

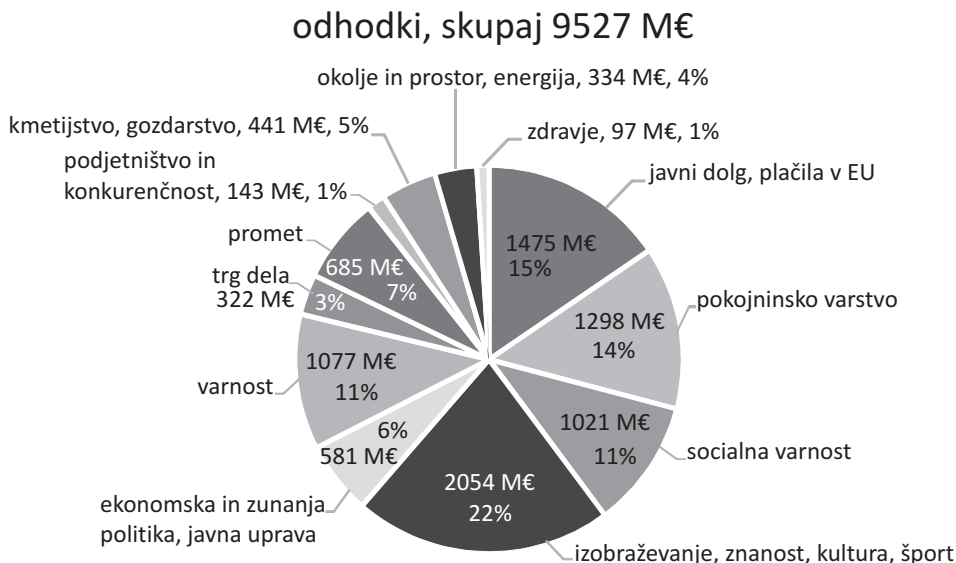
O MEDNARODNI ANALIZI TRENDOV ZNANJA – TIMSS ADVANCED 2015

ALEŠ MOHORIČ

Fakulteta za matematiko in fiziko
Univerza v Ljubljani

Ali šolski sistem, v katerem delamo, v katerem se izobražujemo, nudi znanje in kompetence za prihodnost? Ali je njegovo financiranje smotrno? Ali je sistem vreden vloženega truda, ali potrebuje izboljšave? Kaj vpliva na kakovost šolskega sistema, kaj imajo skupnega uspešni in kaj neuspešni sistemi? To, ali vsaj del, so vprašanja, ki si jih zastavljajo vlade, učitelji, učenci in njihovi starši. Država znaten del proračuna (slika 1, [1]) namenja za šolstvo, pravzaprav celoten proračun pa napolnimo davkoplačevalci s prihodki iz dela, ki temelji na znanju, pridobljenem v danem šolskem sistemu.

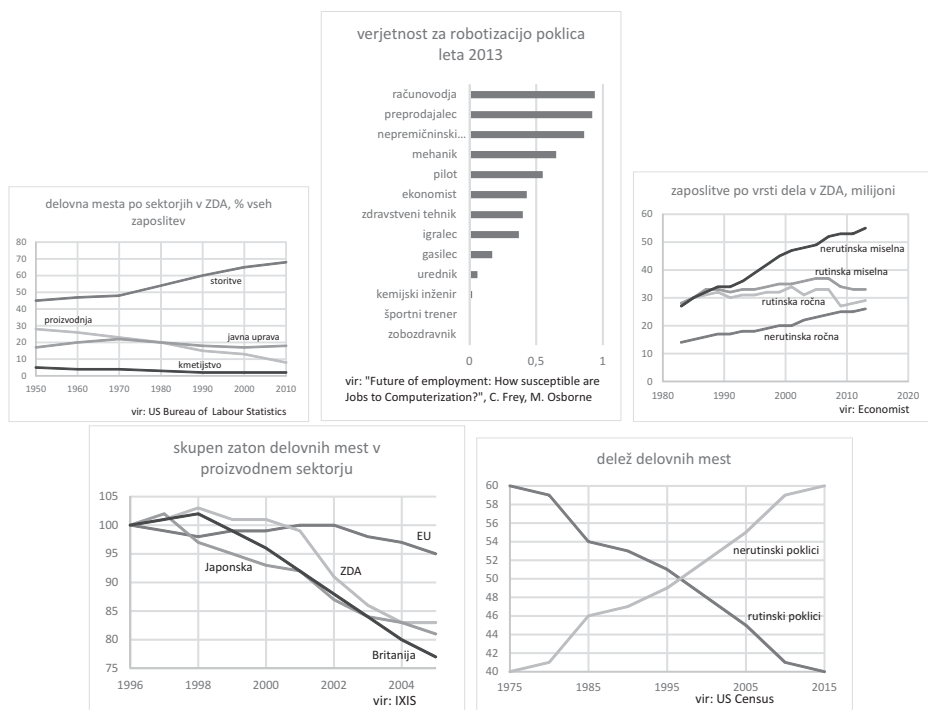
Učitelji, ki čutimo poučevanje kot poziv, želimo vedeti, ali dobro opravljamo svoje delo in kaj lahko storimo, da ga izboljšamo. Interes učencev je v tej zgodbi najbolj izrazit. Čemu vlagajo svoj trud, ali so ob tem zadovoljni, kaj odnesejo od tega procesa? Vse to pomembno vpliva na njihovo konkurenčnost, ko vstopijo na trg dela. Posredno seveda njihovo znanje vpliva



