

# Kaj nam o znanju fizike med slovenskimi osmošolci in osmošolkami lahko povedo naloge iz Mednarodne raziskave trendov znanja matematike in naravoslovja, TIMSS?



dr. Barbara Japelj Pavešič  
Pedagoški inštitut, Ljubljana

## Povzetek

Mednarodna raziskava trendov znanja matematike in naravoslovja, TIMSS 2015, je znanje fizike izmerila z 52 nalogami za osmošolce. Skupaj z vsemi zbranimi mednarodnimi podatki raziskave so sedaj dostopne tudi karakteristike posameznih nalog iz raziskave. V prispevku prikazujemo primerjavo med dosežki slovenskih fantov in deklet pri reševanju različno zahtevnih fizikalnih nalog. V spodbudo učiteljem fizike za samostojno nadaljnje raziskovanje izsledkov raziskave navajamo še pregled in dostope do objav podatkov in rezultatov raziskave.

**Ključne besede:** Mednarodna raziskava trendov znanja matematike in naravoslovja, TIMSS 2015

## What Can We Learn about the Knowledge of Physics among Slovenian Eighth Graders from the Tasks in the Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS?

### Abstract

The Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS 2015, measured the knowledge of Physics with 52 tasks for eighth graders. Along with all of the collected international data, the characteristics of individual tasks in the study are now available. This paper compares the achievements of Slovenian boys and girls in solving Physics tasks of various difficulty. In order to encourage Physics teachers to conduct further independent research into the study's findings, it also gives an overview and links to the published survey data and results.

**Keywords:** Trends in International Mathematics and Science Study, TIMSS 2015

Novembra 2016 so bili objavljeni prvi rezultati zadnje raziskave TIMSS 2015 (Trends in International Mathematics and Science Study). Januarja 2017 so bile nato objavljene še mednarodne baze podatkov ter obsežna tehnična dokumentacija o nastajanju informacij, ki jih sporoča raziskava, ter navodila za uporabo podatkov. Del objavljenih izsledkov sedaj omogoča tudi natančnejše vsebinsko opazovanje reševanja posameznih nalog v vsaki državi in prepoznavanje znanja, ki so ga izkazale različne skupine učencev. V Sloveniji smo pri fiziki že zaznali razlike med uspešnostjo fantov in deklet v osmem razredu (12 točk ali 2 % glede na skupni dosežek), zato se v tem prispevku posvečamo pregledu in prikazom razlik v znanju med njimi hkrati z vsebinskimi interpretacijami fizikalnih nalog iz raziskave.

Fizika je bila eno od vsebinskih področij merjenja znanja naravoslovja med osmošolci. Za vsakega sodelujočega učenca je bil ob skupnem naravoslovnem dosežku izračunan še njegov fizikalni dosežek. Dosežki so bili izračunani iz odgovorov na naloge s statističnim modelom, ki je sproti upošteval tako uspešnost posameznega učenca na celotnem preizkusu kot delež pravilnih rešitev na posamezno nalogo v celotni mednarodni množici vseh sodelujočih učencev. To pomeni, da je v izračunu dosežkov na mednarodnih lestvicah, tudi dosežka iz fizike, že upoštevana težavnost nalog. Učenci, ki so rešili tiste naloge, ki jih je v celotni mednarodni skupini rešilo manj učencev in zato veljajo za težje, so dobili več točk. Za razumevanje dosežkov iz fizike med učenci je zato poleg deleža pravilnih odgovorov na posamezno nalogo pomembno vedeti še, kako težka je bila naloga v mednarodnem merilu. Pomemben del informacije o nalogah prispevajo mejniki znanja.

Analiza mejnikov znanja je v TIMSS vključena od leta 2003. Iz nje je nastala tudi analiza nalog po barvnih območjih v naših nacionalnih preizkusih znanja. Namenjena je pojasnjevanju vsebine znanja, ki so ga izkazali manj in bolj uspešni učenci iz vseh držav skupaj. Analiza se opravi potem, ko učenci že dobijo izračunano število točk na preizkusu na mednarodni lestvici s povprečjem 500. Učence razdelimo v štiri skupine po doseženih točkah, ki določajo mejnike: 400 točk določa mejnik osnovnega znanja, 475 točk mejnik srednjega znanja, 550 točk mejnik visokega znanja in 625 točk mejnik najvišjega znanja. V posamezno skupino se uvrstijo vsi učenci, ki so dosegli od 5 točk manj do 5 točk več od določenega mejnika. Nato izračunamo odstotke pravilnih odgovorov za vsako nalogo v vsaki od zgornjih skupin učencev. Preverimo, katere naloge je pretežno znala rešiti vsaka skupina in jih hkrati ni znala rešiti skupina z nižjim dosežkom. V splošnem se naloga uvrsti v mejnik, če jo je pravilno rešilo 65 % učencev ustrezne skupine okoli mejnika in manj kot 50 % učencev v skupini okoli mejnika nižje. Dodatno so določene podrobnosti za umeščanje

nalog odprtega tipa in za naloge, ki se ne umestijo popolnoma jasno. Za vsako nalogo skupina strokovnjakov zapiše, katero znanje je učenec izkazal, da je nalogo pravilno rešil. Združeni povzetki opisov znanj za vse naloge, ki se umestijo v določen mejnik, tvorijo opise mejnikov znanja. Ti predstavljajo neke vrste mednarodne standarde znanja na štirih zahtevnostnih ravneh. Objavljeni so tudi v slovenskem poročilu o raziskavi [1].

