

TRENDS IN INTERNATIONAL MATHEMATICS AND SCIENCE STUDY

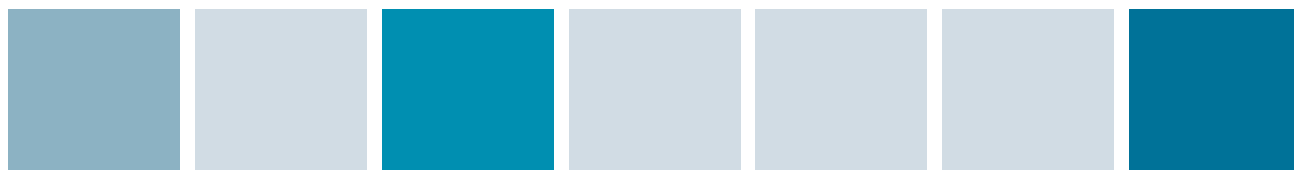
TIMSS

TIMSS 2019 Okviri istraživanja

Ina V. S. Mullis
Michael O. Martin,
urednici

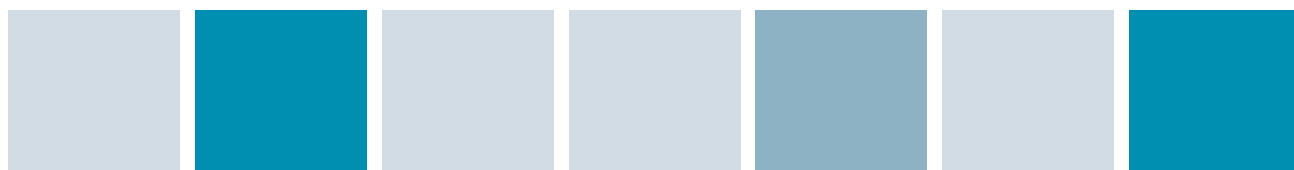


TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE



TIMSS 2019

Okviri istraživanja



Ina V. S. Mullis
Michael O. Martin
urednici



IEA

TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE



Ova publikacija citira se na sljedeći način:
Mullis, I. V. S. i Martin, M. O. (Ur.). (2017).
TIMSS 2019 Okviri istraživanja. Preuzeto s
mrežne stranice Boston College, TIMSS & PIRLS
International Study Center: [http://timssandpirls.
bc.edu/timss2019/frameworks/](http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/)

NAPOMENA:

Ova publikacija prijevod je izvornika *TIMSS 2019 Assessment Frameworks*, kojeg je s engleskog na hrvatski jezik preveo Nacionalni centar za vanjsko vrednovanje obrazovanja. Prijevod nije službeno verificiran od IEA-e – Međunarodnoga udruženja za vrednovanje obrazovnih postignuća, te stoga IEA-a nije, i ne može biti, odgovoran za bilo koje netočne navode ili propuste u prijevodu.

JAVNI PRISTUP:

Ova knjiga distribuira se pod uvjetima međunarodne licence Creative Commons (Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License, <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kojom se dozvoljava svaka nekomercijalna upotreba, umnažanje, prilagodba, distribucija i reprodukcija na bilo kojem mediju ili formatu sve dok se na primjeren način daje zasluga autoru/autorima i izvoru/izvorima, dok se navode poveznice na Creative Commons licencu te dok se navodi koje su izmjene napravljene. Slike ili drugi materijali u vlasništvu neke treće strane u ovoj knjizi uključeni su u odredbe licence, osim ako nije drugačije naznačeno; ako

takav materijal nije dijelom licence i ako aktivnost nije zakonom dopuštena, korisnici će morati tražiti dozvolu od vlasnika licence kako bi mogli dozvoljeno umnažati, prilagođavati ili reproducirati materijal. U ovoj publikaciji ne primjenjuje se korištenje općih opisnih naziva, registriranih naziva, zaštićenih naziva i dr., čak ako i ne postoji određena napomena da su ovi nazivi iznimka od važećih zaštitnih zakonskih regulativa i stoga je dopuštena njihova opća upotreba. Izdavač, autori i urednici pretpostavljaju da su preporuke i informacije u ovoj knjizi istinite i točne s datumom izdavanja publikacije. Izdavač, autori i urednici ne mogu dati jamstva, izravna ili neizravna, za ovdje objavljeni materijal ili za eventualne pogreške ili propuste.

UREDNIKA HRVATSKOGA IZDANJA:

Ines Elezović

PREVODITELJ: Domagoj Lupujev

KOREKTURA: Ivana Čavlović

GRAFIČKO OBLIKOVANJE

HRVATSKOGA IZDANJA: Vesna Jelić

Zagreb, prosinac 2020.

ISBN: 978-953-7556-74-7

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 001085588.

Autorska prava © 2017 International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)
TIMSS 2019 Assessment Frameworks
Urednici: Ina V. S. Mullis i Michael O. Martin

Izdavači: TIMSS & PIRLS International Study Center,
Lynch School of Education, Boston College
i
International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA)

Kataloški broj u Library of Congress: 2017951157
ISBN: 978-1-889938-41-7

Za više informacija o TIMSS-u kontaktirajte:
TIMSS & PIRLS International Study Center
Lynch School of Education
Boston College
Chestnut Hill, MA 02467 Sjedinjene Američke Države

Tel: +1-617-552-1600
Telefaks: +1-617-552-1203
[e-mail: timss@bc.edu](mailto:timss@bc.edu)

Boston College je poslodavac koji pruža jednake mogućnosti i afirmativno djelovanje.

Uvod 1

Ina V. S. Mullis

Prvo poglavlje

TIMSS 2019 okvir za ispitivanje matematike 11

Mary Lindquist, Ray Philpot, Ina V. S. Mullis, Kerry E. Cotter

Drugo poglavlje

TIMSS 2019 okvir za ispitivanje prirodnoslovlja 27

Victoria A. S. Centurino, Lee R. Jones

Treće poglavlje

TIMSS 2019 okvir kontekstualnih upitnika 55

Martin Hooper, Ina V. S. Mullis, Michael O. Martin, Bethany Fishbein

Četvrto poglavlje

TIMSS 2019 nacrt istraživanja 77

Michael O. Martin, Ina V. S. Mullis, Pierre Foy

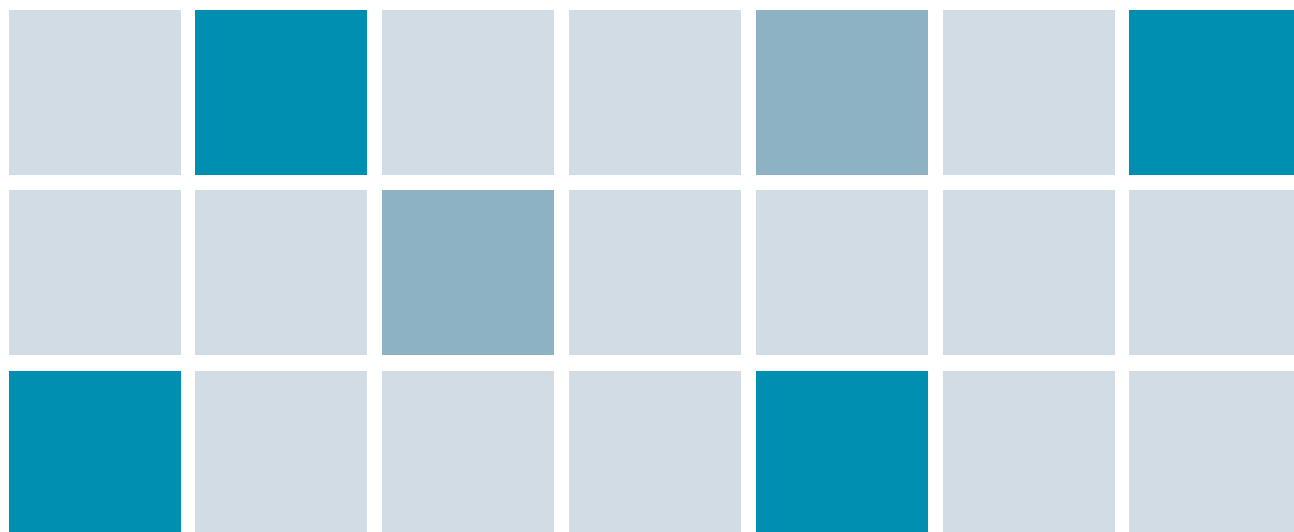
Dodatak A

Zahvala 91



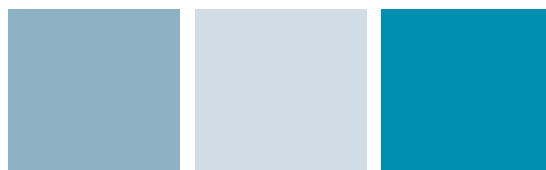
Okvir istraživanja TIMSS 2019

Uvod



IEA

TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE



Uvod

Ina V. S. Mullis

TIMSS 2019: Praćenje trendova u postignućima iz matematike i prirodoslovlja

Međunarodno istraživanje trendova u znanju iz matematike i prirodoslovlja (TIMSS) provodi se tri desetljeća te upravo započinje svoj sedmi međunarodni ciklus ispitivanja znanja iz matematike i prirodoslovlja u četvrtome i osmome razredu. TIMSS 2019 posljednji je u nizu TIMSS-ovih ciklusa istraživanja trendova, koji su započeli 1995. godine i ponavljaju se svake četiri godine – 1999., 2003., 2007., 2011., 2015. i 2019. Otprilike 60 zemalja koristi se TIMSS-ovim podacima o trendovima radi praćenja učinkovitosti svojih obrazovnih sustava na globalnoj razini. U svakom se sljedećem ciklusu povećava broj zemalja koje sudjeluju u TIMSS-u. U istraživanju TIMSS 2019 očekuje se oko 70 zemalja sudionica.

Kao ispitivanje znanja iz matematike i prirodoslovlja, TIMSS može poslužiti za praćenje učinkovitosti obrazovnoga sustava jer su upravo znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika (poznati kao STEM područja) ključni elementi kurikuluma. U današnje vrijeme mnogi poslovi zahtijevaju osnovno razumijevanje matematike i prirodoslovlja. U budućnosti će potreba za znanjem iz tih područja biti sve veća. Radnici u STEM zanimanjima često su odgovorni za pronalaženje rješenja svjetskih problema poput gladi i nestajanja prirodnih staništa, kao i za održivi rast te stabilnost globalne ekonomije. Matematika i prirodoslovlje osnova su svakodnevnoga života. Prirodoslovlje izučava prirodni svijet, klimu, zemlju i vodu te izvore hrane i goriva. Matematika nam pomaže upravljati mnoštvom svakodnevnih zadataka i ključna je u razvoju tehnologije o kojoj ovisimo, poput računala, pametnih telefona i televizije.

Budući da matematika i prirodoslovlje prožimaju svaki aspekt naših života, Međunarodno udruženje za vrednovanje obrazovnih postignuća (IEA) već gotovo 60 godina provodi međunarodna ispitivanja znanja iz matematike i prirodoslovlja.

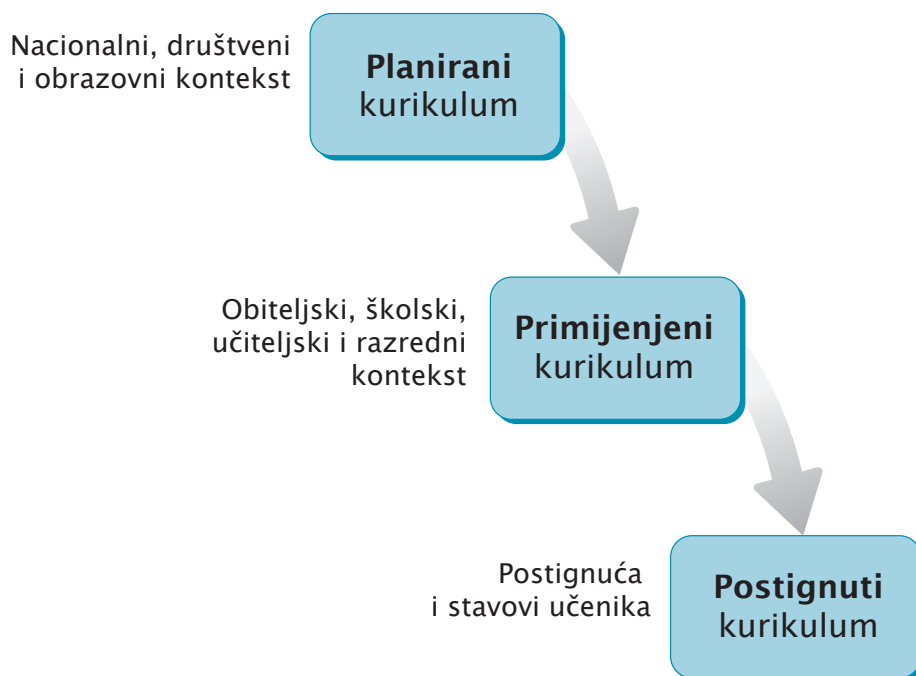
IEA je neovisno međunarodno udruženje nacionalnih istraživačkih institucija i vladinih agencija koje od 1959. godine provodi istraživanja postignuća na međunarodnoj razini. Šezdesetih je godina prošloga stoljeća IEA pokrenula međunarodno usporedno istraživanje obrazovnih postignuća radi boljšeg razumijevanja učinaka strategija u različitim obrazovnim sustavima zemalja sudionica. Danas IEA-in ured u Amsterdamu organizira sudjelovanje zemalja u brojnim međunarodnim istraživanjima, a IEA-in odjel u Hamburgu veliki je centar za istraživanja i obradu podataka. Kao glavni projekt koji IEA organizira i provodi, TIMSS se oslanja na stručno znanje predstavnika iz cijeloga svijeta.

Projektom TIMSS upravlja međunarodni centar *TIMSS & PIRLS International Study Center*, u školi *Lynch School of Education, Boston College*. TIMSS i PIRLS (Međunarodno istraživanje razvoja čitalačke pismenosti), zajedno čine IEA-in ciklus temeljnih istraživanja koja mjere postignuća u trima osnovnim područjima – matematici, prirodoslovlju i čitanju s razumijevanjem.

Podatci važni za donošenje strategija o sadržaju i kontekstima učenja matematike i prirodoslovlja

TIMSS se koristi široko definiranim kurikulumom kao glavnim konceptom pri razmatranju načina pružanja obrazovnih mogućnosti i čimbenika koji utječu na način kako se učenici koriste tim mogućnostima. TIMSS-ov model kurikulumu ima tri razine: planirani kurikulum, primijenjeni kurikulum i postignuti kurikulum (vidi prikaz 1). Svaka razina predstavlja znanja iz matematike i prirodoslovlja za koje se očekuje da će ga učenici usvojiti kako je definirano u nacionalnim kurikulumima i obrazovnim strategijama. Nadalje, svaka razina predstavlja način organizacije obrazovnoga sustava kako bi se olakšalo učenje i sadržava što se zapravo poučava na nastavi, osobine predavača, način poučavanja te sve ono što su učenici naučili i što misle o učenju tih predmeta.

Prikaz 1: Model TIMSS-ova kurikulumu



Koristeći se ovim modelom, TIMSS redovito objavljuje svoju enciklopediju o svakome ciklusu istraživanja kako bi obznanio obrazovne strategije i kurikulum iz matematike i prirodoslovlja u svakoj od zemalja sudionica. *Enciklopedija TIMSS 2015: Obrazovna politika i kurikulum iz matematike i prirodoslovlja* (Mullis, Martin, Goh i Cotter, 2016.) važan je dokument koji pridonosi razumijevanju poučavanja i učenja matematike i prirodoslovlja širom svijeta, s posebnim naglaskom na učenje tijekom osmoga razreda. Poglavlje koje priprema svaka zemlja referentna sudionica daje pregled strukture obrazovnoga sustava te zemlje, sadržaja kurikulumu iz matematike i prirodoslovlja u četvrtome i osmome razredu, obrazovanja koje se zahtijeva od učitelja te vrsta korištenih ispita i načina ocjenjivanja.

Kako bi pružile standardizirane informacije, zemlje ispunjavaju upitnik o kurikulumu matematike i prirodoslovlja, organizacijskim metodama škole i načinu poučavanja.

U TIMSS-u se također traži od učenika, njihovih roditelja ili skrbnika, njihovih učitelja i ravnatelja da ispune upitnike o iskustvima kod kuće i u školi te kontekstima poučavanja matematike i prirodoslovlja. Upitnici su sastavljeni prema pažljivo razvijenome okviru. TIMSS-ovi nacionalni koordinatori istraživanja i TIMSS-ovo Povjerenstvo za pregled pitanja u upitniku, sastavljeno od međunarodnih stručnjaka, ažuriraju okvir upitnika u svakome ciklusu istraživanja. Podatci iz ovih upitnika pružaju dinamičnu sliku provedbe obrazovnih strategija i praksi koje mogu pokrenuti važna pitanja i sugeriraju načine za poboljšanje obrazovanja.

Treće poglavlje ove publikacije sadrži okvir kontekstualnoga upitnika u istraživanju TIMSS 2019. Istraživanje TIMSS 2019 usmjereno je na mjerenje trendova pomoću postojećih ljestvica procjene iz kontekstualnih upitnika i razvijanje nekoliko novih ljestvica kontekstualnih upitnika koje će obrađivati nova područja istraživanja obrazovne učinkovitosti.

TIMSS–ova međunarodna ispitivanja postignuća u matematici i prirodoslovlju

TIMSS-ova međunarodna istraživanja postignuća u matematici i prirodoslovlju započela su 1995. godine kao nastavak prethodnih IEA-inih istraživanja koja su zasebno provedena u tim područjima kurikuluma (dva iz matematike i dva iz prirodoslovlja) od 1960-ih do 1980-ih. Nakon ranih ciklusa istraživanja u 1990-ima, TIMSS se tijekom sljedeća dva desetljeća redovito provodio svake četiri godine u četvrtome i osmome razredu. Od 1995. godine redovito se objavljuju rezultati TIMSS ispitivanja postignuća u matematici i prirodoslovlju u četvrtim i osmim razredima. Rezultati su prikazani na ljestvicama postignuća koje obuhvaćaju sve cikluse ispitivanja, što omogućava vidljivost promjena u postignućima od jednoga ispitivanja do drugoga te ujedno osigurava praćenje trendova u postignućima tijekom vremena. Osim, provođenje ispitivanja u četvrtim i osmim razredima oblikuje pseudokohortu jer se kohorta učenika četvrtoga razreda ocjenjuje u jednom ciklusu i postaje kohorta učenika osmoga razreda koja se ocjenjuje u sljedećem ciklusu. To omogućuje objavljivanje dragocjenih informacija o trendovima u obrazovnim postignućima u određenim razdobljima i među razredima u okviru pojedinoga TIMSS-ova istraživanja.

Povremeno se provode i istraživanja Naprednoga TIMSS-a (*TIMSS Advanced*). Napredni TIMSS prvi je put proveden 1995., zatim 2008., a 2015. godine ponovno je proveden kao sastavnica TIMSS-a 2015. Ciljana skupina ovoga istraživanja su učenici koji su pohađali naprednu nastavu matematike i fizike kao pripremu za upisivanje STEM visokoškolskih studijskih programa (znanost, tehnologija, inženjerstvo i matematika). Napredni TIMSS ispituje znanje ovih učenika u zadnjoj godini srednje škole i jedino je međunarodno istraživanje koje pruža ključne informacije o učenicima koji se pripremaju za razvoj karijere u STEM područjima.

Sve zemlje, institucije i agencije uključene u TIMSS-ova istraživanja surađivale su na izradi najopsežnijih, inovativnih i stabilnih mjernih instrumenata za praćenje trendova u matematici i prirodoslovlju. Međunarodni centar *TIMSS & PIRLS International Study Center*, IEA Amsterdam, IEA Hamburg i

zemlje sudionice surađivali su na kontinuiranom unapređivanju projekta TIMSS tijekom njegova povijesnog razvoja. Primjerice, 2011. godine istraživanja TIMSS i PIRLS provedena su zajedno radi proučavanja relativnoga međusobnog utjecaja postignuća iz matematike, prirodoslovlja i čitanja u četvrtome razredu. U 2015. godini, za proslavu dvadesetogodišnjice, TIMSS i Napredni TIMSS prvi su put od 1995. godine provedeni zajedno, dajući cjeloviti pregled obrazovnih postignuća. U okviru istraživanja u 2019. godini TIMSS započinje prijelaz na digitalni oblik provođenja istraživanja (pogledajte *eTIMSS: Budućnost TIMSS-a*).

Provođenje TIMSS-ovih istraživanja u redovitim ciklusima omogućuje praćenje trendova u postignućima, reagiranje na novonastale situacije po pitanju sadržaja i konteksta učenja te primjenu pouzdanih metoda i postupaka. Sve ove pogodnosti imaju vrlo važnu ulogu pri donošenju odluka vezanih za obrazovne politike u zemljama sudionicama.

Podatci o postignućima s podacima iz kontekstualnih upitnika prikupljeni TIMSS-ovim istraživanjem mogu se koristiti za:

- praćenje trendova postignuća na razini sustava u globalnome kontekstu
- primjenu rezultata TIMSS-ovih istraživanja radi unapređenja obrazovnih strategija te za praćenje učinka novih ili revidiranih obrazovnih politika
- određivanje područja sa slabim rezultatima i poticanje reforme kurikulumu
- utvrđivanje rezultata kohorte četvrtoga razreda iz prethodnoga ciklusa u odnosu na rezultate te iste kohorte u osmome razredu u sljedećem ciklusu
- pribavljanje važnih informacija o obiteljskome kontekstu za učenje i školskome kontekstu za poučavanje povezanih s postignućima učenika u matematici i prirodoslovlju.

TIMSS 2019 okviri istraživanja

U prvome i drugome poglavlju ove publikacije opisani su okviri istraživanja istraživanja TIMSS 2019 za matematiku i prirodoslovlje.

TIMSS-ova se istraživanja provode u skladu s okvirima za ispitivanje znanja iz matematike i prirodoslovlja. Tijekom 24 godine provođenja istraživanja, ovi se okviri ažuriraju u svakome sljedećem ciklusu. Okviri istraživanja temelje se na dvije dimenzije: sadržajnoj dimenziji koja određuje domenu ili gradivo koje se ispituje i kognitivnoj dimenziji koja određuje kognitivne procese kod učenika, a koji se ispituju u trenutku učenja sadržaja.

TIMSS 2019 slijedi ustaljenu praksu provođenja ispitivanja u četvrtome i osmome razredu. U tekstu koji slijedi sažeti su okviri istraživanja TIMSS 2019.

Sadržajne domene u matematici

- četvrti razred – brojevi, geometrijski oblici i mjerenje te prikaz podataka
- osmi razred – brojevi, algebra, geometrija, prikaz podataka i teorija vjerojatnosti

Sadržajne domene u prirodoslovlju

- četvrti razred – znanosti o životu, fizičke znanosti i znanosti o Zemlji
- osmi razred – Biologija, Kemija, Fizika i Geografija

Kognitivne domene u matematici i prirodoslovlju

- četvrti i osmi razred – činjenično znanje, primjena znanja i zaključivanje

Važno je naglasiti da pitanja u svakom TIMSS-ovom istraživanju ispituju čitav niz kognitivnih procesa, uključujući učeničke sposobnosti da primijene naučeno gradivo, riješe zadane zadatke te se koriste analitičkim i logičkim razmišljanjem za razumijevanje situacija iz različitih aspekata. Kao što je već navedeno, tri kognitivne domene iste su za matematiku i prirodoslovlje u oba razreda. Ove domene obuhvaćaju nekoliko kognitivnih procesa koji su aktivni prilikom učenja matematičkih i prirodoslovnih pojmova, kao i primjenu tih pojmova radi boljšeg rasuđivanja. U TIMSS prirodoslovlju primjenjuju se znanstveni modeli i pokusi u nekoliko domena, uključujući vještine iz svakodnevnoga života i iz školskoga okruţja učenja kojim se učenici sistematično koriste za provođenje znanstvenoga istraţivanja kao temeljnoga načela u svim znanstvenim disciplinama.

Okviri istraţivanja TIMSS 2019 ažurirana su inačica okvira korištenih u 2015. godini kako bi se zemljama sudionicama omogućilo uključivanje novih ideja i aktualnih informacija o kurikulumima, standardima, okvirima i uputama iz matematike i prirodoslovlja. Proces ažuriranja osigurava relevantnost okvira za obrazovanje stvarajući koherentnost između dvaju ciklusa istraţivanja te omogućuje daljnji razvoj TIMSS-ovih okvira, instrumenata i provedbe.

Međunarodni centar *TIMSS & PIRLS International Study Center* pripremio je za istraţivanje u 2019. godini osnovni nacrt na temelju podataka iz *Enciklopedije TIMSS 2015*. (*TIMSS 2015 Encyclopedia*, Mullis, Martin, Goh i Cotter, 2016.) i recenzija koje je napravila stručna skupina TIMSS 2019, Povjerenstvo za pregled zadataka iz matematike i prirodoslovlja (*Science and Mathematics Item Review Committee*, SMIRC) čiji su članovi navedeni u Dodatku A. Nacionalni koordinatori istraţivanja TIMSS 2019 na svomu su prvom sastanku raspravljali o ažuriranjima. Svaka je zemlja sudionica imenovala nacionalnoga koordinatora za međunarodnu suradnju kako bi se osiguralo da u svakoj pojedinoj zemlji istraţivanja obuhvaćaju vaţna pitanja. Nakon razgovora na prvome sastanku, nacionalni koordinatori projekta savjetovali su se s nacionalnim stručnjacima i očitovali se o svakoj od tema ispitivanja radi što boljšeg ažuriranja sadržajnih i kognitivnih domena za TIMSS 2019. Rezultati ispitivanja korišteni su za izradu novoga nacrtu koji je Povjerenstvo za pregled zadataka iz matematike i prirodoslovlja recenziralo i doradilo. Nacionalni koordinatori projekta na drugome su se sastanku koristili iterativnim postupkom te ponovno pregledali posljednji nacrt i utvrdili konačnu verziju prije objave.

eTIMSS: Budućnost TIMSS-a

Provođenje istraživanja TIMSS 2019 ujedno će označiti i prelazak na provođenje istraživanja u digitalnome obliku – eTIMSS. Na taj će se način osigurati poboljšanje mjerenja postignuća pomoću TIMSS-ovih okvira za matematiku i prirodoslovlje te iskoristiti mogućnosti koje pružaju IEA-ini e-sustavi za vrednovanje. Očekuje se da će otprilike polovica zemalja koje sudjeluju u istraživanju TIMSS 2019 prijeći na digitalni oblik istraživanja te ga provesti putem računala. Ostale zemlje provest će istraživanje u standardnome obliku papir-olovka kako je bio slučaj u prethodno provedenim istraživanjima.

Da bi se osigurala proširena pokrivenost okvira za matematiku i prirodoslovlje, eTIMSS 2019 sadržavat će dodatne inovativne zadatke za rješavanje problema i istraživanje (IPZ). Inovativni problemski zadatci (IPZ) simuliraju stvarni svijet i laboratorijske uvjete u kojima učenici mogu integrirati i primijeniti procesne vještine i znanje o sadržaju za rješavanje matematičkih zadataka i provođenje znanstvenih eksperimenata ili istraživanja. Inovativni problemski zadatci, poput projektiranja zgrade ili proučavanja uvjeta uzgoja biljaka uključuju vizualno atraktivne, interaktivne situacije koje studentima omogućavaju da na snalažljiv i angažiran način slijede niz koraka do rješenja. U probnim ispitivanjima učenicima su inovativni problemski zadatci bili zanimljivi i motivirajući. Ovakav model omogućit će digitalno praćenje načina rješavanja problema ili primjene metoda znanstvenoga istraživanja prilikom rješavanja zadataka. Proučavanje podataka o tome koji su pristupi učenika bili uspješni ili neuspješni u rješavanju problema mogu se koristiti za poboljšanje uputa.

Treba naglasiti da visoki kriteriji prema kojima se osmišljavaju inovativni problemski zadatci ujedno čine njihov razvoj i izvođenje veoma zahtjevnim. Posebni timovi savjetnika i članovi Povjerenstva za pregled zadataka iz matematike i prirodoslovlja za TIMSS 2019, surađivali su virtualno i uživo na razvoju zadataka koji: (1) ispituju znanja iz matematike i prirodoslovlja (ne ispituju čitanje ili ustrajnost), (2) koriste se e-okruženjem i (3) zanimljivi su i motivirajući za učenike.

IEA Hamburg razvija e-sustave za ispitivanje kao podršku prijelazu na eTIMSS kako bi se povećala operativna učinkovitost u pripremanju pitanja, pri prevođenju i provjeri prijevoda, u provedbi istraživanja, unosu podataka i bodovanju. Infrastruktura eTIMSS-a uključivat će: sastavljač pitanja eTIMSS-a u koji se unose zadatci, mrežni sustav za podršku prevođenju i provjeri prijevoda, eTIMSS aplikaciju za provođenje istraživanja i bilježenje učeničkih odgovora, mrežni monitor podataka za praćenje prikupljanja podataka i mrežni sustav bodovanja kojim se olakšava rad nacionalnih centara pri bodovanju učeničkih odgovora.

eTIMSS također uključuje nove digitalne načine odgovaranja na zadatke otvorenoga tipa što omogućava računalno i automatsko bodovanje učeničkih odgovora umjesto angažiranja ocjenjivača. Na primjer, brojeva tipkovnica omogućava učenicima jednostavan unos odgovora na mnoge zadatke otvorenoga tipa iz matematike tako da se njihovi odgovori mogu bodovati s pomoću računala. Ostale vrste zadataka otvorenoga tipa, koji se mogu računalno bodovati, za odgovaranje na pitanja o klasifikacijama ili mjerenjima koriste se funkcijama povlačenja i ispuštanja ili razvrstavanja.

Parametri za izradu nacrt istraživanja TIMSS 2019 i eTIMSS 2019 opisani su u četvrtome poglavlju *TIMSS 2019 nacrt istraživanja*.

Manje zahtjevno ispitivanje matematike u TIMSS–ovu istraživanju za četvrti razred

Do četvrte godine školovanja, mnoga su djeca svladala osnovnu aritmetiku i uče pojmove iz šire domene matematike. Međutim, zbog mnoštva razloga u nekim zemljama većina djece u četvrtom razredu još uvijek razvija temeljno matematičko znanje. Stoga je IEA, počevši od 2015. godine, proširila TIMSS-ovo istraživanje nudeći dodatno ispitivanja manje zahtjevnoga gradiva iz matematike u četvrtome razredu.

Svrha uključivanja lakših pitanja bila je proširiti TIMSS-ovu ljestvicu postignuća iz matematike u četvrtome razredu kako bi se omogućilo bolje mjerenje na donjem dijelu ljestvice. Kao zasebno istraživanje znanja matematike u 2015. godini provedeno je i ispitivanje lakšega gradiva matematike, poznato kao TIMSS brojevi (*TIMSS Numeracy*). Većina zemalja koja je sudjelovala u tom istraživanju, sudjelovala je ujedno i u istraživanju TIMSS kako bi se prikupili podatci o znanju iz prirodnoslovlja. To je potaknulo nekoliko pravaca razvoja. Prvo, u okviru istraživanja TIMSS 2015 mogli su se objaviti svi rezultati ispitivanja matematike u četvrtome razredu na istoj ljestvici postignuća, bez obzira na to jesu li učenici sudjelovali u istraživanju TIMSS, istraživanju TIMSS brojevi ili u oba istraživanja. Također, to je omogućilo upotrebu dviju inačica TIMSS-ova ispitivanja u 2019. godini, od kojih je jedna s manje zahtjevnim gradivom matematike, tako da zemlje ne moraju provoditi dva različita ispitivanja kako bi procijenile postignuća i u matematici i u prirodoslovlju. Ovisno o obrazovnome sustavu pojedine zemlje i znanju učenika iz matematike, zemlje mogu sudjelovati u bilo kojoj inačici TIMSS-a radi provođenja najučinkovitijega istraživanja.

