látkovém koloběhu a předpovědět vliv změn na ekosystém. Důležitým aspektem porozumění rozmanitosti živých organismů a životního prostředí je pochopení vlivu lidské činnosti na ekosystémy.

Žáci 8. ročníku by měli prokázat znalosti o lidském zdraví, výživě a nemocech. Měli by znát některé příčiny nemocí, vysvětlit mechanismy nákazy a jejího šíření a vědět o důležitosti imunitního systému. Také by měli být schopni popsat roli určitých živin pro fungování lidského těla.

Vlastnosti, třídění a životní procesy organismů

1. Popsat znaky, které definují rozdíl mezi hlavními taxonomickými skupinami, a určit organismy, které do těchto skupin patří; roztřídit organismy na základě jejich různých tělesných znaků.
2. Lokalizovat důležité orgány v lidském těle; rozpoznat jednotlivé části soustav orgánů; vysvětlit role jednotlivých orgánů pro udržení života (například krevní oběh, dýchání); porovnat lidské orgány s orgány jiných živočichů a posoudit rozdíly mezi nimi.
3. Vysvětlit, jak biologické děje, které probíhají jako reakce organismu na změny vnějšího prostředí, udržují stabilní tělesné podmínky (například pocení v horku, chvění v chladu, zvýšení srdečního tepu při cvičení).

Buňky a jejich funkce

1. Vysvětlit, že živé organismy jsou složeny z buněk a že v buňkách probíhají životně důležité funkce a buněčné dělení. Vědět, že tkáň a orgány jsou složeny ze skupin buněk se specializovanou strukturou a funkcemi; určit jednotlivé části buňky a některé funkce buněčných organel (například buněčná stěna, buněčná membrána, jádro, chloroplast, vakuola); porovnat rostlinné a živočišné buňky.
2. Popsat fotosyntézu (potřeba světla, oxidu uhličitého, vody a chlorofylu; tvorba živin; uvolnění kyslíku) a buněčné dýchání (potřeba kyslíku; rozložení živin při získávání energie; uvolnění oxidu uhličitého).

Životní cykly, rozmnožování a dědičnost

1. Porovnat a posoudit, jak různé organizmy (například lidé, rostliny, ptáci, hmyz) rostou a jak se vyvíjejí.
2. Obecně porovnat a posoudit pohlavní a nepohlavní rozmnožování (například při nepohlavním rozmnožování vznikají identičtí potomci, zatímco spojením vajíčka a spermie při pohlavním rozmnožování jsou potomci podobní rodičům, ale nejsou stejní jako oni).
3. Uvést do souvislosti dědičnost charakteristických znaků organismů s předáváním genetického materiálu potomkům; odlišit dědičné vlastnosti od vlastností získaných a naučených.

Rozmanitost, přizpůsobivost a přirozený výběr

1. Uvést do souvislosti přežití či vymření živočišných druhů s rozdíly v jejich tělesných znacích a rysech chování a s úspěšností rozmnožování v měnícím se životním prostředí.
2. Vědět, že zkameněliny poskytují důkaz o relativní době existence hlavních skupin organismů na Zemi (například lidé, plazi, ryby, rostliny); popsat, jak podobnosti a rozdíly mezi žijícími druhy a zkamenělinami odrážejí změny, které probíhají u žijících organismů v průběhu času.

Ekosystémy

1. Popsat tok energie v ekosystémech; určit organizmy, které vytváří, spotřebovávají a rozkládají potravu; nakreslit či interpretovat potravinovou pyramidu či diagramy potravních řetězců.
2. Popsat roli živých organismů v koloběhu prvků a látek (například kyslík, uhlík, voda) na zemském povrchu a v životním prostředí.
3. Vysvětlit rozmanitost jednotlivých populací organismů v ekosystému na základě konkurence a lovu (dravosti).
4. Určit faktory, které omezují velikost populace (například nemoci, dravci, zdroje potravy, období sucha); předpovědět, jak ovlivní změny ekosystému (například podnebí, zdroje vody, změny velikosti populace, stěhování) dostupnost zdrojů a rovnováhu mezi populacemi.
5. Vědět, že lidská populace se rozrůstá, a říci proč (například pokroky v lékařství, hygiena); diskutovat o vlivu narůstající populace na životní prostředí.

Lidské zdraví

1. Popsat příčiny nemocí (například chřipka, spalničky, angína, malárie, HIV); znát způsoby jejich nákazy, šíření a prevence; chápat význam tělesné odolnosti (imunity) a mít povědomí o uzdravujících schopnostech lidského organismu.
2. Vysvětlit důležitost zdravé stravy, cvičení a životního stylu pro udržování zdraví a předcházení nemocem (například infarktu, vysokému krevnímu tlaku, cukrovce, rakovině kůže a plic); znát zdroje živin a roli živin ve zdravé stravě (vitamíny, minerály, bílkoviny, cukry a tuky).

Chemie

Z okruhu *chemie* bude hodnoceno, jak žáci rozumí pojmům z následujících tematických celků:

- **Třídění a složení látek**
- **Vlastnosti látek**
- **Chemické změny**

V 8. ročníku by žáci měli umět třídít látky podle jejich fyzikálních vlastností a vědět, že lze jednotlivé látky řadit do skupin na základě podobných chemických a fyzikálních vlastností. Očekává se od nich, že podle složení rozliší jednotlivé prvky od sloučenin a směsí. Dále se od žáků očekává počáteční porozumění částicové struktuře hmoty v podobě atomů a molekul.

Žákům by měly být jasné základní vlastnosti hmoty. Na základě fyzikálních vlastností by měli umět popsat způsoby oddělení jednotlivých složek směsi, definovat sloučeniny a znát faktory určující množství rozpuštěné látky. Od žáků se také očekává, že prokáží znalosti některých vlastností a použití kovů a vody a že dokáží porovnat vlastnosti kyselin a zásad.

V oblasti chemických změn se od žáků očekává, že znají rozdíl mezi fyzikálními a chemickými změnami a že prokáží základní znalosti o zachování látky při těchto změnách. Dále by žáci měli být schopni poznat běžné reakce, které uvolňují nebo spotřebovávají teplo, vědět o potřebě kyslíku při rezavění, matnění a hoření a o náchylnosti běžných látek podléhat těmto změnám.

Třídění a složení látek

1. Roztřídit či porovnat látky na základě jejich fyzikálních vlastností, které mohou být předvedeny či změřeny (například hustota, tepelná či elektrická vodivost, rozpustnost, tání či bod varu, magnetické vlastnosti).
2. Vědět, že lze jednotlivé látky řadit do skupin na základě podobných chemických a fyzikálních vlastností; popsat vlastnosti, kterými se kovy liší od nekovů.
3. Rozlišit čisté látky (prvky a sloučeniny) od směsí (stejnorodých a různorodých) podle jejich formy a složení a uvést nebo určit jejich příklady (látky pevné, kapalné i plynné).
4. Popsat částicovou strukturu hmoty, včetně toho že molekuly jsou složeny z atomů (například H_2O , O_2 , CO_2) a že atomy jsou složeny z elementárních částic (elektrony obíhají jádro, které je složeno z protonů a neutronů).

Vlastnosti látek

1. Vybrat nebo popsat fyzikální způsoby oddělení jednotlivých složek směsí (filtrace, destilace, odstředování); definovat roztok jako látku (pevnou, kapalnou či plynnou) rozpuštěnou v rozpouštědle; spojit koncentraci s množstvím rozpouštěné látky a rozpouštědla; vysvětlit vliv teploty, míchání a velikosti částic na rozpouštění látek.
2. Přiřadit k sobě chování a použití vody a její fyzikální vlastnosti (například bod tání a bod varu, schopnost rozpouštět řadu látek, tepelné vlastnosti, zvětšování objemu při mrznutí).
3. Porovnat vlastnosti běžných kyselin a zásad (kyseliny mají kyselou chuť a reagují s kovy; zásady mají většinou chuť hořkou a jsou na dotek kluzké; silné kyseliny a zásady jsou žíravé; kyseliny i zásady se rozpouštějí ve vodě a barevně reagují s indikátory; kyseliny a zásady se navzájem neutralizují).

Chemické změny

1. Rozlišit chemické a fyzikální změny podle přeměny (reakce) jedné či více čistých látek (reaktantů) na jiné čisté látky (produkty); na základě běžných dějů (například změna teploty, uvolnění plynu, změna barvy, vyzáření světla) vysvětlit, že došlo k chemické změně.
2. Vědět, že při chemické změně se zachovává hmotnost; vědět, že při některých chemických reakcích se energie (např. teplo, světlo) uvolňuje a při jiných spotřebovává; roztrdit známé chemické změny na ty, které buď teplo uvolňují, nebo spotřebovávají (například hoření, neutralizace, vaření).

3. Vědět, že kyslík je potřeba v běžných oxidačních reakcích (spalování, rezavění, matnění); uvědomit si důležitost kyslíku v protipožární ochraně a při uchování kovových předmětů (mince, auta, kuchyňské náčiní, sochy); seřadit známé látky podle toho, jak snadno hoří, rezaví či matní.

Fyzika

Ve *fyzice* bude v následujících tematických celcích hodnoceno, jak žáci rozumí pojmům spojeným s fyzikálními ději a energií:

- **Skupenství látek a jeho změny**
- **Změny energie, teplo a teplota**
- **Světlo a zvuk**
- **Elektřina a magnetismus**
- **Síly a pohyb**

Žáci v 8. ročníku by měli umět popsat děje týkající se změn skupenství a začít vidět souvislost mezi skupenstvím a vzdáleností mezi částicemi a jejich pohybem. Dále by měli předvést, že rozumí tomu, že hmotnost se při fyzikálních dějích zachovává. Na úrovni 8. ročníku jsou hodnoceny i pojmy týkající se přeměn energie, tepla a teploty. Od žáků se očekává, že dokáží určit různé formy energie, popsat jednoduché přeměny energie a v praktických situacích použít zákon zachování celkové energie. Od žáků se také očekává, že uvedou do souvislosti zahřívání s přenosem energie a změnu teploty uvedou do souvislosti se změnami rychlosti částic.