Del zapisa o znanju fizike za mejnik visokega znanja:

*Pri fiziki učenci uporabijo osnovno znanje o energijskih pretvorbah in prenosu energije, npr. določijo pretvorbo energije pri začetku gibanju avta in prepoznajo graf, ki prikazuje, kako dve snovi sočasno dosežeta enako temperaturo. Učenci razumejo preprosta električna vezja in lastnosti magnetov, npr. prepoznajo najboljšo razlago za odboj dveh magnetov. Učenci uporabijo znanje o silah in gibanju v vsakdanjih in abstraktnih situacijah, npr. določijo silo, ki deluje na predmet, ki miruje, ter analizirajo diagrame sil. Učenci razumejo svetlobo in zvok v praktičnih situacijah, npr. prepoznajo pot, ki jo prepotuje svetloba, da lahko predmet vidimo, razložijo, zakaj vidimo strelo, preden slišimo grom, ter ovrednotijo izjave o relativni hitrosti zvoka v različnih medijih.*

Pregled umestitve nalog v mejnike in opisi znanja so dostopni skupaj z mednarodnimi podatkovnimi bazami od januarja 2017 [5].

Znanje fizike tako lahko presojamo natančneje kot le iz reševanja nalog TIMSS po deležu pravilnih odgovorov med vsemi učenci. Upošteevamo, koliko so uspešni učenci v mednarodnem merilu naloge večinoma pravilno rešili – to je umestitev nalog v mejnike znanja. Nekatere naloge so prikazane v poročilu o raziskavi in jih lahko opazujemo neposredno. Za vse tiste, ki ostajajo skrite za primerjavo z raziskavo TIMSS 2019, pa si moramo besedilo in zahteve naloge predstavljati iz dokumentiranih karakteristik naloge: vnaprej znanega vsebinskega in kognitivnega področja, opisa znanja, ki ga naloga meri, ter mejnika znanja, v katerega se je uvrstila. Pri opazovanju dosežka po nalogah upošteevamo še obseg obravnave snovi pri pouku, kakor so ga sporočili učitelji v odgovoru na vprašanje, ali so njihovi učenci snov pri pouku že obravnavali v šolskem letu preizkusa, pred tem letom ali pa še ne (sem šteje tudi pravkar začeta in še ne dokončana obravnava v mesecu). Navedbe slovenskih učiteljev fizike so v preglednici 1.

Za naloge iz fizike za osmošolce in osmošolke smo v preglednice zapisali umestitve nalog v mejnike znanja in opise znanja, ki ga naloge zahtevajo za pravilno rešitev. V nadaljevanju prikazujemo še druge karakteristike fizikalnih nalog. Izračunali smo razlike med odstotki pravilnih rešitev nalog med fanti in dekleti in rezultate prikazali grafično. V grafe smo za vsako nalogo vrisali točko s koordinatama, ki sta deleža pravilnih odgovorov deklet in fantov. Dodali smo premico, ki ponazarja enak dosežek pri obojih.

**Preglednica 1:** Obseg obravnave fizikalnih vsebin po presoji učiteljev v Sloveniji

Vsebina	Deleži učencev, za katere so učitelji poročali, da so snov		
	obravnali v predhodnih letih	obravnali v letošnjem letu	ravnokar uvedli ali je še niso obravnavali
Sile in gibanje	5,4 %	57,2 %	37,3 %
Električna vezja ter lastnosti in uporaba trajnih magnetov ter elektromagnetov	8,9 %	8,9 %	82,2 %
Osnovne lastnosti in obnašanje svetlobe ter zvoka	41,5 %	42,5 %	16,2 %
Oblike energije, energijske spremembe, toplota in temperatura	12,9 %	27,1 %	59,9 %
Fizikalna stanja in spremembe snovi	17,2 %	29,6 %	53,2 %

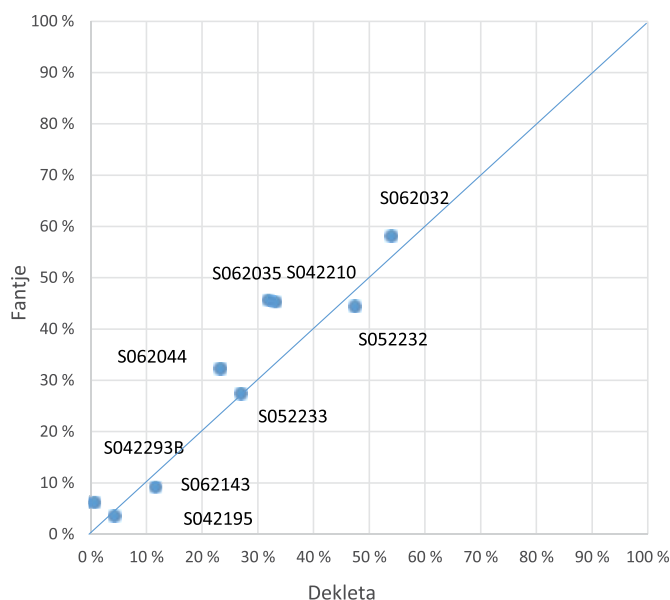
**Preglednica 2:** Naloge nad mejnikom najvišjega znanja