Vezano za istraživanje TIMSS 2019 u četvrtome razredu važno je uzeti u obzir sljedeće:

- obje inačice ispitivanja znanja iz matematike, standardno i manje zahtjevno gradivo, razvijene su prema matematičkome okviru četvrtoga razreda sadržanome u ovoj publikaciji (vidi prvo poglavlje)
- dostupnost dviju inačica ispitivanja znanja iz matematike u četvrtome razredu omogućuje prilagođavanje istraživanja sukladno situaciji pojedine zemlje kako bi se u okviru TIMSS-a osiguralo najbolje moguće mjerenje postignuća
- podatci o postignućima iz matematike za sve zemlje sudionice istraživanja TIMSS 2019 objavit će se na istoj ljestvici postignuća, uključujući rezultate za zemlje koje će provesti inačicu ispitivanja manje zahtjevnoga gradiva iz matematike.

Obje inačice ispitivanja znanja iz matematike u četvrtome razredu, standardna i ona s manje zahtjevnim gradivom, ekvivalentne su u pogledu opsega gradiva, a otprilike jedna trećina zadataka je ista. Ostale dvije trećine zadataka temelje se na istim područjima okvira ispitivanja, ali su zadatci u drugoj inačici uglavnom lakši. Bitan dio zadataka u manje zahtjevnoj inačici potječe iz istraživanja TIMSS brojevi 2015 kako bi se omogućilo mjerenje trendova. Zajednički zadatci u obje inačice ispitivanja matematike u četvrtome razredu omogućit će povezivanje dvaju istraživanja kako bi se rezultati mogli objaviti zajedno i izravno uspoređivati.

Postojanje dobre usklađenosti između TIMSS-ova ispitivanja, kurikuluma i učeničkih postignuća posebno je važno. Prema stečenome iskustvu iz istraživanja TIMSS brojevi i PIRLS čitalačke pismenosti

(lakša inačica IEA-ina ispitivanja čitanja) učenici koji ostvaruju slabiji uspjeh pokazuju veću motiviranost pri rješavanju lakše inačice ispita te su mogli bolje pokazati svoje znanje i mogućnosti. Odgovorili su na veći broj zadataka, posebice onih otvorenoga tipa, te je postotak riješenosti ispita bio veći.

Uvođenje IEA-inog ispitivanja čitalačke i matematičke pismenosti u zemljama u razvoju – LaNA

Uzimajući u obzir nastojanja mnogih zemalja svijeta da povećaju razinu čitalačke i matematičke pismenosti, IEA je razvila posebno istraživanje prilagođeno zemljama u kojima je čitalačka i matematička pismenost u početnoj fazi te pravi razvoj tek slijedi. LaNA-ina istraživanja čitalačke i matematičke pismenosti temelje se na istome konceptu kao i istraživanja PIRLS (čitalačka pismenost) i TIMSS (matematička i prirodoslovna pismenost), osim što su ispiti kreirani za nižu razinu postignuća te za ispitivanje osnovnih vještina koje su preduvjet za PIRLS i TIMSS. LaNA je prvi korak za sudjelovanje u PIRLS-u i TIMSS-u, čija je svrha služiti potrebama globalne obrazovne zajednice i podržati napore koji pridonose stvaranju univerzalnoga učenja za sve. S obzirom na to da se u svijetu fokus rasprave pomiče s osiguravanja obrazovanja za sve ka mjerenju napretka u ostvarivanju obrazovnih ishoda, LaNA može biti učinkoviti alat pomoću kojeg zemlje i međunarodne organizacije mogu mjeriti učenička postignuća i time poboljšati čitalačku i matematičku pismenost učenika u cijelome svijetu.

Literatura

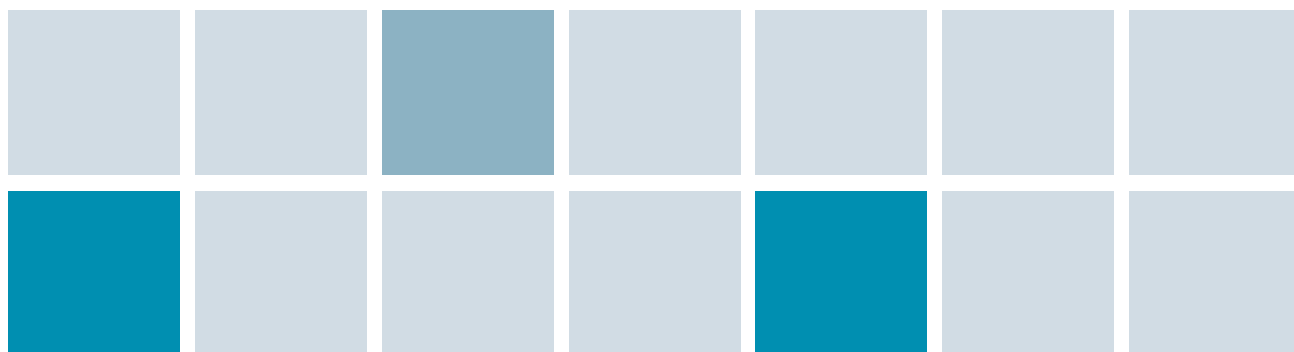
Mullis, I. V. S., Martin, M.O., Goh, S., & Cotter, K. (urednici). (2016). TIMSS 2015 encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science. Preuzeto sa stranice Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>



PRVO POGLAVLJE

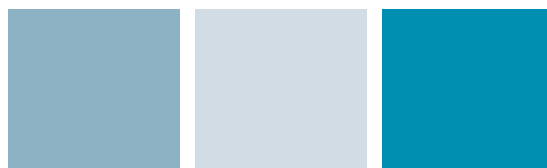
TIMSS 2019

Okvir za ispitivanje matematike



IEA

TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE



PRVO POGLAVLJE

TIMSS 2019

Okvir za ispitivanje matematike

Mary Lindquist
Ray Philpot
Ina V. S. Mullis
Kerry E. Cotter

Pregled

Razvijanje dobrih matematičkih vještina i temeljito razumijevanje matematike korisno je svakome djetetu. Učenjem matematike ponajprije se poboljšavaju sposobnosti rješavanja problema, dok sam proces rješavanja zadataka može učenike naučiti upornosti i ustrajnosti. U svakodnevnome životu matematika ima važnu ulogu, posebice za obavljanje radnji kao što su brojanje, kuhanje, upravljanje novcem i gradnja. Osim toga, za razvitak karijere u mnogim područjima, poput inženjerstva, arhitekture, računovodstva, bankarstva, poduzetništva, medicine, ekologije i zrakoplovstva potrebno je temeljito znanje iz matematike. Matematika je ključna za područje ekonomije i financija, kao i za računalne tehnologije te razvoj softvera koji čine osnovu našeg tehnološki naprednoga i informatički razvijenoga svijeta.

U ovome se poglavlju opisuju okviri za dva ispitivanja iz matematike TIMSS 2019:

- TIMSS matematika – četvrti razred
- TIMSS matematika – osmi razred.

Kao što je opisano u uvodu, okviri za ispitivanje matematike TIMSS 2019 za četvrti i osmi razred temelje se na TIMSS-ovoj 24-godišnjoj povijesti istraživanja. Počevši od 1995. godine, istraživanje TIMSS provodi se svake četiri godine, a ovo istraživanje sedmo je po redu.

Općenito, okviri ispitivanja za četvrti i osmi razred slični su okvirima koji su bili korišteni u istraživanju TIMSS 2015. Međutim, određene teme neznatno su ažurirane u svrhu bolje usklađenosti s kurikulumima, standardima i okvirima zemalja sudionica, kako je već objavljeno u *Enciklopediji TIMSS 2015* (Mullis, Martin, Goh i Cotter, 2016.). Uz to, budući da se u ispitivanju TIMSS 2019 prelazi na digitalni oblik – eTIMSS, okviri za ispitivanje matematike ažurirani su kako bi odgovarali digitalnome i papir-olovka obliku ispitivanja. Prednosti istraživanja koje se provodi pomoću računala treba iskoristiti kako bi se započelo objedinjavanje novih i boljih načina ispitivanja, posebice u domenama primjene znanja i zaključivanja (vidi četvrto poglavlje).

Oba okvira ispitivanja TIMSS-a 2019 organizirana su oko dviju dimenzija:

- sadržajna dimenzija, koja se odnosi na predmet koji se ispituje
- kognitivna dimenzija, koja se odnosi na procese razmišljanja koji se ispituju.

Tablica 1.1 prikazuje udio vremena koje je potrebno posvetiti svakoj sadržajnoj i kognitivnoj domeni prilikom TIMSS 2019 ispitivanja znanja u četvrtome i osmome razredu.

Tablica 1.1: Ciljani postotak zastupljenosti sadržajnih i kognitivnih domena u ispitivanju matematike TIMSS 2019 za četvrti i osmi razred

Četvrti razred		
Sadržajne domene		Postotak
brojevi		50 %
geometrijski oblici i mjerenje		30 %
prikaz podataka		20 %
Osmi razred		
Sadržajne domene		Postotak
brojevi		30 %
algebra		30 %
geometrija		20 %
prikaz podataka i vjerojatnost		20 %
Kognitivne domene		Postotak
	Četvrti razred	Osmi razred
činjenično znanje	40 %	35 %
primjena znanja	40 %	40 %
zaključivanje	20 %	25 %

Sadržajne domene za četvrti razred razlikuju se od sadržajnih domena za osmi razred, odražavajući gradivo matematike koje se poučava u pojedinome razredu. U četvrtome se razredu više pažnje posvećuje domeni brojeva nego u osmome razredu. Dvije od četiri sadržajne domene u osmome su razredu algebra i geometrija. Budući da se te sadržajne domene u osnovnoj školi uglavnom ne uče kao zasebna područja, upoznavanje s algebrim ili uvodne teme u algebru koje se ispituju u četvrtome razredu uključene su kao dio domene brojeva. Domena prikaza podataka u četvrtome razredu odnosi se na prikupljanje, čitanje i prezentiranje podataka, dok se u osmome razredu više pažnje pridodaje interpretaciji podataka, osnovnoj statistici i osnovama vjerojatnosti.

Važno je naglasiti da TIMSS ispituje razne vrste problemskih zadataka iz gradiva matematike, od kojih se u dvije trećine zadataka učenici trebaju koristiti sposobnostima primjene i zaključivanja. Kognitivne domene iste su za oba razreda, ali uz različit naglasak na pojedinoj temi unutar domena. Za

razliku od četvrtoga razreda, u osmome se razredu pridaje veća važnost domeni zaključivanja nego domeni činjeničnoga znanja.

Nakon ovoga kratkog uvoda, u poglavlju se opisuju sadržajne domene četvrtoga razreda, identificirajući tri glavne sadržajne domene i ispitivane tematske cjeline unutar pojedine domene. Zatim u prvome poglavlju slijedi opis sadržajnih domena za osmi razred te opis kognitivnih domena za četvrti i osmi razred u TIMSS-ovu ispitivanju iz matematike.

Sadržajne domene u matematici za četvrti razred

U Tablici 1.2 prikazane su TIMSS matematika – sadržajne domene za četvrti razred i njima dodijeljen postotak bodova. Svaka sadržajna domena obuhvaća nekoliko tematskih cjelina, a svaka tematska cjelina sastoji se od nekoliko tema. U cjelokupnome ispitivanju znanja iz matematike u četvrtome razredu sve tematske cjeline jednako su važne.

Tablica 1.2: Ciljani postotak zastupljenosti sadržajnih domena u ispitivanju matematike TIMSS 2019 za četvrti razred

Sadržajne domene u četvrtome razredu	Postotak
brojevi	50 %
geometrijski oblici i mjerenje	30 %
prikaz podataka	20 %

Brojevi

Sadržajna domena brojeva čini osnovu matematike u osnovnoj školi. Ova se domena sastoji od triju tematskih područja. Te tri tematske cjeline čine pedeset posto ispitivanja i dodijeljena im je sljedeća zastupljenost:

- cijeli brojevi (25 %)
- nizovi, jednostavne jednadžbe i odnosi (15 %)
- razlomci i decimalni brojevi (10 %).

Cijeli brojevi najzastupljenija su komponenta sadržajne domene brojeva. Učenici bi trebali moći računati s cijelim brojevima primjerene veličine i koristiti se izračunima za rješavanje zadataka. Uvodni pojmovi u algebru također se ispituju kao dio TIMSS-ova istraživanja u četvrtome razredu i uključuju razumijevanje pojma varijable (nepoznanice) u jednostavnim jednadžbama i početno razumijevanje odnosa među veličinama. Međutim, budući da predmeti i veličine često ne dolaze u obliku cijelih brojeva, važno je da učenici razumiju razlomke i decimalne brojeve. Učenici bi trebali moći uspoređivati, zbrajati i oduzimati poznate razlomke i decimalne brojeve kako bi riješili problemske zadatke.

Cijeli brojevi

1. poznavanje težine svakoga mjesta u broju (od desetica do stotisućica); izražavanje brojeva riječima, dijagramima, brojevnim linijama ili simbolima; nizanja brojeva
2. zbrajanje i oduzimanje (do četveroznamenastih brojeva), uključujući računanje u rješavanju jednostavnih kontekstualnih zadataka
3. množenje (troznamenastih brojeva jednoznamenkastima i dvoznamenkastih brojeva dvoznamenkastim brojevima) i dijeljenje (troznamenastih brojeva jednoznamenkastim brojevima), uključujući računanje u rješavanju jednostavnih kontekstualnih zadataka
4. rješavanje problemskih zadataka vezano za neparne i parne brojeve, višekratnike i faktore, zaokruživanje brojeva (do najbližih deset tisuća) te izrada procjena
5. kombiniranje dvaju ili više svojstava brojeva ili operacija za rješavanje problemskih zadataka u kontekstu

Nizovi, jednostavne jednadžbe i odnosi

1. pronalaženje broja ili operacije koja nedostaje u brojevnom izrazu (npr. $17 + w = 29$)
2. prepoznavanje ili pisanje nizova ili brojčanih izraza za prikaz problemskih situacija koje mogu sadržavati nepoznanice
3. prepoznavanje i upotreba odnosa u dobro definiranome obrascu (npr. opisivanje odnosa između susjednih brojeva i pisanje parova cijelih brojeva uz pomoć pravila)

Razlomci i decimalni brojevi

1. prepoznavanje razlomaka kao dijelova cjelina ili skupine; izražavanje razlomaka riječima, brojevima ili modelima; uspoređivanje i nizanje jednostavnih razlomaka; zbrajanje i oduzimanje jednostavnih razlomaka uključujući rješavanje problemskih zadataka s razlomcima (Nazivnik u razlomku može biti broj: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12 ili 100.)
2. poznavanje vrijednosti decimalnih mjesta uključujući izražavanje decimalnih brojeva riječima, brojevima ili modelima; uspoređivanje, nizanje i zaokruživanje na decimale; zbrajanje i oduzimanje decimalnih brojeva uključujući rješavanje problemskih zadataka s decimalnim brojevima (Decimalni brojevi mogu imati jedno ili dva decimalna mjesta što omogućuje osmišljavanje zadataka vezanih za novac.)

Geometrijski oblici i mjerenje

Objekte različitih oblika i veličina pronalazimo svuda oko nas te nam geometrija pomaže predočiti i razumjeti odnose između oblika i veličina. Mjerenje je postupak kvantificiranja atributa predmeta i pojava (npr. duljine i vremena).

Domena geometrijskih oblika i mjerenja sastoji se od dviju tematskih cjelina:

- mjerenje (15 %)
- geometrija (15 %).

U četvrtome razredu učenici bi se trebali znati služiti ravnalom za mjerenje duljine; rješavati probleme vezane za duljinu, masu, volumen i vrijeme; izračunavati površine i opsege jednostavnih mnogokutnika i pomoću kocki određivati volumene. Učenici bi trebali prepoznati svojstva i karakteristike linija, kutova i raznih dvodimenzionalnih i trodimenzionalnih oblika. Spacijalna sposobnost sastavni je dio učenja geometrije. Učenici bi trebali moći opisati i nacrtati razne geometrijske oblike. Uz to, učenici bi trebali moći analizirati geometrijske odnose i služiti se tim odnosima u rješavanju zadataka.

Mjerenje

1. mjerenje i procjenjivanje duljina (u milimetrima, centimetrima, metrima, kilometrima); rješavanje problemskih zadataka vezanih za duljine
2. rješavanje problemskih zadataka vezanih za masu (u gramima i kilogramima), volumen (u mililitrima i litrama) i vrijeme (u minutama i satima); prepoznavanje odgovarajućih vrsta i veličina jedinica te čitanje ljestvica
3. rješavanje problema vezanih za opsege mnogokutnika, površine pravokutnika, površine raznih oblika prekrivenih kvadratima ili djelomičnim kvadratima te volumene ispunjene kockama

Geometrija

1. prepoznavanje i crtanje paralelnih i okomitih linija; prepoznavanje i crtanje pravih kutova i kutova manjih ili većih od pravog kuta; uspoređivanje kutova po veličini
2. upotreba osnovnih svojstava, uključujući linijsku i rotacijsku simetriju, za opisivanje, usporedbu i izradu općih dvodimenzionalnih oblika (krugova, trokuta četverokuta i drugih mnogokutnika)
3. upotreba osnovnih svojstava za opisivanje i usporedbu trodimenzionalnih oblika (kocki, kvadra, stožaca, cilindara i kugli) te povezivanje s njihovim dvodimenzionalnim prikazima

Prikaz podataka

Svakodnevna proizvodnja mnoštva podataka u današnjem informatičkom društvu kulminirala je trajnom navalom vizualnih prikaza informacija. Podatci na internetu, u novinama, časopisima, udžbenicima, referentnim knjigama i člancima često su prikazani pomoću dijagrama, tablica i grafikona. Učenici trebaju razumjeti da se informacije ili kategorije mogu organizirati pomoću grafikona i tablica te na taj način omogućiti uspoređivanje podataka.

Sadržajna domena sastoji se od dviju tematskih cjelina:

- čitanje, interpretiranje i prikaz podataka (15 %)
- korištenje podacima za rješavanje zadataka (5 %).

U četvrtome razredu učenici bi trebali moći pročitati i prepoznati različite oblike prikaza podataka. Prilikom rješavanja jednostavnih zadataka učenici bi trebali prikupiti i organizirati podatke te ih u svom odgovoru prikazati pomoću grafikona i tablica. Za rješavanje zadataka učenici bi se trebali koristiti podacima iz jednoga ili više izvora.

Čitanje, interpretiranje i prikaz podataka

1. čitanje i interpretiranje podataka iz tablica, piktografa, stupičastih grafikona, linijskih grafikona i tortnih grafikona
2. organiziranje i prikaz podataka kao pomoć pri rješavanju zadataka

Korištenje podataka za rješavanje problemskih zadataka

1. korištenje podacima za odgovaranje na pitanja koja nadilaze izravno čitanje prikaza podataka (npr. rješavanje problemskih zadataka i računanje pomoću podataka, kombiniranje podataka iz dvaju ili više izvora, donošenje zaključaka na temelju podataka)

Sadržajne domene u matematici – osmi razred

U Tablici 1.3 prikazane su sadržajne domene u osmome razredu i njima dodijeljen postotak bodova. Svaka sadržajna domena obuhvaća nekoliko tematskih cjelina, a svaka tematska cjelina sastoji se od nekoliko tema. U cjelokupnome ispitivanju znanja iz matematike u osmome razredu sve tematske cjeline jednako su važne.

Tablica 1.3: Postotci zastupljenosti sadržajnih domena u ispitivanju matematike TIMSS 2019 za osmi razred

Sadržajne domene u osmome razredu	Postotak
brojevi	30 %
algebra	30 %
geometrija	20 %
prikaz podataka i vjerojatnost	20 %

Brojevi

U ispitivanju za osmi razred domena brojeva zastupljena je s trideset posto i sastoji se od triju tematskih cjelina:

- cijeli brojevi (10 %)
- razlomci i decimalni brojevi (10 %)
- omjeri, proporcije i postotci (10 %).

Nadograđujući sadržajnu domenu brojeva iz četvrtoga razreda, učenici osmoga razreda trebali su razviti vještine pomoću kojih mogu rješavati konceptualno naprednije zadatke s cijelim brojevima te primjenjivati složenije postupke, kao i proširiti matematičko razumijevanje racionalnih brojeva (cijelih brojeva, razlomaka i decimalnih brojeva). Učenici bi također trebali razumjeti cijele brojeve

i znati računati s njima. Razlomci i decimalni brojevi važan su dio svakodnevnoga života, a da bi se znalo s njima računati, ključno je razumijevanje veličina koje predstavljaju simboli. Učenici bi trebali razumjeti da su razlomci i decimalni brojevi zasebne jedinice, kao i cijeli brojevi. Jedan racionalni broj može se prikazati mnoštvom različitih simbola. Učenici trebaju znati računati s racionalnim brojevima, prepoznati razlike među njihovim oblicima te ih znati pretvoriti iz jednoga oblika u drugi. Učenici bi trebali znati riješiti problemske zadatke vezane za omjere, proporcije i postotke.

Cijeli brojevi

1. pokazati razumijevanje svojstava brojeva i operacija; pronaći i koristiti se višekratnicima i faktorma, identificirati proste brojeve, potencirati pozitivne cijele brojeve, odrediti kvadratne korijene savršenih kvadrata do 144 i riješiti problemske zadatke koji uključuju kvadratne korijene cijelih brojeva
2. izračunati i riješiti problemske zadatke s pozitivnim i negativnim brojevima, koristiti kretanje po brojevnoj crti ili druge modele (npr. gubici i dobici, termometri)

Razlomci i decimalni brojevi

1. koristeći razne modele i prikaze, usporediti i poredati razlomke i decimalne brojeve te identificirati podudarne razlomke i decimalne brojeve
2. računati i rješavati problemske zadatke s razlomcima i decimalnim brojevima

Omjeri, proporcije i postotci

1. prepoznati i pronaći odgovarajuće omjere; modelirati zadanu situaciju pomoću omjera; podijeliti količinu prema zadanome omjeru
2. riješiti problemske zadatke koji uključuju proporcije ili postotke, uključujući pretvaranje postotaka i razlomaka ili decimalnih brojeva

Algebra

Domena algebre, zastupljena s trideset posto u ispitivanju, sastoji se od dviju tematskih cjelina:

- izrazi, operacije i jednadžbe (20 %)
- odnosi i funkcije (10 %).

Obrasce i odnose pronalazimo svuda u svijetu oko nas te ih uz pomoć algebre možemo matematički izraziti. Učenici bi uz pomoć algebarskih modela trebali rješavati probleme vezane za stvarni svijet i objašnjavati odnose primjenjujući algebarske koncepte. Također, učenici bi trebali uočiti da, u slučaju primjenjivanja formule koja uključuje dvije veličine od kojih je jedna poznata, drugu mogu pronaći koristeći se algebrom ili zamjenom. Ovo se konceptualno razumijevanje može proširiti na linearne jednadžbe koje se primjenjuju za izračunavanje gibanja stvari pri konstantnim brzinama (npr. nagib). Funkcije se mogu koristiti za opisivanje odnosa između dviju povezanih varijabli u situaciji kada se jedna od njih promijeni.

Izrazi, operacije i jednađbe

1. na temelju zadanih vrijednosti varijabli pronaći vrijednost izraza ili formule
2. pojednostaviti algebarske izraze vezane za operacije zbrajanja, množenja i potenciranja; usporediti izraze i utvrditi jesu li jednaki
3. pomoću izraza, jednađbi ili nejednađbi napisati i prikazati problemske situacije
4. riješiti linearne jednađbe, linearne nejednađbe i linearne jednađbe s dvjema nepoznicama, uključujući jednađbe koje se temelje na stvarnim životnim situacijama

Odnosi i funkcije

1. tumačiti, povezivati i izraditi prikaze linearnih funkcija u tablicama, grafikonima ili riječima; prepoznati svojstva linearnih funkcija, uključujući nagib i presjeke
2. tumačiti, povezivati i izraditi prikaze jednostavnih nelinearnih funkcija (npr. kvadratnih) u tablicama, grafikonima ili riječima; generalizirati odnose obrazaca u nizu pomoću brojeva, riječi ili algebarskih izraza

Geometrija

Proširiti razumijevanje oblika i mjera ispitivanih u četvrtome razredu, učenici osmoga razreda trebali bi analizirati svojstva različitih dvodimenzionalnih i trodimenzionalnih oblika te izračunati opsege, površine i volumene. Učenici bi trebali rješavati problemske zadatke i objasniti postupak pomoću geometrijskih odnosa, kao što su sukladnost, sličnost i Pitagorin poučak.

Sadržajna domena geometrije u osmome razredu sastoji se od jedne tematske cjeline:

- geometrijski oblici i mjerenja (20 %).

Geometrijski oblici i mjerenja

U osmome razredu geometrijski oblici uključuju krugove; raznostranične, jednakokračne, jednakostranične i pravokutne trokute; trapezoide, paralelograme, pravokutnike, rombove i drugi četverokute; kao i ostale mnogokutnike uključujući peterokute, šesterokute, osmerokute i deseterokute. Oni također uključuju trodimenzionalne oblike – prizme, piramide, čunjeve, cilindre i kugle. Jednodimenzionalni i dvodimenzionalni oblici mogu se prikazati u Kartezijevom koordinatnom sustavu u ravnini.

1. prepoznati i nacrtati vrste kutova i parove linija te se za rješavanje problemskih zadataka koristiti odnosima između kutova na linijama i na geometrijskim likovima, uključujući rješavanje zadataka mjerenjem veličina kutova i duljina linija; riješiti problemske zadatke s točkama u Kartezijevom koordinatnom sustavu u ravnini
2. prepoznati dvodimenzionalne oblike i upotrijebiti njihova geometrijska svojstva za rješavanje problemskih zadataka, uključujući zadatke vezane za opseg, opseg kruga, površinu i Pitagorin poučak
3. prepoznati i nacrtati slike geometrijskih transformacija (translacije, zrcalne slike i rotacije) u ravnini; prepoznati podudarne i slične trokute i pravokutnike te riješiti problemske zadatke

4. prepoznati trodimenzionalne oblike i upotrijebiti njihova geometrijska svojstva za rješavanje problemskih zadataka, uključujući zadatke vezane za površinu i volumen; povezati trodimenzionalne oblike s njihovim dvodimenzionalnim prikazima

Prikaz podataka i vjerojatnost

Tradicionalni oblici prikaza podataka (npr. stupičasti grafikoni, linijski grafikoni, tortni grafikoni, piktografi) nadopunjeni su nizom novih grafičkih oblika (npr. informacijska grafika). Do osmoga razreda učenici bi trebali znati čitati vizualne prikaze i iz njih iščitavati značenja i podatke. Također je važno da učenici osmoga razreda znaju što je raspodjela implicitnih podataka prikupljenih statističkom obradom i u kakav je njihov odnos s oblikom grafikona. Učenici bi trebali znati prikupiti, organizirati i prikazati podatke. Učenici bi također trebali razumjeti neke pojmove povezane s vjerojatnošću.

Sadržajna domena prikaza podataka i vjerojatnosti sastoji se od dviju tematskih cjelina:

- podatci (15 %)
- vjerojatnost (5 %).

Prikaz podataka

1. za rješavanje problemskih zadataka iščitati i protumačiti podatke iz jednoga ili više izvora (npr. interpolirati i ekstrapolirati, usporediti i zaključiti)
2. odabrati odgovarajuće postupke za prikupljanje podataka; organizirati i prikazati podatke kao pomoć za rješavanje zadataka
3. izračunati, upotrijebiti ili protumačiti statističke podatke (tj. srednju vrijednost, medijan, mod, raspon) sažimajući njihovu raspodjelu; prepoznati učinak širenja i netipične vrijednosti

Vjerojatnost

1. za jednostavne i složene događaje: a) odrediti teorijsku vjerojatnost (na temelju jednako vjerojatnih ishoda, npr. bacanje igraće kocke) ili b) procijeniti empirijsku vjerojatnost (na temelju eksperimentalnih ishoda)

Upotreba kalkulatora u osmome razredu

Kao ni u prethodnim TIMSS-ovim ispitivanjima učenicima četvrtoga razreda ni nadalje nije dopušteno služiti se kalkulatorima. To se odnosi na oblik ispitivanja papir-olovka i na digitalno ispitivanje. U osmome je razredu učenicima dopušteno služiti se kalkulatorima, iako su zadatci u ispitu iz matematike osmišljeni na neutralan način, tj. korištenje kalkulatora niti pomaže, niti odmaže pri rješavanju zadataka. U skladu s prethodno provedenim TIMSS-ovim ispitivanjima, u obliku ispitivanja papir-olovka, učenici osmoga razreda mogu imati vlastite kalkulatore. U eTIMSS-u učenicima osmoga razreda dopušteno je služiti se kalkulatorima koji su dio računalnoga sučelja, ali im nije dopušteno služiti se vlastitim kalkulatorima. Kalkulator u sklopu računalnoga sučelja uključuje četiri osnovne funkcije (+, -, ×, ÷) i tipku

za kvadratni korijen. Nakon prelaska na digitalni oblik ispitivanja eTIMSS, služenje kalkulatorom postat će standardizirano.

Kognitivne domene u matematici – četvrti i osmi razred

Da bi pravilno riješili ispitne zadatke, osim što trebaju poznavati gradivo matematike koje se ispituje, učenici također trebaju upotrijebiti različite kognitivne vještine. Definiranje ovih vještina iznimno je važno za razvoj istraživanja poput TIMSS 2019, jer se na taj način u ispitivanju osigurava zastupljenost odgovarajućih kognitivnih vještina u svim već odabranim sadržajnim domenama.

Prva domena, *činjenično znanje*, obuhvaća činjenice, koncepte i postupke koje učenici trebaju znati, dok se druga domena, *primjena znanja*, odnosi na sposobnost učenika da primijene znanje i pokažu konceptualno razumijevanje pri rješavanju problemskih zadataka ili odgovaranju na pitanja. Treća domena, *zaključivanje*, nije ograničena samo na rješavanje uobičajenih zadataka već obuhvaća i nepoznate situacije, složene kontekste i problemske zadatke koji se rješavaju u više koraka.

Učenici se prilikom pokazivanja svoje matematičke kompetencije, koja nadilazi sadržajnu domenu, koriste činjeničnim znanjem, primjenom i zaključivanjem u različitim omjerima. Ove kognitivne domene obuhvaćaju sposobnosti rješavanja problema, sadržavaju matematičku argumentaciju kojom se potkrepljuju strategije ili rješenja, a osnova su za prikaz situacije na matematički način (npr. pomoću simbola i grafikona), uključuju matematičke modele problemskih situacija i opisuju primjenu alata kao što su ravnalo ili kalkulator za rješavanje zadataka.

U oba razreda, i u četvrtome i u osmome, ispituju se sve tri kognitivne domene, a trajanje ispitivanja prilagođeno je dobi i iskustvu učenika tih razreda. Za četvrti i osmi razred svaka sadržajna domena obuhvaća zadatke koji se odnose na svaku od tih triju kognitivnih domena. Na primjer, domena brojeva uključuje zadatke koji ispituju domene činjeničnoga znanja, primjene i zaključivanja kao i ostale sadržajne domene.

Tablica 1.4 prikazuje udio vremena koje je potrebno posvetiti svakoj kognitivnoj domeni prilikom TIMSS-ova ispitivanja znanja u četvrtome i osmome razredu.