Slika 1. Slovenski proračun za leto 2017. Petina gre za šolstvo in šport, [1].

tudi na uspešnost celotne družbe. Dobro znano je in vse raziskave kažejo, da bodo v prihodnji družbi prevladovali visoko izobraženi delavci in ne proizvodni delavci. Ta trend kažejo diagrami na sliki 2. Potreba po ročnem delu se stalno manjša, saj to delo prevzemajo roboti in stroji. Rutinsko delo prevzemajo roboti ne le v proizvodnji, za trakom, temveč tudi v poklicih, ki so nekdanj veljali za intelektualne. Kar pomislite, kdaj ste nazadnje stali pred okencem v banki?

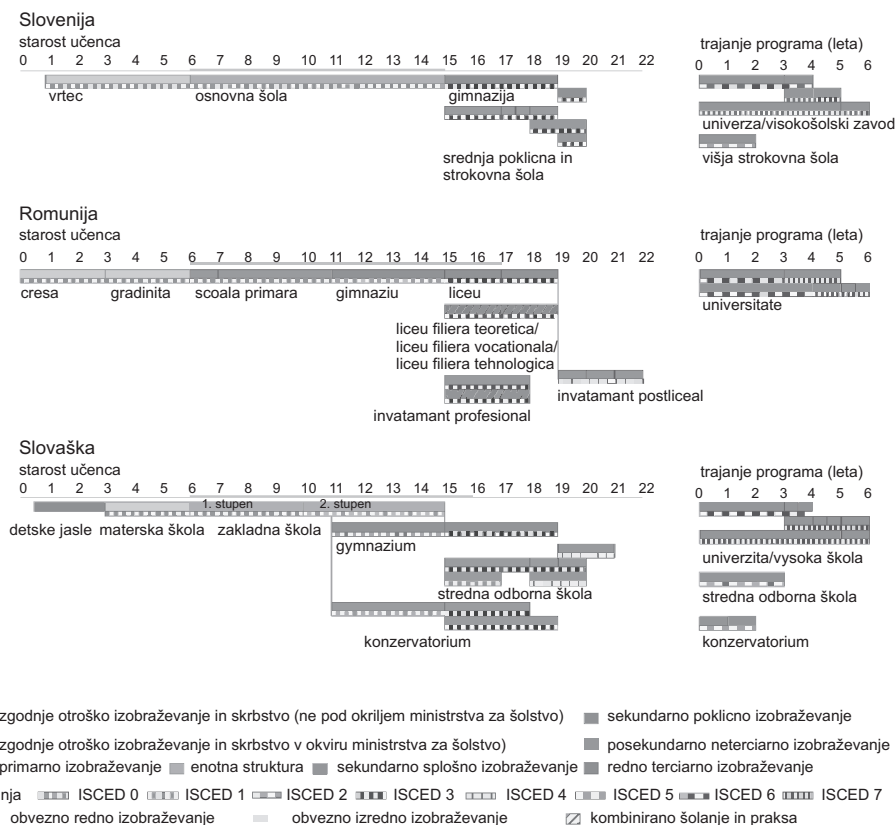
Po vprašanju, ali je naš šolski sistem dober, pride na vrsto vprašanje, kako kakovost sistema testirati? Seveda, eden od testov je kakovost življenja v določeni državi, ki pa je lahko odvisna še od kopice drugih dejavnikov, kot npr. zalog naravnih surovin, geostrateškega položaja. Kakovost šolskega sistema najlažje testiramo tako, da primerjamo med seboj znanje primerljivih vzorcev populacije v različnih državah. Izbira vzorca ni enostavna, saj se šolski sistemi med seboj razlikujejo ne le po kakovosti, temveč tudi po organiziranosti in učnih načrtih. Primer različnih izobraževalnih sistemov



Slika 2. Nekaj pokazateljev trendov in potreb znanja. Že površna ekstrapolacija kaže, da bodo v prihodnosti veliko dela prevzeli roboti, prevladovali bodo nerutinski, intelektualni poklici v storitveni dejavnosti.

kaže slika 3, obsežnejša primerjava pa je v [2]. Zaradi razlik v učnih načrtih ni nujno, da bodo učenci enake starosti imeli enako znanje podobnega predmeta. Pravzaprav bi lahko bilo merilo za znanje, pri enaki kakovosti poučevanja, kar število ur poučevanja nekega predmeta.