Naloga	Opis znanja, ki ga je učenec potreboval za uspešno rešitev	Vsebinsko področje	Kognitivno področje
S042293B	Prepozna, da se padajoča žoga ne bo odbila do višine, s katere je padla, in razloži, zakaj.	Sile in gibanje	Sklepanje
S042195	Izračuna upor iz toka in napetosti.	Elektrika in magnetizem	Uporaba
S062044	Interpretira prikaz prevajanja toplote, da prepozna relativno temperaturo dveh kock v vodi.	Energijske pretvorbe in prenos energije	Sklepanje
S052233	Iz prikaza predmeta, ki plava v različnih tekočinah, razloži, da je delež predmeta, ki je pod gladino, odvisen od gostote tekočine.	Sile in gibanje	Sklepanje
S062143	Razloži, kako je lahko v dani situaciji snov hkrati v dveh stanjih v isti posodi.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Uporaba
S042210	Prepozna, kaj se zgodi z maso in prostornino vode, ko zmrzne.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Dejstva
S052232	Prepozna dve pravilni izjavi o relativnem gibanju predmeta, ko ga gledamo z dveh referenčnih točk.	Sile in gibanje	Sklepanje
S062035	Prepozna, kako se temperatura vode spreminja pri segrevanju.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Dejstva
S062032	Prepozna grafični prikaz, kako se masa segrete kovinske kroglice spreminja ob ohlajanju.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Sklepanje

**Preglednica 3:** Dosežki deklet in fantov pri najzahtevnejših nalogah

Naloge nad mejnikom najvišjega znanja*	Delež pravilnih odgovorov med dekleti	Delež pravilnih odgovorov med fanti	Delež pravilnih odgovorov v Sloveniji	Razlika v deležih (fantje : dekleta)
S042293B j	0,7 %	6,2 %	3,4 %	5,6 %
S042195 j	4,3 %	3,6 %	4,0 %	-0,6 %
S062044 j	23,3 %	32,3 %	27,9 %	9,0 %
S052233 j	27,0 %	27,4 %	27,2 %	0,4 %
S062143	11,6 %	9,2 %	10,3 %	-2,5 %
S042210 j	33,1 %	45,3 %	39,2 %	12,2 %
S052232 j	47,4 %	44,5 %	45,9 %	-2,9 %
S062035	31,9 %	45,6 %	39,0 %	13,7 %
S062032	54,0 %	58,2 %	56,3 %	4,2 %

\* Oznaka j pomeni, da je naloga javno objavljena v poročilu raziskave.



**Slika 1:** Dosežki fantov in deklet pri nalogah nad mejnikom najvišjega znanja.

## 1. Najzahtevnejše naloge

Nekatere naloge so bile tako težke, da jih ni rešilo dovolj učencev, ki so sicer dosegli izjemno visok dosežek okoli 625 točk, da bi se naloga uvrstila v mejnik najvišjega znanja (65 % za naloge izbirnega tipa in 50 % za naloge odprtega tipa). Zato za te naloge pravimo, da so se umestile nad mejnik najvišjega znanja. Opisi znanja, ki so ga te naloge zahtevale, so v Preglednici 2.

V Preglednici 3 so povzeti dosežki deklet in fantov. Za naloge preostalih mejnikov znanja so ti podatki dosegljivi na spletni strani raziskave pod imenom »Almanacs« [7].

Grafični prikaz reševanja nalog nad mejnikom najvišjega znanja je na Sliki 1. Na navpični osi so deleži fantov, ki so naloge pravilno rešili, in na vodoravni osi deleži deklet.

Le eno nalogo je rešila več kot polovica učencev obeh spolov, vse druge pa manj učencev. Torej so bile te naloge težke tudi pri nas. Ker večina točk leži nad premico enakih dosežkov med spoloma, lahko iz grafa razberemo, da so fantje v splošnem bolje reševali naloge kot dekleta. Tako vidimo, da je nalogo S062035 rešilo približno 45 % fantov in le okoli 32 % deklet v Sloveniji. Razlika med dosežkoma fantov in deklet je pri tej nalogi največja med vsemi prikazanimi nalogami. Iz Preglednice 2 za nalogo S062035 preberemo, da govori o spreminjanju temperature vode pri segrevanju in da je umeščena v najnižje kognitivno področje poznavanja dejstev. Ugotovimo, da sta bili najtežji nalogi S042293B o metu žogice, ki je javna naloga (Slika 2), in S042195, izračun upora. Tega se učenci pri nas ne učijo v osmem razredu (Preglednica 1). Tudi drugje se učijo računati upor kasneje, zato preverjanje tega znanja v TIMSS ne bo več zajeto.

Jaka je vrzel žogo v zrak, kot kaže spodnja slika. Žoga je dosegla najvišjo lego v točki A in potem padla naravnost navzdol na tla v točki B. Nato se je žoga odbila nazaj. A. Katera sila povzroči, da žoga pade od točke A do točke B?