Žáci 8. ročníku by měli znát základní vlastnosti světla a vzájemné působení světla a hmoty; při řešení praktických problémů používat jednoduchou geometrickou optiku; dát do souvislosti barvu, v jaké se jeví pozorované předměty, s vlastnostmi světla. Dále se od nich očekává, že budou znát základní charakteristiky zvuku a jeho vlastnosti. V oblasti elektřiny a magnetismu je testováno porozumění toku elektrického proudu v uzavřených obvodech, jednoduchým schémátům obvodů a vztahu mezi proudem a napětím v obvodu. Dále by žáci měli být schopni popsat vlastnosti a využití permanentních magnetů a elektromagnetů a jejich silové působení.

Od žáků se očekává, že dokáží popsat běžné typy sil a předpovědět změny pohybu tělesa, když na něj začne působit určitá síla. Na základě spojitosti se známými fyzikálními ději by žáci měli prokázat obecné porozumění hustotě a tlaku, ačkoliv formální znalosti z této oblasti nejsou požadované. Od žáků se také očekávají základní znalosti práce a jednoduchých strojů.

Skupenství látek a jeho změny

1. Vysvětlit fyzikální vlastnosti pevných, kapalných a plyných látek (objem, tvar, hustota, stlačitelnost) na základě znalostí pohybu a vzájemných vzdáleností mezi částicemi.
2. Popsat tání, tuhnutí, var, vypařování a kondenzaci jako změny skupenství, ke kterým dochází v důsledku ohřívání či ochlazování; přiřadit rychlost a rozsah těchto dějů fyzikálním podmínkám okolí (například plošný obsah, rozpuštěné látky, teplota); vědět, že při změně skupenství zůstává teplota konstantní; vědět, že hmotnost zůstává při fyzikálních změnách (například změna skupenství, tání, tepelná roztažnost) stejná.

Přeměny energie, teplo a teplota

1. Určit různé formy energie (mechanická, světelná, zvuková, elektrická, tepelná, chemická); popsat jednoduché přeměny energie (například spalování v motoru, které uvede do pohybu auto, elektrická energie, která rozsvítí žárovku, přeměna světelné energie na chemickou při fotosyntéze, přeměna mechanické energie na elektrickou ve vodní elektrárně, změny mezi potenciální a kinetickou energií); používat znalost zákona zachování celkové energie.
2. Uvést do souvislosti ohřívání s přenosem energie z teplejšího tělesa na chladnější; porovnat relativní tepelnou vodivost různých materiálů; porovnat a posoudit způsoby vedení tepla (vedení, proudění, sálání).
3. Uvést do souvislosti změny teploty se změnami objemu, tlaku a rychlosti částic.

Světlo a zvuk

1. Popsat či určit základní vlastnosti světla (například šíření různým prostředím, rychlost světla, odraz, lom, absorpce, rozklad bílého světla na barevné složky); uvést do souvislosti pozorovanou barevnost předmětů s vlastnostmi odraženého či pohlceného světla; řešit praktické úlohy týkající se zrcadlení na rovinném zrcadle a tvorby stínů; určit chod světla z jednoduchých paprskových znázornění a určit polohu obrazu vzniklého odrazem či projekcí skrz čočky.
2. Znat charakteristiky zvuku (hlasitost, výška, amplituda, frekvence); popsat či určit některé základní vlastnosti zvuku (potřeba látkového prostředí, kterým se může šířit, odraz či absorpce na povrchu, různá rychlost šíření v různých prostředích).

Elektřina a magnetismus

1. Popsat tok elektrického proudu v elektrickém obvodu; nakreslit či poznat schémata znázorňující úplné elektrické obvody (sériové i paralelní); roztrdit látky na elektricky vodivé a na izolanty; popsat faktory ovlivňující proud v obvodu; znát vztah mezi proudem a napětím v obvodu.
2. Popsat vlastnosti permanentních magnetů a elektromagnetů a účinky magnetické síly; popsat využití permanentních magnetů a elektromagnetů v každodenním životě (například zvonek, továrny na recyklaci).

Síly a pohyb

1. Popsat pohyb (rovnoměrný a nerovnoměrný) pomocí polohy a vektoru rychlosti; popsat běžné typy sil (například tíhová, vztaková, třecí); předpovědět změny pohybu (pokud nastanou), když na těleso začnou působit dané síly.
2. Vysvětlit pozorované fyzikální jevy (plavání či potápění těles, stoupání balónů) na základě rozdílů v hustotě prostředí.
3. S pomocí příkladů z běžného života prokázat základní znalosti práce a funkce jednoduchých strojů (například páka či nakloněná rovina).
4. Vysvětlit tlak jako funkci síly a plochy; popsat jevy související s tlakem (například atmosférický tlak jako funkci nadmořské výšky, tlak v oceánu jako funkci hloubky, důkazy tlaku plynu v balónu, hladina kapalin).

Vědy o Zemi

Okruh *vědy o Zemi* se zabývá studiem Země a jejího místa ve sluneční soustavě a ve vesmíru. Témata zasahují do oblasti geologie, astronomie, meteorologie, hydrologie a oceánografie a souvisí se základními pojmy z biologie, fyziky a chemie. Ačkoliv ne ve všech zemích účastnících se šetření TIMSS 2011 je nauka o Zemi vyučována jako samostatný předmět obsahující

všechna výše zmíněná témata, předpokládá se, že porozumění pojmům zahrnutým do tohoto tematického okruhu bude zahrnuto do učiva přírodních věd a biologie nebo do samostatných předmětů jako je geografie a geologie.

Protože neexistuje jednotný obrázek toho, co tvoří obsah učiva o Zemi, určilo šetření TIMSS 2011 následující tematické celky, které lze všeobecně považovat za důležité a kterým by žáci v 8. ročníku měli rozumět, aby měli základní znalosti o planetě, na které žijí, a o jejím místě ve vesmíru:

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

Od žáků v 8. ročníku se očekávají určité všeobecné znalosti o struktuře a fyzikálních vlastnostech Země. Měli by prokázat znalosti o struktuře a fyzikálních vlastnostech zemské kůry, zemského pláště a zemského jádra a popsat rozložení vod na Zemi včetně jejich skupenství, složení a pohybu. Dále se od žáků 8. ročníku očekává, že budou znát relativní zastoupení hlavních složek vzduchu a že budou vědět o závislosti atmosférických podmínek na nadmořské výšce.

V tematickém celku geologické procesy, cykly a historie Země by žáci měli podávat vysvětlení založená na znalosti koloběhů a modelů. Konkrétně by měli umět pomocí slov a diagramů popsat koloběh hornin a vody. Žáci by měli mít cit pro měřítko na časové ose vývoje Země a popsat některé fyzikální děje a geologické události, které se odehrály na Zemi v průběhu miliard let. Od žáků se dále očekává práce s mapami, interpretace údajů o globálních i místních faktorech ovlivňujících střídání počasí a schopnost rozlišit denní změny počasí od celkového podnebí v jednotlivých částech světa.

Žáci by měli prokázat znalosti o zemských zdrojích, jejich využití a zachování. Měli by uvést příklady obnovitelných a neobnovitelných zdrojů, popsat způsoby zachování a recyklování, uvést do souvislosti běžné způsoby zemědělství a využití půdy jako zdroje, diskutovat o faktorech souvisejících se zásobami a s potřebou pitné vody.

Od žáků 8. ročníku se očekávají některé znalosti o sluneční soustavě (vzájemné vzdálenosti, velikosti a pohyby Slunce, planet a jejich měsíců) a o zemských jevech, které souvisí s pohybem těles ve sluneční soustavě. Od žáků se také očekává, že dokáží porovnat fyzikální vlastnosti Země, Měsíce a ostatních planet s přihlédnutím k podmínkám vhodných pro život.

Struktura a fyzikální vlastnosti Země

1. Popsat strukturu a fyzikální vlastnosti zemské kůry, zemského pláště a zemského jádra s odkazem na pozorovatelné jevy (například zemětřesení, sopečná činnost); popsat charakteristické vlastnosti a využití hornin, minerálů a půdy; popsat vznik půdy.
2. Porovnat skupenství, pohyb a rozmístění vody na Zemi.
3. Vědět, že atmosféru Země tvoří směs plynů, a znát relativní zastoupení jejích hlavních složek; uvést do souvislosti změny atmosférických podmínek s nadmořskou výškou.

Geologické procesy, cykly a historie Země

1. Popsat hlavní procesy v koloběhu přeměny hornin; určit nebo popsat fyzikální procesy a hlavní geologické události, které se udály na Zemi v průběhu miliard let (například eroze,

sopečná činnost, tvorba hor, pohyb zemských desek); vysvětlit vznik zkamenělin a fosilních paliv.

2. Graficky znázornit nebo popsat koloběh vody na Zemi a jeho souvislost s energií ze slunečního záření; popsat význam pohybu mraků a toku vody pro oběh a obnovu pitné vody na zemském povrchu.
3. Porovnat změny počasí v jednotlivých ročních obdobích v závislosti na zeměpisné šířce, nadmořské výšce a zeměpisných podmínkách; určit nebo popsat příčiny dlouhodobých a krátkodobých klimatických změn (například doby ledové, globální oteplování, výbuchy sopek, změny oceánských proudů); za pomoci pojmů jako je teplota, tlak, srážky a rychlost a směr větru interpretovat povětrnostní mapy a údaje o počasí; uvést do souvislosti změny počasí s globálními a lokálními faktory.

Zemské zdroje, jejich využití a zachování

1. Uvést příklady obnovitelných a neobnovitelných přírodních zdrojů; rozebrat výhody a nevýhody různých zdrojů energie; popsat způsoby zachování přírodních zdrojů a metody hospodaření s odpadem (například recyklace); uvést do souvislosti problémy životního prostředí s jejich možnými příčinami a důsledky (například znečištění, globální oteplování, kácení lesů a pralesů, degradace území na pouště); současné způsoby využití vědy, technologií a lidského chování při řešení těchto problémů.
2. Vysvětlit, jak běžné způsoby zemědělství a využití krajiny (například farmaření, těžba dřeva, hornictví) ovlivňují půdní fond; popsat, jak se získává pitná voda (například čištění, odsolování, zavlažování); vysvětlit důležitost péče o zachování vody.