Tablica 1.4: Ciljani postotak zastupljenosti sadržajnih i kognitivnih domena u ispitivanju matematike TIMSS 2019 za četvrti i osmi razred

Kognitivne domene	Postotak	
	Četvrti razred	Osmi razred
činjenično znanje	40 %	35 %
primjena znanja	40 %	40 %
zaključivanje	20 %	25 %

Činjenično znanje

Vješta primjena matematike, odnosno zaključivanje pri rješavanju matematičkih zadataka ovisi o poznavanju matematičkih pojmova i o stečenim kompetencijama iz matematike. Što više znanja učenik usvoji i što veći broj matematičkih pojmova razumije, to je veći njegov potencijal za rješavanje širega spektra problemskih situacija.

Da učenici nemaju već stvorenu bazu podataka koja im omogućuje lako prisjećanje jezika, osnovnih činjenica, prihvaćenih pravila vezanih za brojeve, primjenu simboličkih prikaza i prostornih odnosa, za njih bi matematičko zaključivanje bilo nemoguće. Činjenice obuhvaćaju znanje koje omogućuje vladanje osnovnim jezikom matematike, kao i osnovnim matematičkim pojmovima i svojstvima koja čine temelj matematičke misli.

Matematički postupci povezuju temeljna matematička znanja i njihovu primjenu pri rješavanju problemskih zadataka, osobito onih s kojima se mnogi ljudi susreću u svakodnevnome životu. U osnovi, vješta primjena postupaka podrazumijeva prisjećanje niza koraka i načina na koji se ti koraci izvode. Učenici trebaju biti učinkoviti i točni pri korištenju različitim računskim postupcima i alatima. Nadalje, oni trebaju razumjeti da se pojedini postupak može primijeniti³, ne samo pri rješavanju određenih zadataka, već i pri rješavanju više skupina problemskih zadataka.

Prisjećanje	prisjetiti se definicija, nazivlja, brojnih svojstava, mjernih jedinica, geometrijskih svojstava i matematičkog zapisivanja (npr. $a \times b = ab$, $a + a + a = 3a$)
Prepoznavanje	prepoznati brojeve, izraze, količine i oblike; prepoznati zasebne jedinice koje su matematički jednake (npr. uočiti razlomke, decimalne brojeve i postotke koji su iste vrijednosti, prepoznati različite orijentacije jednostavnih geometrijskih oblika)
Razvrstavanje/nizanje	razvrstati brojeve, izraze, količine i oblike prema zajedničkim svojstvima
Računanje	izvoditi algoritamske radnje zbrajanja, oduzimanja, množenja i dijeljenja i povezati prirodne brojeve, razlomke, decimalne brojeve i cijele brojeve u računskim radnjama; izvoditi jednostavne algebarske postupke
Pronalaženje	pronaći podatke u grafovima, tablicama, tekstovima i drugim grafičkim prikazima
Mjerenje	služiti se mjernim priborom; odabrati prikladne mjerne jedinice

Primjena znanja

Domena primjene znanja obuhvaća primjenu naučenih matematičkih vještina u različitim kontekstima. Učenike treba upoznati s činjenicama, pojmovima, postupcima i problemskim situacijama koji su sadržani u ovoj domeni. U zadacima koji se odnose na domenu primjene, učenici trebaju primijeniti matematičko znanje o činjenicama, vještinama i postupcima ili pokazati razumijevanje matematičkih pojmova kako bi napisali matematičke izraze. Matematičko prikazivanje ideja temelj je matematičkog razmišljanja i komunikacije, a sposobnost stvaranja istovrijednih prikaza najvažnija je za uspjeh u matematici.

Središnji dio domene primjene odnosi se na rješavanje problemskih zadataka, s pozornošću na poznatim i rutinskim zadacima. Zadaci se mogu odnositi na stvarne životne situacije ili na računske

operacije koje uključuju, na primjer, brojevnje ili algebarske izraze, funkcije, jednadžbe, geometrijske oblike ili skupove statističkih podataka.

Odabir	odabrati učinkovite ili primjerene računske operacije, strategije i metode za rješavanje problemskih zadataka kod koji je moguće upotrijebiti uobičajene metode rješavanja
Prikazivanje/oblikovanje	prikazati matematičke podatke u tablicama ili grafikonima; napisati jednadžbe, nejednadžbe, nacrtati geometrijske oblike ili dijagrame koji prikazuju problemske situacije; izraditi istovrijedne prikaze zadane matematičke jedinice ili odnosa
Provedba	primijeniti matematičke strategije i operacije za rješavanje problemskih zadataka koji uključuju poznate matematičke pojmove i postupke

Zaključivanje

Matematičko zaključivanje odnosi se na sposobnost logičkoga, sustavnog razmišljanja. Uključuje intuitivno i induktivno zaključivanje utemeljeno na obrascima i pravilnostima koje se primjenjuju pri rješavanju zadataka postavljenih u novim ili nepoznatim situacijama. Takvi zadatci mogu biti isključivo matematički ili se mogu oslanjati na neku situaciju iz stvarnoga života. Obje vrste zadataka uključuju primjenu znanja i vještina u novim situacijama te međusobno djelovanje različitih vještina zaključivanja što je uobičajena odlika takvih zadataka.

Iako se mnoge kognitivne vještine obuhvaćene domenom zaključivanja mogu primijeniti pri promišljanju i rješavanju novih ili složenih problemskih zadataka, svaka za sebe vrijedan je ishod matematičkog obrazovanja te može znatno utjecati na opće učeničke sposobnosti razmišljanja. Na primjer, zaključivanje obuhvaća sposobnost opažanja i nagađanja. Također uključuje logičko zaključivanje na temelju određenih pretpostavki i pravila te potkrepljivanje rješenja.

Analiza	odrediti, opisati ili upotrijebiti odnose među brojevima, izrazima, veličinama i oblicima
Integracija/sinteza	povezati različite elemente znanja, povezati prikaze i postupke za rješavanje problemskih zadataka
Procjena	procijeniti moguće strategije za rješavanje problema i moguća rješenja
Izvođenje zaključaka	izvoditi valjane zaključke na temelju informacija i dokaza
Poopćavanje	opisati veze općenitijim i šire primjenjivim nazivima
Potkrepljivanje	potkrijepiti strategiju ili rješenje matematičkim argumentima

Literatura

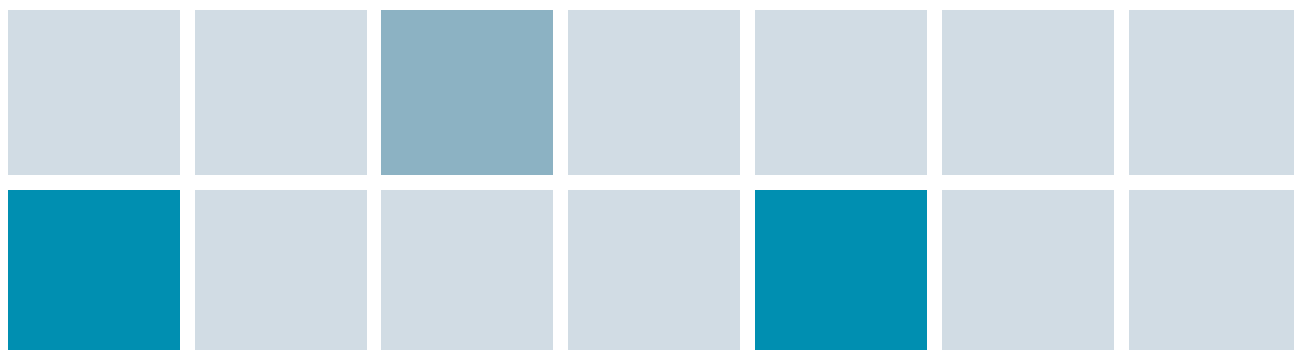
Mullis, I. V. S., Martin, M.O., Goh, S., & Cotter, K. (urednici). (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science*. Preuzeto sa stranice Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>



DRUGO POGLAVLJE

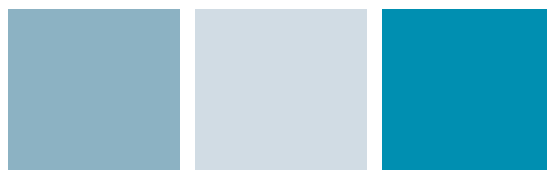
TIMSS 2019

Okvir za ispitivanje prirodoslovlja



IEA

TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE



DRUGO POGLAVLJE

Okvir za ispitivanje prirodnoslovlja TIMSS 2019

Victoria A. S. Centurino
Lee R. Jones

Pregled

Djeca su prirodno znatiželjna i istražuju svijet i svoje mjesto u njemu. Oslanjajući se na dječju znatiželju, kurikulum prirodoslovnoga obrazovanja usmjerava učenike da sustavno propituju svijet u kojem žive. Kako se njihovo razumijevanje prirodoslovlja razvija učenici viših razreda osnovne škole sve bolje mogu donositi informirane odluke o sebi i svijetu u kojemu žive. Na temelju toga znanja kao odrasle osobe postaju obrazovani građani koji mogu razlikovati znanstvene činjenice od fikcije i razumjeti znanstvene osnove važnih društvenih, ekonomskih i ekoloških pitanja. Diljem svijeta sve se više traže ljudi koji su kvalificirani i razvijaju karijeru u područjima znanosti, tehnologije i inženjerstva u kojima se stvaraju inovacije potrebne za gospodarski rast i poboljšanje kvalitete života. Kako bi se odgovorilo na tu potražnju veoma je važno dobro pripremiti učenike za daljnje obrazovanje u navedenim područjima.

U ovom se poglavlju opisuju okviri dvaju ispitivanja iz prirodoslovlja TIMSS 2019:

- TIMSS prirodoslovlje – četvrti razred
- TIMSS prirodoslovlje – osmi razred.

Okviri za ispitivanje prirodoslovlja TIMSS 2019 za četvrti i osmi razred nastavljaju TIMSS-ovu 24-godišnju povijest istraživanja koja se provode svake četiri godine od 1995. godine. TIMSS 2019 sedmo je istraživanje po redu.

Općenito, okviri za ispitivanje prirodoslovlja TIMSS 2019 slični su okvirima koji su bili korišteni u istraživanju TIMSS 2015. Međutim, određene teme neznatno su ažurirane u svrhu bolje usklađenosti s kurikulumima zemalja sudionica, kako je već objavljeno u *Enciklopediji TIMSS 2015* (Mullis, Martin, Goh i Cotter, 2016.). Istraživanje TIMSS 2019 ujedno označava i prelazak na provedbu u digitalnome obliku – eTIMSS, te su okviri za ispitivanje prirodoslovlja ažurirani kako bi odgovarali digitalnome i papir-olovka obliku ispitivanja. eTIMSS omogućuje dodatne načine provođenja TIMSS-ovih istraživanja i iskorištava prednosti koje pružaju novi i poboljšani načini provođenja ispitivanja prirodoslovlja pomoću računala.

Okviri za ispitivanje prirodoslovlja TIMSS 2019 u svakome su razredu organizirani oko dviju dimenzija:

- sadržajna dimenzija, koja se odnosi na predmet koji se ispituje
- kognitivna dimenzija, koja se odnosi na misaone procese koji se ispituju.

Tablica 2.1 prikazuje udio vremena koje je potrebno posvetiti svakoj sadržajnoj i kognitivnoj domeni prilikom TIMSS-ova ispitivanja znanja u četvrtome i osmome razredu.

Tablica 2.1: Ciljani postotak zastupljenosti sadržajnih i kognitivnih domena u ispitivanju prirodoslovlja TIMSS 2019 za četvrti i osmi razred

Četvrti razred		
Sadržajne domene		Postotak
znanosti o životu		45 %
fizičke znanosti		35 %
znanosti o Zemlji		20 %
Osmi razred		
Sadržajne domene		Postotak
Biologija		35 %
Kemija		20 %
Fizika		25 %
znanosti o Zemlji (Geografija)		20 %

Kognitivne domene		Postotak
	Četvrti razred	Osmi razred
činjenično znanje	40 %	35 %
primjena znanja	40 %	35 %
zaključivanje	20 %	30 %

Sadržajne domene za četvrti razred razlikuje se od sadržajnih domena za osmi razred, odražavajući težinu nastavnih sadržaja prirodoslovlja koje se poučava u pojedinome razredu. U četvrtome se razredu više pažnje pridaje tematskoj cjelini znanosti o životu nego njezinoj inačici, Biologiji, u osmome razredu. U osmome se razredu znanje iz Fizike i Kemije ispituje unutar zasebnih sadržajnih domena te ono ima veću zastupljenost u odnosu na četvrti razred u kojemu se ispituje u sklopu jedne sadržajne domene (fizičke znanosti). Tri kognitivne domene (činjenično znanje, primjena znanja i zaključivanje) iste su u oba razreda i obuhvaćaju niz kognitivnih procesa potrebnih za učenje prirodoslovnih pojmova, kao i primjenu tih pojmova u donošenju zaključaka.

U 2019. godini, u okviru ispitivanja TIMSS prirodoslovlja ujedno će se ispitivati i znanstveni modeli i pokusi. Ovi modeli i pokusi uključuju vještine iz svakodnevnoga života i iz školskoga okružja kojima se učenici sistematično koriste za provođenje znanstvenoga istraživanja te koje su temelj svih znanstvenih disciplina. Znanstvenim postupcima i provođenju istraživanja pridodano je veliko značenje u trenutno važećim kurikulumima, standardima i okvirima u obrazovnim sustavima mnogih zemalja (Mullis, Martin, Goh i Cotter, 2016.).

Prirodoslovne istraživačke aktivnosti po svojoj su naravi usko povezane sa znanstvenim područjem koje se proučava, i stoga se ne mogu zasebno ispitivati. Neki zadatci u ispitivanju prirodoslovlja TIMSS 2019 u četvrtome i osmome razredu provjeravaju jednu ili više važnih istraživačkih aktivnosti sa sadržajem navedenim u sadržajnim domenama i misaonim procesima navedenima u kognitivnim domenama.

U sljedeća dva odjeljka ovog poglavlja opisane su sadržajne domene TIMSS-ova ispitivanja prirodoslovlja u četvrtome i osmome razredu, kao i kognitivne domene koje su primjenjive u oba razreda. Na kraju poglavlja opisane su prirodoslovne istraživačke aktivnosti.

Sadržajne domene u prirodoslovlju – četvrti razred

U istraživanju TIMSS 2019 iz prirodoslovlja za četvrti razred odabrane su tri glavne sadržajne domene: znanosti o životu, fizičke znanosti te znanosti o Zemlji. Tablica 2.2 prikazuje udio vremena koje je potrebno posvetiti svakoj od triju sadržajnih domena prilikom ispitivanja TIMSS 2019 iz prirodoslovlja.

Tablica 2.2: Ciljani postotak zastupljenosti sadržajnih domena u ispitivanju prirodoslovlja TIMSS 2019 za četvrti razred

Sadržajne domene u četvrtome razredu	Postotak
znanosti o životu	45 %
fizičke znanosti	35 %
znanosti o Zemlji	20 %

Svaka od ovih sadržajnih domena obuhvaća nekoliko glavnih tematskih područja, a svako tematsko područje sastoji se od nekoliko tematskih cjelina. Za svaku cjelinu opisani su ishodi učenja za znanje, sposobnosti i vještine koje se ispituju u okviru svake cjeline. U cjelokupnome ispitivanju znanja u četvrtome razredu svaki ishod ispitivat će se približno jednakim brojem zadataka. Glagoli koji se upotrebljavaju u ishodima učenja označavaju prosječnu uspješnost koja se očekuje od učenika u četvrtome razredu, ali pri tome ne ograničavaju uspješnost u pojedinoj kognitivnoj domeni. Svaki ishod učenja može se ispitati oslanjajući se na bilo koju od triju kognitivnih domena (činjenično znanje, primjena znanja i zaključivanje).

Znanosti o životu

Sadržajna domena znanosti o životu u četvrtome razredu omogućuje učenicima da na temelju svoje urođene radoznalosti počinju bolje razumijevati živi svijet oko sebe. U istraživanju TIMSS 2019 sadržajna domena znanosti o životu obuhvaća pet tematskih cjelina:

- osobine i životni procesi živih bića
- životni ciklusi, razmnožavanje i nasljeđivanje
- organizmi, okoliš i njihovo međudjelovanje
- ekosustavi
- ljudsko zdravlje.

U četvrtome se razredu od učenika očekuje znanje o osnovnim svojstvima organizama, na koji način funkcioniraju te o njihovoj interakciji s drugim organizmima i okolišem u kojem se nalaze. Učenici bi također trebali biti upoznati s osnovnim pojmovima iz područja prirodoslovlja koji su vezani za životni ciklus, nasljeđivanje i ljudsko zdravlje. U višim razredima ova će znanja pridonijeti boljem razumijevanju načina na koji ljudsko tijelo funkcionira.

Osobine i životni procesi živih bića

1. Opisati razlike između žive i nežive prirode i sve što živa bića trebaju kako bi preživjela:
 - A. prepoznati i opisati razlike između žive i nežive prirode (npr. sva se živa bića razmnožavaju, rastu i razvijaju, reagiraju na podražaje i umiru, a to se ne događa s neživom prirodom)
 - B. prepoznati što sve živa bića trebaju za preživljavanje (npr. zrak, vodu i okoliš u kojem mogu živjeti).
2. Fizičke i biheviorističke osobine najvažnijih skupina živih bića:
 - A. usporediti i suprotstaviti fizičke i biheviorističke osobine koje bitno razlikuju najvažnije skupine organizama (npr. kukce, ptice, sisavce, ribe, gmazove i cvjetnice)
 - B. prepoznati i navesti primjere pripadnika najvažnijih skupina živih bića (npr. kukaca, ptica, sisavaca, riba, gmazova i cvjetnica)
 - C. razlikovati skupinu kralježnjaka i beskrležnjaka.
3. Funkcioniranje osnovnih struktura u živim bićima:
 - A. povezati glavne organe životinja s njihovima funkcijama (npr. zubi usitnjuju hranu, kosti podupiru tijelo, pluća omogućuju disanje, srce pumpa i cirkulira krv, želudac probava hranu, mišići pokreću tijelo)
 - B. povezati glavne strukture u biljaka s njihovima funkcijama (npr. korijen upija vodu i hranjive tvari te učvršćuje biljku za tlo, lišće proizvodi hranu, stabljika dostavlja vodu i hranu, laticе privlače oprašivače, cvjetovi proizvode sjeme, a iz sjemena niče nova biljka).

Životni ciklusi, razmnožavanje i nasljeđivanje

1. Razvojni koraci u životnome ciklusu i razlike među biljkama i životinjama:
 - A. prepoznati razvojne korake u životnome ciklusu biljaka (npr. klijanje, rast i razvoj, razmnožavanje, raznošenje sjemenki)
 - B. prepoznati, usporediti i suprotstaviti životne cikluse dobro poznatih biljaka i životinja (npr. drveća, graha, ljudi, žaba i leptira).
2. Nasljeđivanje i razmnožavanje:
 - A. prepoznati da se biljke i životinje razmnožavaju unutar svoje vrste kako bi osigurale potomstvo s karakteristikama sličnima roditeljima
 - B. razlikovati osobine biljaka i životinja koje su naslijedili od roditelja (npr. broj latica, boja latica, boja očiju, boja kose) i osobina koje nisu naslijedili (npr. polomljene grane na drvetu, duljina kose)

- C. prepoznati i opisati različita postupanja koja povećavaju izglednost preživljavanja većega broja potomaka (npr. biljka koja proizvodi puno sjemena, sisavci koji se brinu za svoje mlade).

Organizmi, okoliš i njihovo međudjelovanje

1. Fizičke ili biheviorističke osobine živih bića koje im pomažu preživjeti u okolišu u kojem žive:
 - A. povezati fizičke osobine biljaka i životinja s okolišem u kojemu žive i opisati kako im te osobine pomažu preživjeti (npr. debela stabljika, voštani premaz i duboki korijen pomažu biljci preživjeti u okolišu s malom količinom vode; mimikrija pomaže životinjama da se sakriju od grabežljivaca)
 - B. povezati ponašanje životinja s okolišem u kojem žive i opisati kako im to ponašanje pomaže u preživljavanju (npr. migracija ili hibernacija pomaže životinji preživjeti kada u okolišu ima malo hrane).
2. Opisati reakcije živih bića na uvjete u okolišu:
 - A. prepoznati i opisati reakcije biljaka na uvjete u okolišu (npr. količina i dostupnost vode, količina sunčeve svjetlosti)
 - B. prepoznati i opisati reakcije životinja na promjene uvjeta u okolišu (npr. svjetlo, temperatura, opasnost); prepoznati i opisati reakcije ljudskog tijela na visoke i niske temperature, tjelovježbu i opasnost.
3. Utjecaj čovjeka na okoliš:
 - A. prepoznati da ljudsko ponašanje negativno i pozitivno utječe na okoliš (npr. zagađivanje zraka i vode, koristi od smanjenja zagađivanja zraka i vode); opisati i navesti primjere kako zagađivanje utječe na ljude, biljke i životinje te okoliš u kojemu žive.

Ekosustavi

1. Ekosustavi:
 - A. povezati biljke i životinje (npr. zimzelene biljke, žabe, lavove) s ekosustavima (npr. šumama, jezerima, travnjacima).
2. Veze u jednostavnim hranidbenim lancima:
 - A. prepoznati da sve biljke i životinje trebaju hranu kako bi imale energiju za svoje aktivnosti i da trebaju razne tvari za rast i oporavak; objasniti da je biljkama za proizvodnju hrane potrebna sunčeva energija, a da se životinje hrane biljkama ili drugim životinjama
 - B. upotpuniti model jednostavnoga hranidbenog lanca s biljkama i životinjama iz dobro poznatih ekosustava, kao što su šuma ili pustinja
 - C. opisati uloge živih bića u svakoj karici jednostavnoga hranidbenog lanca (npr. biljke proizvode vlastitu hranu; neke životinje jedu biljke, dok druge životinje jedu životinje koje jedu biljke)
 - D. prepoznati i opisati grabežljivce i njihov plijen.

3. Nadmetanje u ekosustavima:

- A. prepoznati i shvatiti da se neka živa bića u ekosustavu bore s drugima za hranu ili prostor.

Ljudsko zdravlje

1. Prijenos, prevencija i simptomi zaraznih bolesti:

- A. povezati da se uobičajene zarazne bolesti prenose ljudskim kontaktom (npr. dodirivanje, kihanje, kašljanje)
- B. prepoznati ili opisati neke metode sprječavanja prijenosa bolesti (npr. cijepljenje, pranje ruku, izbjegavanje bolesnih ljudi); prepoznati uobičajene znakove bolesti (npr. visoka tjelesna temperatura, kašalj, bol u trbuhu).

2. Načini održavanja dobrog zdravlja:

- A. opisati svakodnevna ponašanja kojima se promiče dobro zdravlje (npr. uravnotežena prehrana, redovito vježbanje, pranje zuba, dovoljno spavanja, nanošenje kreme za sunčanje); prepoznati uobičajene namirnice koje su dio uravnotežene prehrane (npr. voće, povrće, žitarice).

Fizičke znanosti

U četvrtome razredu učenici uče kako se brojne pojave koje svakodnevno uočavaju mogu objasniti ako razumiju pojmove iz područja znanosti o prirodi, odnosno Fizike. Tematske cjeline od kojih se sastoji sadržajna domena fizičke znanosti u četvrtome razredu jesu:

- klasifikacija i svojstva tvari te promjene agregacijskih stanja
- oblici i prijenos energije
- sila i gibanje.

Od učenika četvrtoga razreda očekuje se osnovno razumijevanje fizikalnih stanja tvari (čvrsto, tekuće i plinovito), kao i promjena tvari iz jednoga agregacijskog stanja u drugo; na ovome razumijevanju temelji se učenje Kemije i Fizike u višim razredima. Na ovoj bi razini učenici također trebali poznavati osnovne oblike i izvore energije i njihovu praktičnu primjenu te razumjeti osnovne pojmove vezane za svjetlost, zvuk, elektricitet i magnetizam. U okviru proučavanja sila i gibanja u fokusu je razumijevanje povezanosti sile i gibanja na primjerima koje učenici mogu uočiti, poput učinka gravitacije ili odbijanja i privlačenja.

Klasifikacija i svojstva tvari te promjene agregacijskih stanja

1. Agregacijska stanja i njihove međusobne razlike:

- A. prepoznati i opisati tri agregacijska stanja (tj. da čvrsto stanje ima stalan oblik i volumen, tekuće stanje ima stalan volumen, ali ne i oblik, a plinovito stanje nema ni stalan oblik, ni stalan volumen).

2. Fizikalna svojstva kao kriterij klasifikacije tvari:
 - A. usporediti i grupirati predmete i materijale na temelju njihovih fizikalnih svojstava (npr. težine, mase, volumena, agregacijskoga stanja, svojstva provođenja topline i električne struje, svojstva plutanja ili tonjenja u vodi, svojstva magnetskoga privlačenja) [Napomena: od učenika četvrtoga razreda ne očekuje se da razlikuju masu i težinu.]
 - B. prepoznati svojstva metala (tj. provođenje električne struje i provođenje topline) i povezati ta svojstva s upotrebom metala (npr. bakrena električna žica, željezna posuda za kuhanje)
 - C. opisati primjere smjese i na koji se način mogu fizički odvojiti (npr. prosijavanjem, filtracijom, isparavanjem, magnetskom privlačnošću).
3. Magnetska privlačnost i odbojnost:
 - A. prepoznati da magneti imaju dva pola i da se isti polovi odbijaju, a suprotni polovi privlače
 - B. prepoznati da se magneti mogu upotrebljavati za privlačenje nekih metalnih predmeta.
4. Fizikalne promjene uočene u svakodnevnome životu:
 - A. prepoznati uočljive promjene na materijalima koje ne stvaraju nove materijale s različitim svojstvima (npr. otapanje, drobljenje aluminijske limenke)
 - B. uočiti da se tvar može zagrijavanjem ili hlađenjem promijeniti iz jednoga agregacijskog stanja u drugo; opisati promjene u agregacijskim stanjima vode (tj. topljenje, smrzavanje, ključanje, isparavanje i kondenzacija)
 - C. prepoznati način na koji se može povećati brzina otapanja krutoga materijala u zadanoj količini vode (tj. povećanje temperature, miješanjem i razbijanjem krutina na manje komade); razlikovati zasićene i nezasićene jednostavne otopine.
5. Kemijske promjene uočene u svakodnevnome životu:
 - A. prepoznati uočljive promjene na materijalima kojima se stvaraju novi materijale s različitim svojstvima (npr. propadanje, poput kvarenja hrane; izgaranja; hrđanja).

Oblici i prijenos energije

1. Osnovni izvori i primjene energije:
 - A. prepoznati izvore energije (npr. Sunce, tekuću vodu, vjetar, ugljen, naftu, plin) i prepoznati da je energija neophodna za pomicanje predmeta, grijanje i osvjetljenje.
2. Svjetlost i zvuk u svakodnevnome životu:
 - A. povezati poznate fizikalne pojave (tj. sjene, odsjaje i duge) sa svojstvima svjetla
 - B. povezati poznate fizikalne pojave (tj. vibriranje predmeta i odjeke) s nastankom i svojstvima zvuka.

3. Prijenos topline:

- A. prepoznati da topliji predmeti imaju višu temperaturu od hladnijih; opisati što se događa kada se topliji i hladniji predmeti dodiruju (tj. da se temperatura toplijega predmeta smanjuje, dok se temperatura hladnijega predmeta povećava).

4. Električna energija i jednostavni električni sustavi:

- A. prepoznati da se električna energija iz električnoga kruga može pretvoriti u druge oblike energije (npr. toplinu, svjetlost, zvuk)
- B. objasniti da jednostavni električni sustavi (npr. baterijska svjetiljka) moraju biti zatvoreni (neprekinuti) kako bi mogli raditi.

Sila i gibanje

1. Poznate sile i gibanje objekta:

- A. prepoznati gravitaciju kao silu koja privlači objekte prema Zemljinoj površini
- B. prepoznati da sile (tj. odbijanje i privlačenje) mogu promijeniti gibanje predmeta; usporediti djelovanje ovih sila na predmet s obzirom na njihovu različitu jačinu i smjer djelovanja; i prepoznati da trenje djeluje u suprotnome smjeru od smjera gibanja (npr. trenje koje djeluje protiv guranja ili povlačenja otežava gibanje predmeta duž površine).

2. Jednostavni strojevi:

- A. prepoznati da jednostavni strojevi (npr. poluge, koloture, zupčanici, rampe) olakšavaju gibanja (npr. olakšavaju podizanje stvari, smanjuju potrebnu količinu sile, mijenjaju udaljenost, mijenjaju smjer sile).

Znanosti o Zemlji

U sadržajnoj domeni znanosti o Zemlji proučava se Zemlja i njezin položaj u Sunčevu sustavu. U četvrtome se razredu proučavaju pojave i procesi koje učenici mogu promatrati u svakodnevnome životu. Iako u zemljama sudionicama ne postoji jedinstveni sadržaj kurikuluma za sadržajnu domenu znanosti o Zemlji, tri tematske cjeline obuhvaćene ovom domenom važne su za učenike u četvrtome razredu zato što u tim cjelinama uče o planetu na kojemu žive i o njegovu položaju u Sunčevu sustavu:

- fizička obilježja Zemlje, resursi i Zemljina prošlost
- vrijeme i klima na Zemlji
- Zemlja u Sunčevu sustavu.

Na ovoj se razini od učenika četvrtoga razreda očekuje opće znanje o strukturi i fizičkim obilježjima Zemlje te o korištenju najvažnijih Zemljinih resursa. Učenici bi također trebali znati opisati neke od Zemljinih prirodnih procesa u smislu uočljivih promjena te razumjeti vremenski okvir tijekom kojega su se te promjene dogodile. Na temelju promatranja promjena na Zemlji i nebu, učenici četvrtoga razreda trebali bi pokazati da razumiju kakav je Zemljin položaj u Sunčevu sustavu.

Fizička obilježja Zemlje, resursi i Zemljina prošlost

1. Fizička obilježja Zemlje:

- A. prepoznati da se Zemljina površina sastoji od neravnomjernih udjela kopna i vode (površina vode veća je od površine kopna) i da je okružena zrakom; opisati gdje se nalazi slana voda, a gdje slatka voda te prepoznati da rijeke i potoci istječu iz planina, a utječe u oceane ili jezera.

2. Resursi Zemlje:

- A. prepoznati da se Zemljini resursi koriste u svakodnevnome životu (npr. voda, vjetar, zemlja, šume, nafta, prirodni plin i minerali)
- B. objasniti važnost odgovornoga korištenja Zemljinih obnovljivih i neobnovljivih resursa (npr. fosilnih goriva, šuma, vode).

3. Zemljina prošlost:

- A. prepoznati da vjetar i voda utječu na izgled Zemljina krajolika i da su određeni oblici Zemljina krajolika (npr. planine, riječne doline) rezultat vrlo sporih promjena tijekom dužega razdoblja
- B. prepoznati da se pojedini ostatci (fosili) životinja i biljaka koje su davno živjele na Zemlji nalaze u stijenama te donijeti jednostavne zaključke o promjenama na Zemljinoj površini s obzirom na mjesto pronalaska.

Vrijeme i klima na Zemlji

1. Vrijeme i klima na Zemlji:

- A. primijeniti znanje o promjenama agregacijskih stanja vode za razumijevanje uobičajenih vremenskih događaja (npr. stvaranje oblaka, kapljica rose, isparavanje lokvi, snijega, kiše)
- B. opisati kako se vrijeme (tj. dnevne promjene temperature, vlažnosti, oborina u obliku kiše ili snijega, oblaka i vjetra) može razlikovati ovisno o geografskome položaju
- C. opisati kako se prosječna temperatura i padaline mogu razlikovati ovisno o godišnjim dobima i geografskome položaju.