B. Ali se bo žoga odbila višje, niže ali do višine točke A?

(Označi en kvadrček.)

višje od točke A

niže od točke A

do točke A

Pojasni svoj odgovor.

**Slika 2:** Naloga S042293B

## 2. Naloge za najvišje znanje fizike

Skupina fizikalnih nalog, ki so se po reševanju učencev umestile med naloge, ki opisujejo najvišje naravoslovno znanje učencev, vsebuje 21 nalog in je največja med skupinami (Preglednica 4). Celotni pregled nalog po mejnikih kaže, da skupina vseh naravoslovnih nalog za najvišje znanje sicer ni največja. To pomeni, da so bile fizikalne naloge relativno težje od drugih, predvsem od bioloških, ki so bile v večjem številu umeščene v nižje mejnike znanja.

Med nalogami, ki so se umestile v mednarodni mejnik najvišjega znanja, jih je sedem preverjalo sklepanje, osem uporabo znanja in šest poznavanje dejstev. Vidimo, da TIMSS 2015 tudi najvišje znanje meri enakomerno z nalogami vseh treh kognitivnih ravni.

Slovenski učenci obeh spolov so med temi nalogami dosegli največ dve tretjini pravih odgovorov pri nalogi o zaznani barvi predmeta, osvetljenega z določeno barvo svetlobe (S062153). Najmanj, malo čez 10 %, so jih učenci dosegli pri nalogi o elektromagnetu. To je pričakovano, saj snov ni bila obravnavana v osmem razredu. Dosegli so tudi le dobro četrtino pravih rešitev pri nalogi o razlikah v tlaku pod kvadrom (S052141). Tudi tega večina verjetno še ni obravnavala v šoli. Iz Preglednice 1 vemo, da se je polovica učencev sicer že učila o silah in gibanju.

Razlike v dosežkih med spoloma so v Preglednici 5. Fantje so bili za 10 % uspešnejši v štirih nalogah, s področja

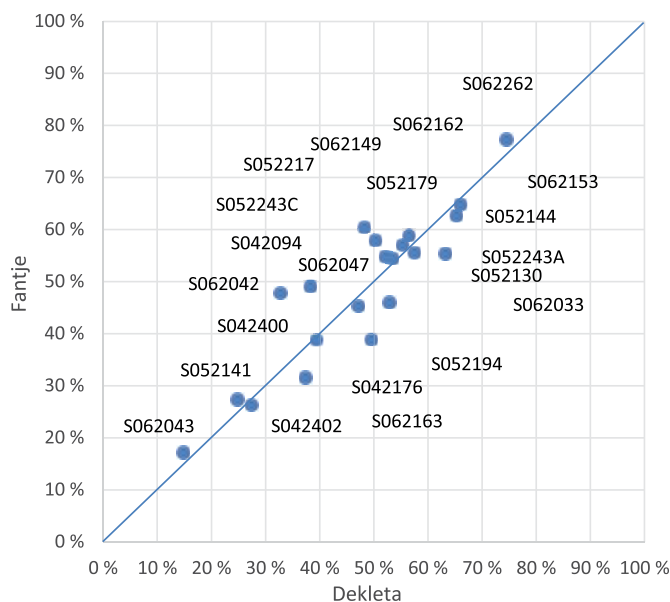
**Preglednica 4:** Naloge mejnika najvišjega znanja

Naloga	Opis znanja, ki ga je učenec potreboval za uspešno rešitev	Vsebinsko področje	Kognitivno področje
S042094	Uporabi znanje o raztezanju vode pri zmrzovanju, da razloži, zakaj je steklenica vode počila, ko je ostala v zamrzovalniku.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Uporaba
S042400	Uporabi znanje o prevajanju toplote, da razloži, zakaj bo led ostal zmrznjen v leseni posodi dalj časa kot v kovinski.	Energijske pretvorbe in prenos energije	Uporaba
S062149	Razloži, ali lahko ena oseba vidi drugo osebo v prikazani situaciji z odsevom svetlobe od ravnega zrcala.	Svetloba in zvok	Dejstva
S052194	Za dana dva neznana vzorca in z znanjem, da samo plini napolnijo razpoložljiv prostor, prepozna izjavo o razdalji med delci v vzorcih.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Sklepanje
S052179	Prepozna relativno temperaturo zunanje površine posod, ki so narejene iz snovi z različno toplotno prevodnostjo.	Energijske pretvorbe in prenos energije	Uporaba
S062163	Razloži, zakaj se vozilo s kolesi z večjo verjetnostjo pogrezne v blato kot vozilo z gosenicami.	Sile in gibanje	Sklepanje
S062153	Prepozna razlago, zakaj se v dani situaciji zdi žoga določene barve.	Svetloba in zvok	Sklepanje
S042402	Interpretira prikaz, da opiše smer pretakanja toplote v kovinah.	Energijske pretvorbe in prenos energije	Uporaba
S042176	Opiše postopek za ločevanje pitne in slane vode z uporabo dveh vročih plošč in brez termometra.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Sklepanje
S052141	Razloži, zakaj določena postavitev kvadra vodi v največji tlak med kvadrom in tlemi.	Sile in gibanje	Uporaba
S062262	Prepozna, katera lastnost zvoka živalim omogoča, da se orientirajo in najdejo hrano.	Svetloba in zvok	Dejstva
S062162	Določi in razloži, katera od treh metod bo zahtevala najmanjšo silo, da bi premaknili težek zaboj na tovornjak.	Sile in gibanje	Uporaba
S052144	Prepozna, zakaj je pline lažje stisniti kot trdne snovi in tekočine.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Dejstva
S062043	Uporabi diagram, da razloži način za povečanje moči elektromagneta.	Elektrika in magnetizem	Dejstva
S052130	Prepozna lastnost plina v udrti žogici za namizni tenis, ki ostane konstanten, če žogico segrevamo.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Dejstva
S052217	Uporabi znanje o zvezi med globino in tlakom vode, da prepozna sklep o tlaku na različnih globinah.	Sile in gibanje	Uporaba
S062033	Zapiše sklep o stanjih snovi v dveh valjih po različnem obsegu stiskanja z batom, ki je prikazano grafično.	Fizikalna stanja in spremembe snovi	Sklepanje
S052243A	Navede en razlog, zakaj žarnica v prikazu električnega kroga ne sveti.	Elektrika in magnetizem	Sklepanje
S052243C	Prepozna pravilno izjavo o življenjski dobi baterije in svetlosti žarnice v dveh danih električnih krogih.	Elektrika in magnetizem	Sklepanje
S062047	Prepozna, ali bo rdeč predmet absorbiral ali odbil svetlobo različnih barv.	Svetloba in zvok	Dejstva
S062042	Določi, ali so deli žarnice izolatorji ali prevodniki.	Elektrika in magnetizem	Uporaba