Země ve sluneční soustavě a ve vesmíru

1. Vysvětlit jevy probíhající na Zemi (střídání dne a noci, rok, roční období na severní a jižní polokouli, příliv a odliv, fáze Měsíce, zatmění, vzhled Slunce, Měsíce, planet a souhvězdí) v souvislosti s jejich relativním pohybem a vzdálenostmi; znát velikost Země, Měsíce a dalších těles ze sluneční soustavy i mimo ni.
2. Porovnat a posoudit fyzikální vlastnosti Země s vlastnostmi Měsíce a ostatních planet (například atmosféra, teplota, voda, vzdálenost od Slunce, doba oběhu kolem Slunce a otočení kolem vlastní osy, podmínky pro rozvoj života); znát funkci gravitace ve sluneční soustavě (například příliv a odliv, udržování planet a měsíců na jejich oběžných drahách, přitahování všeho na Zemi k jejímu povrchu).

Přírodovědné operace – 4. a 8. ročník

Aby žáci mohli úspěšně řešit úlohy z testů, musí být nejen obeznámeni s vymezeným přírodovědným obsahem šetření, ale musí také projevit řadu operačních dovedností. Definování těchto dovedností hraje podstatnou roli ve vývoji projektů jako je TIMSS 2011, protože je nezbytné, aby šetření pokrylo přiměřený rozsah operačních dovedností napříč celým výše definovaným přírodovědným učivem.

Operační složka je rozdělena do tří oblastí podle toho, co žáci musí znát a dělat při řešení jednotlivých testových položek vyvinutých pro šetření TIMSS 2011. První oblast, **prokazování znalostí**, zahrnuje přírodovědná fakta, postupy a pojmy, které by žáci měli znát. Druhá oblast, **používání znalostí**, se zaměřuje na schopnost žáků aplikovat získané znalosti a porozumět pojmem při řešení přírodovědných problémů. Třetí oblast, **uvažování**, přesahuje řešení běžných přírodovědných úloh, zahrnuje nové a pro žáky neznámé situace, komplexní souvislosti a víceřadkové úlohy.

Tyto tři oblasti operační složky jsou použity v obou testovaných ročnících. Nicméně poměr jejich zastoupení se mezi 4. a 8. ročníkem liší v souvislosti s tím, jak s věkem narůstají operační schopnosti žáků, jejich vyspělost, schopnost učit se a zkušenosti a jak se zvětšuje šířka a hloubka jejich znalostí (viz tabulka 6). Proto je ve 4. ročníku vyšší podíl testových úloh, které vyžadují prokázání znalostí, zatímco v 8. ročníku je větší zastoupení úloh, které od žáků vyžadují při svém řešení uvažování. Pro 4. a 8. ročník jsou v každé obsahové oblasti zahrnuty úlohy vyvinuté speciálně pro testování každé ze tří operačních oblastí. Například okruh živá příroda bude obsahovat úlohy na prokazování znalostí, na používání znalostí i na uvažování a stejně tomu bude ve všech tematických okruzích.

Tabulka 6: Přírodovědné operace v šetření TIMSS 2011 – 4. a 8. ročník

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

Zatímco určitá hierarchie rozdělení operační složky je předepsaná, jsou pro každou oblast vyvinuty úlohy se širokou škálou úrovně obtížnosti. Následující text podrobněji popisuje dovednosti a schopnosti žáků, které určují operační složku. Po obecném popisu vždy následuje seznam konkrétních dovedností, které by měly být zjišťovány úlohami náležícími do jednotlivých oblastí dovedností.

Prokazování znalostí

Prokazování znalostí se zabývá úrovní žákovských znalostí přírodovědných poznatků, informací, pojmů a pomůcek. Správné a rozsáhlé konkrétní znalosti umožní žákům, aby se úspěšně vypořádali se složitějšími dovednostními aktivitami důležitými pro vědeckou činnost. Od žáků se očekává, že si vzpomenu nebo že rozpoznají správná přírodovědná tvrzení; že budou mít dostatečnou slovní zásobu z přírodovědné terminologie a budou znát fakta, informace, symboly a jednotky; že vyberou vhodné přístroje, vybavení a měřicí zařízení a že budou znát experimentální činnosti potřebné pro provádění šetření. Operační oblast dále obsahuje výběr ilustračních příkladů, které podporují výroky, fakta či pojmy.

1. Vybavování/rozpoznávání

Vyjádřit či vybrat správné výroky o přírodovědných faktech, souvislostech, dějích a pojmech; určit charakteristiky nebo vlastnosti určitých organismů, látek a dějů.

2. Definování

Vyslovit či určit definice přírodovědných termínů; znát a vhodně používat přírodovědnou terminologii, symboly, zkratky, jednotky a měřítka.

3. Popisování

Popsat organismy, fyzikální látky a přírodovědné děje způsobem, který prokáže znalost vlastností, struktury, funkce a souvislostí.

4. Ilustrování příklady

Podpořit či vyjasnit výroky o faktech nebo pojmech a uvést vhodné ilustrační příklady; vybrat či předložit určité příklady pro ilustraci znalostí obecných pojmů.

5. Prokázání znalosti přírodovědných přístrojů

Prokázat znalost používání aparatur, vybavení, pomůcek, měřicích přístrojů a různých stupnic a měřitek pro přírodovědné zkoumání.

Používání znalostí

Otázky v této oblasti dovedností mají vést k přímému uplatnění znalostí a porozumění přírodním vědám v nekomplikovaných úlohách. Šetření TIMSS 2011 proto obsahuje takové úlohy, které po žácích vyžadují porovnání, posouzení a třídění; dále interpretaci přírodovědných informací ve světle přírodovědných pojmů a principů; používání a aplikaci porozumění přírodovědným pojmům a principům při hledání řešení nebo při tvorbě vysvětlení. Tyto úlohy mohou také požadovat přímou aplikaci nebo demonstraci vztahů, rovnic a vzorců v souvislostech, které by měly být známé z výuky přírodovědného učiva. Jsou zde obsaženy kvantitativní problémy, které vyžadují číselné řešení, i kvalitativní problémy, které vyžadují popisné odpovědi. Žáci by měli být schopni používat diagramy nebo modely, aby ilustrovali struktury a souvislosti a aby prokázali porozumění přírodovědným pojmům.

1. Porovnávání/posouzení/roztřídění

Určit nebo popsat podobnosti a rozdíly mezi skupinami organismů, látek a dějů; rozlišit, roztřídit a uspořádat jednotlivé objekty, látky, organismy a děje podle zadaných charakteristik a vlastností.

2. Používání modelů

Používat diagramy a modely při prokazování porozumění přírodovědným pojmům, strukturám, souvislostem, dějům, biologickým nebo fyzikálním systémům a koloběhům (například potravní řetězec, elektrický obvod, koloběh vody, sluneční soustava, struktura atomu).

3. Uvádění do souvislostí

Uvést do souvislosti znalosti fundamentálních biologických a fyzikálních pojmů s pozorovanými nebo odvozenými vlastnostmi, chováním či použitím předmětů, organismů a látek.

4. Interpretace informací

Interpretovat důležité informace z textů, tabulek a diagramů na základě přírodovědných pojmů a principů.

5. Hledání řešení

Vybrat a použít přírodovědné souvislosti, rovnice a vzorce při hledání kvalitativních a kvantitativních řešení vyžadujících přímou aplikaci nebo demonstraci přírodovědných pojmů.

6. Vysvětlování

Podat nebo vybrat vysvětlení pozorovaných přírodních jevů; prokázat porozumění základním přírodovědným pojmům, principům, zákonům a teoriím.

Uvažování

Uvažování je obsaženo v komplexnějších přírodovědných úlohách. Hlavním cílem přírodovědného vzdělávání je motivovat žáky, aby při řešení problémů používali vědecké uvažování, aby hledali vysvětlení, vyvozovali závěry, dělali rozhodnutí a využívali své znalosti i v nových situacích. Některé úlohy z oblasti uvažování obsahují navíc neznámé nebo komplikovanější souvislosti, které od žáků vyžadují i vyvozování závěrů na základě přírodovědných principů. Řešení může vyžadovat rozložení problému na části, z nichž každá vyžaduje aplikaci přírodovědného pojmu nebo vztahu. Od žáků může být vyžadována analýza problému, která má určit, jakých fundamentálních principů se problém týká. Žáci mohou mít za úkol navrhovat a vysvětlovat postupy řešení problémů, vybrat a použít vhodné rovnice, vztahy, vzorce a analytické postupy a svá řešení ověřit. Správná řešení zmíněných problémů mohou vycházet z různých přístupů a postupů, a proto je ve výuce přírodních věd důležité rozvíjet také schopnost uvažovat o alternativních postupech.

Od žáků může být požadováno vyvozovat závěry z přírodovědných údajů a faktů, poskytovat důkazy o induktivním i deduktivním uvažování a porozumět zkoumání příčiny a důsledku. Od žáků se očekává, že dokáží dělat rozhodnutí a ohodnotit je, uvážit výhody a nevýhody alternativních materiálů a postupů, vzít v úvahu vliv různých vědeckých směrů a zhodnotit řešení problémů. V 8. ročníku by žáci konkrétně měli zvážit a ohodnotit alternativní vysvětlení, rozšířit závěry na nové situace a posoudit vysvětlení založená na důkazech a přírodovědných znalostech. Vědecké uvažování je důležitou součástí tvorby hypotéz a návrhů pro jejich ověření, analýzu a interpretaci dat. Tyto schopnosti si žáci začínají budovat na velmi omezené úrovni už na prvním stupni základní školy a dále je rozvíjí v průběhu výuky přírodovědných předmětů na druhém stupni základní školy a na školách středních.

Některé úlohy jsou zaměřeny na hlavní pojmová témata, která vyžadují od žáků spojení znalostí a porozumění z různých oblastí a jejich použití v nových situacích. Proto mohou tyto úlohy vyžadovat integraci matematiky a přírodních věd a syntézu pojmů z různých tematických celků napříč přírodovědnými obory.

1. Analyzování

Analyzovat problémy s cílem určit relevantní souvislosti, pojmy a jednotlivé kroky vedoucí k řešení problémů; navrhnout a vysvětlit strategie řešení problémů.

2. Propojování/syntetizování

Předložit řešení problémů, které vyžadují posouzení více různých faktorů nebo souvisejících pojmů; vytvářet asociace a propojení mezi pojmy z různých oborů přírodních věd; prokázat

porozumění sjednocujícím pojmům a tématům napříč celým obsahem přírodních věd; při řešení přírodovědných problémů integrovat matematické pojmy a postupy.