Zemlja u Sunčevu sustavu

1. Tijela u Sunčevu sustavu i njihova kretanja:

- A. prepoznati da je Sunce izvor topline i svjetlosti u Sunčevu sustavu; opisati Sunčev sustav kao skupinu planeta koji se vrte oko Sunca
- B. shvatiti da se Mjesec vrti oko Zemlje i da poprima različite oblike ovisno o danu u mjesecu u kojemu ga se promatra sa Zemlje.

2. Zemljina kretanja i posljedice tih kretanja na Zemlji:

- A. objasniti kako su dan i noć povezani sa Zemljinim kretanjem oko svoje osi i dokazati tu rotaciju služeći se pomoću izgleda sjene tijekom dana
- B. opisati kako su godišnja doba na sjevernoj i južnoj polutki Zemlje povezana sa Zemljinim godišnjim kretanjem oko Sunca.

Sadržajne domene u prirodoslovlju – osmi razred

U istraživanju TIMSS 2019 iz prirodoslovlja za osmi razred odabrane su četiri glavne domene koje obuhvaćaju većinu nastavnih sadržaja Biologije, Kemije, Fizike i znanosti o Zemlji (Geografije). Tablica 2.3 prikazuje udio vremena koje je potrebno posvetiti svakoj od četiriju sadržajnih domena prilikom ispitivanja TIMSS 2019 iz prirodoslovlja.

Tablica 2.3: Ciljani postotak zastupljenosti sadržajnih domena u ispitivanju prirodoslovlja TIMSS 2019 za osmi razred

Sadržajne domene u osmome razredu	Postotak
Biologija	35 %
Kemija	20 %
Fizika	25 %
znanosti o Zemlji (Geografija)	20 %

Svaka od ovih sadržajnih domena obuhvaća nekoliko glavnih tematskih područja, a svako tematsko područje sastoji se od nekoliko tematskih cjelina. Za svaku cjelinu opisani su ishodi učenja za znanje, sposobnosti i vještine koje se ispituju u okviru svake cjeline a za koje se očekuju da su ih učenici savladali. U cjelokupnome ispitivanju znanja u osmome razredu svaki ishod ispitivat će se približno jednakim brojem zadataka. Glagoli koji se upotrebljavaju u ishodima učenja označavaju prosječnu uspješnost koja se očekuje od učenika u osmome razredu, ali pri tome ne ograničavaju uspješnost na samo jednu kognitivnu domenu. Svaki ishod učenja može se ispitati oslanjajući se na svaku od triju kognitivnih domena (činjenično znanje, primjena znanja i zaključivanje).

Biologija

U osmome razredu učenici nadograđuju osnovna znanja koja su naučili u nižim razredima iz sadržajne domene znanosti o životu i razvijaju razumijevanje većine najvažnijih pojmova iz Biologije. Domena Biologije obuhvaća šest tematskih cjelina:

- osobine i životni procesi organizama
- stanice i njihove funkcije
- životni ciklusi, razmnožavanje i nasljeđivanje
- raznolikost, prilagodba i prirodna selekcija
- ekosustavi
- ljudsko zdravlje.

Pojmovi naučeni u svakome od ovih tematskih područja ključni su za pripremu učenika za naprednije učenje. Od učenika osmoga razreda očekuje se da razumiju kako su povezani struktura i funkcioniranje organizama. Učenici bi također trebali temeljito poznavati strukturu i funkciju stanice te procese fotosinteze i staničnoga disanja. Na ovoj je razini proučavanje razmnožavanja i nasljeđi-

vanja temelj za kasnije naprednije učenje o molekularnoj biologiji i molekularnoj genetici. Znanje o procesima prilagodbe i prirodne selekcije omogućuje dobro razumijevanje evolucije, a razumijevanje procesa i međudjelovanja u ekosustavima potiče učenike na razmišljanje i traženje rješenja za mnoge ekološke probleme. Osim toga, razvijanje razumijevanja ljudskoga zdravlja utemeljeno u znanosti, omogućava učenicima poboljšanje uvjeta vlastitoga života i života drugih ljudi.

Osobine i životni procesi organizama

1. Razlike među glavnim taksonomskim skupinama organizama:
 - A. prepoznati definirajuća obilježja koja razlikuju glavne taksonomske skupine organizama (tj. biljke, životinje, gljive, sisavce, ptice, gmazove, ribe, vodozemce i kukce)
 - B. prepoznati i kategorizirati organizme koji su primjeri glavnih taksonomskih skupina organizama (tj. biljaka, životinja, gljiva, sisavaca, ptica, gmazova, riba, vodozemaca i kukaca).
2. Strukture i funkcije glavnih organskih sustava:
 - A. smjestiti i prepoznati glavne organe (npr. pluća, želudac, mozak) i sastavne dijelove glavnih organskih sustava u ljudskome tijelu (npr. dišni sustav, probavni sustav)
 - B. usporediti i razlikovati glavne organe i glavne organske sustave kod ljudi i ostalih kralježnjaka
 - C. objasniti ulogu glavnih organa i glavnih organskih sustava za održavanje života, poput onih koji su uključeni u cirkulaciju i disanje.
3. Fiziološki procesi kod životinja:
 - A. prepoznati reakcije životinja na vanjske i unutarnje promjene koje održavaju stabilna tjelesna stanja (npr. povećan broj otkucaja srca tijekom kretanja, osjećaj žeđi zbog dehidracije, osjećaj gladi zbog manjka energije, znojenje na vrućini, drhtanje na hladnoći).

Stanice i njihove funkcije

1. Strukture i funkcije stanica:
 - A. objasniti da su živa bića izgrađena od stanica koje izvršavaju životne funkcije i razmnožavaju se dijeljenjem
 - B. prepoznati glavne stanične strukture (tj. staničnu stijenu, staničnu membranu, jezgru, kloroplast, vakuolu i mitohondrije) i opisati primarne funkcije tih struktura
 - C. prepoznati da se biljne stanice razlikuju od životinjskih po staničnoj stijenci i kloroplastima
 - D. objasniti da skupina stanica koje imaju specijalizirane strukture i funkcije izgrađuju tkiva, organe i sustave organa.
2. Proces fotosinteze i staničnoga disanja:
 - A. opisati osnovni proces fotosinteze (tj. da je potrebna svjetlost, ugljični dioksid, voda i klorofil; da se proizvodi glukoza, tj. šećer; pri čemu se oslobađa kisik)
 - B. opisati osnovni proces staničnoga disanja (tj. da je potreban kisik i glukoza, tj. šećer; da se proizvodi energija; pri čemu se oslobađa ugljični dioksid i voda).

Životni ciklusi, razmnožavanje i nasljeđivanje

1. Životni ciklusi i obrasci razvoja:

- A. usporediti i razlikovati životne cikluse i obrasce rasta i razvoja različitih vrsta organizama (tj. sisavaca, ptica, vodozemaca, kukaca i biljaka).

2. Spolno razmnožavanje i nasljeđivanje kod biljaka i životinja:

- A. prepoznati da je spolno razmnožavanje spajanje jajne stanice i spermija kako bi se stvorilo potomstvo koje sliči roditeljima, ali ujedno i odudara od oba roditelja; povezati svojstvo nasljeđivanja osobina s organizmima koji genetski materijal prenose na svoje potomstvo
- B. prepoznati da su osobine organizma kodirane u njegovu DNK-u; prepoznati da je DNK genetska informacija koja se nalazi u kromosomima smještenima u jezgri svake stanice
- C. razlikovati naslijeđene osobine od stečenih ili naučenih osobina.

Raznolikost, prilagodba i prirodna selekcija

1. Varijacija kao osnova za prirodnu selekciju:

- A. prepoznati da postoje varijacije u tjelesnim i bihevioralnim osobinama pojedinaca u populaciji i da neke varijacije pojedincima omogućuju lakše preživljavanje i prenošenje karakteristika na njihovo potomstvo
- B. povezati preživljavanje ili izumiranje vrsta s reproduktivnim uspjehom u promjenjivome okolišu (prirodna selekcija).

2. Dokazi o promjenama života na Zemlji tijekom vremena:

- A. zaključiti koliko dugo postoje glavne skupine organizama na Zemlji koristeći se fosilima
- B. opisati kako sličnosti i razlike između živih vrsta i fosila potvrđuju promjene koje se tijekom vremena događaju u živim bićima te prepoznati kako stupanj sličnosti svojstava dokazuje zajedničko podrijetlo.

Ekosustavi

1. Protok energije u ekosustavima:

- A. prepoznati i navesti primjere proizvođača, potrošača i razlagača; nacrtati ili protumačiti mrežne hranidbene dijagrame
- B. opisati protok energije u ekosustavu (tj. da energija teče od proizvođača do potrošača, i da se samo dio energije prenosi s jedne razine na drugu); nacrtati ili protumačiti energetske piramide.

2. Kruženje vode, kisika i ugljika u ekosustavima:

- A. opisati ulogu živih bića u kruženju vode u ekosustavu (tj. da biljke uzimaju vodu iz tla i ispuštaju vodu kroz svoje lišće, a da životinje piju vodu i ispuštaju vodu tijekom disanja te kao izlučevine)
- B. opisati ulogu živih bića u kruženju kisika i ugljika u ekosustavu (tj. da biljke uzimaju ugljični dioksid iz zraka i ispuštaju kisik u zrak kao dio procesa fotosinteze te pohranjuje ugljik u svoje stanice, a životinje udišu kisik iz zraka i ispuštaju ugljični dioksid u zrak kao dio procesa disanja).

3. Međuovisnost populacija organizama u ekosustavu:
 - A. opisati i navesti primjere nadmetanja među populacijama ili organizmima u ekosustavu
 - B. opisati i navesti primjere grabežljivosti u ekosustavu
 - C. opisati i navesti primjere simbioze među populacijama organizama u ekosustavu (npr. ptice ili kukci koji oprašuju cvijeće, ptice koje jedu kukce na jelenima ili govedima).
4. Čimbenici koji utječu na veličinu populacije u ekosustavu:
 - A. opisati čimbenike koji utječu na rast biljaka i životinja; prepoznati čimbenike koji ograničavaju veličinu populacije (npr. bolest, grabežljivce, izvore hrane, sušu)
 - B. predvidjeti da promjene u ekosustavu mogu utjecati na dostupne resurse, a time i na ravnotežu među populacijama (npr. promjene u vodoopskrbi, uvođenje nove populacije, lov, migracije).
5. Utjecaj čovjeka na okoliš:
 - A. opisati i objasniti načine na koje ljudsko ponašanje može pozitivno utjecati na okoliš (npr. pošumljavanje, smanjenje onečišćenja zraka i vode, zaštita ugroženih vrsta)
 - B. opisati i objasniti načine na koje ljudsko ponašanje može negativno utjecati na okoliš (npr. ispuštanje tvorničkih otpadnih voda u prirodne vodene sustave, sagorijevanjem fosilnih goriva u zrak se ispuštaju staklenički plinovi i onečišćivači); opisati i navesti primjere kako onečišćenje zraka, vode i tla utječe na ljude, biljke i životinje (npr. onečišćenje vode može ugroziti život biljaka i životinja u vodenom sustavu).

Ljudsko zdravlje

1. Uzroci, prijenos, sprječavanje i otpornost na bolesti:
 - A. opisati uzroke, prijenos i sprječavanje uobičajenih bolesti (npr. gripe, ospica, malarije, HIV-a)
 - B. opisati ulogu ljudskoga imunološkog sustava u zaštiti od bolesti i poticanju na oporavak (tj. da antitijela u krvi pomažu tijelu da se odupre zarazi, a bijele krvne stanice brane organizam od zaraze).
2. Važnost prehrane, vježbanja i načina života:
 - A. objasniti važnost prehrane, vježbanja i načina života za održavanje zdravlja i sprječavanje bolesti (npr. bolesti srca, visoki krvni tlak, dijabetes, rak kože, rak pluća)
 - B. opisati uravnoteženu prehranu i ulogu hranjivih sastojaka u zdravoj prehrani (tj. vitamini, minerali, proteini, ugljikohidrati i masti).

Kemija

U osmome se razredu u gradivu iz Kemije razumijevanje svakodnevnih pojava proširuje na učenje središnjih pojmova i načela potrebnih za razumijevanje praktičnih primjena Kemije, te nakon toga i naprednije učenje. Domena Kemije obuhvaća tri tematske cjeline:

- sastav tvari
- svojstva tvari
- kemijske promjene.

U okviru tematskoga područja sastav tvari uče se razlike među elementima, spojevima i smjesama te se potiče razumijevanje strukture čestica tvari. U ovo područje je uključeno i korištenje periodnoga sustava elemenata kao načina razvrstavanja elemenata. Na makroskopskoj razini, u okviru tematskoga područja svojstva tvari, uče se razlike između fizikalnih i kemijskih svojstava tvari te se potiče razumijevanje svojstava smjese i otopina, kao i svojstava kiselina i baza. U okviru proučavanja kemijskih promjena uči se o njihovim svojstvima i očuvanju tvari.

Sastav tvari

1. Građa atoma i molekula:
 - A. opisati kako su atomi sastavljeni od subatomske čestice (tj. od negativno nabijenih elektrona koji kruže oko jezgre u kojoj se nalaze pozitivno nabijeni protoni i neutroni bez naboja)
 - B. opisati strukturu tvari s obzirom na sastavne čestice (tj. atome i molekule) i opisati molekule kao kombinacije atoma (npr. H_2O , O_2 , CO_2).
2. Elementi, spojevi i smjese:
 - A. opisati razlike među elementima, spojevima i smjesama; razlikovati čiste tvari (tj. elemente i spojeve) i smjese (homogene i heterogene) na temelju njihova nastanka i sastava.
3. Periodni sustav elemenata:
 - A. prepoznati da je periodni sustav tablični raspored poznatih elemenata; prepoznati i opisati da su elementi raspoređeni prema broju protona u jezgrama atoma svakoga elementa
 - B. prepoznati da se svojstva elementa (npr. pripadnost metalima ili nemetalima, reaktivnost) mogu iščitati iz njegova položaja u periodnome sustavu (tj. iz retka, stupca, grupe ili obitelji) i da elementi u istoj skupini imaju neka zajednička svojstva.

Svojstva tvari

1. Fizikalna i kemijska svojstva tvari:
 - A. razlikovati fizikalna i kemijska svojstva tvari
 - B. povezati upotrebu materijala s njihovim fizikalnim svojstvima (npr. točka taljenja, točka vrenja, topljivost, toplinska provodljivost)
 - C. povezati upotrebu materijala s njihovim kemijskim svojstvima (npr. sklonost hrdanju, zapaljivost).

2. Fizikalna i kemijska svojstva kao kriterij klasifikacije tvari:
 - A. razvrstati tvari prema fizikalnim svojstvima koja se mogu dokazati ili izmjeriti (npr. prema gustoći, talištu ili vrelištu, topljivosti, magnetskim svojstvima, električnoj ili toplinskoj vodljivosti)
 - B. razvrstati tvari prema njihovim kemijskim svojstvima (npr. odrediti je li tvar metal ili nemetal).
3. Smjese i otopine:
 - A. objasniti kako se fizikalnim postupcima smjese mogu razdvojiti na njihove pojedine sastojke
 - B. opisati smjese tvari s obzirom na sastojke (tj. čvrste, tekuće ili plin otopljen u tekućini) otopljene u otapalu i povezati koncentraciju otopine s omjerom otopine i otapala
 - C. objasniti utjecaj temperature, miješanja i dodirnih površina s otapalom na brzinu otapanja tvari.
4. Svojstva kiselina i baza:
 - A. prepoznati svakodnevne tvari kao kiseline ili baze na temelju njihovih svojstava (npr. kiseline imaju pH manji od 7; kisela hrana obično ima kiselkast okus; baze obično ne reagiraju s metalima; baze su na dodir skliske)
 - B. prepoznati da i kiseline i baze u reakciji s indikatorima daju različite promjene boje
 - C. uočiti da se kiseline i baze međusobno neutraliziraju.

Kemijske promjene

1. Svojstva kemijskih promjena:
 - A. razlikovati kemijske promjene od fizikalnih s obzirom na pretvorbu jedne ili više čistih tvari (reaktanata) u različite čiste tvari (produkte)
 - B. dokazati da se kemijska reakcija uistinu dogodila (tj. da je došlo do promjene temperature, stvaranja plina, stvaranja taloga, promjene boje ili emisije svjetlosti)
 - C. prepoznati da je kisik potreban za reakcije oksidacije (tj. izgaranje, hrđanje i potamnj enje) i povezati te reakcije sa svakodnevnim radnjama (npr. gorenjem drva, očuvanjem metalnih predmeta).
2. Tvari i energija u kemijskim reakcijama:
 - A. prepoznati da je masa tvari zadržana u kemijskoj reakciji i da su svi atomi koji su prisutni na početku, prisutni i na kraju reakcije, ali su preuređeni u novu strukturu tvoreći nove tvari
 - B. prepoznati da se u nekim kemijskim reakcijama oslobađa energija (toplina), dok se u drugim reakcijama apsorbira te razvrstati poznate kemijske reakcije (npr. izgaranje, neutralizaciju, miješanje tvari u kemijskom hladnim oblozima) prema oslobađanju topline ili apsorpiranju energije (topline)
 - C. prepoznati da se kemijske reakcije odvijaju različitim brzinama i da na brzinu reakcije može utjecati promjena uvjeta u kojima se reakcija odvija (tj. površina, temperatura i koncentracija).

3. Kemijske veze:

- A. prepoznati da je kemijska veza rezultat privlačenja među atomima u kemijskome spoju i da su elektroni atoma dio te veze.

Fizika

Kao i u domeni Kemije, u osmome se razredu u gradivu iz Fizike razumijevanje svakodnevnih pojava proširuje na učenje središnjih pojmova i načela potrebnih za razumijevanje praktičnih primjena Fizike, te nakon toga i naprednije učenje. Domena Fizike obuhvaća pet tematskih područja:

- fizikalna stanja i promjene tvari
- pretvorba i prijenos energije
- svjetlost i zvuk
- elektricitet i magnetizam
- sila i gibanje.

Od učenika osmoga razreda očekuje se da opišu procese uslijed kojih dolazi do promjena stanja tvari i da povežu stanja tvari s udaljenostima i gibanjima čestica. Također bi trebali moći prepoznati različite oblike energije, opisati jednostavne pretvorbe energije, primijeniti načelo očuvanja ukupne energije u praktičnim situacijama i razumjeti razliku između toplinske energije (topline) i temperature. Od učenika se na ovoj razini također očekuje da znaju osnovna svojstva svjetlosti i zvuka, te povežu ta svojstva s uočljivim pojavama kao i da riješe praktične zadatke vezane za svojstva svjetlosti i zvuka. Kada je riječ o tematskome području elektricitet i magnetizam, učenici bi trebali biti upoznati s električnom vodljivošću uobičajenih materijala, protokom struje u električnim krugovima i razlikom između jednostavnih serijskih i paralelnih strujnih krugova. Učenici bi također trebali znati opisati svojstva i upotrebu trajnih magneta i elektromagneta. Znanje o silama i gibanjima trebalo bi obuhvatiti i poznavanje općih vrsta i svojstava sila te principa rada jednostavnih strojeva. Učenici bi trebali razumjeti pojmove tlaka i gustoće i biti sposobni predvidjeti kvalitativne promjene gibanja na temelju sila koje djeluju na predmet.

Fizikalna stanja i promjene tvari

1. Gibanje čestica u krutinama, tekućinama i plinovima:

- A. prepoznati da su atomi i molekule u tvari u stalnome gibanju i prepoznati razlike u relativnome gibanju, kao i udaljenosti između čestica u krutinama, tekućinama i plinovima; primijeniti znanje o gibanju i udaljenosti između atoma i molekula kako bi se objasnila fizikalna svojstva krutina, tekućina i plinova (tj. volumena, oblika, gustoće i stlačivost)
- B. povezati promjene temperature plina s promjenama njegova volumena i tlaka te s promjenama prosječne brzine njegovih čestica; na temelju prosječnoga razmaka između čestica uočiti povezanost između povećanja volumena krutina i tekućina i promjene temperature.

2. Promjene stanja tvari:

- A. opisati promjene stanja (tj. topljenje, smrzavanje, ključanje, isparavanje, kondenzacija i sublimacija) kao rezultat povećanja ili smanjenja toplinske energije
- B. povezati brzinu promjene stanja s fizičkim čimbenicima (npr. površina, temperatura okoline).

3. Fizikalne promjene:

- A. uočiti da fizikalne promjene ne uključuju stvaranje novih tvari
- B. objasniti da se masa tijekom fizikalnih promjena ne mijenja (npr. promjena stanja, otapanje krutina, toplinsko širenje).

Pretvorba i prijenos energije

1. Oblici i očuvanje energije:

- A. prepoznati različite oblike energije (npr. kinetička, potencijalna, energija svjetlosti, energija zvuka, električna energija, toplinska energija, kemijska energija)
- B. opisati pretvorbu energije koja se odvija u raznim uobičajenim pojavama (npr. sagorijevanje u motoru koji pokreće automobil, fotosinteza, proizvodnja električne energije iz hidroenergije); prepoznati da je u zatvorenome sustavu sačuvana ukupna energija.

2. Prijenos toplinske energije i toplinska vodljivost materijala:

- A. prepoznati da se temperatura tijekom topljenja, vrenja i zamrzavanja ne mijenja, ali se povećava ili smanjuje toplinska energija tijekom promjene stanja
- B. povezati prijelaz toplinske energije s predmeta više temperature na predmet niže temperature s hlađenjem i grijanjem; uočiti da se vrući predmet hlade, a hladni se predmeti zagrijavaju dok ne dosegnu istu temperaturu okružja u kojemu se nalaze
- C. prepoznati da su vodljivost, konvekcija i radijacija oblici prijenosa toplinske energije; usporediti relativnu toplinsku vodljivost različitih materijala.

Svjetlost i zvuk

1. Svojstva svjetlosti:

- A. opisati ili prepoznati osnovna svojstva svjetlosti (tj. brzinu, prijenos kroz različite medije; odbijanje, lomljenje, upijanje i razdvajanje bijele svjetlosti na boje sastavnice); povezati jasnu boju predmeta s odbijenom ili upijenom svjetlošću
- B. riješiti praktične zadatke vezane za odbijanje svjetlosti od zrcalne površine i nastanak sjena; protumačiti jednostavne zrakaste dijagrame radi prepoznavanja putanje svjetlosne zrake.

2. Svojstva zvuka:

- A. prepoznati da je zvuk pojava uzrokovana frekvencijama mehaničkoga vala i da su glasnoća (amplituda) i ton (frekvencija) osnovna svojstva zvuka; opisati neka osnovna svojstva zvuka (tj. da je za prijenos zvuka potreban medij, površine odbijaju ili upijaju zvuk, zvuk ima različitu brzinu ovisno o mediju kroz koji prolazi, a ona je uvijek manja od brzine svjetlosti)
- B. povezati uobičajene pojave (npr. odjeke, zvuk grmljavine nakon munje) sa svojstvima zvuka.

Elektricitet i magnetizam

1. Vodiči i elektricitet u strujnim krugovima:

- A. svrstati materijale u vodiče ili izolatore; prepoznati dijelove ili materijale koji se mogu koristiti za zatvaranje strujnih krugova
- B. prepoznati dijagrame koji prikazuju zatvoreni strujni krug; opisati čimbenike koji utječu na električnu struju u serijskim ili paralelnim strujnim krugovima (npr. broj baterija i/ili žarulja).

2. Svojstva i upotreba trajnih magneta i elektromagneta:

- A. povezati svojstva trajnih magneta (tj. dva suprotna pola, privlačenje, odbijanje, jačina magnetske sile ovisi o udaljenosti) s primjenom u svakodnevnim situacijama (npr. kompas)
- B. opisati svojstva koji su jedinstvena za elektromagnete (tj. jačina ovisi o struji, broju zavojnica i vrsti metala jezgre; magnetsko privlačenje može se uključiti ili isključiti i polovi se mogu mijenjati) i povezati svojstva elektromagneta s primjenom u svakodnevnim situacijama (npr. zvono na vratima, tvornica za recikliranje).

Sila i gibanje

1. Gibanje:

- A. prepoznati brzinu predmeta kao promjenu položaja (udaljenosti) u određenome vremenu, a ubrzanje kao promjenu brzine u određenome vremenu.

2. Sile i njihova svojstva:

- A. opisati mehaničke sile (npr. gravitacijsku silu, normalnu silu, silu trenja, elastičnu silu, uzgon); prepoznati i opisati težinu kao silu uzrokovanu gravitacijom; razlikovati kontaktne i beskontaktno sile (npr. trenje, gravitacija)
- B. prepoznati da sile imaju snagu i smjer; prepoznati da za svaku silu akcije postoji jednaka i suprotna sila reakcije; uočiti i opisati razliku snage djelovanja gravitacijske sile na predmet na različitim planetima (ili mjesecima).

3. Djelovanje sila:

- A. opisati princip rada jednostavnih strojeva (npr. poluge, kosine, remenice, zupčanicu)
- B. objasniti pojmove plutanja i tonjenja na temelju razlike gustoće fluida i djelovanja sile uzgona
- C. opisati tlak u odnosu na silu i površinu; opisati posljedice djelovanja tlaka (npr. tlak vode povećava se s dubinom zarona, balon se širi kad se napuhne)
- D. predvidjeti kvalitativne jednodimenzionalne promjene gibanja (brzine i smjera) objekta na temelju sila koje djeluju na njega; prepoznati i opisati kako sila trenja djeluje na gibanje (npr. dodirno područje između površina može povećati trenje i otežati gibanje).

Znanosti o Zemlji (Geografija)

Tematska područja obrađena u sadržajnoj domeni znanosti o Zemlji (Geografija) obuhvaćaju tematske cjeline iz geologije, astronomije, meteorologije, hidrologije i oceanografije, a povezane su s pojmovima iz Biologije, Kemije i Fizike. Iako se u pojedinim zemljama sudionicama ne obrađuju sva tematska područja iz sadržajne domene znanosti o Zemlji (Geografiji), očekuje se da će određena razina znanja iz pojedinih tema koje pripadaju znanostima o Zemlji biti uključena u prirodoslovni kurikulum koji obuhvaća fizičke znanosti i znanosti o životu ili u zasebnim nastavnim predmetima kao što su Geografija ili Geologija. TIMSS 2019 okvir za ispitivanje prirodoslovlja obuhvaća sljedeće tematske cjeline koje su važne za učenike osmoga razreda zato što u tim cjelinama uče o planetu na kojemu žive i o njegovu položaju u svemiru:

- unutarnja građa i fizička obilježja Zemlje
- procesi, ciklusi i Zemljina prošlost
- Zemljini resursi, njihova upotreba i očuvanje
- Zemlja u Sunčevu sustavu i svemiru.

Od učenika osmoga razreda očekuje se opće znanje o strukturi i fizičkim obilježjima Zemlje, kao i o slojevima Zemljine strukture i atmosfere. Učenici bi također trebali pokazati konceptualno razumijevanje procesa, ciklusa, obrazaca, uključujući geološke procese koji su se odvijali tijekom Zemljine prošlosti, kruženje vode u prirodi te vrste klime i vremenskih uvjeta. Učenici bi trebali poznavati Zemljine resurse i njihovo korištenje i očuvanje te povezati ovo znanje s praktičnim rješenjima za pitanja upravljanja resursima. Na ovoj razini, poučavanje o Zemlji i Sunčevu sustavu uključuje razumijevanje načina na koji su pojave koje se mogu promatrati povezane s kretanjem Zemlje i Mjeseca te opisivanje svojstava Zemlje, Mjeseca i drugih planeta.

Unutarnja građa i fizička obilježja Zemlje

1. Struktura i fizička svojstva Zemlje:
 - A. opisati strukturu Zemlje (tj. koru, plašt i jezgru) i fizička obilježja tih različitih dijelova
 - B. opisati raspodjelu vode na Zemlji s obzirom na njezino fizičko stanje (tj. led, vodu i vodenu paru) i opisati raspodjelu slatke i slane vode.
2. Sastavni dijelovi Zemljine atmosfere i atmosferski uvjeti:
 - A. prepoznati da je Zemljina atmosfera mješavina plinova; prepoznati relativno obilje sastavnih plinova atmosfere (tj. dušika, kisika, vodene pare i ugljičnoga dioksida), povezati te sastavne dijelove sa svakodnevnim procesima
 - B. povezati promjene atmosferskih uvjeta (tj. temperature i tlaka) s promjenom nadmorske visine.

Procesi, ciklusi i Zemljina prošlost

1. Geološki procesi:

- A. opisati opće procese nastajanja stijena (npr. hlađenje lave, pretvaranje sedimenata u stijenu pod utjecajem topline i tlaka, vremenske uvjete, eroziju)
- B. prepoznati ili opisati promjene na površini Zemlje (npr. nastanak planina) koje su posljedica velikih geoloških događaja (npr. glacijacija, pomicanje tektonskih ploča i naknadni potresi te erupcije vulkana)
- C. objasniti nastanak fosila i fosilnih goriva; na temelju dokaza iz fosilnih zapisa objasniti kako se okoliš mijenjao tijekom dugih povijesnih razdoblja.

2. Kruženje vode na Zemlji:

- A. opisati procese kruženja vode na Zemlji (tj. isparavanje, kondenzacija, prijenos i padaline) i prepoznati da je Sunce izvor energije koji potiče kruženje vode
- B. opisati ulogu pomicanja oblaka i protoka vode u procesu kruženja vode i obnavljanju slatke vode na površini Zemlje.

3. Vrijeme i klima:

- A. razlikovati vrijeme (tj. svakodnevne promjene temperature, vlažnosti, padaline u obliku kiše ili snijega, oblaka i vjetera) i klimu (tj. dugoročne tipične vremenske obrasce u zemljopisnom području)
- B. protumačiti podatke ili karte meteoroloških obrazaca i na temelju njih prepoznati tipove klime
- C. povezati klimu i sezonske promjene meteoroloških obrazaca s globalnim i lokalnim čimbenicima (npr. geografska širina, nadmorska visina, opis terena)
- D. prepoznati ili opisati dokaze o klimatskim promjenama (npr. promjene koje su se događale tijekom ledenoga doba, promjene povezane s globalnim zatopljenjem).

Zemljini resursi, njihova upotreba i očuvanje

1. Upravljanje Zemljinim resursima:

- A. navesti primjere obnovljivih i neobnovljivih izvora energije
- B. objasniti prednosti i nedostatke različitih izvora energije (npr. sunčeve svjetlosti, vjetera, tekuće voda, geotermalne energije, nafte, ugljena, plina, nuklearne energije)
- C. opisati načine očuvanja Zemljinih izvora energije i gospodarenja otpadom (npr. recikliranje).

2. Korištenje tla i vode:

- A. objasniti kako uobičajeni načini korištenja tla (npr. uzgoj, sječa, rudarstvo) mogu utjecati na tlo te izvore i zalihe vode
- B. objasniti važnost očuvanja zaliha vode i opisati načine kojima se osigurava dostupnost slatke vode za ljudske potrebe (npr. desalinizacija, pročišćavanje).

Zemlja u Sunčevu sustavu i svemiru

1. Uočiti pojave na Zemlji na koje utječu kretanja Zemlje i Mjeseca:
 - A. opisati učinke godišnje revolucije Zemlje oko Sunca s obzirom na nagib njezine osi (npr. različita godišnja doba, različita zvijezda vidljiva su u različita doba godine)
 - B. prepoznati da su plima i oseka uzrokovane gravitacijskim privlačenjem Mjeseca te povezati Mjesečeve mijene i pomračine s relativnim položajima Zemlje, Mjeseca i Sunca.
2. Sunce, zvijezde, Zemlja, Mjesec i planeti:
 - A. prepoznati da je Sunce zvijezda i izvor svjetlosti i topline svakome nebeskom tijelu u Sunčevu sustavu; objasniti da Sunce i druge zvijezde proizvode vlastitu svjetlost, ali da su ostala nebeska tijela Sunčeva sustava vidljiva zbog svjetla koje se odbija od Sunca
 - B. usporediti i razlikovati određena fizička svojstva Zemlje, Mjeseca i drugih planeta (npr. postojanje i sastav atmosfere, prosječna temperatura površine, prisutnost vode, masa, gravitacija, udaljenost od Sunca, vrijeme revolucije i rotacije, mogućnost održanja života); prepoznati da sila gravitacije zadržava kretanje planeta i mjeseca po njihovim putanjama.