sil in gibanja (S062163 in S052141), s področja fizikalnih stanj (S042094) in elektrike ter magnetizma (S062043). Dekleta so bila za več kot 10 % uspešnejša od fantov pri nalogi iz energijskih pretvorb (S042400).

Iz grafičnega prikaza primerjave dosežkov med spoloma (Slika 3) je videti, da je večina nalog zelo blizu

premici, ki kaže enake dosežke med dekleti in fanti. Najbolje je bila med dekleti in fanti rešena naloga o zvoku in živalih, pričakovano nizki pa so odstotki rešitev za naloge o moči elektromagneta (S062043), o tlaku pod kvadrom (S052141) in smeri prehajanja toplote (S042402).



Slika 3: Dosežki fantov in deklet pri nalogah najvišjega znanja

### 3. Naloga za visoko znanje fizike

V skupini nalog mejnika visokega znanja prevladujejo naloge uporabe znanja (10), s področja znanja dejstev sta samo dve, sklepanje pa zahtevajo štiri naloge.

Osmošolci so pričakovano dosegli višje deleže pravilnih odgovorov na naloge, ki so merile visoko znanje glede ne prejšnji dve skupini zahtevnejših nalog. Iz grafičnega prikaza na Sliki 4 razberemo, da so največ, skoraj 90 %, pravilnih rešitev dosegli pri nalogi s področja zvoka in svetlobe. Najmanj, manj kot 40 %, pravilnih rešitev kaže naloga o vzvodu iz poglavja sil in gibanja. Obe nalogi sta dostopni. Prva prikazuje štiri slike deklice, ki bere knjigo, ter vektorja svetlobe od njenih oči do knjige in od knjige proti soncu. Učenec je moral prepoznati tisto, na kateri sta žarka pravilno usmerjena, da prikazujeta pot svetlobe, da deklica lahko bere. Druga naloga prikazuje slike kuhinjskega valjarja, odpiralca za zamaške, lestve in zadržge ter sprašuje, kaj uporabljamo kot vzvod.

Dve nalogi so izrazito bolje rešila dekleta kot fantje (Preglednica 7). Že omenjena naloga S042216 o žarku svetlobe je daleč najbolje rešena naloga med vsemi. Skrita naloga S052243B govori o električnem krogu in razlikah med vzporedno vezanima dvema in eno žarnico. Znanje zelo verjetno izhaja iz predmeta Tehnika in tehnologija, saj je tudi po navedbi učiteljev ta vsebina pri fiziki na vrsti šele v devetem razredu.

Preglednica 5: Razlika v dosežkih deklet in fantov pri nalogah za najvišje znanje

Naloga za najvišje znanje	Razlika v deležih (fantje : dekleta)
S042094 j	5,6 %
S042400 j	-0,6 %
S062149 j	9,0 %
S052194 j	0,4 %
S052179 j	-2,5 %
S062163	12,2 %
S062153	-2,9 %
S042402 j	13,7 %
S042176 j	4,2 %
S052141 j	5,6 %
S062262	-0,6 %
S062162	9,0 %
S052144	0,4 %
S062043	-2,5 %
S052130	12,2 %
S052217	-2,9 %
S062033	13,7 %
S052243A	4,2 %
S052243C	5,6 %
S062047	-0,6 %
S062042	9,0 %