3. Vytváření hypotéz/předpovídání

Při tvorbě otázek, které mohou být zodpovězeny výzkumem, kombinovat znalosti přírodovědných pojmů s informacemi získanými ze zkušenosti a pozorováním; při tvorbě ověřitelných hypotéz užívat poznatky získané pozorováním a rozborem přírodovědných pojmů a informací; na základě důkazů a přírodovědných znalostí vytvářet předpovědi o vlivu změn v daných biologických nebo fyzikálních podmínkách.

4. Navrhování

Navrhovat a plánovat výzkumy vhodné k zodpovězení přírodovědných otázek a k testování hypotéz; popsat nebo vybrat vlastnosti dobře navrženého výzkumu pomocí veličin, které mají být měřeny a kontrolovány, a pomocí vztahu příčina – následek; rozhodovat, jaká měření a postupy použít při výzkumu.

5. Vyvozování závěrů

Najít pravidelnosti v datech, popsat nebo shrnout trendy v datech a interpolovat nebo extrapolovat daná data nebo informace; na základě důkazů a znalostí přírodovědných pojmů vyvodit platné důsledky; odvozovat vhodné závěry, které se vypořádávají s danými otázkami nebo hypotézami, a prokázat porozumění vztahu příčiny a následku.

6. Zobecnování

Dělat obecné závěry, které přesahují experimentální nebo zadané podmínky, a aplikovat tyto závěry v nových situacích; určit obecné vzorce pro vyjádření fyzikálních vztahů a souvislostí.

7. Posuzování

Uvážit výhody a nevýhody použití alternativních postupů, materiálů a zdrojů; posoudit přírodovědné a sociální faktory při hodnocení vlivu vědy a techniky na biologické a fyzikální systémy; posoudit alternativní vysvětlení, strategie pro řešení problémů a samotná řešení; hodnotit výsledky výzkumů s ohledem na dostatečné množství dat.

8. Zdůvodňování

Používat důkazy a vědecké principy ke zdůvodnění vysvětlení a řešení problémů; vznášet argumenty na podporu navržených řešení problémů, závěrů šetření a vědeckých vysvětlení.

Vědecké zkoumání v šetření TIMSS 2011

V metodice šetření TIMSS 2011 jsou postupy vědeckého zkoumání považovány za stejně podstatné jako základní aspekty přírodovědných znalostí a za nepostradatelné ve všech částech přírodních věd. Postupy vědeckého zkoumání mají obsahovou i dovednostní složku. Jednotlivé úlohy vyžadují od žáků prokázání znalostí nástrojů a metod nezbytných pro vědeckou činnost, aplikaci těchto znalostí při přírodovědném zkoumání a užívání přírodovědných znalostí při vysvětlování a dokazování. V projektu TIMSS nejsou takovéto úlohy považovány za úlohy bez kontextu. Jsou vždy začleněny do jednotlivých tematických okruhů (například biologie, chemie, atd.) a odvozeny od celé řady dovedností specifikovaných v operační části projektu.

Očekává se, že žáci v obou ročnících budou mít určité základní znalosti o podstatě přírodních věd a vědeckého zkoumání. Měli by mít povědomí o tom, že se přírodovědné poznatky mění a že pro jejich ověření je důležité používat různé způsoby vědeckého zkoumání. Měli by vědět, jak se používají základní „vědecké metody“, jak se sdělují výsledky a že se přírodní vědy, matematika a technika vzájemně prolínají a ovlivňují. Kromě těchto obecných znalostí se od žáků očekává, že prokáží své dovednosti a schopnosti zahrnuté v pěti hlavních aspektech vědeckého výzkumného procesu:

- **formulování otázek a hypotéz,**
- **navrhování výzkumu,**
- **znázorňování dat,**
- **analyzování a interpretování dat,**
- **vyvozování závěrů a formulování vysvětlení.**

Tyto aspekty vědeckého zkoumání jsou vhodné pro žáky 4. i 8. ročníku, ale znalosti a schopnosti, které mají být prokázány, rostou co do komplikovanosti od ročníku k ročníku a odrážejí dovednostní vývoj žáků.

Výuka přírodních věd ve 4. ročníku je zaměřena na pozorování a popis. Od žáků na této úrovni se očekává, že budou schopni formulovat otázky, které mohou být zodpovězeny na základě pozorování nebo získaných informací o skutečném světě. Aby žáci mohli takové otázky zodpovědět, měli by prokázat určité povědomí o tom, co tvoří „pocitivé testování“, a měli by být schopni popsat a provést zkoumání, které je založené na systematickém pozorování nebo měření s použitím jednoduchých pomůcek, zařízení a postupů. Dále se od žáků očekává, že dokáží prezentovat svá zjištění pomocí jednoduchých tabulek a diagramů, že určí jednoduché vztahy a závislosti a že stručně popíší výsledky svých šetření. Závěry vyvozené z šetření by u žáků 4. ročníku měly být písemné a měly by mít formu odpovědí na konkrétní otázky.

V 8. ročníku by žáci měli prokázat více formalizovaný přístup k vědeckému zkoumání, který zahrnuje více ověřování a rozhodování. Očekává se od nich, že dokáží formulovat hypotézy nebo předpovědi, které jsou založené na pozorování nebo přírodovědných znalostech a které mohou být otestovány šetřením. Očekává se, že prokáží pochopení příčiny a následku a že pochopí důležitost stanovení veličin, které mají být v navrženém výzkumu kontrolovány a měněny. Dále mohou být od žáků vyžadována další rozhodnutí o prováděných měřeních, o experimentálním vybavení a o použitých postupech. Navíc se od žáků na této úrovni očekává používání přiměřené a správné terminologie, jednotek, přesnosti měření, formátu a měřítek. Dále by měli prokázat dovednosti při analyzování složitějších dat, při výběru a aplikaci vhodných matematických postupů a při popisu podobností v datech. Od žáků 8. ročníku lze

očekávat posouzení výsledků jejich zkoumání i na základě toho, zda jsou jejich data pro podporu závěrů dostatečná.

Dalším měřítkem přírodovědných znalostí a schopnosti jejich aplikace je u žáků obou ročníků předložení takových vysvětlení, která jsou založená na důkazech vědeckého zkoumání. V 8. ročníku se očekává, že žáci budou schopni formulovat vysvětlení v souvislostech příčina – důsledek mezi veličinami a ve světle porozumění přírodním vědám. Na této úrovni mohou žáci také začít s uvažováním o alternativních vysvětleních a aplikovat a rozšiřovat své závěry na nové situace.

Kapitola 3

Kontext v šetření TIMSS 2011

Úvod

Tato kapitola přináší základní informace o údajích, které se shromažďují během šetření projektu TIMSS prostřednictvím dotazníků pro zjišťování podmínek výuky. Jednotlivé dotazníky jsou určeny samotným žákům, jejich učitelům a ředitelům škol. Země zapojené do šetření dále vyplňují dotazníky o jejich národním kurikulu a o podmínkách pro výuku matematiky a přírodovědných předmětů. Protože studium probíhá vždy v jistém kontextu a nikoliv izolovaně, využívá projekt TIMSS každou příležitost ke sběru informací důležitých pro rozvoj a zlepšování výuky matematiky a přírodovědných předmětů. Dotazníky se soustředí především na postupy, které se ukázaly jako efektivní při zlepšování studijních výsledků v matematice a v přírodovědných předmětech. Zúčastněné země tak mohou lépe vyhodnotit výsledky svých žáků v širších souvislostech. Lze zkoumat vztahy mezi podmínkami pro vzdělávání žáků doma a ve škole a jejich studijními výsledky.

Na to, jak se žáci učí a jakých dosahují výsledků, má vliv velké množství faktorů. Patří mezi ně například typ školy, možnosti jednotlivých škol, výchovné 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 přírodovědných předmětů, je důležité porozumět souvislostem, ve kterých se učení odehrává. V každém svém cyklu shromažďuje projekt TIMSS, společně s hodnocením výsledků žáků v matematice a v přírodovědných 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.

Žáci ve čtvrtém a v osmém roce školní docházky obvykle získali většinu svých znalostí z matematiky a z přírodních věd ve škole či doma, jen 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 2011, která sleduje čtyři rozsáhlé oblasti:

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

Kurikulum v projektu TIMSS

V šetření TIMSS 2011 je na základě dřívějšího zkoumání matematických a přírodovědných výsledků použito kurikulum. To slouží jako hlavní rozlišovací koncept, chceme-li posoudit, jak jsou žákům poskytovány vzdělávací možnosti a které faktory ovlivňují, jak žáci tyto možnosti využívají. Projekt TIMSS zkoumá, jaké jsou cíle kurikula, jak je vzdělávací systém uspořádaný, aby bylo možné tyto cíle implementovat, a jak úspěšně je těchto cílů dosahováno.

Jedná se například o společenské hodnoty, o demografické údaje nebo o množství dostupných zdrojů, které mohou ovlivnit to, co společnost na národní úrovni či na úrovni jednotlivých komunit očekává, že se žáci naučí, a v jakých podmínkách se výuka žáků odehrává. Efektivní organizace školy a bezpečné školní prostředí, které podporuje spolupráci, ulehčuje implemen-

taci zamýšleného kurikula. Totéž platí pro vzdělané a motivované učitele podporující atmosféru ve třídě a dobře vybavené učebny. K úspěšnému dosažení kurikulárních cílů přispívá rovněž efektivní strategie výuky, dostupnost a používání informačních technologií stejně jako pokrytí obsahu kurikula.

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 2011 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. Aby šetření TIMSS 2011 získalo informace o faktorech, které ovlivňují výuku matematiky a přírodovědných předmětů ve školách, třídách a u jednotlivých žáků, a o vlastnostech a postojích žáků, shromažďuje odpovědi z žakovských dotazníků a z dotazníků, které vyplňují jejich učitelé a ředitelé škol. Země, které se účastní jak projektu TIMSS, tak projektu PIRLS, mají jedinečnou příležitost získat také informace od rodičů a opatrovníků testovaných žáků.

Stát a obec

Podmínky pro vzdělávací systémy jednotlivých zemí a pro jejich matematické a přírodovědné kurikulum jsou formovány kulturními, sociálními, politickými a ekonomickými faktory. Rozhodování o organizaci a struktuře vzdělávacího procesu, o používaných prostředcích a vybavení, o kvalifikaci učitelů a o kurikulu je často oddělené od toho, co se ve skutečnosti vyučuje. Úspěchy, kterých jednotlivé země dosahují ve výuce matematiky a přírodovědných předmětů, závisí na společenském postoji k těmto předmětům, na zdrojích, které jsou pro výuku k dispozici, a na mechanismech, které vytváří efektivní podmínky pro výuku.