Nadaljnje vprašanje je, pri katerem predmetu sploh lahko primerjamo znanje med vzorci različnih sistemov? Zgodovina zaradi različnih narodnih poudarkov ne pride v poštev, ravno tako ne znanje slovnice. Vsem šolskim sistemom sta skupna matematika in naravoslovje, ki se v višjih stopnjah povsod deli enako na fiziko, kemijo in biologijo. To so torej primerni pred-



Slika 3. Izobraževalni sistemi se v grobem delijo na primarno, sekundarno in terciarno izobraževanje. Primarno izobraževanje je na splošno enako za celotno populacijo, v sekundarnem pa prihaja do delitev med splošnim in poklicnim izobraževanjem. Starost prehoda med različnimi stopnjami je v grobem povsod enaka, največja razlika med sistemi se pojavlja pri meji med primarno in sekundarno stopnjo. Diagram kaže slovenski izobraževalni sistem. Za primerjavo sta dodana še slovaški in romunski. Že hitri pogled kaže nekatere podobnosti pa tudi očitne razlike. Primerjava vseh evropskih sistemov je narejena v [2].

meti, pri katerih lahko primerjamo znanje populacije različnih držav.

Ko sta vzorec in predmet testiranja izbrana, je naslednje vprašanje, kakšen test uporabiti, čemu dajati poudarke? Pri izbiri testa se moramo zavedati praktičnosti izvedbe. Testirati moramo tako, da je vrednotenje testa kar se da objektivno, upoštevamo, da med reševanjem testa testiranec ne dobi povratne informacije in temu moramo prilagoditi testna vprašanja. Teste lahko razvrstimo po različnih kriterijih [3]. Po enem delimo naloge na naloge odprtega in zaprtega tipa. Pri nalogah zaprtega tipa je možen le en odgovor, pri nalogah odprtega pa več, odvisno od predpostavk in reševanja. Seveda je prvi način lažji za vrednotenje, drugi pa bolje preverja razumevanje konceptov. Med zaprte naloge tipično sodijo izbirne naloge, kjer vprašanju ponudimo več odgovorov, od katerih je le en pravi. Sem sodi tudi večina računskih nalog. Zaprte naloge jasno predstavijo vse potrebne podatke, na razpolago je primeren algoritem, ki zagotavlja pravilno rešitev. Odprte naloge so problemi, ki so sicer jasno formulirani, poti do rešitve pa so lahko različne, naloge zahtevajo ovrednotenje rešitev, vsi podatki niso podani, za njihovo rešitev lahko izberemo različne algoritme, obstaja več možnih pravilnih rešitev problema. Glede na osnovno predpostavko, ki jo naredi reševalec problema, so možne različne rešitve.

V posameznih vrstah nalog lahko nadalje razločimo različne elemente, ki jih ločimo po značilnostih in ciljnih ter eden ali več hkrati lahko nastopajo v posamezni nalogi. Element naloge, ki ga imenujemo **povej čim več**, je problem brez določenega dokončnega pravilnega odgovora. Izhodišče problema je npr. le skica ali graf, na podlagi katerega učenci postavijo različne fizikalne probleme. Take naloge nudijo učencem priložnosti, da trenirajo razmišljanje, podobno razmišljanju, ki ga med reševanjem problemov uporabljajo eksperti. Element **vsebinsko bogatih problemov** pozornost z iskanja formul preusmerja k uporabi fizikalnih pojmov in razmislekov v okoliščini, podobni vsakdanjemu življenju. Opisi okoliščin so gostobesedni in problemi so kompleksni. Rešitev začnemo iskati tako, da filtriramo ne bistvene informacije, ocenimo manjkajoče količine in sprejmemo ustrezne predpostavke. Pravzaprav je sprejemanje predpostavk eden izmed ključnih korakov v analizi problema, ki se ga pogosto niti ne zavedamo, oziroma so predpostavke že narejene v samem opisu problema. V tradicionalnih nalogah jih skorajda ne omenjamo oziroma se jih ne zavedamo. Vendar je prav ta veščina pomembna pri realnem reševanju problema, postavljanju hipoteze in matematičnem opisu rešitve. Element **inverznega problema** poda ali enačbo ali diagram oziroma graf, ki opisuje neki proces, naša naloga pa je opisati razmere, ki ustrezajo tej predlogi, in sestaviti besedilo ustrezne naloge, ki jo potem lahko rešujejo drugi. Na ta način odvrčamo reševalce od zgolj naslanjanja na matematične izraze in njihove pretirane