### 4. Naloga za srednje in osnovno znanje fizike

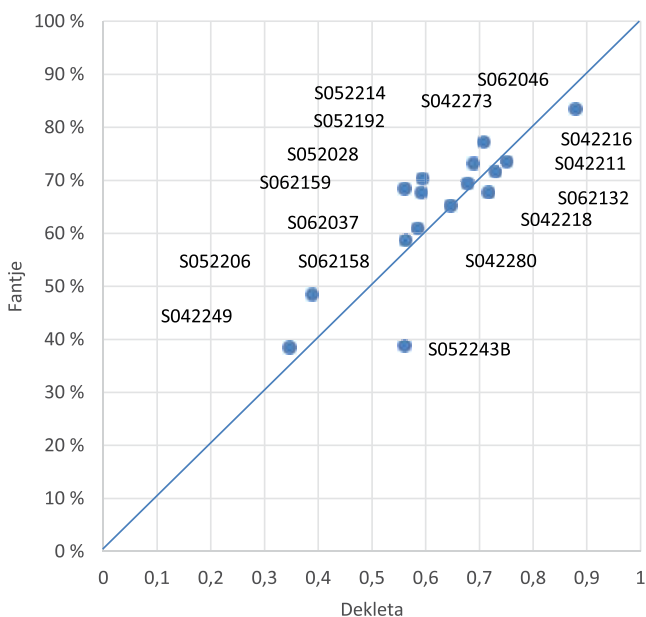
Naloga so bile umeščene v mejnike znanja glede na skupno znanje naravoslovja. Skladno z razporeditvijo fizikalnih nalog v višje mejnike znanja se je v mejnik srednjega in osnovnega znanja uvrstilo več nalog iz biologije kot iz kemije in fizike. Med 7 nalogami zadnjih dveh mejnikov znanja so štiri iz poglavja sil in gibanja (Preglednica 8).

Med nalogami za srednje znanje je ponovno ena slabo rešena. Naloga o energijski pretvorbi, ki se zgodi pri spuščanju po toboganu, je dosegla 40 % pravilnih odgovorov (S062144), enak delež kot jih je vsebino že obravnavalo. Obenem je bila to naloga, kjer je razlika v reševanju med spoloma druga največja. Nalogo je pravilno rešila tretjina deklet in slaba polovica fantov. Fantje so bili sicer izrazito uspešnejši še v nalogi o položaju najboljšega prijemališča navora za premik hloda s pomočjo kamna in dolge palice (S052159).

Iz prikaza reševanja na Sliki 5 opazimo odstopanje problematične naloge S062144, spuščanja po toboganu na

**Preglednica 6:** Naloge mejnika visokega znanja

Naloga	Opis znanja, ki ga je učenec potreboval za uspešno rešitev	Vsebinsko področje	Kognitivno področje
S042216	Prepozna pot svetlobe, ki je pogoj, da vidimo določen predmet.	Svetloba in zvok	Uporaba
S042249	Prepozna vsakdanji predmet, ki ga uporabljamo kot vzvod.	Sile in gibanje	Dejstva
S062046	Razloži, ali lahko v dani situaciji sklepamo o relativni moči dveh magnetov.	Elektrika in magnetizem	Sklepanje
S062132	Z znanjem o prevajanju toplote prepozna graf, ki kaže, kako dve snovi dosežeta temperaturno ravnovesje.	Energijske pretvorbe	Uporaba
S042211	Razloži, da na učenca, ki sedi na zidu, delujejo sile.	Sile in gibanje	Uporaba
S052192	Prepozna položaj skritega zrcala iz danih žarkov odbite svetlobe.	Svetloba in zvok	Sklepanje
S042280	Uporabi tabelo, ki kaže hitrost zvoka skozi različne snovi, in znanje o stanju vsake snovi, da prepozna sklep o relativni hitrosti zvoka.	Svetloba in zvok	Sklepanje
S042218	Prepozna, zakaj se helijev balon dvigne v zrak.	Sile in gibanje	Uporaba
S042273	Razloži, zakaj v nevihti vidimo blisk, preden slišimo grmenje.	Svetloba in zvok	Uporaba
S052214	Ob dani gostoti dveh predmetov in treh tekočin in prikazu, ki kaže, ali predmeti plavajo ali se potopijo v tekočinah, prepozna vsako tekočino.	Sile in gibanje	Sklepanje
S062158	Prepozna, kateri graf predstavlja ton, ki je najtišji in ima najnižjo frekvenco.	Svetloba in zvok	Uporaba
S062159	Prepozna prikaz, na katerem rezultanta sil deluje proti desni.	Sile in gibanje	Uporaba
S052028	Prepozna, kako povečati moč elektromagneta.	Elektrika in magnetizem	Uporaba
S062037	Prepozna vrsto energijske pretvorbe, ki se zgodi, ko se avto začne premikati.	Energijske pretvorbe in prenos energije	Uporaba
S052243B	Razloži, da pri vzporedni vezavi žarnic ena pregorela ne vpliva na gorenje druge.	Elektrika in magnetizem	Uporaba
S052206	Prepozna najboljšo razlago, zakaj se dva palična magneta odbijata med seboj.	Elektrika in magnetizem	Dejstva