Demografie a zdroje

Charakteristiky populace jednotlivých zemí a jejich národních ekonomik mohou mít obrovský vliv na lehkost či obtížnost vytvoření efektivních podmínek pro výuku matematiky a přírodovědných předmětů a na dostupnost a rozsah potřebných zdrojů. Velká rozloha země stejně jako velký počet obyvatel mohou způsobit problémy při vytváření stejných podmínek pro výuku. Dostatečné ekonomické zdroje umožňují mít lepší vzdělávací zařízení, více kvalifikovaných učitelů a odborné vedení škol. Dále vytvářejí prostor pro investice do vzdělávání formou různých vzdělávacích programů a umožňují mít dostupnější a aktuálnější výukové materiály a technologie ve třídách i v domácnostech.

Země, které mají velkou a různorodou populaci a malé materiální a lidské zdroje, většinou čelí větším obtížím než země s příznivějšími podmínkami (Bos, Schwippert, & Stubbe, 2007; Gradstein & Schiff, 2004; Kirsch, Braun, Yamamoto, & Sum, 2007; Taylor & Vinjevd, 2000; Trong, 2009). Obtížnost vzdělávání na národní i na lokální úrovni ovlivňují i další faktory, například jazyková rozmanitost, úroveň vzdělání dospělých a další sociální i zdravotní

demografické charakteristiky. Také změny populace v důsledku migrace obyvatelstva, v rámci dané země i mimo ni, ovlivňují priority ve vzdělávací politice daných zemí a vyžadují dodatečné zdroje.

Organizace a struktura vzdělávacího systému

Při tvorbě kurikula je nutné uvážit různé aspekty té společnosti, které daný vzdělávací systém slouží. Kurikulum odráží potřeby a očekávání žáků, podstatu a účel výuky a oficiální formulace výukových cílů. Chceme-li porozumět podstatě kurikula, je důležité vědět, kdo rozhoduje o jeho obsahu, jaké typy rozhodnutí jsou prováděny a jak jsou tato rozhodnutí sdělována široké pedagogické veřejnosti.

Fungování škol a jejich úspěšnost při dosahování kurikulárních a vzdělávacích cílů ovlivňuje to, jak jsou prosazovány a implementovány vzdělávací strategie. Některé země mají vysoce centralizovaný systém školství, ve kterém je většina strategických a kurikulárních rozhodnutí prováděna na národní či regionální úrovni. To se týká kurikula, učebnic a obecných postupů. Jiné země s mnohem decentralizovanějšími systémy nechávají mnoho důležitých rozhodnutí na obcích nebo přímo na školách. To vede k větší rozmanitosti v chodu škol a v tom, jak jsou žáci vyučováni.

Způsob, jakým žáci procházejí školní docházkou (taktéž nazývaný „žákův postup“), závisí na vzdělávacím systému a liší se mezi jednotlivými zeměmi (Martin, Mullis, & Foy, 2008; Mullis, Martin, & Foy, 2008). Pro posouzení výsledků, kterých žáci dosahují ve 4. ročníku, je velice důležité znát věk, ve kterém děti zahajují povinnou školní docházku, a věk, ve kterém začíná formální výuka zkoumaných předmětů. Z důvodu komplexního uspokojování kognitivních potřeb není nutné začínat s formální výukou matematiky a obzvláště přírodovědných předmětů již v prvním roce školní docházky. To platí především v těch zemích, ve kterých zahajují děti povinnou školní docházku v nižším věku. U žáků 8. ročníku jsou navíc podstatné informace o typech škol, které žáci navštěvovali během prvního a druhého stupně základní školy, a zda vzdělávání na těchto školách probíhalo podle všeobecného vzdělávacího školního programu nebo podle programu přizpůsobeného schopnostem žáků. Systém zkoušek má podstatný vliv na to, jak se žáci učí. Na základě jejich výsledků jsou žáci rozděleni do jednotlivých studijních programů různých úrovní a obtížností, nebo postupují do vyšších ročníků. Nezanedbatelné jsou nedávno uskutečněné či plánované strukturální změny ve vzdělávacím systému a jejich vliv na zlepšení výuky matematiky a přírodovědných předmětů.

Matematické a přírodovědné kurikulum

Způsob, jakým je kurikulum popsáno a implementováno na prvním a druhém stupni základní školy, má významný dopad na to, jakou mají žáci příležitost vzdělávat se v oblasti matematiky a přírodních věd. Kurikulární dokumenty určují, jaké znalosti, dovednosti a postoje by si žáci měli osvojit a vypěstovat během jejich formálního školního vzdělávání. Povaha a rozsah matematických a přírodovědných cílů, kterých má být ve škole dosaženo, jsou důležité pro tvůrce strategií a pro kurikulární odborníky ve všech zúčastněných zemích. Dále je důležité, jak jsou tyto cíle aktualizovány vzhledem k vědeckému a technickému pokroku, k měnícím se společenským požadavkům a očekáváním a s ohledem na proměny trhu práce. Kurikulární dokumenty tak mohou obsahovat i s tím související strategie užívání technologií (například kalkulaček, počítačů, internetu) ve třídách a školách.

Hlavním cílem matematického a přírodovědného kurikula ve většině zúčastněných zemí je to, aby si žáci dané učivo osvojili. Nicméně jednotlivé země se výrazně liší v tom, co považují za osvojení učiva a jakým způsobem chtějí tohoto záměru dosáhnout. Mezi výukové přístupy,

kteře jsou v matematice v posledních letech podporovány a na různé úrovni v zúčastněných zemích používány, patří například získání základních dovedností, zapamatování si pravidel, postupů a údajů, porozumění matematickým pojmům, aplikace matematiky na situace z běžného života, sdělování matematických poznatků, matematické uvažování a řešení problémů z běžného života. Při výuce přírodovědných předmětů je v některých zemích více než v jiných kladen důraz na osvojení si základních přírodovědných poznatků, na porozumění a používání přírodovědných pojmů, na formulování hypotéz, navrhování a provádění šetření testujících hypotézy a na diskuze o vědeckých vysvětleních.

Obrovský vliv na možnosti vzdělávat se v matematice a v přírodovědných předmětech má skutečnost, jaký význam přiřkládají školy výuce těchto předmětů v porovnání s ostatními předměty a kolik času je pro jejich výuku k dispozici. Při rozdělování žáků do tříd podle jejich schopností se různí žáci setkávají s rozdílným kurikulem. Výuka přírodních věd, která je rozdělená na jednotlivé vědní disciplíny, přináší žákům jiné zkušenosti, než když jsou přírodní vědy vyučovány jako jeden předmět.

Mnohé země monitorují a hodnotí implementaci kurikula do svého vzdělávacího systému a posuzují stav vzdělávacího systému. Mezi běžně užívané metody patří národní či regionální standardizované testy, kontroly školní inspekce a audity. Tvůrci vzdělávacích strategií také spolupracují se školami (nebo vybranými skupinami populace) na tvorbě, implementaci a evaluaci kurikula. V mnoha zemích se učitelé vzdělávají v oblasti obsahu kurikula a pedagogických postupů, které jsou v něm specifikovány. Toto vzdělávání může být nedílnou součástí základního vzdělání budoucích učitelů, nebo může být zahrnuto v jejich dalším vzdělávání. Zavádění kurikula může být dále podporováno tvorbou a používáním výukových materiálů včetně učebnic, metodických příruček a ministerských vyhlášek, které jsou speciálně vytvořeny pro potřeby daného kurikula.

Škola

Snadnost a efektivita implementace kurikulárních cílů je ovlivněna prostředím a organizací školy. Efektivní škola není pouze jednoduchým souhrnem nezávislých atributů, ale dobře řízeným propojeným systémem, ve kterém má každý čin a postup přímý vliv na všechny ostatní části. Z tohoto důvodu se projekt TIMSS soustředí na soubor indikátorů kvality školy, které se v předchozích šetřeních ukázaly být charakteristické pro ty školy, které efektivně a úspěšně dosahují kurikulárních cílů.

Charakteristiky školy

Na to, jak školní systém funguje, má vliv velikost školy, její poloha a její žáci. Mezi výzkumníky a pedagogy nepanuje jasná shoda v tom, co přesně definuje „malou“ a „velkou“ školu. Výzkumy ukazují, že na malých školách panuje důvěrnější klima. Malé školy většinou vytvářejí bezpečnější prostředí a jsou charakterizovány větším smyslem pro společenství (Hill & Christensen, 2007; Klonsky, 2002; Wasely, Fine, Gladden, Holand, King, Mosak, & Powell, 2000). Nicméně školy musí být dostatečně velké, aby byly finančně efektivní a měly zázemí, jako jsou knihovny, laboratoře a tělocvičny. Na druhou stranu nesmí být školy příliš velké, aby se nestaly organizačně těžkopádné (Martin, Mullis, Gregory, Hoyle, & Shen, 2000).

Školy, které se nacházejí v oblastech se špatnou ekonomickou situací, mohou vytvářet méně vhodné prostředí pro výuku než školy, které se nacházejí v oblastech ekonomicky příznivějších. V některých zemích je v městských školách příznivější prostředí díky lepšímu personálnímu zajištění a díky žákům pocházejícím z ekonomicky lépe situovaných rodin (Erberber,

2009; Johansone, 2009). Školy ve městech také mívají lepší přístup k veřejným zdrojům, jako jsou muzea, knihovny atd. V kontrastu s tím jsou v některých zemích městské školy situovány do prostředí s velkou chudobou a malou společenskou podporou (Darling-Hammond, 1996).

Organizace výuky

Ať již jako součást národního, regionálního či lokálního vzdělávacího systému, nebo z důvodů rozhodnutí na školní úrovni, odehrává se výuka matematiky a přírodovědných předmětů v rámci určitých organizačních podmínek. Projekt TIMSS například ukázal, že čas vymezený na výuku, obzvláště na výuku matematiky a přírodovědných předmětů, ovlivňuje dosažené výsledky žáků. Další školní opatření, jako třeba rozdělování žáků do skupin, ovlivňují dosažené výsledky nepřímo, a to prostřednictvím svého působení na sociální interakce ve třídě a na motivaci žáků k učení (Saleh, Lazonder, & De Jong, 2005).