Kognitivne domene u prirodoslovlju – četvrti i osmi razred

Kognitivna dimenzija sastoji se od triju domena koje opisuju misaone procese. Od učenika se očekuje da će ove procese primijeniti prilikom rješavanja zadataka iz prirodoslovlja u ispitivanju TIMSS 2019. U prvoj se domeni (*činjenično znanje*) ispituje sposobnost učenika da se prisjete, prepoznaju, opišu i navedu primjere činjenica, pojmova i postupaka koji su neophodni za proučavanje prirodoslovlja. U drugoj domeni (*primjena znanja*) naglasak je na primjeni činjeničnoga znanja za uspoređivanje, razlikovanje i svrstavanje skupina predmeta ili materijala; povezivanju znanja o prirodoslovnim pojmovima s određenim kontekstom; objašnjavanju i rješavanju praktičnih zadataka. U trećoj domeni (*zaključivanje*) koristeći se dokazima i razumijevanjem prirodoslovlja učenici analiziraju, udružuju pojmove i poopćavaju i to vrlo često u nepoznatim situacijama i složenim kontekstima.

Ove tri kognitivne domene ispituju se u četvrtome i osmome razredu. Međutim, u tim je razredima njihova zastupljenost različita te je prilagođena s obzirom na povećanu kognitivnu sposobnost, poučavanje, iskustvo i način razmišljanja učenika u višim razredima. Postotak zadataka koji ispituju činjenično znanje veći je u četvrtome razredu nego u osmome razredu, dok je postotak zadataka u kojima se od učenika očekuje zaključivanje veći u osmome razredu nego u četvrtome razredu. Iako postoji određena hijerarhija misaonih procesa u ovim trima kognitivnim domenama (od činjeničnoga znanja i primjene znanja do zaključivanja), svaka kognitivna domena obuhvaća širok raspon zadataka prema težini. Tablica 2.4 prikazuje udio vremena koje je potrebno posvetiti svakoj od triju kognitivnih domena prilikom ispitivanja u četvrtome i osmome razredu.

Tablica 2.4: Ciljani postotak zastupljenosti sadržajnih i kognitivnih domena u ispitivanju prirodoslovlja TIMSS 2019 za četvrti i osmi razred

Kognitivne domene	Postotak	
	Četvrti razred	Osmi razred
činjenično znanje	40 %	35 %
primjena znanja	40 %	35 %
zaključivanje	20 %	30 %

Svaka sadržajna domena u četvrtome i osmome razredu obuhvaća zadatke koji se odnose na svaku od triju kognitivnih domena. Na primjer, domena znanosti o životu obuhvaća zadatke koji ispituju domene činjeničnoga znanja, primjene znanja i zaključivanja, kao što je to slučaj i u ostalim sadržajnim domenama. Sljedeći odjeljci detaljno opisuju misaone procese kojima su definirane kognitivne domene.

Činjenično znanje

U ovoj domeni ispituje se znanje učenika o činjenicama, odnosima, procesima, pojmovima i opremi. Precizno i široko utemeljeno činjenično znanje omogućava da se učenici služe složenijim kognitivnim procesima koji su ključni za znanstveno istraživanje.

Prisjećanje/prepoznavanje	prepoznati ili navesti činjenice, odnose i pojmove; prepoznati svojstva određenih organizama, materijala i procesa; prepoznati primjerenu uprabu znanstvene opreme i postupaka; prepoznati i koristiti se znanstvenim nazivljem, simbolima, kraticama, jedinicama i ljestvicama
Opisivanje	opisati ili prepoznati opise svojstava, struktura i funkcija organizama i materijala i odnosa među organizmima, materijalima i procesima i pojavama
Navođenje primjera	navesti ili prepoznati primjere organizama, materijala i procesa koji imaju određena posebna svojstva; pojasniti tvrdnje o činjenicama ili pojmovima pomoću odgovarajućih primjera

Primjena znanja

U zadacima koji se odnose na ovu domenu, učenici trebaju primijeniti činjenično znanje, znanje o odnosima, procesima, pojmovima, opremi i metodama u kontekstima s kojima su se vrlo vjerojatno upoznali tijekom nastave i učenja prirodoslovlja.

Uspoređivanje/razlikovanje/razvrstavanje	prepoznati ili opisati sličnosti i razlike među skupinama organizama, materijala ili procesa; razlikovati, svrstati ili razvrstavati pojedinačne predmete, materijale, organizme i procese na temelju svojstava
Povezivanje	povezati poznavanje osnovnih pojmova iz prirodoslovlja s učenim ili zaključivanjem izvedenim svojstvom ili uporabom predmeta, organizama ili materijala
Primjena modela	upotrijebiti dijagram ili drugi model za dokazivanje poznavanja osnovnih pojmova iz prirodoslovlja, za prikazivanje procesa, ciklusa, odnosa ili sustava ili za rješavanje zadataka iz prirodoslovlja
Interpretiranje podataka	koristiti se poznavanjem osnovnih pojmova iz prirodoslovlja pri interpretiranju relevantnih tekstualnih, tabličnih, slikovnih i grafičkih prikaza podataka
Objašnjavanje	navesti ili prepoznati objašnjenje za opažanje ili prirodne pojave koristeći se pojmovima ili principima iz prirodoslovlja

Zaključivanje

U zadacima koji se odnose na ovu domenu, učenici trebaju analizirati podatke i druge informacije, donijeti zaključke i proširiti svoje razumijevanje na nove situacije. Za razliku od zadataka iz domene primjene u kojima se ispituje izravna primjena prirodoslovnih činjenica i pojmova, zadatci iz domene zaključivanja obuhvaćaju nepoznate ili složenije kontekste. Takvi zadatci mogu se riješiti različitim pristupima i strategijama. Znanstveno zaključivanje također obuhvaća oblikovanje hipoteza i osmišljavanje znanstvenih istraživanja.

Analiza	prepoznati dijelove znanstvenoga problema i upotrijebiti relevantne informacije, pojmove, odnose i obrasce podataka za odgovaranje na pitanja i rješavanje problemskih zadataka
Sinteza	riješiti zadatke koji zahtijevaju razmatranje niza različitih čimbenika ili srodnih pojmova
Postavljanje pitanja/hipoteza/pretpostavki	oblikovati pitanja čiji se odgovor može dobiti istraživanjem i predvidjeti rezultate istraživanja na temelju nacrt istraživanja; oblikovati hipoteze koje se temelje na konceptualnome razumijevanju i znanju stečenim iskustvom, promatranjem ili analizom znanstvenih informacija; koristiti se dokazima i konceptualnim razumijevanjem za postavljanje pretpostavki o učincima promjena bioloških ili fizičkih uvjeta
Nacrt istraživanja	planirati istraživanja ili pokuse prikladne za rješavanje znanstvenih pitanja ili za provjeru hipoteza; opisati ili prepoznati odrednice dobro osmišljenih istraživanja u smislu mjerenja i kontrole varijabli te uzročno-posljedičnih odnosa
Procjena	procijeniti alternativna objašnjenja; odmeriti prednosti i nedostatke kako bi se donijele odluke o alternativnim postupcima i materijalima; procijeniti rezultate istraživanja s obzirom na dostatnost podataka za potkrepljivanje zaključaka
Izvođenje zaključaka	donositi valjane zaključke na temelju opažanja, dokaza ili razumijevanja prirodoslovnih pojmova; izvesti odgovarajuće zaključke koji upućuju na pitanja i hipoteze te pokazati razumijevanje uzroka i posljedice
Poopćavanje	donositi opće zaključke koji nadilaze eksperimentalne ili zadane uvjete; primijeniti zaključke u novim situacijama
Potkrepljivanje	upotrijebiti dokaze i znanstveno razumijevanje u svrhu izrade razumnih obrazloženja, rješenja problema i izvođenja zaključaka iz istraživanja

Prirodoslovne istraživačke aktivnosti u ispitivanju TIMSS 2019

Znanstvenici se bave znanstvenim istraživanjima slijedeći ključne znanstvene metode koje im omogućavaju da istraže prirodni svijet i odgovore na pitanja o njemu. Učenici u prirodoslovlju moraju usvojiti primjenu tih metoda kako bi razumjeli na koji se način provode znanstvena istraživanja. Ove istraživačke aktivnosti uključuju vještine iz svakodnevnoga života i iz školskoga okružja učenja kojim se učenici sistematično koriste za provođenje znanstvenoga istraživanja. Istraživačke aktivnosti osnova su za sve znanstvene discipline. Pet aktivnosti koje su osnova znanstvenih istraživanja uključene su u istraživanje TIMSS 2019:

- 1. Postavljanje pitanja na temelju opažanja** – znanstveno istraživanje uključuje promatranje pojava u prirodnome svijetu. Na temelju ovih opažanja, koja se razmatraju u okviru neke teorije, postavljaju se pitanja radi oblikovanja provjerljivih hipoteza koje pomažu odgovoriti na ta pitanja.
- 2. Dokazivanje** – testiranje hipoteza zahtijeva osmišljavanje i izvršavanje sustavnih istraživanja i eksperimenata u kontroliranim uvjetima kako bi se pronašli dokazi koji potvrđuju ili opovrgavaju hipotezu. Znanstvenici povezuju svoje teorije sa svojstvima koja se mogu opažati ili mjeriti kako bi se utvrdilo koje sve dokaze treba prikupiti, koja je oprema potrebna te koji se postupci primjenjuju za prikupljanje dokaza i koja sve mjerenja treba zabilježiti.
- 3. Rad s podacima** – nakon što se prikupe podatci, znanstvenici ih sažimaju u različite vrste grafičkih prikaza i opisuju ili tumače uočene obrasce i istražuju odnose među varijablama.

4. **Odgovaranje na istraživačko pitanje** – osim teorijama, znanstvenici se koriste dokazima prikupljenima na temelju opažanja i provedenih istraživanja kako bi odgovorili na pitanja i potvrdili ili opovrgnuli hipoteze.
5. **Argumentiranje na temelju dokaza** – znanstvenici se koriste dokazima i svojim znanjem kako bi obrazložili, opravdali i potvrdili utemeljenost svojih objašnjenja i zaključaka te primijenili svoje zaključke u novim situacijama.

Te se znanstvene metode ispituju u kontekstu jedne od sadržajnih domena prirodoslovlja oslanjajući se na niz misaonih procesa navedenih u kognitivnim domenama. Neka pitanja u ispitivanju prirodoslovlja TIMSS 2019 u četvrtome i osmome razredu provjeravaju jednu ili više važnih istraživačkih aktivnosti sa sadržajem navedenim u sadržajnim domenama i misaonim procesima navedenim u kognitivnim domenama.

Literatura

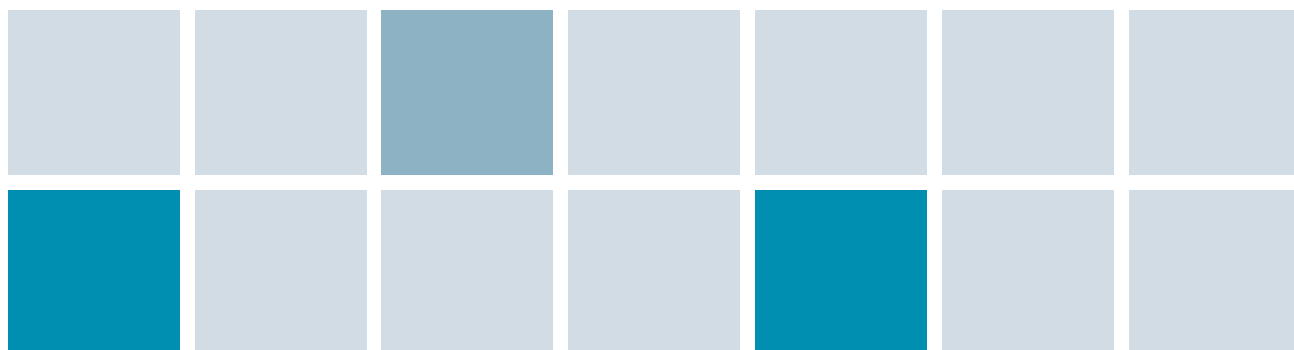
Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Goh, S., & Cotter, K. (urednici). (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science*. Preuzeto sa stranice Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>



TREĆE POGLAVLJE

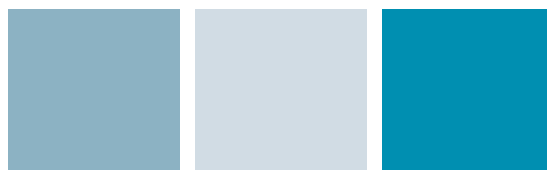
TIMSS 2019

Okvir kontekstualnih upitnika



IEA

TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE



TREĆE POGLAVLJE

TIMSS 2019

Okvir kontekstualnih upitnika

Martin Hooper
Ina V. S. Mullis
Michael O. Martin
Bethany Fishbein

U oba razreda, četvrtome i osmome, učenici koji sudjeluju u TIMSS-ovu istraživanju popunjavaju upitnike o svojim iskustvima, nastavi i stavovima prema učenju matematike i prirodoslovlja. Njihovi učitelji i ravnatelji škola popunjavaju upitnike kojima se prikupljaju podatci o školskim i razrednim uvjetima te pristupima poučavanju, a roditelji učenika četvrtoga razreda ispunjavaju upitnik o obiteljskome okružju učenja. Da bi se bolje razumio nacionalni kontekst i obrazovne politike, predstavnici svake zemlje sudionice ispunjavaju upitnik o kurikulumu i pripremaju poglavlje za *Enciklopediju TIMSS 2019*. Učenici koji sudjeluju u istraživanju s pomoću računala ili tableta također ispunjavaju kratki upitnik o svojim iskustvima vezanima za uporabu računala i interneta.

Počevši od prve provedbe 1995. godine TIMSS-ovi se upitnici neprekidno dorađuju i unapređuju. Ovim se pristupom osigurava poboljšanje kvalitete i relevantnost podataka pri čemu se nastoji da angažman ravnatelja, učitelja, učenika i roditelja bude što manji. U svakome četverogodišnjem ciklusu istraživanja tim za izradu upitnika u međunarodnome centru *TIMSS & PIRLS International Study Center* surađivao je s TIMSS-ovim Povjerenstvom za pregled pitanja u upitnicima (QIRC) na recenziranju upitnika i predložio načine za njihovo ažuriranje – dodavanjem novih tema, poboljšanjem pojedinačnih pitanja te brisanjem pitanja ili tema koje više nisu važne.

U TIMSS 2019 okviru kontekstualnoga upitnika opisani se upravo oni aspekti konteksta učenja koji su obuhvaćeni popratnim TIMSS 2019 upitnicima. Uz obrazloženja zašto ta pitanja o kontekstu treba uključiti u upitnike, navedeni su podatci o relevantnim znanstvenim radovima.

S obzirom na to da je TIMSS istraživanje trendova u učeničkim postignućima iz matematike i prirodoslovlja, najvažniji korak u definiranju obrazovnoga konteksta prikupljanje je podataka o relevantnim obrazovnim politikama i različitim obiteljskim i školskim kontekstima. Promjene u postignućima učenika prate se od jednoga ciklusa istraživanja do drugoga. Kad god je to moguće takvi se kontekstualni podatci sažimaju u obliku ljestvica kontekstualnoga upitnika koji se koriste za praćenje promjena u odnosu na prošli ciklus istraživanja. Postojanje korelacije između promjena u postignućima učenika i promjena u obrazovnim politikama upućuje na izravan i koristan utjecaj tih obrazovnih politika na učenička postignuća.

Na primjer, na temelju odgovora prikupljenih kontekstualnim upitnicima u istraživanju TIMSS 2015, koji su među ostalim sadržavali ljestvicu procjene stavova o aktivnostima rane čitalačke pismenosti i

računanja (*Early Literacy and Numeracy Activities*) te ljestvicu procjene stavova koliko učenici vole učiti matematiku (*Students Like Learning Mathematics*), utvrđene su razlike u učeničkim postignućima u odnosu na istraživanje provedeno 2011. godine.

Koristeći se ovim i drugim ljestvicama procjene, poboljšat će se i proširiti mjerenje trendova u istraživanju TIMSS 2019. Kontekstualni upitnici za istraživanje TIMSS 2019 služe dvostrukoj svrsi – povezivanju prošlosti i građenju bolje budućnosti. Svijet je izložen važnim promjenama, a s njim i obrazovne politike. Ove se promjene trebaju odražavati i u kontekstualnim upitnicima za istraživanje TIMSS 2019. To se postiže ažuriranjem aspekata postojećih ljestvica procjene tako da odražavaju nova i poboljšana razumijevanja konstrukata koji se mjere, kao i uključivanjem novih ljestvica procjene o važnim aspektima obrazovne učinkovitosti.

U okvir istraživanja također su uključene i druge teme koje su važne za zemlje sudionice i znanstvena istraživanja obrazovanja, koje nisu povezane s TIMSS-ovim istraživanjem postignuća učenika. Za ove se teme općenito smatra da su važno obilježje obrazovnih sustava i korisne za učenička postignuća. TIMSS istraživanja ključna su za prikupljanje podataka o ovim temama u međunarodnome kontekstu. Na primjer, pomoću upitnika o kurikulumu i TIMSS-ove enciklopedije, dokumentiraju se međunarodni trendovi u kurikularnim politikama i drugim obrazovnim strategijama. Međutim, u mnogim zemljama sudionicama nema izravne povezanosti između obrazovnih politika i postignuća izmjerenih TIMSS-ovim istraživanjima.

U nastavku ovoga poglavlja detaljno se opisuju teme obuhvaćene kontekstualnim upitnicima TIMSS 2019. Ovo poglavlje obuhvaća pet glavnih područja:

- zajednica i nacionalne obrazovne politike
- obiteljski kontekst
- školski kontekst
- razredni kontekst
- učenički stavovi o učenju.

Zajednica i nacionalne obrazovne politike

Zemlje, regije i zajednice donose ključne odluke o obrazovnim politikama vezano za kurikulum i način na koji ga je najbolje primijeniti. U TIMSS-ovoj enciklopediji i u upitniku o kurikulumu obuhvaćeno je pet širokih područja povezanih s obrazovnim politikama na lokalnoj ili nacionalnoj razini:

- planirani kurikulum matematike i prirodoslovlja
- jezik (jezici) poučavanja
- tijek obrazovanja učenika
- obrazovanje učitelja
- obuka ravnatelja.

Planirani kurikulum matematike i prirodoslovlja

Još od 1995. godine TIMSS-om se sustavno prikupljaju velike količine podataka o sadržaju planiranih kurikuluma. Svi kurikulumi, bilo na nacionalnoj razini, školskoj razini ili unutar zajednice, definiraju kurikulum u kojemu su navedena znanja, vještine i stavovi koje učenici trebaju steći u području matematike i prirodoslovlja tijekom svoga formalnog obrazovanja.

Sadržaj kurikuluma iz matematike i prirodoslovlja razlikuje se u svakoj pojedinoj zemlji te se stalno unapređuje. Sadržaj kurikuluma iz matematike pojedinih zemalja razlikuje se u pogledu zastupljenosti poučavanja osnovnih vještina, pamćenja pravila, postupaka ili činjenica, razumijevanja matematičkih pojmova, primjene matematike na situacije iz stvarnoga života, matematičkoga pisanja, čitanja ili zaključivanja te rješavanja zadataka vezanih za svakodnevne situacije. Sadržaj kurikuluma iz prirodoslovlja pojedinih zemalja razlikuje se u pogledu zastupljenosti poučavanja osnovnoga činjeničnog znanja, razumijevanja i primjene prirodoslovnih pojmova, oblikovanja hipoteza, izrade nacrti i provođenja istraživanja radi provjere hipoteza, primjene metoda istraživački usmjerene nastave i prikazivanja prirodoslovnih objašnjenja. S obzirom na to da se kurikulumi iz prirodoslovlja u pojedinim zemljama sadržajno razlikuju, različito je i znanje koje učenici stječu. Od prvoga do osmoga razreda u nekim se zemljama prirodoslovlje poučava kao zaseban predmet (Biologija, Kemija, Fizika i znanosti o Zemlji – Geografija), dok se u drugim zemljama poučava integrirano unutar jednoga predmeta.

Kao što je i do sada bilo uobičajeno u TIMSS-ovim istraživanjima, predstavnici svake zemlje sudionice pripremaju sažetak kurikuluma matematike i prirodoslovlja za četvrti i osmi razred za *Enciklopediju TIMSS 2019* i popunjavaju upitnik o kurikulumu. Prikupljeni podatci o sadržaju kurikuluma tijekom duljega vremena mogu dati dobar uvid u način razvoja nacionalnih kurikuluma. Na primjer, u *Enciklopediji TIMSS 2015* (Mullis, Martin, Goh i Cotter, 2016.) prikazano je kako zemlje u svoje kurikulare matematike sve više uključuju rješavanje zadataka, a u kurikulare prirodoslovlja sve više uključuju istraživačke vještine. Također je vidljivo iz kurikuluma da se u poučavanju i učenju matematike i prirodoslovlja sve više primjenjuje tehnologija.

Jezik (jezici) poučavanja

Primjena kurikuluma iz matematike i prirodoslovlja može biti zahtjevna u zemljama sudionicama s višejezičnom populacijom. *Enciklopedija TIMSS 2019* sadržava informacije o jezicima na kojima se poučava gradivo. U nekim je zemljama uobičajeno da se govori jedan jezik, dok je u drugima zbog povijesnih razloga uobičajena uporaba više jezika. Jezična raznolikost u zemljama sudionicama također se povećava useljavanjem novih stanovnika. U većini zemalja sudionica TIMSS-a gradivo se poučava na više jezika.

Tijek obrazovanja učenika

Pomoću upitnika o kurikulumu TIMSS 2019 prikupljaju se podatci o tijeku obrazovanja učenika. Odluke o obrazovnome procesu koje se donose na nacionalnoj i regionalnoj razini uključuju odluke o mogućnosti pohađanja programa predškolskoga odgoja i obrazovanja, dobi u kojoj je omogućen pristup formalnome obrazovanju, o pravilima za ponavljanje razreda te o formiranju razrednih grupa prema učeničkim postignućima.

- **Predškolski odgoj i obrazovanje** – čak i prije nego što započnu formalno osnovnoškolsko obrazovanje, djecu se već tijekom predškolskoga odgoja i obrazovanja u znatnoj mjeri poučava čitalačkoj i matematičkoj pismenosti te prirodoslovnim pojmovima (npr. u predškolskoj ustanovi, vrtiću). Mnoge zemlje ulažu znatna sredstva u poboljšanje programa predškolskoga obrazovanja. Rezultati istraživanja pokazuju da pohađanje predškolskoga odgoja i obrazovanja može pozitivno utjecati na akademsku uspješnost (Duncan i Magnusson, 2013.). Kao što je opisano u *Enciklopediji TIMSS 2015* (Mullis, Martin, Goh i Cotter, 2016.), gotovo sve zemlje sudionice istraživanja TIMSS 2015 omogućile su opće predškolsko obrazovanje djeci u dobi od tri ili više godina, a nekolicina zemalja omogućila je i opće predškolsko obrazovanje djeci mlađoj od tri godine.
- **Dob polaska u školu** – obrazovne politike kojima se određuje dob ulaska u sustav formalnoga obrazovanja (prva godina osnovne škole, ISCED razina 1) važne su za razumijevanje postignuća učenika, kao i razlike u dobi učenika četvrtoga razreda u različitim zemljama (Martin, Mullis i Foy, 2011.). U zemljama sudionicama uobičajeno je da učenici kreću u osnovnu školu u dobi od pet do sedam godina.
- **Ponavljjanje razreda** – budući da se TIMSS-ovo istraživanje temelji na procjenjivanju uspješnosti učenika, postotak učenika koji ponavljaju razred uzima se u obzir kao važan čimbenik prilikom vrednovanja rezultata postignuća. Istraživanje je pokazalo da ponavljanje razreda ima negativan utjecaj na postignuća učenika i emocionalnu stabilnost učenika te da je, gledano u cjelini, neučinkovit pokazatelj (García-Pérez, Hidalgo-Hidalgo i Robles-Zurita, 2014.; Hattie, 2009.). Iako učenici nisu zadovoljili uvjete za prelazak u viši razred, u mnogim je zemljama sudionicama tim učenicima omogućen prelazak, posebice u nižim razredima osnovne škole (Mullis, Martin, Goh i Cotter, 2016.).
- **Razvrstavanje učenika u obrazovne grupe** – u nekim obrazovnim sustavima učenike se, na temelju njihovih vještina i interesa, razvrstava u različite programe koji omogućavaju ili akademsku ili strukovnu obrazovnu putanju. Prema brojnim istraživanjima, sustav razvrstavanja učenika u različite programe škola već u ranijem razdoblju obrazovanja može povećati razlike u učeničkim postignućima (Hanushek i Wößmann, 2006.; Marks, 2005.; Parker, Jerrim, Schoon i Marsh, 2016.; Schütz, Ursprung i Wößmann, 2008.; Van de Werfhorst i Mijs, 2010.). S obzirom na to da razvrstavanje učenika u obrazovne grupe može započeti već u višim razredima osnovne škole, odabir obrazovne razine na kojoj se učenici razvrstavaju i broj učenika koji se razvrstavaju veoma su važni pri tumačenju postignuća učenika u osmome razredu.

Formalno obrazovanje učitelja

S obzirom na to da su u svakoj zemlji učitelji nositelji primjene kurikuluma, njihovo formalno obrazovanje iznimno je važno. Istraživanje TIMSS 2019 također obuhvaća prikupljanje podataka o načinima pripreme za odgojno-obrazovni rad, stručnome osposobljavanju i kontinuiranom profesionalnom razvoju učitelja. Kao što je opisano u *Enciklopediji TIMSS 2015*, mnoge zemlje postrožile su uvjete za radno mjesto učitelja, posebice za učitelje u osnovnim školama, kao i za nastavnike prirodoslovlja u srednjim školama. Od 2015. godine gotovo u svim zemljama sudionicama TIMSS-a učitelji četvrtoga i osmoga razreda moraju imati četverogodišnju fakultetsku diplomu. Od 2007. godine povećao se

postotak učitelja sa stečenom prvostupanjskom diplomom koji poučavaju na objema razinama. Neke zemlje postrožile su i uvjete za upis studija učiteljskoga obrazovanja. Neki od tih uvjeta odnose se na ostvarenje minimalnoga prosjeka ocjena ili uspješno polaganje prijamnoga ispita.

Obuka ravnatelja

S obzirom na to da su ravnatelji odgovorni za rad nastavnika i učenika te upravljanje školskim resursima, TIMSS-om će se u i nadalje prikupljati podatci o nacionalnim politikama certificiranja ravnatelja. Da bi se potaknuo razvoj vještina upravljanja ravnatelja, neke su zemlje propisale posebne zahtjeve u pogledu obrazovanja i osposobljavanja ravnatelja, poput programa certificiranja za upravljanje školom ili specijaliziranih programa obuke ravnatelja.

Obiteljski kontekst

Roditelji ili skrbnici, te općenito kućno okruženje, snažno utječu na odgoj djece i njihov uspjeh u školi. Kako bi se bolje razumio utjecaj obiteljskoga konteksta na postignuća učenika u matematici i prirodoslovlju, u istraživanju TIMSS 2019 za prikupljanje podataka primjenjuju se upitnici za roditelje ili skrbnike učenika četvrtoga razreda, kao i upitnici za učenike četvrtoga i osmoga razreda. Prikupljaju se podatci iz sljedećih područja:

- sredstva za učenje kod kuće
- jezik (jezici) koji se govori u obiteljskome kontekstu
- čitalačka i matematička pismenost u ranoj dobi
- predškolski odgoj i obrazovanje.

Sredstva za učenje kod kuće

Prema istraživanjima u području obrazovanja, među čimbenicima kućnoga okruženja, za koje je utvrđena izravna povezanost s postignućima učenika, ističe se socioekonomski status roditelja ili skrbnika (Dahl i Lochner, 2012.; Davis-Kean, 2005.; Martin, Foy, Mullis i O'Dwyer, 2013.; Sirin, 2005; Willms, 2006.). Socioekonomski status mjeri se posredničkim varijablama kao što su razina obrazovanja roditelja, dohodak, zanimanje roditelja i broj knjiga u kući. U TIMSS-u su izrađene dvije ljestvice s povećanim brojem pitanja za ispitivanje standardnoga koncepta socioekonomskoga statusa tako da su u njih uključena sva sredstva za učenje kod kuće koja olakšavaju učenje (npr. internetska veza): (1) ljestvica procjene dostupnosti sredstava za učenje kod kuće za četvrti razred koja se ponajprije temelji na podatcima iz upitnika za roditelje ili skrbnike te (2) ljestvica procjene dostupnosti kućnih obrazovnih izvora učenika osmoga razreda na temelju podataka iz upitnika za učenike osmoga razreda. U prethodnim TIMSS-ovim ciklusima istraživanja utvrđena je snažna pozitivna povezanost između ovih dviju ljestvica i postignuća učenika u matematici i prirodoslovlju te će stoga te ljestvice biti uključene i u istraživanje TIMSS 2019.

Jezik (jezici) koji se govori u obiteljskom kontekstu

Pomoću upitnika za roditelje i učenike TIMSS 2019 također se prikupljaju podatci o jeziku koji se govori u kućanstvima. Globalno gledano, postoje mnogi razlozi zašto neka djeca kod kuće govore jedan jezik, a u školi neki drugi. U nekim se zemljama govori više jezika i često u tim zemljama učenici kod kuće govore jedan jezik, a u školi drugi. Čest je slučaj da useljeničke obitelji kod kuće govore jezikom koji nije službeni jezik te zemlje. Usto, neki roditelji daju prednost višejezičnosti i ulažu velike napore kako bi osigurali da je njihovo dijete izloženo većemu broju jezika kod kuće.

Čitalačka i matematička pismenost u ranoj dobi

Roditelji ili skrbnici prvi su učitelji djece. Upitnikom za roditelje ili skrbnike učenika četvrtoga razreda u istraživanju TIMSS 2019 prikupljaju se podatci o učestalosti uključivanja djeteta u čitalačke aktivnosti i rješavanje računskih zadataka prije početka osnovne škole. U upitniku roditelji također trebaju navesti koliko dobro njihovo dijete može riješiti određene zadatke čitanja i računanja prilikom polaska u osnovnu školu.

Rezultati brojnih istraživanja, uključujući TIMSS i PIRLS, pokazali su važnost čitalačkih aktivnosti u ranoj dobi i njihovu povezanost s postignućima učenika i drugim obrazovnim rezultatima (Anders i sur., 2012.; Gustafsson, Hansen i Rosén, 2013.; Hart i Risley, 2003.; Hooper, 2017.; Melhuish i sur., 2008.; Sarama i Clements, 2009.; Sénéchal i LeFevre, 2002.; Skwarchuk, Sowinski i LeFevre, 2014.).

Uključivanje djece u rješavanje matematičkih zadataka već u ranoj dobi može potaknuti njihovo zanimanje za matematiku i poboljšati razvoj njihove matematičke pismenosti (Anders i sur., 2012.; Claessens i Engel, 2013.; Melhuish i sur., 2008.; Sarama i Clements, 2009.). Te aktivnosti uključuju igranje s kockicama ili igračkama za gradnju, recitiranje brojlica u određenome ritmu ili pjevanje pjesmica u kojima važnu ulogu imaju brojevi, igranje igara koje uključuju oblike te drugih vrsta igara koje uključuju kvantitativno zaključivanje. Učenici koji prilikom polaska u školu već imaju razvijenu matematičku pismenost često ostvaruju veća postignuća u osnovnoj školi (Duncan i sur., 2007.; Princiotta, Flanagan i Hausken, 2006.).