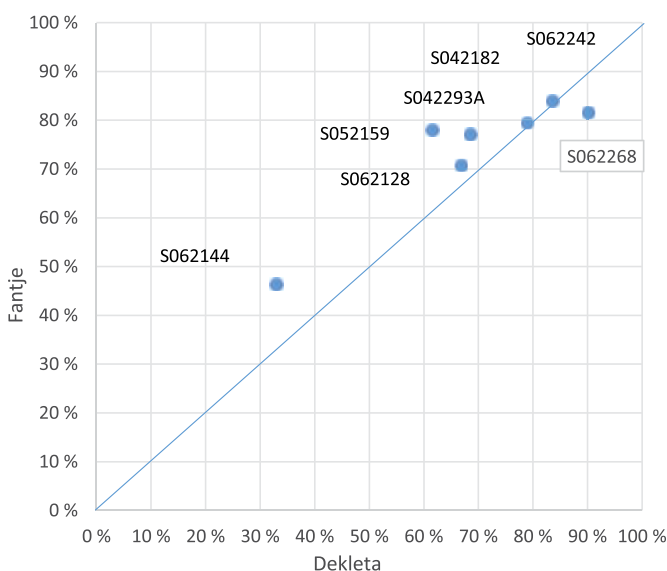
**Slika 4:** Dosežki fantov in deklet v nalogah visokega znanja

**Preglednica 7:** Razlike v dosežkih deklet in fantov pri nalogah za visoko znanje

Naloga za visoko znanje	Razlika v deležih (fantje : dekleta)
S042216 j	-4,5 %
S042249 j	3,8 %
S062046 j	6,4 %
S062132 j	-1,3 %
S042211 j	-1,6 %
S052192 j	10,8 %
S042280 j	1,6 %
S042218 j	-3,9 %
S042273 j	4,3 %
S052214	0,5 %
S062158	2,4 %
S062159	12,3 %
S052028	8,5 %
S062037	2,4 %
S052243B	-17,2 %
S052206	9,6 %

**Preglednica 8:** Naloge mejnika srednjega in osnovnega znanja

Naloga	Opis znanja za uspešno rešitev	Vsebinsko področje	Kognitivno področje
S042293A	Pri danem prikazu meta žogice navzgor, navede silo, ki povzroči, da žogica pade.	Sile in gibanje	Dejstva
S062268	Uporabi informacijo iz grafa, da prepozna gibanje predmeta v petih točkah.	Sile in gibanje	Uporaba
S052159	Prepozna položaj opore (vrtišča), ki zahteva najmanjšo silo za premik predmeta.	Sile in gibanje	Dejstva
S042182	Prepozna obliko energije v stisnjeni vzmeti.	Energijske pretvorbe in prenos energije	Dejstva
S062144	Prepozna vrsto pretvorbe energije, ki se zgodi, ko se otrok spusti po toboganu.	Energijske pretvorbe in prenos energije	Uporaba
S062128	Primerja znanje o gostoti, da določi vrstni red plasti treh tekočin, ko se bodo ustalile po zlitju v posodo.	Sile in gibanje	Uporaba
S062242* osn.znanje	Prepozna, ali bi elektromagnet pritegnil predmete iz različnih snovi (1 od 2 točk).	Elektrika in magnetizem	Uporaba

**Slika 5:** Dosežki fantov in deklet pri nalogah za srednje in osnovno znanje

spodnjem delu prikaza. Najbolje rešena naloga za srednje znanje, S062268, zahteva prepoznavanje vrste gibanja iz grafa odvisnosti poti od časa. Naloga za osnovno znanje je druga najbolje rešena naloga med dekleti in prva med fanti. Zahteva razvrščanje predmetov na tiste, ki jih pritegne magnet in tiste, ki jih ne.

Naloge iz TIMSS so bogat vir informacij o znanju učencev. Predvsem omogočajo povezovanje dosežkov učencev z mnogimi razlagami o obsegu vsebin v obravnavi pri pouku, za katere na tem mestu ni prostora. Obravnavanje vsebin se zdi eden od pomembnih razlogov za znanje fizike. O tem nas opominjajo tudi primerjave razlik v deležih pravih rešitev pred štirimi leti, ko so

**Preglednica 9:** Razlike med dosežki deklet in fantov pri nalogah za srednje in osnovno znanje

Naloge za srednje znanje	Razlika v deležih (fantje – dekleta)
S042182 j	8,5 %
S042293A j	-8,7 %
S052159 j	16,4 %
S062128	0,5 %
S062144	13,4 %
S062268 j	3,9 %
<b>Naloga za osnovno znanje</b>	
S062242	0,4 %

bile nekatere naloge še vključene v osmi razred. Analiza je že načrtovana. Vse kaže, da učenci pravega fizikalnega znanja ne morejo pridobiti drugače kot pri pouku fizike. Opazimo pa tudi, da so pri nalogah, ki so jih izrazito uspešno rešile deklice, slednje pogosto tudi nastopale v glavni vlogi.