Zásadní roli v profesním rozvoji pedagogického sboru školy hrají ředitelé škol (Louis, Kruse, & Raywid, 1996). Výzkum ukázal, že styl vedení školy má nepřímý vliv na dosažené výsledky žáků (Bruggenkate, 2009). Vedení školy obecně vyžaduje jasné definování kurikula a poslání školy, ale může mít rozdílné aspekty (Davies, 2009; Marzano, Waters, & McNulty, 2005; Robinson, 2007). Efektivní vedení školy vnáší soudržnost do složitého školního vzdělávání tím, že uvádí do souladu vnitřní strukturu a kulturu školy s jejím základním posláním (DuFour, Ekar, & DuFour, 2005). To zahrnuje určování směru školního vývoje a hledání jeho budoucích možností, sledování plnění školních cílů stejně jako vytváření a podporu efektivního výukového prostředí a pozitivního školního klimatu.

Klima školy

Školní klima je tvořeno řadou faktorů, včetně hodnotových, kulturních, bezpečnostních a organizačních, díky kterým škola funguje a působí určitým jedinečným způsobem. K pozitivnímu klimatu školy, které vede k lepším výsledkům žáků, přispívá respekt k jednotlivým žákům a učitelům, bezpečné a upravené prostředí, konstruktivní dialog mezi vedením školy, učiteli, rodiči a žáky (Greenberg, Skidmore, & Rhodes, 2004). Pro účely hodnocení je proto důležité sbírat informace o klimatu školy tak, jak ho vnímají její žáci, učitelé i ředitelé.

Bezpečné a dobré prostředí samo o sobě nezaručuje lepší výsledky žáků ve vzdělávání. Výuka ale bývá obtížnější ve školách, kde je chování žáků problematické a kde žáci pravidelně chybí nebo přicházejí pozdě do vyučování nebo se obávají zranění či krádeže osobních věcí (Osher, Dwyer, & Jimerson, 2006). Minimum problémů s chováním a žádný strach o bezpečnost žáků či učitelů navozují ve škole pocit bezpečí, který vede ke vzniku stabilního učebního prostředí.

Výzkum ukázal, že řádná docházka žáků a učitelů souvisí s lepšími výsledky ve vzdělávání. Pokud žáci nenavštěvují školu pravidelně, výrazně se snižují jejich možnosti ve vzdělávání. Předchozí šetření TIMSS ukázala, že žáci ve školách, ve kterých ředitelé hlásí problémy s docházkou, mají horší výsledky. Stejně tak i absence učitelů má negativní vliv na výsledky žáků, protože snižuje jejich možnost se učit. Narůstajícím problémem je velký počet učitelů, kteří chybí či odcházejí ze škol před koncem školního roku (Abadzi, 2007; Clotfelter, Ladd, & Vigdor, 2007; Miller, Murnane, & Willett, 2007). Kvalita školního prostředí se také zlepšuje, pokud učitelé projevují kladný vztah k žákům, spolupracují na školních i mimoškolních činnostech a pracují na svém profesionálním růstu.

Učitelství sbor

Úspěšné vedení školy je takové, které vytváří příležitosti pro profesionální růst zaměstnanců školy, především pak učitelů. Každý pokus o změnu či o reformu vzdělávacího systému úzce souvisí s profesionálním rozvojem učitelů. Pokud se učitelé neúčastní aktivit vedoucích k profesionálnímu rozvoji, riskují, že nebudou informováni o klíčovém vývoji ve vzdělávání a v jejich předmětech, ke kterému došlo od ukončení jejich původního vzdělání. Ředitelé efektivních škol jsou kreativní v hledání způsobů, jak zajistit zdroje potřebné pro profesionální růst jejich učitelů (Cotton, 2003).

Hlavním důvodem, proč hodnotit učitele, je zaručit kvalitu, případně zlepšení výuky žáků. Existuje mnoho způsobů, jak hodnotit učitele. Jeden z nich, který byl shledán efektivním, jsou hospitace ředitelů v hodinách a poskytování zpětné vazby učitelům o jejich výuce (Butler, 1997). Dalšími způsoby hodnocení kvality učitelů jsou například vzájemné hospitace učitelů a sledování pokroku žáků. Úspěšní ředitelé nejen sledují pokroky žáků, ale také se ujistějí, že zpětné informace jsou použity ke zlepšení výuky.

Školní zdroje

Rozhodující pro kvalitu výuky je také rozsah a kvalita školních zdrojů (Greenwald, Hedges, & Laine, 1996; Lee & Barro, 2001). Na prvním místě sem patří kvalifikovaní učitelé a vhodné učebny. Mezi méně podstatné, avšak užitečné zdroje, lze zařadit pohodlný nábytek a příjemné prostředí.

Výuka může být usnadněna vhodným rozdělením zařízení, materiálů a vybavení potřebných k dosažení specifických výukových cílů. Výsledky TIMSS naznačují, že žáci ze škol s dobrými zdroji dosahují obecně lepších výsledků než žáci ze škol, ve kterých nedostatek zdrojů postihuje schopnost implementace kurikula. Implementaci kurikula ovlivňují dva typy zdrojů: zdroje obecné a zdroje specifické pro dané předměty. Mezi obecné zdroje patří učební materiály, finance na pomůcky, školní budovy, vytápění a klimatizace, osvětlovací systémy a učebny. Mezi zdroje specifické pro matematiku a přírodovědné předměty mohou patřit počítače, počítačové programy, kalkulačky, laboratorní vybavení a materiál, knihovna a audiovizuální materiály.

Počítače bez jakýchkoli pochyb mění podobu vzdělávání. Školy ale operují s omezeným množstvím zdrojů. A tak přerozdělování peněz, časových dotací a poskytování prostorů ve prospěch informačních technologií může vést na druhé straně ke snížení zdrojů pro jiné oblasti, jako je například růst platů učitelů a jejich profesionální rozvoj, zvyšování počtu žáků na učitele a nedostatečné zajištění učebních pomůcek, včetně vybavení laboratoří. Ačkoliv výsledky výzkumu, který se zabývá efektivitou používání informačních technologií ve výuce, jsou poněkud neprůkazné, přesto je patrné, že přístup k počítačům a jejich účelné používání má kladný vliv na výsledky žáků (Laffey, Espinosa, Moore, & Lodree, 2003). Efektivní využívání informačních technologií vyžaduje odpovídající vzdělání učitelů, žáků a pracovníků školy. Efektivita používání počítačů může být ještě zvýšena přístupem na internet pro vzdělávací účely. Mezi faktory, které omezují plné využití počítačů, patří nedostatek vhodných počítačových programů a technického vybavení počítačů (hardware), počítačové programy, které nejsou v souladu s kurikulem, nedostatečné zaškolení a podpora učitelů a nedostatek finančních zdrojů na opravu a údržbu počítačů.

Spolupráce s rodiči

Úspěšnost školy ovlivňuje spolupráce mezi vedením školy, učiteli a rodiči (National

Education Association, 2008). Mnoho výzkumů ukazuje, že pokud se rodiče podílejí na vzdělání svých dětí, dosahují tyto děti lepších studijních výsledků a dochází k vylepšení jejich celkového přístupu ke škole (Dearing, Kreider, & Weiss, 2008). Spolupráce školy a rodiny nicméně vyžaduje určitou iniciativu ze strany školy. Úspěšné školy oslovují rodiče svých žáků a vytvářejí systém příležitostí pro rodičovskou účast (Epstein, 2001; Sheldon & Epstein, 2005). Zapojení rodičů může sahát od dobrovolné pomoci při školních výletech, získávání financí a práce ve školních výborech přes revizi kurikula až po aktivní účast na personálních a finančních rozhodnutích školy. Jedním ze způsobů, jak posílit propojení školy a rodiny, je pomáhat rodičům s motivací a s podporou jejich dětí v oblasti matematiky a přírodovědných předmětů. Školy mohou organizovat matematické a přírodovědné výukové semináře pro rodiče nebo nabízet informační schůzky zaměřené na učební strategie a kurikulum.

Třída

Nejdůležitějším činitelem v implementaci kurikula je bezesporu učitel, který má velice významný vliv na klima třídy (Lundberg & Linnakyla, 1993; Rivkin, Hanushek, & Kain, 2005). Učitelé se od sebe navzájem odlišují absolvovaným vzděláním a školením, profesními zkušenostmi, postoji a používáním konkrétních učebních metod. Výběr učebních metod a tudíž i výuka žáků závisí také na chování, postojích a připravenosti žáků v dané třídě (Kurtz-Costes & Schneider, 1994).

I když kurikulum a školní zdroje často nastavují ve třídě atmosféru úspěchu a škola obecně vytváří vhodné prostředí pro výuku, bezprostřednější vliv na úspěchy žáků v matematice a v přírodovědných předmětech mají každodenní žákovské aktivity. Pro ustálení výukových modelů ve třídě jsou nepochybně důležité používané učební metody a materiály, včetně kurikulárních témat, která se právě probírají, postupů použitých při jejich výuce a dostupných zdrojů, jako jsou počítače nebo laboratorní vybavení.

Vzdělávání a rozvoj učitelů

Výzkumy naznačují, že pro zajištění vysoké kvality výuky potřebují učitelé velké akademické dovednosti. Musí učit předměty, které vystudovali, musí mít za sebou více let praxe a musí se účastnit kvalitních školení a odborných programů dalšího vzdělávání (Mayer, Mullens, & Moore, 2000). Kvalifikace a kompetence učitelů má pro výuku zásadní význam, a proto je nezbytné poskytnout budoucím učitelům příležitost k získání znalostí, zkušeností ze školního prostředí a samozřejmě dobré vedení v počátcích jejich praxe.

Projekt TIMSS ukázal, že mezi zúčastněnými zeměmi jsou velké rozdíly v dosaženém vzdělání učitelů a rovněž v podílu aprobovaných učitelů matematiky nebo přírodovědných předmětů. Výzkumy ukázaly, že učitelé, kteří mají aprobaci z daných předmětů, jsou obecně úspěšnější než ti učitelé, kteří ji nemají (Goldhaber & Brewer, 2000). Ve 21. století je více než kdykoliv dříve důležité, aby učitelé měli rozsáhlý přehled ve svém oboru, znali kurikulum, uměli pracovat s informačními technologiemi a aby měli dostatečné pedagogické zkušenosti a povědomí o žácích a jejich vlastnostech (Darling-Hammond, 2006; Ertmer, 2003; Hill & Lubienski, 2007).