Analiza rezultata istraživanja TIMSS i PIRLS 2011 (Gustafsson i sur., 2013.; Punter, Glas i Meelissen, 2016.) pokazuje da su i čitalačke i matematičke aktivnosti u ranoj dobi povezane s postignućima učenika u četvrtome razredu u matematici, prirodoslovlju i čitanju. Korelacija između čitalačke pismenosti u ranoj dobi i postignuća iz matematike mogla bi se povezati s činjenicom da rješavanje matematičkih zadataka često zahtijeva vještine čitanja (Mullis, Martin i Foy, 2013.).

Predškolski odgoj i obrazovanje

U istraživanju TIMSS 2019 pomoću upitnika za roditelje ili skrbnike prikupljaju se podatci o trajanju predškolskoga odgoja i obrazovanja njihova djeteta – dosljedno utvrđujući pozitivnu povezanost između trajanja pohađanja predškolskoga odgoja i obrazovanja i postignuća učenika. Mnoga istraživanja su detaljno objasnila važnost predškolskoga odgoja i obrazovanja za poticanje viših akademskih postignuća (npr. predškolski odgoj, vrtić, programi odgoja i obrazovanja u ranoj dobi) (Duncan i Magnusson, 2013.). Usto, visokokvalitetno predškolsko obrazovanje i druge aktivnosti u ranome djetinjstvu posebno su korisne za učenike nepovoljnoga financijskog statusa jer mogu dovesti do

prekidanja generacijski ponavljajućega ciklusa siromaštva i loših postignuća (Duncan i Sojourner, 2013.; Heckman i Masterov, 2007.).

Školski kontekst

Školsko okruženje i organizacija te rad škole mogu biti važni čimbenici uspješnosti u postizanju kurikularnih ciljeva. Dobru školu ne čine samo svi njezini dijelovi, nego i način upravljanja školom kao integriranim sustavom svih dijelova u kojemu svako postupanje ili politika izravno utječe na pojedini dio. Upitnik za ravnatelje u istraživanju TIMSS 2019 obuhvaća niz pokazatelja koji su se u prethodnim ciklusima istraživanja pokazali dobrima za ispitivanje kvalitete škole:

- podatci o školi i demografija
- nedostatak sredstava u nastavi matematike i prirodoslovlja
- poticanje uspjeha u školi
- roditeljska percepcija škole
- disciplina i sigurnost u školi
- nasilje među učenicima u školi
- osjećaj pripadnosti školi.

Podatci o školi i demografija

Upitnik za ravnatelje u istraživanju TIMSS 2019 obuhvaća prikupljanje brojnih podataka o školi, kao što su veličina škole, lokacija škole, imovinsko stanje učenika i uporaba jezika. Osim toga, ravnatelji daju podatke o postotku učenika koji kreću u školu s već ranije razvijenom čitalačkom i matematičkom pismenošću.

Podatci prikupljeni TIMSS-ovim upitnicima obično uključuju imovinsko stanje učenika na osnovi procjena ravnatelja o postotku učenika koji dolaze iz obitelji boljeg ili lošijeg imovinskog statusa. Nakon istraživanja koje je proveo Coleman (Coleman i sur., 1966.) postalo je sve uočljivije na koji je način socioekonomski status učenika povezan s učeničkim postignućima (Martin, Foy, Mullis i O'Dwyer, 2013.; Rumberger i Palardy, 2005.; Sirin, 2005.). Dokazano je da učenici iz obitelji s lošijim imovinskim statusom mogu imati bolja postignuća ako pohađaju škole u kojima većina učenika dolazi iz obitelji s boljim imovinskim statusom. Neki znanstvenici ovu povezanost pripisali su utjecaju vršnjaka, uočivši snažnu povezanost učenika i njihovih vršnjaka iz razreda (Sacerdote, 2011.). Veća postignuća učenika u školama čiji učenici pretežito dolaze iz obitelji s boljim imovinskim statusom, može se djelomično objasniti i činjenicom da su te škole bolje opremljene i zapošljavaju bolje učitelje. Na primjer, u nekim zemljama sudionicima škole s većim postotkom učenika iz obitelji lošijeg imovinskog statusa imaju poteškoće sa zapošljavanjem visokokvalificiranih učitelja (Akiba, LeTendre i Scribner, 2007.; Clotfelter, Ladd i Vigdor, 2010.).

Nedostatak sredstava u nastavi matematike i prirodoslovlja

Dobri radni uvjeti i oprema, kao i dostatna nastavna sredstva, važni su za održavanje povoljnoga okruženja za učenje u školama (Cohen, McCabe, Michelli i Pickeral, 2009.). Iako je pojam „primjere-

nosti” resursa relativan, pokazalo se da su količina i kvaliteta školskih sredstava presudni za kvalitetu nastave (Glewwe, Hanushek, Humpage i Ravina, 2011.; Hanushek, 1997.; Hanushek i Wößmann, 2017.; Lee i Barro, 2001.; Lee i Zuze, 2011.). Rezultati međunarodnoga istraživanja TIMSS upućuju na to da učenici u školama koje su dobro opremljene svim potrebnim sredstvima za održavanje nastave, općenito ostvaruju veća postignuća u odnosu na one učenike koji pohađaju lošije opremljene škole i u kojima se zbog toga kurikulum ne može u cijelosti realizirati.

Dvjestvama ljestvicama procjene o tome koliko nedostatak sredstava utječe na nastavu matematike i koliko nedostatak sredstava utječe na nastavu prirodoslovlja (koje se temelje na podacima prikupljenima upitnikom TIMSS 2019 za ravnatelje) mjeri se kako opći nedostatak sredstava, kao i nedostatak sredstava za pojedini nastavni predmet, utječe na primjenu kurikuluma. Opća sredstva za nastavu obuhvaćaju nastavne materijale, potrepštine, školsku zgradu i igralište, sustave grijanja i hlađenja te osvjetljenja, učionice, tehnološku opremu poput elektroničkih ploča, računala i tableta, videozapisa te pristupa internetu. Sredstva za predmetnu nastavu Matematike i prirodoslovlja mogu obuhvaćati računalne programe ili aplikacije, kalkulatoru, laboratorijsku opremu i nastavni materijal. Usto, u TIMSS-ovu istraživanju prikupljaju se podaci o dostupnosti školske knjižnice ili medijskoga centra te znanstvenoga laboratorija, kao i podatak o broju računala u školi.

Poticanje uspjeha u školi

U upitniku za učitelje i ravnatelje ispituje se u kojoj mjeri njihova škola potiče akademski uspjeh. Općenito, pozitivno školsko ozračje koje njeguje poticanje akademske izvrsnosti može pridonijeti sveukupnom uspjehu škole. Nastavljajući se na prethodno istraživanje TIMSS i PIRLS o uspješnosti škole provedeno 2011. godine (Martin, Foy, Mullis i O’Dwyer, 2013.), rezultati istraživanja TIMSS 2015 pokazali su pozitivnu povezanost između akademskih postignuća i školske politike usmjerenosti na poticanje akademskoga uspjeha. U skladu s rezultatima istraživanja o obrazovnome optimizmu (Hoy, Tarter i Hoy, 2006.; McGuigan i Hoy, 2006.; Wu, Hoy i Tarter, 2013.) pokazatelji obuhvaćeni TIMSS-ovim konstruktom za mjerenje uspjeha u školi uključuju stavove školskih administratora i učitelja o uspješnosti primjene kurikuluma i učeničkim postignućima, potporu roditelja za ostvarivanje postignuća njihove djece te motiviranost učenika za postizanjem uspjeha.

Škole se također mogu međusobno razlikovati po razinama poticanja pripreme učenika za studiranje i rad u STEM području – području prirodoslovlja, tehnologije, inženjerstva i matematike. Rezultati Naprednoga TIMSS 2015 istraživanja, u kojem je ispitivano znanje učenika na kraju srednje škole, pokazali su povezanost između razine poticanja uspjeha u naprednome gradivu Matematike i Fizike te učeničkih postignuća. Pokazatelji školske potpore za stjecanje znanja u STEM području obuhvaćaju školske inicijative koje potiču zanimanje učenika za učenje tih predmeta, poput izvanškolskih aktivnosti, kao i posebne programe profesionalnoga razvoja za učitelje koji poučavaju predmete u STEM području.

Roditeljska percepcija škole

Pomoću upitnika za roditelje u istraživanju TIMSS 2019 prikupljaju se podaci o stavovima roditelja vezani za školu koju njihovo dijete pohađa, na način da procjenjuju škole s akademskoga aspekta, kao i sigurnost u školi, način na koji škola komunicira s roditeljima te koliko ih uključuje u obrazovanje

njihova djeteta. Rezultati istraživanja TIMSS 2015 pokazuju da je većina roditelja bila zadovoljna školom koju je pohađalo njihovo dijete, što je u skladu s rezultatima drugih obrazovnih istraživanja (Barrows, Peterson i West, 2017.; Stacer i Perrucci, 2013.).

Disciplina i sigurnost u školi

U upitnicima TIMSS 2019 za ravnatelje i učitelje prikupljaju se podatci o sigurnosti i disciplini u školi. Rezultati TIMSS-a dosljedno pokazuju pozitivnu povezanost između postignuća učenika i stavova učitelja i ravnatelja prema kojima u školi prevladava sigurnost i disciplina. Analizom rezultata istraživanja TIMSS i PIRLS 2011 o uspješnosti škola utvrđeno je da je sigurnost u školi važan čimbenik učeničkih postignuća u mnogim zemljama (Martin, Foy, Mullis i O'Dwyer, 2013.). Uvažavanje učenika i učitelja, sigurno okruženje i disciplina, kao i konstruktivna suradnja među administratorima, učiteljima, roditeljima i učenicima pridonose pozitivnome školskom ozračju. Svi su ovi čimbenici povezani s ostvarivanjem boljih učeničkih postignuća (Cohen i sur., 2009.; Greenberg, Skidmore i Rhodes, 2004.; Konishi, Hymel, Zumbo i Li, 2010.). Osjećaj sigurnosti, koji proizlazi iz zabilježenoga malog broja neprimjerenih ponašanja te nepostojanja ugroženosti ili vrlo male ugroženosti učenika ili učitelja u školi, osigurava stabilno okruženje za učenje. Opći nedostatak discipline, posebice ako se učenici i nastavnici boje za svoju sigurnost, ometa učenje i povezano je s nižim akademskim postignućima (Milam, Furr-Holden i Leaf, 2010.; Stanco, 2012.). U školama u kojima su jasno postavljena pravila i vlada pravednost, također prevladava i okruženje veće discipline i sigurnosti (Cohen i sur., 2009.; Gottfredson, Gottfredson, Payne i Gottfredson, 2005.).

Nasilje među učenicima u školi

U upitnicima za učenike u istraživanju TIMSS 2019 prikupljaju se podatci o učestalosti nasilja među učenicima u školi. Prethodna TIMSS-ova izvješća pokazala su da su učenici koji su bili žrtve nasilničkoga ponašanja često ostvarivali slabija postignuća iz matematike i prirodoslovlja, što je u skladu s rezultatima drugih istraživanja (Glew, Fan, Katon i Rivara, 2008.; Konishi i sur., 2010.; Rothon, Head, Klineberg i Stansfeld, 2011.; Rutkowski, Rutkowski i Engel, 2013.). Nasilje među učenicima odnosi se na učestalo agresivno ponašanje u namjeri da se ozlijedi ili naštetiti fizički ili psihički slabijim učenicima. Postoje razni oblici nasilničkoga ponašanja – od nazivanja drugoga pogrdnim imenima do nanošenja fizičkih ili psihičkih ozljeda. Nasilničko ponašanje uznemiruje žrtve, uzrokuje nisko samopoštovanje i osjećaj nepripadnosti i izopćenosti (Glew i sur., 2008.). Nažalost, s obzirom na široku dostupnost interneta, nasilje među učenicima postaje sve učestalije te poput ostalih oblika zlostavljanja i nasilničko ponašanje na internetu povezano je s niskim samopoštovanjem, uznemirenošću i lošim postignućima (Mishna, Cook, Gadalla, Daciuk i Solomon, 2010.; Tokunaga, 2010.).

Osjećaj pripadnosti školi

Pomoću upitnika za učenike TIMSS 2019 također se prikupljaju podatci o osjećaju pripadnosti školi. Rezultati istraživanja TIMSS 2015 pokazali su povezanost osjećaja pripadnosti školi i akademskih postignuća, što je potvrđeno i rezultatima drugih istraživanja o toj temi (Cohen i sur., 2009.; McMahon, Wernsman i Rose, 2009.). Osim toga, osjećaj pripadnosti školi koji se naziva i školska povezanost, pridonosi općoj dobrobiti učenika (Joyce i Early, 2014.; McLellan i Steward, 2015.; Renshaw, Long

i Cook, 2015.). Učenici s jakim osjećajem pripadnosti osjećaju se sigurno u školi, uživaju u školi i imaju dobre odnose s učiteljima i školskim kolegama.

Razredni kontekst

Budući da se većina nastave i učenja u školi odvija u učionici, vrlo je vjerojatno da razredno okruženje i nastavne aktivnosti utječu na uspješno učenje. U upitnicima za učitelje i učenike u istraživanju TIMSS 2019 obuhvaćeni su čimbenici i aktivnosti koje utječu na poučavanje i učenje:

- pripremljenost učitelja za odgojno-obrazovni rad i iskustvo
- tematska područja koja se uče u matematici i prirodoslovlju
- broj nastavnih sati
- nastavne metode i strategije
- jasnoća poučavanja
- poticajno razredno ozračje
- primjena tehnologije u nastavi
- izazovi s kojima se susreću učitelji.

Pripremljenost učitelja za odgojno-obrazovni rad i iskustvo

Pomoću upitnika za učitelje TIMSS 2019 prikupljaju se opsežni podatci o pripremanju učitelja za nastavu, profesionalnome razvoju i iskustvu poučavanja. Priprema je iznimno važna za učinkovito poučavanje (Darling-Hammond, 2000.; Hill, Rowan i Ball, 2005.). Tijekom obrazovanja budući učitelji trebaju steći znanja iz predmeta koje će poučavati kako bi razumjeli što učenici trebaju naučiti, kao i usvojiti metode učinkovitoga poučavanja Matematike i prirodoslovlja.

Aktivnostima stručnoga usavršavanja, poput sudjelovanja na seminarima, radionicama i konferencijama mogu se poboljšati učinkovitost i proširiti znanja učitelja (Blank i de las Alas, 2009.; Yoon, Duncan, Lee, Scarloss i Shapley, 2007.). Profesionalni razvoj posebno je važan u pogledu informiranja učitelja o novostima kao što su to promjene u kurikulumima ili nove tehnologije za održavanje nastave u učionici. Prema *Enciklopediji TIMSS 2015* mnoge zemlje nastoje povećati mogućnosti profesionalnoga razvoja svojih učitelja.

Za profesionalni razvoj učitelja osim obrazovanja i usavršavanja ključno je nastavničko iskustvo a posebice prve godine poučavanja (Harris i Sass, 2011.; Leigh, 2010.). Istraživanje je također pokazalo da učitelji kontinuirano razvijaju vještine poučavanja, čak i nakon pet godina iskustva, te da taj razvoj može pozitivno utjecati na postignuća učenika (Harris i Sass, 2011.).

Tematska područja koja se uče u matematici i prirodoslovlju

Od prvoga ciklusa provođenja istraživanja 1995. godine, istraživanje TIMSS prikuplja opsežne podatke o primijenjenome kurikulumu – dokumentirajući u kojoj su mjeri teme iz matematike i prirodoslovlja koje se njime ispituju zastupljene u nastavi. U upitniku za učitelje TIMSS 2019, učitelji

Matematike i prirodoslovlja odgovaraju jesu li teme koje se ispituju u okviru TIMSS-a poučavane u nastavi Matematike i prirodoslovlja u tekućoj školskoj godini ili u prethodnim školskim godinama.

Broj nastavnih sati

Broj nastavnih sati koje učitelji trebaju održati za realizaciju nastavnih tema iz Matematike i prirodoslovlja ključan je za implementaciju kurikuluma. Upravo se zato, u upitnicima za učitelje i ravnatelje TIMSS 2019 treba navesti podatak o broju nastavnih sati. Prema rezultatima TIMSS-a, u zemljama sudionicama postoje razlike u predviđenoj broju nastavnih sati propisanih kurikulumom i stvarno održanih nastavnih sati u učionici. Istraživanje je pokazalo da je broj nastavnih sati povezan s postignućima učenika (Hanushek i Wößmann, 201.), iako ta povezanost može ovisiti i o tome koliko se učinkovito i uspješno koristi vrijeme poučavanja (Mullis, Martin i Loveless, 2016.). Na primjer, učitelji koji su dobri menadžeri, učinkovitiji su jer znaju dobro rasporediti vrijeme za poučavanje kurikulumom propisanih sadržaja.

Domaća zadaća jedan je od načina na koji učitelji proširuju poučavanje izvan nastave u školi i procjenjuju koliko su dobro učenici usvojili gradivo. Postoje razlike u količini domaće zadaće koja se zadaje u zemljama sudionicama do te mjere da se u nekim zemljama domaće zadaće uopće ne zadaju u četvrtome razredu. Pomoću upitnika za učitelje četvrtoga i osmoga razreda, te upitnika za učenike osmoga razreda u istraživanju TIMSS 2019 prikupljaju se podatci o količini domaće zadaće i čemu one služe. Iako u pogledu zadavanja domaće zadaće postoje razlike među zemljama sudionicama, većina učitelja Matematike i prirodoslovlja u osmome razredu zadaje domaće zadaće i provjerava ih na satu pojašnjavajući koliko su uspješno učenici riješili zadaće. Odgovori učenika o vremenu potrebnome za rješavanje domaće zadaće ne pokazuju jasnu vezu s postignućima izmjerjenima TIMSS-ovim ispitivanjem, a razlog tomu može biti činjenica da je nekim učenicima potrebno više vremena za rješavanje domaće zadaće. Domaće zadaće mogu se smatrati i suvišnima u odnosu na broj nastavnih sati te da ne doprinose dodatno poučavanju.

Nastavne metode i strategije

U svakome od dosadašnjih ciklusa TIMSS-a upitnicima za učitelje prikupljali su se podatci o učestalosti primjene različitih metoda poučavanja i o različitim strategijama. U upitniku TIMSS 2019 u pitanjima o specifičnim metodama za poučavanje Matematike traže se informacije o tome koliko često učenici samostalno rješavaju zadatke, o tome koliko često objašnjavaju svoje odgovore na nastavi i o tome koliko se često od učenika traži da sami odluče o načinu rješavanja zadataka. Dio upitnika koji se odnosi na istraživačke aktivnosti obuhvaća informacije o tome koliko često učitelji potiču provođenje istraživanja u okviru prirodoslovlja. Neka od pitanja odnose se na sudjelovanje učenika u pokusima i provođenju istraživanja u sklopu nastave prirodoslovlja.

Jasnoća poučavanja

Upitnici za učenike i učitelje TIMSS 2019 obuhvaćaju pitanja o poučavanju, uključujući ažurirane ljestvice procjene kojima se mjeri jasnoća poučavanja (Nilsen, Gustafsson i Blömeke, 2016.). Kako je opisao Ferguson (2012.), sposobnost davanja jasnih uputa i tumačenja jedna je od odlika uspješnoga učitelja koji jasno objašnjava gradivo i prilagođava svoje upute i tumačenja učeničkome razumijevanju

gradiva. Za poučavanje složenih tema, učitelj često treba primijeniti razne pedagoške metode i objasniti gradivo tako da je ono razumljivo svim učenicima. Drugi način na koji učitelji mogu poboljšati jasnoću poučavanja jest povezivanje novih pojmova s prethodno stečenim znanjem i razumijevanjem gradiva (McLaughlin i sur., 2005.).

Pitanja vezana za jasnoću poučavanja u upitniku TIMSS 2019 osmišljena su na temelju dvaju prethodno provedenih istraživanja. U istraživanju TIMSS 2015 s pet od deset pitanja u svakoj ljestvici procjene stavova učenika o poticajnoj nastavi u četvrtome i osmome razredu mjerila se jasnoća poučavanja. Pomoću ljestvica procjene utvrđena je pozitivna povezanost između jasnoće poučavanja i postignuća učenika u mnogim zemljama sudionicama, posebice u osmome razredu. Prema proširenome upitniku za učenike četvrtoga razreda u nekim zemljama utvrđeno je da su učenici čiji su učitelji jasnije objašnjavali gradivo ostvarili veća postignuća (Bergem, Nilsen i Scherer, 2016.).

Poticajno razredno ozračje

Upitnici za učenike i učitelje TIMSS 2019 obuhvaćaju pitanja s novim ljestvicama procjene o poticajnom razrednom ozračju. Prošireni upitnik TIMSS 2015 (Bergem i sur., 2016.; Wendt, Bos, Selter, Köller, Schwippert i Kasper, 2016.) uključivao je ljestvicu procjene kojom se mjeri poticajno razredno ozračje i koja je preuzeta iz rada Baumerta i sur. (2010.) i Kliemea, Paulia i Reussera (2009.). Pomoću toga proširenog upitnika u istraživanju TIMSS 2015 utvrđena je pozitivna povezanost između poticajnoga razrednog ozračja i postignuća učenika. Također je utvrđeno da poticajno razredno ozračje povećava motivaciju i aktivnost učenika (Cornelius-White, 2007.; Fauth, Decristan, Rieser, Klieme i Büttner, 2014.; Marzano, Marzano i Pickering, 2003.).

Učitelji mogu stvoriti poticajno razredno ozračje davanjem pozitivnih povratnih informacija, slušanjem i odgovaranjem na učenička pitanja i iskazivanjem empatije za učeničke potrebe (Reeve, 2002.). Pokazatelji poticajnoga razrednog ozračja uključuju informacije o tome koliko često učitelji pomažu učenicima pri učenju i koliko često učitelji pokazuju zanimanje za učenje učenika, kao i koliko često učitelji potiču učenike da izraze svoja mišljenja.

Primjena tehnologije u nastavi

Zemlje širom svijeta ulažu znatna sredstva u obrazovne sustave opremajući učionice novim tehnologijama za poučavanje i omogućavajući provođenje ispitivanja primjenom tih tehnologija. Istraživanjem TIMSS 2019 također se prikupljaju podatci o načinu na koji se učitelji matematike i prirodoslovja koriste nastavnim tehnologijom. Pomoću upitnika za učitelje matematike prikupljaju se podatci o tome koliko se često učenici koriste računalima za učenje matematike, npr. za rješavanje matematičkih zadataka ili istraživanje matematičkih pojmova. Pomoću upitnika za učitelje prirodoslovja prikupljaju se i podatci o planiranim aktivnostima iskustvenoga učenja, poput toga koriste li se učitelji tehnologijom za izvođenje ili simuliranje pokusa i istraživanja. Usto, od učenika se prikupljaju podatci o upotrebi tehnologije za učenje kod kuće i u školi.

S obzirom na to da se istraživanje TIMSS 2019 u mnogim zemljama provodi s pomoću računala i/ili tableta, također se prikupljaju podatci o učeničkim iskustvima u pisanju ispita na digitalnim uređajima. Očekuje se da neki učenici imaju više iskustva u formativnim i sumativnim provjerama

znanja koja se provode putem interneta, dok drugi učenici imaju manje iskustva s ispitima u digitalnome obliku.

Izazovi s kojima se susreću učitelji

Učitelji matematike i prirodoslovlja na svojim se radnim mjestima suočavaju s brojnim izazovima pri ispunjavanju svojih obveza. Upitnicima za učitelje TIMSS 2019 prikupljaju se podatci o broju učenika u razredu, opterećenju administrativnim poslovima i manjku vremena za pripremu nastave. Poučavanje i učenje može biti otežano čestim izostancima učenika iz škole ili manjkom neophodnog temeljnog poznavanja sadržaja koji je potreban za učenje novih matematičkih ili prirodoslovnih sadržaja. Također nije lako poučavati učenike koji u školu dolaze umorni ili gladni.

Učenički stavovi o učenju

Glavni je zadatak kurikulumu mnogih zemalja poboljšanje stavova učenika prema učenju (Mullis, Martin, Goh i Cotter, 2016.). Na temelju rezultata mnogobrojnih istraživanja utvrđena je povezanost između učeničkih postignuća i njihovih stavova. IEA je od samih početaka provođenja istraživanja prikupljala opsežne podatke o stavovima učenika prema matematici i prirodoslovlju.

Učenički stavovi o matematici i prirodoslovlju

Kao što su opisali Mullis, Martin i Hooper (2017.), TIMSS-om se od 1995. godine mjere stavovi učenika prema matematici i prirodoslovlju. Istraživanjem TIMSS 2019 mjere se stavovi učenika s pomoću brojnih ljestvica procjene, uključujući: koliko učenici vole učiti matematiku, koliko učenici cijene matematiku, učeničko samopouzdanje u matematici. Slični konstrukti mjere se ekvivalentnim ljestvicama procjene i u prirodoslovlju.

Ljestvicama procjene, koliko učenici vole učiti matematiku i koliko učenici vole učiti prirodoslovlje, mjeri se učenička intrinzična motivacija za učenje ovih predmeta. Intrinzična je motivacija pokretač ponašanja (Deci i Ryan, 1985., str. 32). Za učenike koji su intrinzično motivirani, matematika ili prirodoslovlje zanimljivi su i zabavni predmeti. Podatci dobiveni TIMSS-ovim istraživanjima pokazuju snažnu povezanost između stavova i učeničkih postignuća.

Istraživanjem TIMSS mjeri se ekstrinzična motivacija s pomoću ljestvica procjene stavova učenika osmoga razreda: koliko učenici cijene matematiku i koliko učenici cijene prirodoslovlje. Ekstrinzična motivacija odnosi se na vanjske poticaje kao što su pohvala, uspjeh u karijeri, novac i ostali poticaji. Rezultati istraživanja dosljedno pokazuju da postoji veća povezanost između intrinzične motivacije i postignuća nego između ekstrinzične motivacije i postignuća (Becker, McElvany i Kortenbruck, 2010.; Vansteenkiste, Timmermans, Lens, Soenens i Van den Broeck, 2008.). Usto, rezultati TIMSS-ovih istraživanja dosljedno pokazuju snažnu povezanost između učeničkoga stava da cijene određeni predmet i njihova postignuća iz toga predmeta.

Istraživanjem TIMSS također se mjeri učeničko samopoimanje u ova dva predmetna područja s pomoću ljestvica procjene učeničkih stavova: učeničko samopouzdanje u matematici i učeničko samopouzdanje u prirodoslovlju. Rezultati šest prethodnih ciklusa TIMSS-ova istraživanja pokazali

su da postoji snažna povezanost između akademskoga samopoimanja učenika i njihovih postignuća. Učenici često imaju različita poimanja svojih sposobnosti u pojedinim predmetima, a njihova se samoprocjena često temelji na njihovim prošlim iskustvima i na tome kako sebe doživljavaju u usporedbi sa svojim vršnjacima (Marsh i Craven, 2006.).

Učeničko samopouzdanje u primjeni tehnologije

Sve veća primjena tehnologije u školama jedna je od najvećih promjena u obrazovanju od početka provođenja TIMSS-ova istraživanja. Kako je već objavljeno u *Enciklopediji TIMSS 2015*, većina zemalja sudionica nastoji u što većemu opsegu primjenjivati tehnologiju u nastavi kako bi nastavu i učenje učinili zanimljivijima i učinkovitijima. U skladu s povećanjem broja pitanja o dostupnosti i primjeni tehnologije upitnicima TIMSS 2019, u okviru ovoga ciklusa, procjenjuje se i razina učeničkoga samopouzdanja u primjeni digitalnih uređaja. Učenici koji sudjeluju u ispitivanju eTIMSS 2019 odgovaraju na dodatna pitanja vezana za svoje iskustvo sudjelovanja u eTIMSS-u.

Literatura

- Akiba, M., LeTendre, G.K., & Scribner, J.P. (2007). Teacher quality, opportunity gap, and national achievement in 46 countries. *Educational Researcher*, 36(7), 369–387.
- Anders, Y., Rossbach, H.G., Weinert, S., Ebert, S., Kuger, S., Lehl, S., & von Maurice, J. (2012). Home and preschool learning environments and their relations to the development of early numeracy skills. *Early Childhood Research Quarterly*, 27(2), 231–244.
- Barrows, S., Peterson, P.E., & West, M.R. (2017). What do parents think of their children's schools? *Education Next*, Spring 2017, pp. 8-17.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180.
- Bergem, O.K., Nilsen, T., Scherer, R. (2016). Undervisningskvalitet i matematikk. In O.K. Bergem, H. Kaarstein, & T. Nilsen, *Vi kan lykkes i realfag. Resultater og analyser fra TIMSS 2015* (pp.120–136). Preuzeto sa stranice <https://www.idunn.no/vi-kan-lykkes-i-realfag#/contents>
- Becker, M., McElvany, N., & Kortenbruck, M. (2010). Intrinsic and extrinsic reading motivation as predictors of reading literacy: A longitudinal study. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 773–785.
- Blank, R.K., & de las Alas, N. (2009). *Effects of teacher professional development on gains in student achievement: How meta analysis provides scientific evidence useful to education leaders*. Washington, DC: Council of Chief State School Officers.
- Claessens, A., & Engel, M. (2013). How important is where you start? Early mathematics knowledge and later school success. *Teachers College Record*, 115, 1–29.
- Clotfelter, C.T., Ladd, H.F., & Vigdor, J.L. (2010). Teacher credentials and student achievement in high school: A cross- subject analysis with student fixed effects. *The Journal of Human Resources*, 45(3), 655–681.
- Cohen, J., McCabe, E.M., Michelli, N.M., & Pickeral, T. (2009). School climate: Research, policy, practice, and teacher education. *Teachers College Record*, 111(1), 190-213.
- Coleman, J., Campbell, E., Hobson, C., McPartland, J., Mood, A., Weinfeld, F., & York, R. (1966). *Equality of opportunity*. Washington, DC: National Center for Educational Statistics, US Government Printing Office.
- Cornelius-White, J. (2007). Learner-centered teacher-student relationships are effective: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 77(1), 113–143.
- Dahl, G.B., & Lochner, L. (2012). The impact of family income on child achievement: Evidence from the earned income tax credit. *American Economic Review*, 102(5), 1927–1956.
- Darling-Hammond, L. (2000). How teacher education matters. *Journal of Teacher Education*, 51(3), 166–173.
- Davis-Kean, P.E. (2005). The influence of parent education and family income on child achievement: The indirect role of parental expectations and the home environment. *Journal of Family Psychology*, 19(2), 294–304.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum Press.
- Duncan, G.J., Dowsett, C.J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A.C., Klebanov, P., Pagani, L.S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K., & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43(6), 1428–1446.
- Duncan, G.J., & Magnuson, K. (2013). Investing in preschool programs. *Journal of Economic Perspectives*, 27(2), 109–132.
- Duncan, G.J., & Sojourner, A.J. (2013). Can intensive early childhood intervention programs eliminate income-based cognitive and achievement gap? *Journal of Human Resources*, 48(4), 945–968.

- Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E., & Büttner, G. (2014). Student ratings of teaching quality in primary school: Dimensions and prediction of student outcomes. *Learning and Instruction*, 29, 1–9.
- Ferguson, R.F. (2012). Can student surveys measure teaching quality? *Phi Delta Kappan*, 94(3), 24–28.
- García-Pérez, J. Hidalgo-Hidalgo, M., & Robles-Zurita, J.A. (2014). Does grade retention affect students' achievement? Some evidence from Spain. *Applied Economics*, 46(12), 1372–1392.
- Glew, G.M., Fan, M., Katon, W., & Rivara, F.P. (2008). Bullying and school safety. *The Journal of Pediatrics*, 152(1), 123–128.
- Glewwe, P.W., Hanushek, E.A., Humpage, S.D., & Ravina, R. (2011). School resources and educational outcomes in developing countries: A review of the literature from 1990 to 2010. In P. Glewwe (Ed.), *Education Policy in Developing Countries* (pp. 13–64). Chicago: University of Chicago Press.
- Gottfredson, G.D., Gottfredson, D.C., Payne, A.A., & Gottfredson, N.C. (2005). School climate predictors of school disorder: Results from a national study of delinquency prevention in schools. *Journal of Research in Crime and Delinquency*, 42(4), 412–444.
- Greenberg, E., Skidmore, D., & Rhodes, D. (2004). *Climates for learning: Mathematics achievement and its relationship to schoolwide student behavior, schoolwide parental involvement, and school morale*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Researchers Association, San Diego, CA.
- Gustafsson, J.-E., Hansen, K.Y., & Rosén, M. (2013). Effects of home background on student achievement in reading, mathematics, and science at the fourth grade. In M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Eds.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade—Implications for early learning* (pp. 181–287). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Hanushek, E.A. (1997). Assessing the effects of school resources on student performance: An update. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 19(2), 141–164.
- Hanushek, E.A. & Wößmann, L. (2006). Does educational tracking affect performance and inequality? Differences-in-differences evidence across countries. *The Economic Journal*, 116(510), C63–C76.
- Hanushek, E.A., & Wößmann, L. (2017). School resources and student achievement: A review of cross-country economic research. In M. Rosén, K.Y. Hansen, & U. Wolff (Eds.), *Cognitive Abilities and Educational Outcomes* (pp. 149–171).
- Methodology of Educational Measurement and Assessment. Switzerland: Springer International Publishing.
- Harris, D.N., & Sass, T.R. (2011). Teacher training, teacher quality and student achievement. *Journal of Public Economics*, 95(7–8), 798–812.
- Hart, B., & Risley, T.R. (2003). The early catastrophe: The 30 million word gap. *American Educator*, 27(1), 4–9.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- Heckman, J.J., & Masterov, D.V. (2007). *The productivity argument for investing in young children* (No. w13016). National Bureau of Economic Research.
- Hill, H.C., Rowan, B., & Ball, D.L. (2005). Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371–406.
- Hooper, M. (2017). *Applying the pseudo-panel approach to international large-scale assessments: A methodology for analyzing subpopulation trend data* (Doctoral dissertation, Boston College).
- Hoy, W.K., Tarter, C.J., & Hoy, A.W. (2006). Academic optimism of schools: A force for student achievement. *American Educational Research Journal*, 43(3), 425–446.
- Joyce, H.D., & Early, T.J. (2014). The impact of school connectedness and teacher support on depressive symptoms in adolescents: A multilevel analysis. *Children and Youth Services Review*, 39, 101–107.

- Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (2009). The Pythagoras Study— Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Eds.), *The Power of Video Studies in Investigating Teaching and Learning in the Classroom* (pp. 137–160). Münster: Waxmann.
- Konishi, C., Hymel, S., Zumbo, B. D., & Li, Z. (2010). Do school bullying and student-teacher relationships matter for academic achievement? A multilevel analysis. *Canadian Journal of School Psychology*, 25(1), 19–39.
- Lee, J.-W., & Barro, R.J. (2001). Schooling quality in a cross-section of countries. *Economica, New Series*, 68(272), 465– 488.
- Lee, V.E., & Zuze, T.L. (2011). School resources and academic performance in Sub-Saharan Africa. *Comparative Education Review*, 55(3), 369–397.
- Leigh, A.K. (2010). Estimating teacher effectiveness from two-year changes in students' test scores. *Economics of Education Review*, 29(3), 480–488.
- Marks, G.N. (2005). Cross-national differences and accounting for social class inequalities in education. *International Sociology*, 20(4), 483–505.
- Marsh, H.W., & Craven, R.G. (2006). Reciprocal effects of self-concept and performance from a multidimensional perspective: Beyond seductive pleasure and unidimensional perspectives. *Perspectives on Psychological Science*, 1(2), 133–163.
- Martin, M.O., Foy, P., Mullis, I.V.S., & O'Dwyer, L.M. (2013). Effective schools in reading, mathematics, and science at the fourth grade. In M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Eds.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade—Implications for early learning*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., & Foy, P. (2011). Age distribution and reading achievement configurations among fourth-grade students in PIRLS 2006. *IERI Monograph Series: Issues and Methodologies in Large-scale Assessments*, 4, 9–33.
- Marzano, R.J., Marzano, J.S., & Pickering, D.J. (2003). *Classroom management that works: Research-based strategies for every teacher*. Alexandria, VA: Association of Supervision and Curriculum Development.
- McGuigan, L., & Hoy, W.K. (2006). Principal leadership: Creating a culture of academic optimism to improve achievement for all students. *Leadership and Policy in Schools*, 5(3), 203–229.
- McLaughlin, M., McGrath, D.J., Burian-Fitzgerald, M.A., Lanahan, L., Scotchmer, M., Enyeart, C., & Salganik, L. (2005, April). *Student content engagement as a construct for the measurement of effective classroom instruction and teacher knowledge*. rad prezentiran an godišnjem skuput društva American Educational Researchers Association, Montreal, Kanada.
- McLellan, R., & Steward, S. (2015). Measuring children and young people's wellbeing in the school context. *Cambridge Journal of Education*, 45(3), 307–332.
- McMahon, S.D., Wernsman, J., & Rose, D.S. (2009). The relation of classroom environment and school belonging to academic self-efficacy among urban fourth- and fifth-grade students. *The Elementary School Journal*, 109(3), 267–281.
- Melhuish, E.C., Phan, M.B., Sylva, K., Sammons, P., Siraj-Blatchford, I., & Taggart, B. (2008). Effects of the home learning environment and preschool center experience upon literacy and numeracy development in early primary school. *Journal of Social Issues*, 64(1), 95–114.
- Milam, A.J., Furr-Holden, C.D.M., & Leaf, P.J. (2010). Perceived school and neighborhood safety, neighborhood violence and academic achievement in urban school children. *The Urban Review*, 42(5), 458–467.
- Mishna, F., Cook, C., Gadalla, T., Daciuk, J., & Solomon, S. (2010). Cyber bullying behaviors among middle and high school students. *American Journal of Orthopsychiatry*, 80(3), 363–374.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., & Foy, P. (2013). The impact of reading ability on TIMSS mathematics and science achievement at the fourth grade: An analysis by item reading demands. In M.O. Martin & I.V.S. Mullis (Eds.), *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth*

- grade—*Implications for early learning* (pp. 67-108). Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Goh, S., & Cotter, K. (urednici). (2016). *TIMSS 2015 encyclopedia: Education policy and curriculum in mathematics and science*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., & Hooper, M. (2017). Measuring changing educational contexts in a changing world: Evolution of the TIMSS and PIRLS questionnaires. In M. Rosén, K.Y. Hansen, & U. Wolff (Eds.), *Cognitive Abilities and Educational Outcomes* (pp. 207-222). Methodology of Educational Measurement and Assessment. Switzerland: Springer International Publishing.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., & Loveless, T. (2016). *20 years of TIMSS: International trends in mathematics and science achievement, curriculum, and instruction*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- Nilsen, T., Gustafsson, J.-E., & Blömeke, S. (2016). Conceptual framework and methodology of this report. In T. Nilsen & J.-E. Gustafsson (Eds.), *Teacher quality, instructional quality, student outcomes* (pp. 1-19). Amsterdam, The Netherlands: IEA.
- Parker, P.D., Jerrim, J., Schoon, I., & Marsh, H.W. (2016). A multination study of socioeconomic inequality in expectations for progression to higher education: The role of between-school tracking and ability stratification. *American Educational Research Journal*, 53(1), 6-32.
- Princiotta, D., Flanagan, K.D., & Hausken, E.G. (2006). *Fifth grade: Findings from the fifth-grade follow-up of the early childhood longitudinal study, kindergarten class of 1998-99 (ECLS-K)*. Washington, DC: National Center for Educational Statistics.
- Punter, A., Glas, C.A., & Meelissen, M.R.M. (2016). *Psychometric framework for modeling parental involvement and reading literacy*. Amsterdam, The Netherlands: IEA.
- Reeve, J. (2002). Self-determination theory applied to educational settings. In E.L. Deci & R.M. Ryan (Eds.), *Handbook of self-determination research* (pp. 183-204). Rochester, NY: The University of Rochester Press.
- Renshaw, T.L., Long, A.C.J., & Cook, C.R. (2015). Assessing Adolescents' Positive Psychological Functioning at School: Development and Validation of the Student Subjective Wellbeing Questionnaire. *School Psychology Quarterly*, 30(4), 534-552.
- Rothon, C., Head, J., Klineberg, E., & Stansfeld, S. (2011). Can social support protect bullied adolescents from adverse outcomes? A prospective study on the effects of bullying on the educational achievement and mental health of adolescents at secondary schools in East London. *Journal of Adolescence*, 3(3), 579-588.
- Rumberger, R.W., & Palardy, G.J. (2005). Does segregation still matter? The impact of student composition on academic achievement in high school. *The Teachers College Record*, 107(9), 1999-2045.
- Rutkowski, L., Rutkowski, D., & Engel, L. (2013). Sharp contrasts at the boundaries: School violence and educational outcomes internationally. *Comparative Education Review*, 57(2), 232-259.
- Sacerdote, B. (2011). Peer effects in education: How might they work, how big are they and how much do we know thus far? In E.A. Hanushek, S.J. Machin, & L. Wößmann, *Handbook of the economics of education* (pp. 681-704). San Diego, CA: Elsevier.
- Sarama, J., & Clements, D.H. (2009). Building blocks and cognitive building blocks: Playing to know the world mathematically. *American Journal of Play*, 1(3), 313-337.
- Schütz, G., Ursprung, H.W., & Wößmann, L. (2008). Education policy and equality of opportunity. *Kyklos*, 61(2), 279-308.
- Sénéchal, M., & LeFevre, J. (2002). Parental involvement in the development of children's reading skill: A five-year longitudinal study. *Child Development*, 73(2), 445-460.
- Sirin, S.R. (2005). Socioeconomic status and academic achievement: A meta-analytic review of research. *Review of Educational Research*, 75(3), 417-453.

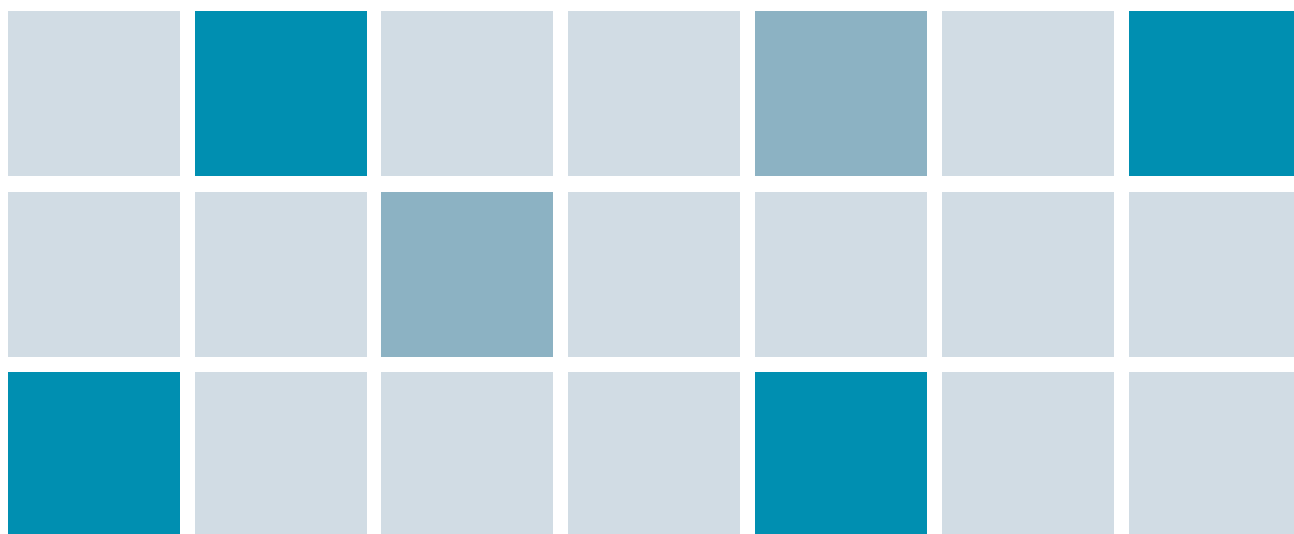
- Skwarchuk, S.-L., Sowinski, C., & LeFevre, J.-A. (2014). Formal and informal home learning activities in relation to children's early numeracy and literacy skills: The development of a home numeracy model. *Journal of Experimental Child Psychology*, 121, 63–84.
- Stacer, M.J., & Perrucci, R. (2013). Parental involvement with children at school, home, and community. *Journal of Family and Economic Issues*, 34(3), 340–354.
- Stanco, G. (2012). *Using TIMSS 2007 data to examine STEM school effectiveness in an international context* (Doctoral dissertation, Boston College).
- Tokunaga, R.S. (2010). Following you home from school: A critical review and synthesis of research on cyberbullying victimization. *Computers in Human Behavior*, 26(3), 277–287.
- Van de Werfhorst, H.G., & Mijs, J.J.B. (2010). Achievement inequality and the institutional structures of educational systems: A comparative perspective. *Annual Review of Sociology*, 36, 407–428.
- Vansteenkiste, M., Timmermans, T., Lens, W., Soenens, B., & Van den Broeck, A. (2008). Does extrinsic goal framing enhance extrinsic goal-oriented individuals' learning and performance? An experimental test of the match perspective versus self-determination theory. *Journal of Educational Psychology*, 100(2), 387–397.
- Wendt, H., Bos, W., Selter, C., Köller, O., Schwippert, K., & Kasper, D. (Eds.). (2016). *Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Münster, Germany: Waxmann.
- Willms, J.D. (2006). *Learning divides: Ten policy questions about the performance and equity of schools and schooling systems*. Montreal, Canada: UNESCO Institute for Statistics.
- Wu, J.H., Hoy, W.K., & Tarter, C.J. (2013). Enabling school structure, collective responsibility, and a culture of academic optimism: Toward a robust model of school performance in Taiwan. *Journal of Educational Administration*, 51(2), 176–193.
- Yoon, K.S., Duncan, T., Lee, S.W.-Y., Scarloss, B., & Shapley, K.L. (2007). *Reviewing the evidence on how teacher professional development affects student achievement* (Institute of Education Sciences Report No. REL 2007–No.033). Washington, DC: U.S. Department of Education.



ČETVRTO POGLAVLJE

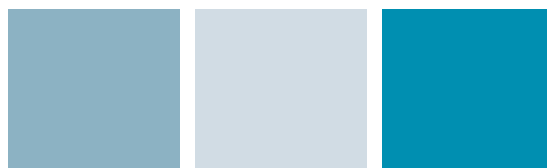
TIMSS 2019

Nacrt istraživanja



IEA

TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE



ČETVRTO POGLAVLJE

TIMSS 2019

Nacrt istraživanja

Michael O. Martin
Ina V. S. Mullis
Pierre Foy

Istraživanje TIMSS osmišljeno je da bi se zemljama omogućilo prikupljanje podataka o matematičkim i prirodoslovnim postignućima njihovih učenika na temelju kojih se mogu donositi odluke o poboljšanju obrazovnih politika i praksi. Istraživanje TIMSS ispituje učenička postignuća iz matematike i prirodoslovlja a provodi se u četverogodišnjim intervalima u četvrtome i osmome razredu. U TIMSS-u se također primjenjuju upitnici za roditelje, učenike, učitelje, ravnatelje i stručnjake za izradu kurikuluma te se pomoću njih prikupljaju informacije o društvenim i obrazovnim kontekstima učenja.

Posebna se pozornost posvećuje mjerenju postignuća iz matematike i prirodoslovlja na način da se uvažava opsežnost i raznovrsnost tema ovih područja koji se poučavaju u zemljama sudionicama. TIMSS-om se usto prate poboljšanja ili pogoršanja, odnosno trendovi, u učeničkim postignućima od jednoga ciklusa do drugoga. Za sve to potrebno je istraživanje koje obuhvaća većinu tema iz matematike i prirodoslovlja te inovativan način provođenja mjerenja.

Od 1995. godine TIMSS se provodi svake četiri godine, a svaki novi ciklus istraživanja nastavlja se na onaj prethodni. Na taj način TIMSS redovito pruža učiteljima i zakonodavcima aktualne podatke o trendovima u učeničkim postignućima iz matematike i prirodoslovlja. Dodatna je prednost provođenja istraživanja TIMSS u četvrtima i osmima razredima svake četiri godine mogućnost praćenja promjena postignuća unutar kohorte razreda, jer učenici četvrtoga razreda u jednome TIMSS-ovu ciklusu postaju učenici osmoga razreda u sljedećemu ciklusu.

Sedmo istraživanje po redu, TIMSS 2019, nastavlja s tradicijom unapređenja kvalitete istraživanja, ovaj put prelaskom na digitalni oblik ispitivanja – eTIMSS. Prvi put, otprilike polovica zemalja sudionica provodit će TIMSS-ovo istraživanje s pomoću računala, dok će ostale zemlje istraživanje provoditi u standardnome obliku papira-olovka (kao u i do sada provedenim istraživanjima).

Odabir učenika koji sudjeluju u istraživanju

Istraživanje TIMSS ispituje učenička postignuća iz matematike i prirodoslovlja u četvrtoj i osmoj godini formalnoga obrazovanja. Zemlje sudionice mogu odabrati hoće li ispitivati jednu ili obje kohorte, ovisno o prioritetima obrazovnih politika i raspoloživim resursima. S obzirom na to da je za TIMSS-ovo istraživanje četvrta ili osma godina formalnoga obrazovanja osnova za usporedbu među

zemljama sudionicama, TIMSS-ovo istraživanje provodi se u onome razredu koji odgovara toj godini obrazovanja. Kohorte koje sudjeluju u TIMSS-ovu istraživanju jesu sljedeće:

- u četvrtome razredu, grupa koju se ispituje treba biti četvrta godina obrazovanja prema ISCED razini 1
- u osmome razredu, grupa koju se ispituje treba biti osma godina obrazovanja prema ISCED razini 1.

ISCED je međunarodna standardna klasifikacija obrazovanja koju je razvio UNESCO-ov Institut za statistiku i koja se odnosi na međunarodne standarde za opisivanje obrazovnih razina diljem svijeta (UNESCO, 2012.). ISCED sustav opisuje cjelokupni raspon obrazovanja, od predškolskoga obrazovanja (razina 0) do doktorskih studija (razina 8). ISCED razina 1 obuhvaća primarno obrazovanje ili prvu fazu osnovnoga obrazovanja. Četvrta godina nakon početka obrazovanja (razine 1) ujedno je i četvrta godina formalnoga obrazovanja koja čini ciljanu kohortu četvrtoga razreda TIMSS-ova istraživanja. Ta je kohorta četvrti razred u većini zemalja. Isto tako, osma godina nakon početka obrazovanja (razine 1) ujedno je i osma godina formalnoga obrazovanja koja čini ciljanu kohortu osmoga razreda TIMSS-ova istraživanja. Međutim, s obzirom na to da su ispitivanja kognitivno zahtjevnija, potrebno je izbjeći da u ispitivanju sudjeluju premladi učenici. Stoga se u sklopu TIMSS istraživanja preporučuje zemljama da ispitivanje provedu u sljedećemu višem razredu (tj. petomu razredu za četvrti razred te u devetome razredu za osmi razred), u slučaju da je prosječna dob učenika četvrtih razreda u vrijeme ispitivanja manja od devet i pol godina, a prosječna dob učenika osmih razreda manja od 13,5 godina.

Kako bi odabrana skupina bila reprezentativni uzorak unutar granice pogreške i kako ispitivanje ne bi bilo preveliko opterećenje za škole i učenike, svaka zemlja odabire reprezentativni slučajni uzorak učenika na svakoj od dviju razina. Osnovni TIMSS-ov nacrt za izbor uzorka sastoji se od najmanje 150 škola i jednoga ili više cijelih razreda po razini ispitivanja kako bi se stvorio uzorak od približno 4000 učenika u svakoj zemlji.

Izvješće o učeničkim postignućima

Istraživanje TIMSS 2019 pruža sveobuhvatnu sliku učeničkih postignuća iz matematike i prirodoslovlja u četvrtome i osmome razredu za svaku pojedinu zemlju sudionicu. U izvješću su prikazana postignuća u svakoj sadržajnoj i kognitivnoj domeni (kako je navedeno u prvome i drugome poglavlju), kao i opća postignuća iz matematike i prirodoslovlja. U skladu s nastojanjem da se u što većemu opsegu obuhvati gradivo koje se ispituje, ispitivanje TIMSS 2019 uključuje veliki broj zadataka (čestica) kojima se ispituju znanja iz matematike i prirodoslovlja u oba razreda. Međutim, kako ispitivanje učeniku ne bi bilo preveliko opterećenje svaki učenik rješava samo dio zadataka, kako je opisano u sljedećemu paragrafu. Nakon provedbe ispitivanja, odgovori učenika u ispitivanju znanja agregiraju se te se pretvaraju u parametre ispitivanoga znanja iz matematike i prirodoslovlja za svaki od ispitivanih razreda kako bi se dobio potpuni pregled rezultata ispitivanja za svaku zemlju.

Jedna je od glavnih pogodnosti TIMSS-ova istraživanja longitudinalno mjerenje trendova postignuća u matematici i prirodoslovlju. Ljestvice procjene postignuća sadrže utvrđene mjerne parametre na temelju kojih zemlje mogu pratiti napredak učenika u matematici i prirodoslovlju u četvrtome i

osmome razredu među ciklusima. Već u prvome TIMSS-ovu istraživanju provedenom 1995. godine pripremljene su ljestvice procjene postignuća iz matematike i prirodoslovlja za oba ispitivana razreda. Mjerne jedinice utvrđene su tako da 100 bodova na ljestvici odgovara jednoj standardnoj devijaciji raspodjele postignuća u svakoj pojedinoj zemlji sudionici TIMSS-a 1995, a srednja vrijednost ljestvice 500 smještena je na sredinu ove međunarodne raspodjele postignuća. Ljestvice procjene postignuća prvi su se put upotrebljavale u izvješću o rezultatima istraživanja TIMSS 1995. Rezultati naknadnih TIMSS-ovih istraživanja zabilježeni su pomoću istih mjernih parametara, što omogućava mjerenje rasta ili smanjenja postignuća u zemljama sudionicama između ciklusa.

Koristeći se zadatcima iz istraživanja provedenih 1995. i 1999. godine, kao osnovom za povezivanje dvaju skupova rezultata ispitivanja, podatci iz istraživanja TIMSS 1999 također su prikazani na ljestvicama procjene kako bi zemlje mogle mjeriti promjene u postignućima učenika u matematici i prirodoslovlju u odnosu na postignuća iz 1995. godine. Na isti način prikazana su postignuća za svaki od ovih dvaju predmeta, i u četvrtome i u osmome razredu. Isti princip prikaza podataka primjenjivao se za sva dosadašnja TIMSS-ova istraživanja. Isto vrijedi za TIMSS 2019. Takav način prikaza podataka omogućuje zemljama sudionicama TIMSS 2019, a koje su ujedno i sudjelovale u svim prethodnim istraživanjima, usporedni pregled postignuća iz istraživanja provedenih 1995., 1999., 2003., 2007., 2011., 2015. i 2019. te prikaz trendova u znanju učenika tijekom 24 godine provođenja istraživanja.

Osim ljestvica za prikaz sveukupnih postignuća iz matematike i prirodoslovlja, u istraživanju TIMSS 2019 izrađene su ljestvice za prikaz postignuća učenika u svakoj sadržajnoj i kognitivnoj domeni iz matematike i prirodoslovlja. Domene su definirane okvirima istraživanja TIMSS 2019. U matematici za četvrti razred upotrebljavaju se tri ljestvice procjene znanja iz triju sadržajnih domena – brojevi, geometrijski oblici te mjerenje i prikaz podataka kao i četiri ljestvice za osmi razred – brojevi, algebra, geometrija te prikaz podataka i vjerojatnost. U prirodoslovlju su također izrađene tri ljestvice procjene znanja iz triju sadržajnih domena u četvrtome razredu – znanosti o životu, fizičke znanosti i znanosti o Zemlji kao i četiri ljestvice za osmi razred – Biologija, Kemija, Fizika i znanosti o Zemlji (Geografija). U okvirima istraživanja TIMSS 2019 utvrđene su tri kognitivne domene – činjenično znanje, primjena znanja i zaključivanje – koje obuhvaćaju sadržaje matematike i prirodoslovlja u oba razreda. Usto, za oba razreda izrađene su ljestvice procjene za svaku kognitivnu domenu matematike i prirodoslovlja.

Nacrt ispitnih knjižica TIMSS 2019

Kako bi se postigli ambiciozni ciljevi TIMSS-ovih istraživanja, u ispitnim je knjižicama potreban znatno veći broj zadataka nego što ih učenik može riješiti u zadanome vremenu. U skladu s tim, u istraživanju TIMSS primjenjuje se tzv. uzorkovanje po matrici koje obuhvaća grupiranje velikoga broja čestica (zadataka) u setove za matematiku i prirodoslovlje u oba razreda u 14 ispitnih knjižica. Svaki učenik popunjava samo jednu ispitnu knjižicu. Svaki se zadatak istovremeno nalazi u dvije ispitne knjižice te je stoga prilikom provedbe analiza moguće povezivanje učeničkih odgovora iz različitih ispitnih knjižica. Knjižice se dodjeljuju učenicima u razredima koji sudjeluju u istraživanju prema unaprijed određenome uzorkovanju pomoću TIMSS-ova računalnog programa za uzorkovanje unutar škola, tako da su uzorci učenika koji popunjavaju svaku knjižicu u svakoj zemlji približno jednaki u pogledu učeničkih sposobnosti.

Nakon provođenja ispitivanja te prikupljanja i obrade podataka, u istraživanju TIMSS koristi se metoda skaliranja pomoću teorije odgovora na zadatke kako bi se izradio sveobuhvatan pregled postignuća cjelokupne učeničke populacije pojedine zemlje, a na temelju odgovora pojedinih učenika iz ispitnih knjižica koje su učenici rješavali.¹ Ovim se pristupom osigurava optimalno opterećenje učenika, uz veću složenost strukture knjižica, prikupljanja i analize podataka.

Kako bi se olakšao postupak izrade ispitnih knjižica, zadatci su grupirani u setove s približno 10-14 zadataka u svakome pojedinom setu za četvrti razred i 12-18 zadataka za osmi razred. Kao što je opisano u prvome i drugome poglavlju, unutar svakoga seta, raspored zadataka iz sadržajnih i kognitivnih domena podudaran je njihovu rasporedu u cjelokupnome skupu zadataka. Isto kao i u istraživanju iz 2015. godine, u istraživanju TIMSS 2019 pripremljeno je ukupno 28 setova zadataka za svaki razred: 14 setova zadataka iz matematike i 14 setova zadataka iz prirodnoslovlja. Ispitne knjižice sastavljene su od različitih kombinacija ovih setova zadataka.

Kao osnova za mjerenje trendova iz istraživanja 2015. godine preuzeto je osam od 14 setova zadataka iz matematike i osam od 14 setova zadataka iz prirodnoslovlja za provedbu ispitivanja u svakome razredu u 2019. godini. Preostalih 12 setova zadataka (šest iz matematike i šest iz prirodnoslovlja) IEA je dopustila da se objave u publikacijama te da se koriste u istraživanjima i nastavi. Stoga je za istraživanje TIMSS 2019 osmišljeno 12 novih setova zadataka. U skladu s time, 28 setova zadataka za istraživanje TIMSS 2019 obuhvaća 16 zajedničkih setova zadataka (osam iz matematike i osam iz prirodnoslovlja) i 12 setova novih zadataka koji se prvi put koriste.

Kao što je prikazano u Tablici 4.1, setovi zadataka iz matematike TIMSS 2019 označeni su identifikacijskim oznakama od M01 do M14, a setovi zadataka iz prirodnoslovlja oznakama od S01 do S14. Setovi zadataka iz matematike i prirodnoslovlja koji završavaju neparnim brojevima (01, 03, 05 itd.) sadrže zadatke iz istraživanja 2015. godine, kao i setovi koji završavaju na 06. Setovi zadataka koji završavaju parnim brojevima (osim 06) sadrže nove zadatke kojima će se prvi put koristiti u istraživanju TIMSS 2019.

1

Pogledajte Foy and Yin (2016) za opis skaliranja podataka o postignućima ispitivanja TIMSS 2015.

Tablica 4.1: Setovi pitanja za TIMSS 2019 – četvrti i osmi razred

Setovi pitanja za matematiku	Izvori pitanja	Setovi pitanja za prirodoslovlje	Izvori pitanja
M01	set M13 iz TIMSS-a 2015	S01	set S13 iz TIMSS-a 2015
M02	nova pitanja za TIMSS 2019	S02	nova pitanja za TIMSS 2019
M03	set M08 iz TIMSS-a 2015	S03	set S08 iz TIMSS-a 2015
M04	nova pitanja za TIMSS 2019	S04	nova pitanja za TIMSS 2019
M05	set M09 iz TIMSS-a 2015	S05	set S09 iz TIMSS-a 2015
M06	set M10 iz TIMSS-a 2015	S06	set S10 iz TIMSS-a 2015
M07	set M11 iz TIMSS-a 2015	S07	set S11 iz TIMSS-a 2015
M08	nova pitanja za TIMSS 2019	S08	nova pitanja za TIMSS 2019
M09	set M04 iz TIMSS-a 2015	S09	set S04 iz TIMSS-a 2015
M10	nova pitanja za TIMSS 2019	S10	nova pitanja za TIMSS 2019
M11	set M12 iz TIMSS-a 2015	S11	set S12 iz TIMSS-a 2015
M12	nova pitanja za TIMSS 2019	S12	nova pitanja za TIMSS 2019
M13	set M14 iz TIMSS-a 2015	S13	set S14 iz TIMSS-a 2015
M14	nova pitanja za TIMSS 2019	S14	nova pitanja za TIMSS 2019

Od učenika četvrtoga razreda očekuje se da će svaki set zadataka rješavati u prosjeku 18 minuta, a učenici osmoga razreda 22,5 minuta. Usto, za rješavanje 28 setova zadataka u četvrtome razredu potrebno je skoro 8,5 sati, a za rješavanje setova zadataka u osmome razredu oko 10,5 sati. U skladu s prethodnim ciklusima TIMSS-ovih istraživanja, nacionalni koordinatori zemalja sudionica zaključili su da se vrijeme ispitivanja za bilo kojega učenika ne bi trebalo povećavati u odnosu na prethodna istraživanja. Stoga, kao i do sada, vrijeme rješavanja zadataka iz ispitne knjižice ne smije biti duže od 72 minute za četvrti razred i 90 minuta za osmi razred. Za oba razreda planirano je dodatnih 30 minuta za popunjavanje upitnika za učenike.

Pri odabiru načina raspodjele setova zadataka u ispitnoj knjižici, glavni je cilj obuhvatiti što veći broj tema predviđenih okvirima istraživanja, istodobno osiguravajući da svaki učenik odgovori na dovoljan broj zadataka i time omogućiti pouzdano mjerenje trendova iz matematike i u prirodoslovlja. Daljnji je cilj bio osigurati pouzdanost mjerenja postignuća u sadržajnim i kognitivnim domenama u matematici i prirodoslovlju. Kako bi se omogućilo povezivanje ispitnih knjižica, a ujedno zadržao minimalni broj knjižica, svaki se set zadataka pojavljuje u dvjema knjižicama. Od 2007. godine u TIMSS-u se upotrebljava isti nacrt ispitnih knjižica.