## Vabilo k nadaljnjemu raziskovanju rezultatov TIMSS

Pri TIMSS v Sloveniji se trudimo, da bi lahko učitelji in raziskovalci pri svojem delu uporabili čim več rezultatov raziskave TIMSS. Na spletni strani raziskave (<http://timsspei.splet.arnes.si>) so zbrane objave v slovenskem jeziku in dostopi do podatkov. Vse naloge iz raziskave so objavljene v nacionalnem poročilu »Znanje mate-



matike in naravoslovja med osmošolci v Sloveniji in po svetu« [1], poleg mnogih mednarodnih primerjav dosežkov učencev z dejavniki poučevanja. Dodane so rešitve, odstotki izbranih izbirnih rešitev ali (ne)pravilnih odprtih odgovorov učencev ter uspešnost reševanja po spolu učencev. Naloge so namenjene učiteljem za uporabo pri pouku. Originalne naloge v angleškem jeziku niso več na voljo na spletu, pač pa jih, z dovoljenjem vodstva IEA, slovenskim učiteljem in raziskovalcem posreduje nacionalni center raziskave TIMSS v Sloveniji.

Osrednji prikaz rezultatov je v spletnem poročilu [3]. Pregledna besedila o matematičnem in naravoslovnem izobraževanju v vsaki državi, tudi pregled kurikulumov za fiziko, so v »Enciklopediji TIMSS 2015« [6]. Za boljše razumevanje merjenja znanja v TIMSS je na voljo mnogo besedil pod skupnim naslovom »Metode in postopki v TIMSS 2015« [4]. Kakor je že omenjeno, razpored vseh naravoslovnih in matematičnih nalog v mejnike znanja najdete v prilogi k 13. poglavju o analizi mejnikov [5]. Odstotki pravih rešitev za vsako nalogo za vse države so dosegljivi na spletni strani mednarodne baze podat-

kov pod naslovom »Item percent Correct Statistics« [8]. Tam so tudi pregledi karakteristik vsake naloge in postopkov izračuna dosežkov in trendov [2]. Mednarodni vprašalniki so na voljo pod skupnim imenom »User guide«. Za računalniško podporo pri lastni analizi podatkov imajo raziskovalci več možnosti. Na voljo so orodja za spletni vpogled v podatke ter računalniški program za analize [9]. Program IDB Analyzer je vmesnik za zagon pred standardnim paketom SPSS. Skupaj poskrbita za upoštevanje vseh posebnih omejitev v podatkih pri standardnih analizah povprečij, korelacij, regresij in razlik med skupinami. Čeprav zahteva registracijo uporabnika, je dostopen brez omejitev in brezplačno. Na voljo pa so tudi knjižnice programov za analize vseh mednarodnih raziskav (TIMSS, PIRLS, PISA, PIAAC) za paket R. Uporaba obeh je prikazana v objavljeni predstavitvi »Statistika v ozadju mednarodnih raziskav znanja« na slovenski spletni strani (timsspei.splet.arnes.si, zavihek TIMSS 2015). Upamo, da bodo rezultati raziskave koristni in velikokrat uporabljeni tudi pri uspešnem razvoju pouka fizike v Sloveniji.

## Viri in literatura

- [1] Japelj Pavešič, B., Svetlik, K. (2016). *Znanje matematike in naravoslovja med osmošolci v Sloveniji in po svetu. Izsledki raziskave TIMSS 2015*. Pedagoški inštitut, Ljubljana. Dostopno [http://timsspei.splet.arnes.si/?page\\_id=714](http://timsspei.splet.arnes.si/?page_id=714) (geslo timsslo15).
- [2] Foy P. in Liqun Yin (2017). Scaling TIMSS 2015 Achievement Data. V M. O. Martin, I. V. S. Mullis in M. Hooper (Ur.), *Methods and Procedures in TIMSS 2015*. Pridobljeno s spletne strani Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center, [http://timssandpirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods/T15\\_MP\\_Chap13\\_Scaling\\_Achievement\\_Data.pdf](http://timssandpirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods/T15_MP_Chap13_Scaling_Achievement_Data.pdf).
- [3] Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P. in Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Science*. Pridobljeno s strani Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center, <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>.
- [4] Martin, M. O., Mullis, I. V. S. in Hooper, M. (Eds.). (2016). *Methods and Procedures in TIMSS 2015*. Preneseno s spletne strani Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center, <http://timssandpirls.bc.edu/publications/timss/2015-methods.html>.
- [5] Mullis, I. V. S., Cotter, K. E., Centurino, V. A. S., Fishbein, B. G. in Liu, J. (2016). Using Scale Anchoring to Interpret the TIMSS 2015 Achievement Scales. V M. O. Martin, I. V. S. Mullis in M. Hooper (Ur.), *Methods and Procedures in TIMSS 2015* (str. 14.1-14.47). Preneseno s spletne strani Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center, <http://timss.bc.edu/publications/timss/2015-methods/chapter-14.html>.
- [6] Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Goh, S. in Cotter, K. (Ur.) (2016). *TIMSS 2015 Encyclopedia: Education Policy and Curriculum in Mathematics and Science*. Dosegljivo na spletni strani Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center, <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/encyclopedia/>.
- [7] TIMSS 2015 (2017). Almanacs. Pridobljeno s strani <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-database/>.
- [8] TIMSS 2015 (2016) Item Percent Correct Statistics. Preneseno s spletne strani <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-database/downloads>.
- [9] Software for IEA Data. Dostopno na spletni strani <http://www.iea.nl/our-data>.