Dále je důležitý rozsah kontinuálního vzdělávání učitelů a seznamování se s novým vývojem v oblasti výuky matematiky a přírodních věd. Profesionální rozvoj prostřednictvím seminářů, workshopů, konferencí a odborných časopisů pomáhá učitelům zvyšovat jejich efektivitu a rozšiřovat jejich znalosti (Yoon, Duncan, Lee, Scarloss, & Shapley, 2007). V některých zemích jsou učitelé povinni se takových aktivit účastnit. Navíc se ukazuje, že učitelská profese

vyžaduje celoživotní sebevzdělávání a že neúspěšnější učitelé pokračují v získávání nových znalostí v průběhu celé své kariéry.

Obtížný může být přechod z univerzity, kde budoucí učitel studuje, do školy, ve které začíná učit. V mnoha zúčastněných zemích v důsledku toho odchází během prvních let své pedagogické praxe velké procento učitelů pracovat do jiného oboru (Tillmann, 2005; Moskowitz & Stephens, 1997). Pro udržení stabilní základny učitelů je důležité, jak aktivně školy pomáhají mladým učitelům a jak se noví učitelé přizpůsobí a sžijí se školou. Pro začínající učitele jsou důležité tréninkové kurzy, vzory v podobě kvalitní učitelé praxe kolegů a programy pro nové učitele vytvořené zkušenými učiteli v rámci školy.

Vlastnosti učitele

V některé literatuře se objevuje zkoumání vlivu pohlaví, věku a zkušeností učitele na výsledky žáků. Výzkumy ukazují, že se žáci naučí více od zkušených učitelů než od učitelů, kteří mají za sebou jen několik roků praxe. Nicméně vztah mezi zkušeností učitele a výsledky žáků může být ovlivněn řadou faktorů. Například rozdělování žáků do tříd podle schopností může vést k tomu, že zkušenější učitelé učí specializované předměty nebo že starší učitelé učí vyšší ročníky. Úspěšnost a efektivitu učitelů s delší praxí ovlivňuje i jejich potřeba dalšího profesionálního rozvoje a úsilí, které mu věnují. Odhlédneme-li od dalších faktorů, délka praxe učitele ovlivňuje výsledky jeho žáků především na začátku jeho kariéry (Clotfelter, Ladd, & Vigdor, 2006; Hanushek, Kain, O'Brien, & Rivkin, 2005). Závěry o různém působení mužů a žen jsou také ovlivněny řadou faktorů, jako je pohlaví žáků, jejich etnický původ nebo socioekonomický status (Dee, 2006; UNESCO, 2006).

Vnímání efektivity vlastní práce nebo motivace učitelů k práci je ovlivněna jejich zkušenostmi s výukou a studijními výsledky jejich žáků. Učitelé, kteří jsou spokojeni se svou profesí a s pracovními podmínkami na škole, jsou více motivováni učit a připravovat se na výuku. K nespokojenosti učitelů mohou vést okolnosti, jako jsou nízké platy, příliš mnoho vyučovacích hodin, nedostatek vybavení a vhodného pracovního zázemí, nedostatečná komunikace a spolupráce v učitelémském sboru. Pro vytvoření a udržení atmosféry profesionálního výukového prostředí na škole, kde se sdílejí nápady a zkušenosti z výuky, je nezbytná spolupráce učitelů. Výzkumy ukazují, že pokud učitelé usilují o dosažení společného cíle a rozvíjejí vzájemnou spolupráci, narůstají i znalosti jejich žáků (Wheelan & Kesselring, 2005). Učitelé, kteří diskutují o své práci se svými kolegy a kteří spolupracují při plánování a realizaci vyučovacích hodin, se většinou cítí méně izolovaní a je méně pravděpodobné, že ze školství odejdou (Johnson, Berg, & Donaldson, 2005).

Schopnost učitele organizovat a realizovat výuku souvisí s vnímáním efektivity vlastní práce. Učitelé, kteří mají důvěru ve své schopnosti, jsou otevřenější novým myšlenkám a nápadům a jsou méně náchylní k profesnímu vyhoření. Výzkumy ukazují, že důvěra učitelů v jejich učiteléské schopnosti není spojená jen s jejich profesionálním vystupováním, ale i s výsledky a motivací jejich žáků (Bandura, 1997; Henson, 2002).

Vlastnosti třídy

Výuka na školách se většinou odehrává ve třídách, a proto má jejich klima nepochybně vliv na její průběh. Mezi základní charakteristiky třídy patří počet žáků, čas určený pro výuku a složení třídního kolektivu.

Některé výzkumy ukazují, že menší třídní kolektivy v prvních letech školní docházky jsou pro studijní rozvoj žáků přínosem. Nižší počty žáků ve třídách mohou být způsobeny různými

vládními nařízeními, která omezují počet žáků ve třídě. Například redukce počtu žáků může odrážet přidělování prostředků pro třídy se speciálními potřebami nebo s praktickou výukou. Zjištění výzkumů jsou kvůli těmto různým okolnostem poněkud neurčitá (Nye, Hedges, & Konstantopoulos, 2001). Nicméně ať jsou důvody pro stanovení počtu žáků jakékoliv, má tento počet nepochybně vliv na klima ve třídě a na to, jak učitel výuku realizuje.

Výsledky projektu TIMSS ukazují, že mezi jednotlivými zúčastněnými zeměmi jsou rozdíly v plánované době výuky předepsané kurikulem a realizované době výuky. Nicméně v průměru docházelo k dobré shodě mezi kurikulárními dokumenty a zprávami učitelů o realizaci výuky. Výzkumy v rozvojových zemích ukázaly, že je obzvláště důležité, aby čas určený na výuku byl využit efektivně s ohledem na výukové cíle a nebyl promarněn aktivitami, které s obsahem výuky nesouvisí (Abadzi, 2007).

Klima ve třídě utvářejí velkou měrou samotní žáci a studium je pak ovlivněno jejich předchozími znalostmi. Aby mohli dosáhnout úspěchů v matematice a v přírodovědných předmětech, musí mít žáci určité nezbytné předpoklady. Zkušený učitel odhadne žákovy jazykové schopnosti a pojmové porozumění a propojí nové nápady, dovednosti a kompetence s jeho předchozími znalostmi. Žáci s nějakou psychologickou či fyzickou překážkou, jako je například nedostatečná výživa nebo nedostatek spánku, nejsou schopni se kvalitně účastnit výuky a podílet se na ní. Třída plná pozorných a nasycených žáků se bude mnohem lépe učit než třída unavených a hladových žáků s opomíjenými handicap (McLaughlin, McGrath, Burian-Fitzgerald, Lanahan, Scotchmer, Enyeart, & Salganik, 2005).

Výukové materiály a informační technologie

Dalším podstatným aspektem pro implementaci zamýšleného kurikula je dostupnost a používání informačních technologií a dalších výukových materiálů, se kterými se žáci ve škole setkávají. Počítače a internet otevírají žákům cestu k prozkoumávání pojmů do hloubky, vzbuzují nadšení a motivují k učení, umožňují žákům učit se jejich vlastním tempem a poskytují jim přístup k rozsáhlému množství informačních zdrojů. Vedle přístupu na internet mohou počítače sloužit pro řadu dalších vzdělávacích účelů. Zatímco původně bylo používání počítačů omezeno na opakování a procvičování učiva, dnes jsou počítače používány různými způsoby, které zahrnují výukové programy, simulace, hry a aplikace. Nové programy umožňují žákům klást vlastní otázky a přicházet s vlastními problémovými situacemi a samostatně zkoumat a objevovat matematické a přírodovědné charakteristiky, vlastnosti a zákonitosti. Počítačové programy pro modelování a vizualizaci matematických a přírodovědných představ mohou žákům otevřít zcela nový svět a pomoci jim propojit tyto představy s vlastním způsobem vyjadřování a symbolickým zápisem. Mají-li být počítače úspěšně integrovány do výuky, musí být jejich používání pro učitele bezproblémové a učitelé musí mít zajištěnou potřebnou odbornou a technickou podporu.

V používání kalkulaček ve výuce jsou velké rozdíly jak mezi jednotlivými zeměmi zapojenými do projektu TIMSS, tak i v rámci jednotlivých zemí. Obecně ale používání kalkulaček ve výuce stále narůstá s tím, jak klesá jejich cena, a matematická kurikula berou tento fakt při svém vývoji v úvahu. V mnoha zemích jsou nastavena jasná pravidla pro jejich používání, s omezeními se setkáváme především v nižších ročnících. Pro porozumění kurikulu je důležité znát pravidla jejich použití pro jednotlivé ročníky. Kalkulačky lze používat při seznamování se s čísly, při počítání s nimi a pro porozumění vztahům je větší a je menší. Tím že eliminují únavné výpočty, umožňují žákům rychleji řešit numerické problémy a ti se tak mohou více věnovat výukovému procesu. Jak nejlépe kalkulačky používat a jakou roli by měly mít ve výuce, zůstává důležitou otázkou pro odborníky na matematické kurikulum a pro samotné učitele.

Kromě učebnic a pracovních sešitů jsou při výuce matematiky používány pomůcky a názorná zobrazení matematických objektů, která žákům pomáhají porozumět matematickým veličinám a postupům. Výzkumy se zaměřují na různé způsoby využití těchto pomůcek při získávání základních matematických dovedností a při řešení matematických úloh (Manalo, Bunnell, & Stillman, 2000; Witzel, Mercer, & Miller, 2003).

Vyučovaná témata

Velká pozornost je zaměřena na to, jaký význam je přisuzován probíraným tématům z oblasti matematiky a přírodních věd a kolik času je jim ve třídách věnováno. Projekt TIMSS zjišťuje tyto skutečnosti prostřednictvím dotazníků přímo od učitelů matematiky a přírodovědných předmětů, jejichž žáci byli testováni. K jednotlivým tématům učitelé uvádějí, zda je ve třídě probírájí nebo již probírali v předchozích ročnících a kolik času jim věnují či věnovali. Šetření TIMSS charakterizuje rozsah a úroveň obtížnosti matematických a přírodovědných předmětů vyučovaných v zúčastněných zemích tím, že popíše hlavní záměry práce v testovaných třídách.