U nacrtu ispitnih knjižica istraživanja TIMSS 2019 prikazan je raspored 28 setova pitanja u 14 ispitnih knjižica (vidi Tablicu 4.2). Struktura ispitnih knjižica ista je za četvrti i osmi razrede, iako je za rješavanje

setova zadataka za četvrti razred predviđeno 18 minuta, a za osmi razred 22,5 minuta. Svaka se ispitna knjižica sastoji od četiri seta zadataka: dva seta zadataka iz matematike i dva seta zadataka iz prirodoslovlja. U polovici ispitnih knjižica, u prvome su dijelu dva seta zadataka iz matematike, a zatim dva seta zadataka iz prirodoslovlja, dok je u drugoj polovici redoslijed obrnut. Usto, u većini ispitnih knjižica dva seta zadataka sadrže zadatke iz ispitivanja TIMSS 2015, a dva seta sadrže nove zadatke sastavljene za ispitivanje TIMSS 2019. Kao što je prikazano u Tablici 4.2, na primjer, učenici kojima je dodijeljena knjižica 1 rješavaju dva seta zadataka iz matematike, M01 i M02, i dva seta zadataka iz prirodoslovlja, S01 i S02. Zadatci u setovima M01 i S01 zadatci su iz ispitivanja TIMSS 2015, dok su zadatci u M02 i S02 novi zadatci sastavljeni za ispitivanje TIMSS 2019. Slično tome, učenici kojima je dodijeljena knjižica 2 rješavaju dva seta zadataka iz prirodoslovlja, S02 i S03, nakon kojih slijede dva seta zadataka iz matematike, M02 i M03. Setovi S02 i M02 sadrže nove zadatke, dok su u setovima S03 i M03 trend-zadatci.

Zemlje koje sudjeluju u TIMSS-ovu istraživanju nastoje odabrati uzorak od najmanje 4000 učenika kako bi se osigurao dovoljan broj ispitanika za svaki zadatak. Učenicima je podijeljeno 14 ispitnih knjižica u svakome uzorkovanom razredu prema unaprijed određenome rasporedu, tako da približno jednak broj učenika rješava svaku knjižicu.

Tablica 4.2: Struktura ispitnih knjižica za TIMSS 2019 – četvrti i osmi razred

Ispitna knjižica	Setovi pitanja			
	1. dio		2. dio	
Knjižica 1	M01	M02	S01	S02
Knjižica 2	S02	S03	M02	M03
Knjižica 3	M03	M04	S03	S04
Knjižica 4	S04	S05	M04	M05
Knjižica 5	M05	M06	S05	S06
Knjižica 6	S06	S07	M06	M07
Knjižica 7	M07	M08	S07	S08
Knjižica 8	S08	S09	M08	M09
Knjižica 9	M09	M10	S09	S10
Knjižica 10	S10	S11	M10	M11
Knjižica 11	M11	M12	S11	S12
Knjižica 12	S12	S13	M12	M13
Knjižica 13	M13	M14	S13	S14
Knjižica 14	S14	S01	M14	M01

Manje zahtjevna matematika u TIMSS-ovu istraživanju za četvrti razred

Kao što je opisano u Uvodu, zemlje koje sudjeluju u istraživanju TIMSS 2019 za provedbu ispitivanja u četvrtome razredu mogu odabrati setove manje zahtjevnih zadataka od onih standardnih zadataka iz

matematike četvrtoga razreda. Zemlje sudionice koje se koriste ovom opcijom provode ispitivanje iz prirodoslovlja u četvrtome razredu kao i obično, ali na taj način da ispitne knjižice sadrže kombinaciju manje zahtjevnih zadataka iz matematike i standardne zadatke iz prirodoslovlja. Kao što je prikazano u Tablici 4.3, set zadataka za manje zahtjevno gradivo iz matematike ima jednak broj zadataka kao i standardna inačica za provjeru znanja iz matematike, tako da se isti set zadataka može upotrijebiti u knjižici za ispitivanje znanja manje zahtjevnoga gradiva i za ispitivanje gradiva pomoću standardne inačice (nacrt knjižica prikazan u Tablici 4.2).

Bitan je aspekt ispitivanja manje zahtjevnoga gradiva iz matematike primjena iste ljestvice postignuća koja se primjenjuje i u standardnoj inačici. Na taj se način omogućuje usporedba rezultata dobivenih iz obiju inačica. Da bi se osigurala povezanost između dviju inačica, ispitivanje manje zahtjevnog matematike obuhvaća četiri seta zadataka koji su također uključeni u standardnu inačicu – setovi zadataka N02, N06, N08 i N10 (Tablica 4.3). Oni su podudarni setovima zadataka M01, M03, M11 i M13 u standardnoj inačici. U manje zahtjevnoj inačici upotrebljavaju se setovi zadataka iz istraživanja TIMSS brojevi 2015. godine, uključujući osam setova zadataka iz toga ispitivanja – setove zadataka N01, N03, N05, N06, N07, N09, N11 i N13 (Tablica 4.3). Set zadataka N06 upotrebljen je i u četvrtome razredu istraživanja TIMSS 2015 i u istraživanju TIMSS brojevi 2015.

Tablica 4.3: Manje zahtjevna matematika u TIMSS-ovu istraživanju za četvrti razred – setovi zadataka

N01	zajednički set N09 iz TIMSS brojevi 2015
N02	set M01 iz TIMSS 2019 / zajednički set M13 iz TIMSS 2015
N03	zajednički set N10 iz TIMSS brojevi 2015
N04	nova manje zahtjevna pitanja za TIMSS 2019
N05	zajednički set N05 iz TIMSS brojevi 2015
N06	set M03 iz TIMSS 2019 – zajednički set M08/N08 iz TIMSS 2015 i TIMSS brojevi 2015
N07	zajednički set N07 iz TIMSS brojevi 2015
N08	set M11 iz TIMSS 2019 – zajednički set M12 iz TIMSS 2015
N09	zajednički set N06 iz TIMSS brojevi 2015
N10	set M13 iz TIMSS 2019 – zajednički set M14 iz TIMSS 2015
N11	zajednički set N02 iz TIMSS brojevi 2015
N12	nova manje zahtjevna pitanja za TIMSS 2019
N13	zajednički set N03 iz TIMSS brojevi 2015
N14	nova manje zahtjevna pitanja za TIMSS 2019

Obje inačice ispitivanja znanja iz matematike, standardna i manje zahtjevna, izrađene su prema smjernicama utvrđenima u poglavlju o vrstama zadataka i načinu ocjenjivanja kada je riječ o primjeni zadataka višestrukoga izbora i zadataka otvorenoga tipa.

Nacrt istraživanja eTIMSS

Set zadataka za ispitivanje eTIMSS 2019 (Tablica 4.4) sličan je setu zadataka iz standardnoga TIMSS-ova ispitivanja koji se provodi u obliku papira-olovka (Tablica 4.1), pri čemu svaki set iz standardnoga oblika ima svoju odgovarajuću inačicu u digitalnome obliku – eTIMSS. Priprema eTIMSS-a mnogo je opsežnija zato što uključuje i još četiri seta inovativnih problemskih zadataka i pitanja (PSI) u odnosu na standardnu inačicu. Setovi zadataka od ET19DCM01 do ET19DCM14 u Tablici 4.4 digitalne su inačice setova zadataka iz matematike od M01 do M14 u Tablici 4.1. Slično tome setovi od ET19DCS01 do ET19DCS14 digitalne su inačice setova zadataka iz prirodoslovlja od S01 do S14. Setovi zadataka ET19DPSIM1 i ET19DPSIM2 obuhvaćaju inovativne problemske zadatke i pitanja (PSI) iz matematike, dok setovi zadataka ET19DPSIS1 i ET19DPSIS2 sadrže inovativne problemske zadatke i pitanja (PSI) iz prirodoslovlja.

Slično standardnome TIMSS-u (oblik papir-olovka), setovi zadataka eTIMSS-a koji završavaju brojevima 01, 03, 05, 06, 07, 09, 11 i 13 sadrže zadatke iz ispitivanja provedenoga 2015. godine, koji su pretvoreni u digitalni oblik. Setovi zadataka koji završavaju brojevima 02, 04, 08, 10, 12 i 14 sadrže nove zadatke koji će se prvi put upotrijebiti u ispitivanju TIMSS 2019. Zadatci u digitalnoj inačici podudarni su zadatcima iz standardnoga oblika TIMSS-a, iako prilagođeni za primjenu digitalnih funkcija poput „povuci i pusti”, „razvrstaj” itd.

Tablica 4.4: Setovi zadataka za eTIMSS 2019 – četvrti i osmi razred

Setovi zadataka iz matematike	Izvori zadataka	Setovi zadataka iz prirodoslovlja	Izvori zadataka
ET19DCM01	zajednički set M13 iz TIMSS 2015: digitalni oblik	ET19DCS01	zajednički set S13 iz TIMSS 2015: digitalni oblik
ET19DCM02	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik	ET19DCS02	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik
ET19DCM03	zajednički set M08 iz TIMSS 2015: digitalni oblik	ET19DCS03	zajednički set S08 iz TIMSS 2015: digitalni oblik
ET19DCM04	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik	ET19DCS04	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik
ET19DCM05	zajednički set M09 iz TIMSS 2015: digitalni oblik	ET19DCS05	zajednički set S09 iz TIMSS 2015: digitalni oblik
ET19DCM06	zajednički set M10 iz TIMSS 2015: digitalni oblik	ET19DCS06	zajednički set S10 iz TIMSS 2015: digitalni oblik
ET19DCM07	zajednički set M11 iz TIMSS 2015: digitalni oblik	ET19DCS07	zajednički set S11 iz TIMSS 2015: digitalni oblik
ET19DCM08	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik	ET19DCS08	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik

Tablica 4.4: Setovi zadataka za eTIMSS 2019 – četvrti i osmi razred (nastavak)

Setovi zadataka iz matematike	Izvori zadataka	Setovi zadataka iz prirodnoslovlja	Izvori zadataka
ET19DCM09	zajednički set M04 iz TIMSS 2015: digitalni oblik	ET19DCS09	zajednički set S04 iz TIMSS 2015: digitalni oblik
ET19DCM10	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik	ET19DCS10	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik
ET19DCM11	zajednički set M12 iz TIMSS 2015: digitalni oblik	ET19DCS11	zajednički set S12 iz TIMSS 2015: digitalni oblik
ET19DCM12	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik	ET19DCS12	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik
ET19DCM13	zajednički set M14 iz TIMSS 2015: digitalni oblik	ET19DCS13	zajednički set S14 iz TIMSS 2015: digitalni oblik
ET19DCM14	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik	ET19DCS14	novi zadatci za TIMSS 2019: digitalni oblik
ET19DPSIM1	novi inovativni problemski zadatci iz matematike u TIMSS 2019: digitalni oblik	ET19DPSIS1	novi inovativni problemski zadatci iz prirodnoslovlja u TIMSS 2019: digitalni oblik
ET19DPSIM2	novi inovativni problemski zadatci iz matematike u TIMSS 2019: digitalni oblik	ET19DPSIS2	novi inovativni problemski zadatci iz prirodnoslovlja u TIMSS 2019: digitalni oblik

U Tablici 4.5 prikazane su kombinacije setova zadatka eTIMSS (tj. ispitne knjižice u eTIMSS-u) koje su dodijeljene pojedinim učenicima i koje su digitalna inačica standardnoga TIMSS-a (Tablica 4.2). Na primjer, kombinacija setova zadataka ET19DCBC01 za eTIMSS uključuje setove zadataka iz matematike ET19DCM01 i ET19DCM02 i setove zadataka iz prirodnoslovlja ET19DCS01 i ET19DCS02, baš kao što knjižica 1 sadrži setove zadataka M01, M02, S01 i S02 za standardni oblik TIMSS-a. Nadalje, eTIMSS sadrži dvije dodatne kombinacije setova zadataka, ET19DCBC15 i ET19DCBC16, u koje su uključeni inovativni problemski zadatci i pitanja (PSI). Slično standardnome obliku TIMSS-a, 16 kombinacija setova zadataka eTIMSS-a raspoređuje se među učenicima u svakome uzorkovanom razredu s pomoću softvera s unaprijed utvrđenim uzorkovanjem unutar škole.

**Tablica 4.5: Nacrt kombinacija setova zadataka
za eTIMSS 2019 (ispitne knjižice) – četvrti i osmi razred**

Setovi zadataka				
Ispitna kombinacija setova zadataka	1. dio		2. dio	
ET19DCBC01	ET19DCM01	ET19DCM02	ET19DCS01	ET19DCS02
ET19DCBC02	ET19DCS02	ET19DCS03	ET19DCM02	ET19DCM03
ET19DCBC03	ET19DCM03	ET19DCM04	ET19DCS03	ET19DCS04
ET19DCBC04	ET19DCS04	ET19DCS05	ET19DCM04	ET19DCM05
ET19DCBC05	ET19DCM05	ET19DCM06	ET19DCS05	ET19DCS06
ET19DCBC06	ET19DCS06	ET19DCS07	ET19DCM06	ET19DCM07
ET19DCBC07	ET19DCM07	ET19DCM08	ET19DCS07	ET19DCS08
ET19DCBC08	ET19DCS08	ET19DCS09	ET19DCM08	ET19DCM09
ET19DCBC09	ET19DCM09	ET19DCM10	ET19DCS09	ET19DCS10
ET19DCBC10	ET19DCS10	ET19DCS11	ET19DCM10	ET19DCM11
ET19DCBC11	ET19DCM11	ET19DCM12	ET19DCS11	ET19DCS12
ET19DCBC12	ET19DCS12	ET19DCS13	ET19DCM12	ET19DCM13
ET19DCBC13	ET19DCM13	ET19DCM14	ET19DCS13	ET19DCS14
ET19DCBC14	ET19DCS14	ET19DCS01	ET19DCM14	ET19DCM01
ET19DCBC15	ET19DPSIM1	ET19DPSIM2	ET19DPSIS1	ET19DPSIS2
ET19DCBC16	ET19DPSIS2	ET19DPSIS1	ET19DPSIM2	ET19DPSIM1

Vrijeme rješavanja zadataka

Kako je navedeno u Tablici 4.6, svaki učenik popunjava jednu ispitnu knjižicu ili ispitnu kombinaciju setova zadataka koja se sastoji od dvaju dijelova. Nakon rješavanja ispitne knjižice, učenici ispunjavaju upitnik. Od TIMSS-a 2007. vrijeme predviđeno za rješavanje zadataka nije se promijenilo. Stoga i u ispitivanju TIMSS 2019 učenici imaju na raspolaganju 72 minute za rješavanje zadataka i 30 minuta za popunjavanje upitnika u četvrtome razredu, a 90 minuta za rješavanje zadataka i 30 minuta za popunjavanje upitnika u osmome razredu.

Tablica 4.6: Vrijeme predviđeno za rješavanje zadataka u ispitivanju TIMSS 2019 – četvrti i osmi razred

Aktivnost	Četvrti razred	Osmi razred
ispitna knjižica: 1. dio	36 minuta	45 minuta
pauza		
ispitna knjižica: 2. dio	36 minuta	45 minuta
pauza		
upitnik za učenike	30 minuta	30 minuta

Literatura

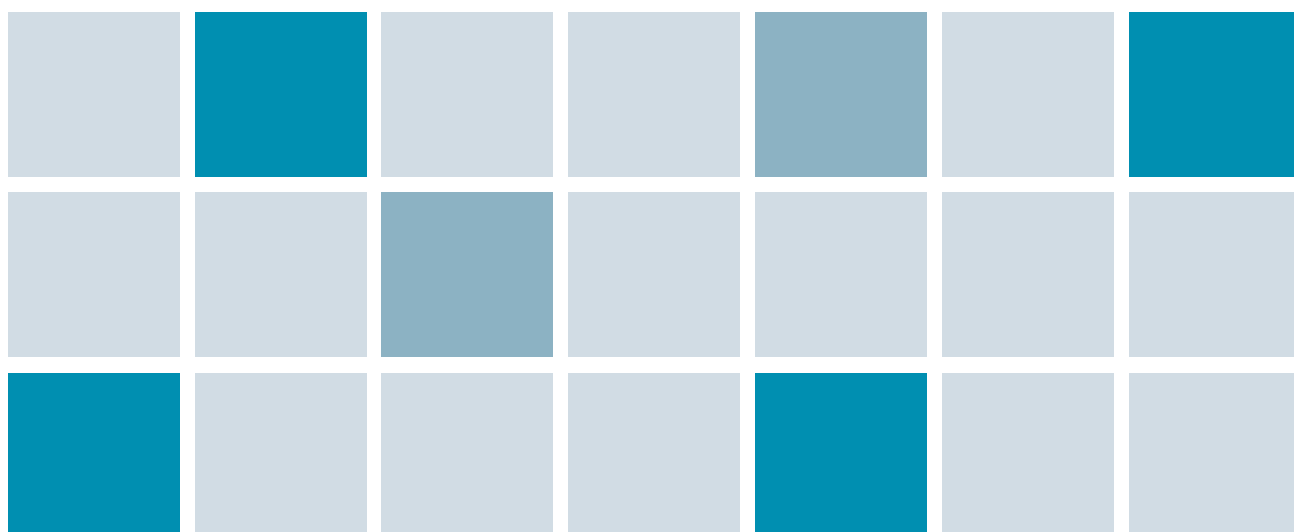
- Foy, P., & Yin, L. (2016). Scaling the TIMSS 2015 achievement data. u M.O. Martin, I.V.S. Mullis, & M. Hooper (Eds.), *Methods and Procedures in TIMSS 2015* (pp. 13.1–13.62). Preuzeto sa stranice Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center: <http://timss.bc.edu/publications/timss/2015-methods/chapter-13.html>
- UNESCO. (2012). *International Standard Classification of Education ISCED 2011*. Montreal: UNESCO Institute of Statistics. Preuzeto sa stranice <http://uis.unesco.org/sites/default/files/documents/international-standard-classification-of-education-isced-2011-en.pdf>



TIMSS 2019 Okviri istraživanja

DODATAK A

Zahvala



IEA

TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE

DODATAK A

Zahvala

Istraživanja TIMSS i PIRLS dva su IEA-ina važna projekta koja se provode u redovitim ciklusima. Odgovornost za cjelokupno provođenje i upravljanje ovim dvama projektima povjereno je međunarodnome centru *TIMSS & PIRLS International Study Center*, na Boston Collegeu. Ovaj centar za istraživanje vode Michael O. Martin i Ina V. S. Mullis, a smješten je u školi *Lynch School of Education*. U provođenju ovih dvaju ambicioznih međunarodnih projekata, međunarodni centar *TIMSS & PIRLS International Study Center* usko surađuje sa sljedećim institucijama: IEA u Amsterdamu, koja upravlja sudjelovanjem zemalja u brojnim međunarodnim istraživanjima; IEA u Hamburgu, gdje je centar za obradu podataka i istraživanja; *Statistics Canada* u Ottawi i *Educational Testing Service* na Princetonu, u New Jerseyju. Posebno je važno blisko surađivati s nacionalnim koordinatorima za provođenje istraživanja koje su države sudionice imenovala osobama odgovornima za koordiniranje složenih aktivnosti za provedbu istraživanja u njihovim zemljama. Ukratko, za uspješnu provedbu TIMSS istraživanja potrebna je suradnja mnogih pojedinaca širom svijeta pri čemu se njihov trud vezan za niz različitih aktivnosti iznimno cijeni.

U svakomu novom ciklusu iznimno je važno ažurirati okvire istraživanja u odnosu na prošle cikluse. Ažuriranje okvira za istraživanje TIMSS 2019 započelo je u rujnu 2016. godine, a uključivalo je opsežne napomene recenzenata iz međunarodnoga centra IEA-e, *TIMSS & PIRLS International Study Center*, nacionalnih koordinatora za istraživanje TIMSS 2019 i dva TIMSS-ova stručna povjerenstva: Povjerenstvo za pregled zadataka iz matematike i prirodoslovlja u istraživanju TIMSS 2019 i Povjerenstvo za pregled pitanja u upitnicima za TIMSS 2019. Među stručnjacima širom svijeta koji su pridonijeli uspješnosti TIMSS-a, ovdje izražavamo zahvalu osobama koje su posebice pridonijele razvoju i provođenju okvira istraživanja TIMSS 2019.

Razvoj okvira istraživanja TIMSS 2019 u međunarodnome centru *TIMSS & PIRLS International Study Center* na Boston Collegeu

Ina V. S. Mullis, izvršna direktorica

Michael O. Martin, izvršni direktor

Pierre Foy, direktor uzorkovanja, psihometrije i analize podataka

Victoria A. S. Centurino, pomoćnica direktora istraživanja, TIMSS prirodoslovlje

Kerry Cotter, specijalistica za istraživanje, TIMSS matematika

Martin Hooper, pomoćnik direktora istraživanja, izrada upitnika za TIMSS i PIRLS te razrađivanje strategija

Bethany Fishbein, specijalistica za istraživanje, izrada instrumenata istraživanja i izvještavanje

Povjerenstvo za pregled zadataka iz matematike i prirodoslovlja u istraživanju TIMSS 2019

Povjerenstvo za pregled zadataka iz matematike i prirodoslovlja (SMIRC – *The Science and Mathematics Item Review Committee*) čine međunarodni priznati stručnjaci u području matematike i prirodoslovlja koji su pregledali i predložili ažuriranja okvira za ispitivanje znanja iz matematike i prirodoslovlja u istraživanju TIMSS 2019. Ovo povjerenstvo također je pregledavalo zadatke još u ranoj fazi razvoja istraživanja TIMSS 2019.

Matematika

Ray Philpot
Australian Council for Educational Research
[Australija](#)

Kiril Bankov
Faculty of Mathematics & Informatics
University of Sofia
[Bugarska](#)

Khattab Mohammad Ahmad Abulibdeh
National Center for Human Resources
Development
[Jordan](#)

Arne Hole
Department of Teacher Education & School
Research
ILS, University of Oslo
[Norveška](#)

Cheow Kian Soh
Curriculum Planning & Development Division,
Mathematics Branch
Ministry of Education
[Singapur](#)

Linda Hall
[Sjedinjene Američke Države](#)

Mary Lindquist
[Sjedinjene Američke Države](#)

Prirodoslovlje

Svatava Janoušková
Department of Teaching & Didactics of
Chemistry
Charles University, Prag
[Češka](#)

Emily Jones
National Foundation for Educational Research
[Engleska](#)

Jouni Viiri
Department of Teacher Education University of
Jyväskylä
[Finska](#)

Siu Ling Alice Wong Faculty of Education
University of Hong Kong
[Hong Kong PAR](#)

Berenice Michels
Freudenthal Institute for Science &
Mathematics Education
Utrecht University
[Nizozemska](#)

Galina Kovaleva
Federal Institute for the Strategy of Education
Development
Russian Academy of Education Center for
Evaluating the Quality of Education
[Ruska federacija](#)

Christopher Lazzaro The College Board
[Sjedinjene Američke Države](#)

Povjerenstvo za pregled pitanja u upitnicima za TIMSS 2019

Povjerenstvo za pregled pitanja u upitnicima za TIMSS 2019 (QIRC – *The Questionnaire Item Review Committee*) čine analitičari obrazovnih politika i nacionalni koordinatori koji su bili odgovorni za sudjelovanje u razvoju nacrtu kontekstualnih upitnika istraživanja TIMSS 2019 i samih kontekstualnih upitnika za TIMSS 2019.

Sue Thomson
Australian Council for Educational Research
[Australija](#)

Josef Basl
Czech School Inspectorate
[Češka](#)

Heike Wendt
Institute for School Development Research
(IFS)
TU Dortmund University
[Njemačka](#)

Kyongah Sang
Center for Global Education
Korea Institute for Curriculum & Evaluation
[Republika Koreja](#)

Laura Palmerio
Istituto Nazionale per la Valutazione del
Sistema Educativo di Istruzione e di
Formazione (INVALSI)
[Italija](#)

Martina Meelissen
Department of Research Methodology,
Measurement, & Data Analysis
University of Twente
[Nizozemska](#)

Trude Nilsen
Department of Teacher Education & School
Research
ILS, University of Oslo
[Norveška](#)

Vijay Reddy
Human Sciences Research Council (HSRC)
[Južna Afrika](#)

Sean P. “Jack” Buckley
American Institutes for Research
[Sjedinjene Američke Države](#)

Nacionalni koordinatori istraživanja TIMSS 2019

Nacionalni koordinatori istraživanja TIMSS 2019 odgovorni su za provođenje istraživanja u svojim zemljama i sudjelovali su u recenziranju i ažuriranju okvira istraživanja.

Albanija

Rezana Vrap
Agency of National Examination

Armenija

Arsen Baghdasaryan Assessment & Testing
Center

Australija

Sue Thomson
Australian Council for Educational Research

Austrija

Michael Bruneforth
Federal Institute for Educational Research
Innovation & Development of the Austrian
School System (BIFIE)

Azerbajdžan

Nermine Aliyeva
Ministry of Education of the Republic of
Azerbaijan

Bahrein

Huda Al-Awadi Ministry of Education

Belgija (Flandrija)

Eva Van de Gaer
Strategic Policy Support Division Education &
Training Department, Flemish Government

Bosna i Hercegovina

Zaneta Dzumhur
Agency for Preschool, Primary & Secondary
Education

Bugarska

Marina Vasileva Mavrodieva
Center for Assessment in Pre-School & School
Education (CAPSE)

Kanada

Kathryn O'Grady Tanya Scerbina
Council of Ministers of Education

Čile

Elisa Salinas
Departamento de Estudios Internacionales
División de Estudios
Agencia de Calidad de la Educación

Kineski Taipei

Chun-Yen Chang Che-Di John Lee
National Taiwan Normal University

Hrvatska

Ines Elezović
National Centre for External Evaluation of
Education

Cipar

Yiasemina Karagiorgi
Center of Educational Research & Evaluation
Pedagogical Institute

Češka

Vladislav Tomasek
Czech School Inspectorate

Danska

Christian Christrup Kjeldsen
Aarhus University

Egipat

Abd Alkareem Badran
Test Development Department
National Center of Examinations & Educational
Evaluation

Engleska

Grace Grima Pearson

Finska

Jouni Vettenranta
Finnish Institute for Educational Research
University of Jyväskylä

Francuska

Marc Colmant
Direction de l'évaluation de la prospective et de
la performance (DEPP)
Ministère de l'éducation nationale
Franck Salles
Ministère de l'enseignement supérieur et de la
recherche
Ministère de l'éducation nationale

Gruzija

David Gabelaia Mamuka Jibladze
National Assessment & Examinations Center

Njemačka

Knut Schwippert University of Hamburg

Hong Kong PAR

Frederick Leung Faculty of Education
The University of Hong Kong

Mađarska

Ildiko Szepesi Educational Authority
Department of Assessment & Evaluation

Islamska Republika Iran

Abdol'azim Karimi
Organization for Educational Research &
Planning
Research Institute for Education (RIE)

Irska

Aidan Clerkin Rachel Perkins
Educational Research Centre St. Patrick's
College

Izrael

Georgette Hilu Inbal Ron-Kaplan
National Authority for Measurement &
Evaluation in Education (RAMA)

Italija

Laura Palmerio
Istituto Nazionale per la Valutazione del
Sistema Educativo di Istruzione e di
Formazione (INVALSI)

Japan

Fumi Ginshima
Curriculum Research Center
National Institute for Educational Policy
Research (NIER)

Jordan

Khattab Mohammad Ahmad Abulibdeh
National Center for Human Resources
Development

Kazahstan

Aigul Baigulova
JSC Information-Analytic Center

Republika Koreja

Kyongah Sang
Korea Institute of Curriculum & Evaluation

Kosovo

Ditra Kadriu
Ministry of Education, Science, & Technology
of Kosovo

Kuvajt

Hawraa Ahmed Al-Qattan
National Centre for Education Development

Libanon

Brenda Ghazale
Center for Educational Research &
Development

Litva

Greta Baliutavičiūtė Benediktas Bilinskas
National Examinations Center

Republika Sjeverna Makedonija

Beti Lameva Reshat Ramadani
National Examination Center

Malezija

Azlina Osman
Dato' Sulaiman Wak
Educational Planning & Research Division
Ministry of Education

Malta

Gaetano Bugeja
Research & Development Department Ministry
of Education & Employment

Crna Gora

Vesna Pejovic Ministry of Education

Moroko

Mohammed Sassi
Centre National de l'Évaluation et des Examens
et de l'Orientation
Ministère de l'Éducation Nationale et de la
Formation Professionnelle

Nizozemska

Martina Meelissen
Department of Research Methodology,
Measurement, & Data Analysis
University of Twente

Novi Zeland

Robyn Caygill
Comparative Education Research Unit, EDK
Ministry of Education

Sjeverna Irska

Bethan Burge
National Foundation for Educational Research

Norveška

Ole Kristian Bergem
Department of Teacher Education & School
Research
ILS, University of Oslo
Jan Eivind Sodeland
The Norwegian Directorate for Education &
Training

Oman

Zuwaina Saleh Al-Maskari Ministry of
Education

Pakistan

Syed Kamal Ud Din Shah
National Education Assessment System
(NEAS) Ministry of Federal Education &
Professional Training

Filipini

Nelia Vargas Benito
Bureau of Education Assessment Department
of Education

Poljska

Marcin Karpinski
Educational Research Institute

Portugal

João Maroco
Instituto de Avaliação Educativa, I.P.

Katar

Asmaa Yousef Al-Harqan Evaluation Institute
Supreme Education Council

Rumunjska

Dragos Iliescu University of Bucharest

Ruska Federacija

Galina Kovaleva Sergey Stanchenko
Federal Institute for the Strategy of Education
Development
Russian Academy of Education Center for
Evaluating the Quality of Education

Saudijska Arabija

Mohammed Majre Al-Sobeiy Ministry of
Education

Srbija

Ivana Djerić
Institute for Educational Research

Singapur

Hui Leng Ng
Research & Management Information Division
Ministry of Education

Slovačka

Andrea Galadova
National Institute for Certified Educational
Measurements

Slovenija

Barbara Japelj Pavesic Educational Research
Institute

Južna Afrika

Vijay Reddy
Human Sciences Research Council (HSRC)

Španjolska

Francisco Javier Garcia Crespo
National Institute of Educational Evaluation
Ministry of Education, Culture & Sports

Švedska

Maria Axelsson
Swedish National Agency for Education
(Skolverket)

Turska

Muhsin Polat
General Directorate of Measurement,
Evaluation, & Examination Services
Ministry of National Education

Ujedinjeni Arapski Emirati

Moza Rashid Ghufli
National and International Directorate Ministry
of Education

Sjedinjene Američke Države

Stephen Provasnik Lydia Malley
National Center for Education Statistics
U.S. Department of Education

Referentni sudionici

Ontario, Kanada

Laurie McNelles
Education Quality & Accountability Office

Quebec, Kanada

Joanne Latourelle Sanction des études
Ministère de l'Éducation, et de l'Enseignement
Supérieur

Grad Moskva, Ruska Federacija

Zozulya Elena Stanislavovna
Moscow Center for Quality of Education

Abu Dhabi, Ujedinjeni Arapski Emirati

Shaikha Ali Al-Zaabi
Nada Abu Baker Husain Ruban
Abu Dhabi Education Council (ADEC)

Dubai, Ujedinjeni Arapski Emirati

Mariam Al-Ali Rabaa Al-Sumaiti
Knowledge & Human Development Authority
Government of Dubai



BOSTON
COLLEGE

timss.bc.edu



IEA

© IEA, 2017
International Association
for the Evaluation of
Educational Achievement