Metody výuky

Učitelé používají rozmanité strategie, jak zvýšit motivaci žáků k učení. Žáci se nejlépe učí, když je učivo zajímavá a když jsou do výuky aktivně zapojeni. Stanovení cílů, zajímavé výukové materiály, uvádění toho co se žáci učí do souvislosti s jejich každodenním životem, odměňování a ocenění, to vše jsou metody výuky, které přispívají ke zvýšení motivace žáků. Aby učitel dokázal posunout své žáky od vnější motivace k motivaci vnitřní, musí projevit opravdový zájem o jejich poznávací, fyzické a emocionální potřeby, předat jim zkušenosti se získáváním a upevňováním znalostí a zvyšovat jejich sebeúctu a vnímání jejich vlastní efektivnosti v matematice a v přírodovědných předmětech. Toho může učitel docílit tak, že žákům předkládá k řešení matematické a přírodovědné problémy a požaduje po nich, aby své postupy a odpovědi vysvětlovali (Pintrich, 2003). Výzkumy ukázaly, že žáci, kteří doučují či vysvětlují učivo spolužákům, a žáci, kteří těží z individuální výuky, podávají lepší výsledky než jejich vrstevníci (Wenglinsky, 2000). Z výzkumů rovněž vyplynulo, že žáci 8. ročníku dosahují v přírodovědných předmětech lepších výsledků, když častěji sami provádějí pokusy, vzájemně diskutují o prováděných měřeních a o jejich výsledcích, spolupracují s ostatními žáky na přírodovědných projektech, častěji čtou učebnice a píšou delší vysvětlení nebo odpovědi na přírodovědné otázky. (Braun, Coley, Jia, & Trapani, 2009).

Důraz, jaký je kladen na používání informačních technologií, svědčí o zavedené praxi ve třídách. Jak již bylo zmíněno dříve, může používání internetu a počítačových programů rozšířit žákům studijní možnosti. V mnoha zúčastněných zemích jsou také stále častěji používány kalkulačky.

Dalším způsobem, jak rozšířit možnosti výuky a ohodnotit pokrok žáků, jsou domácí úkoly. Množství domácích úkolů z matematiky a z přírodovědných předmětů se liší mezi jednotlivými zúčastněnými zeměmi i v rámci jednotlivých zemí. V některých zemích jsou domácí úkoly zadávány jen těm žákům, kteří si potřebují probírané téma více procvičit. V jiných zemích dostávají žáci domácí úkoly jako doplňující cvičení. Z těchto důvodů ukazují výzkumy efektivitu domácích úkolů různorodé výsledky (Cooper, Robinson, & Patall, 2006; Trautwein, 2007).

Hodnocení

Učitelé využívají kromě domácích úkolů ještě celou řadu dalších způsobů, jak sledovat a hodnotit pokrok a dosažené výsledky žáků. Výstupy projektu TIMSS ukazují, že učitelé věnují hodnocení žáků značné množství času. Hodnocení slouží jako ukazatel toho, co se žáci naučili a kam směřovat další výuku, nebo jako zpětná vazba žákům, rodičům či samotným učitelům. Četnost a formy hodnocení jsou důležitými indikátory práce učitele a působení školy. Neformální hodnocení v průběhu výuky pomáhá učitelům určit potřeby jednotlivých žáků, odhadnout rychlost výkladu a přizpůsobit výuku žákům. Formální testy, vytvořené učitelem i standardizované, jsou většinou používány v okamžiku důležitých rozhodnutí o žácích, jako je jejich hodnocení nebo klasifikace, nebo při rozhodování o kvalitě škol. Učitelé používají rozmanité typy testů a testují celou řadu znalostí a dovedností. Typy otázek, které se v testech a kvízech vyskytují, vysílají k žákům silný signál o tom, co je podstatné a důležité.

Vlastnosti a postoje žáka

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.

Demografie a domácí prostředí žáků

Žáci přicházejí do škol z různého prostředí a přinášejí si různé zkušenosti. Existuje řada důkazů o tom, že výsledky, jakých žáci dosahují v matematice a v přírodovědných předmětech, souvisejí s charakteristikami žáků (například pohlaví nebo mateřský jazyk) a s prostředím, ve kterém vyrůstají (například imigrační status nebo socioekonomická situace).

V minulých desetiletích se vyskytly názory, že v matematice a v přírodovědných předmětech dívky oproti chlapcům zaostávají. Většina současných výzkumů ale ukazuje, že rozdíl ve výsledcích dívek a chlapců v matematice a v přírodovědných předmětech je minimální a méně významný než rozdíly způsobené odlišným domácím zázemím (Coley, 2001; McGraw, Lubinski, & Strutchens, 2006). Projekt TIMSS potvrdil, že mezi jednotlivými zúčastněnými zeměmi neexistuje žádný velký obecný rozdíl ve výsledcích dívek a chlapců v matematice a v přírodovědných předmětech, ačkoli v průměru se situace v jednotlivých zúčastněných zemích liší. Naproti tomu projekt TIMSS ukázal zásadní rozdíl ve výsledcích žáků, u kterých probíhá výuka v mateřském jazyce a u kterých tomu tak není.

V mnoha zemích vede vzrůstající migrace obyvatel k tomu, že pro významnou část populace s přistěhovaleckou minulostí není jazyk, ve kterém je vedena výuka, jazykem mateřským. Děti imigrantů často narážejí na různé obtíže, když se přizpůsobují novému prostředí a kultuře a když se účastní výuky, která probíhá v jiném jazyce, než jakým mluví doma (Lolock, 2001; Schmid, 2001). V některých zemích jsou děti imigrantů hned ve dvojnásobné nevýhodě, a to kvůli vzdělání jejich rodičů a jejich socioekonomickému zázemí.

Výzkumy trvale ukazují silnou pozitivní vazbu mezi dosaženými výsledky a ukazateli socioekonomického statusu, jako je úroveň vzdělání rodičů či opatrovníků žáka a společenská prestiž jejich povolání (Bradley & Corwyn, 2002; Haveman & Wolfe, 2008; Willms, 2006). Mezi další charakteristiky prostředí, ve kterém žáci vyrůstají a které ovlivňují jejich dosažené výsledky, patří množství knih v domácnosti, vlastní psací stůl, dostupnost počítače a připojení k internetu (National Center for Education Statistics, 2006; Woessmann, 2004). Tyto faktory

také svědčí o podpoře, které se žákům doma dostává a která ovlivňuje jejich celkové vzdělávací úsilí.

Významné sociální teorie tvrdí, že silná vazba mezi rodinou a školou je úzce spojena s úspěchem žáků ve výuce. Důvodem je skutečnost, že rodiny, které více spolupracují se školou, mohou poskytnout svým dětem efektivnější podporu a pomoc s jejich přípravou do školy. Bylo zjištěno, že sociální zdroje mají kladný vliv na dosažené výsledky žáků, ačkoliv efektivita rodičovské podpory je pro školní práci poněkud neurčitá (Marks, Cresswell, & Ainley, 2006; Lee & Bowen, 2006). Rodiče, kteří problematice rozumí a kteří mají zájem o to, co se jejich děti ve škole učí, budou s větší pravděpodobností svým dětem pomáhat s přípravou do školy, a to nezávisle na známkách a jejich hodnocení. Zároveň ale mohou rodiče pomáhat pouze tehdy, když se jejich dítě snaží a když jejich podporu při studiu potřebuje.

Zkušenosti, které žáci získali před zahájením povinné školní docházky, mají vliv na jejich pozdější úspěchy ve škole. Malé děti se doma a ve školkách věnují počátečním, více méně strukturovaným, početním činnostem, které povzbuzují jejich zájem a zvyšují rozvoj jejich schopností (Melhuish, Phan, Sylva, Sammons, Siraj-Blatchford, & Taggart, 2008; Sarama & Clements, 2009). Mezi tyto aktivity patří hraní s kostkami a stavebnicemi, recitování básniček a říkanek s počítáním, zpívání písniček s počítáním, hraní her s geometrickými tvary nebo her, které vyžadují kvantitativní uvažování. Matematické dovednosti malých dětí se významně liší napříč zúčastněnými zeměmi a jsou úzce spojené se socioekonomickým zázemím jejich rodin (Clements & Sarama, 2009; West, Denton, & Germino-Hausken, 2000).

Postoje žáků k matematice a k přírodovědným předmětům

Jedním z důležitých cílů kurikula v mnoha zemích je vytvoření pozitivního vztahu žáků k matematice a k přírodním vědám. Motivace žáků k učení je ovlivněna tím, zda považují výuku daného předmětu za zábavnou a zajímavou a samotný předmět za užitečný a důležitý, ať v současnosti, či pro jejich budoucí profesi. Osobní zájem o předmět žáky motivuje a pomáhá jim pronikat do větší hloubky a podrobností. Motivace žáků je navíc ovlivněna tím, jakou mají při studiu daného předmětu důvěru ve své schopnosti. Výsledky projektu TIMSS ukazují, že žáci s větším pocitem vlastní efektivnosti nebo vyšší sebedůvěrou většinou dosahují v matematice a v přírodovědných předmětech lepších výsledků. Motivace k učení zahrnuje rovněž pocit, že je možné uspět. A proto je pro žáky důležité mít představu o svých schopnostech, aby dokázali stavět nové poznatky na již získaných znalostech a posunuli se tak k vyšší úrovni. Kladný postoj k matematice a k přírodovědným předmětům a silná důvěra v sebe sama podporují v žácích zájem o výuku a učí je důslednosti, snaze a pozornosti. Zainteresovaní žáci většinou dosahují lepších výsledků a mají, jak již bylo zmíněno výše, silnou důvěru v sebe sama a kladný vztah k matematice a k přírodním vědám (Akey, 2006; Singh, Granville, & Dika, 2002).

Množství domácích úkolů, které učitel zadává, se mezi zúčastněnými zeměmi liší stejně jako čas, který žáci stráví při jejich vypracovávání. V tomto kontextu je ale vztah k dosaženým výsledkům poněkud nejednoznačný. Žáci, kteří dosahují lepších výsledků, jsou více motivováni dělat domácí úkoly. Na druhou stranu žáci, kteří dosahují horších výsledků, potřebují na vyhotovení domácích úkolů více času. Existují ukazatele, které naznačují, že samotné množství času věnované na vypracování domácích úkolů není důležité. Důležitá je pečlivost a motivace, s jakou jsou úkoly vypracovávány, a kvalita jejich vypracování. Úsilí věnované domácím úkolům a úroveň jejich zpracování jsou důležitější ukazatele studijních úspěchů žáka než čas strávený při jejich vypracování (Trautwein, Luedtke, Kastens, & Koeller, 2006).