uporabe. Skozi te naloge tudi poudarjamo ključno vlogo enot pri obravnavanju problemov. **Sestavljanje problemov** od nas zahteva, da pripravljen začetek trditve nadaljujemo s fizikalno smiselnimi pojmi. **Tutorske vaje** so gradiva, ki upoštevajo tipične težave z izbrano snovjo, sestavljena so tako, da izboljšajo reševanje problemov iz te snovi in nas soočajo s konfliktom med napačno (alternativno, naivno) predstavo in pravilnim razumevanjem. **Naloge z razvrščanjem** so učinkovite za izboljšanje konceptualnega razumevanja in vrednotenja ciljev. V njih razvrščamo fizikalne situacije, sisteme ali količine glede na različne kriterije. **Naloge vrednotenja in naloge s preverjanjem rešitve** so problemi, pri katerih na različne načine kritično analiziramo že rešene naloge ali razmišljanja. Pri tovrstnih nalogah je lahko tipično predstavljen celoten postopek reševanja (s tipičnimi napakami). Lahko je tudi opisan eksperiment in so priloženi podatki v povezavi z njim. Poiskati moramo povezave med spremenljivkami, predvidimo odvisnosti oziroma preverimo podano rešitev naloge. Vrednotenje rezultatov je tudi sicer pogosta komponenta pri vseh drugih nalogah. V vrednotenje spada tudi analiza limitnih primerov, smiselnost velikostnih redov rezultatov, konsistentnost. **Naloge z več možnimi rešitvami** nimajo le enega pravilnega odgovora. Odgovor je odvisen od vnaprej sprejetih predpostavk, ki narekujejo strategijo reševanja problema, in analize končnih rezultatov, ki lahko vodi v spremembo predpostavk in nove rešitve. **Ne-številski problemi** so zastavljeni tako, da spodbujajo kvalitativno razmišljanje. Naloge tipa **oceni fizikalno količino** so naloge, pri katerih moramo oceniti vrednosti določenih količin, potrebnih za rešitev (takšne naloge, kjer ocenjujemo le velikostni red odgovora, so znane tudi kot Fermijevi problemi). S smiselnimi predpostavkami in enostavnim računanjem omejimo razpon vrednosti, med katerimi je prava rešitev. **Naloge za razvijanje sposobnosti simbolnega razmišljanja** so pari problemov, prvi s številskimi podatki in potrebno računsko rešitvijo in drugi s potrebno simbolno rešitvijo. Znano je, da dijaki težje razumejo rešitev, zapisano z enačbo in simboli, kot pa konkretno rešitev s številskim rezultatom. Take naloge lajšajo te težave. **Naloge z meritvami** vodijo do rešitev preko analize danih podatkov nekega eksperimenta. Vsi našteti tipi nalog na različne načine preverjajo razumevanje konceptov, do različne globine in predstavljajo vsak svojevrsten izziv pri vrednotenju odgovorov. Pri raziskavi se tipično omejimo na bolj zaprte tipe nalog, da olajšamo enakovrednost vrednotenja rezultatov.

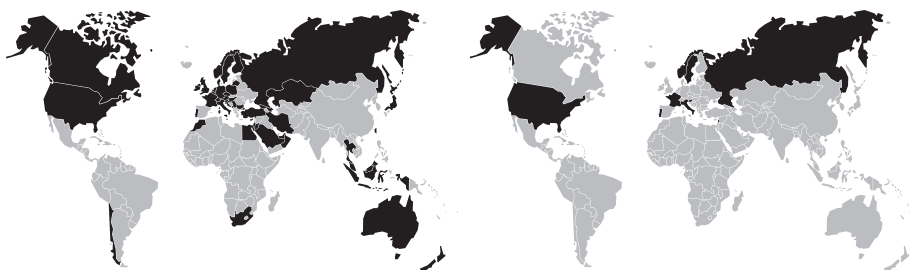
Hkrati s testiranjem znanja je v raziskavi smiselno ugotavljati tudi okoliščine, ki zaznamujejo določen izobraževalni sistem, npr. delež proračuna namenjen šolstvu, računalniško opremljenost, odnos staršev in učiteljev do pouka. To omogoča določitev pomembnih parametrov in olajša prilagajanje izobraževalne politike.

Ena od mednarodnih raziskav, ki ustreza opisanim kriterijem, je Trends in International Mathematics and Science Study z akronimom TIMSS. To je mednarodna raziskava znanja matematike in naravoslovnih predmetov med četrtošolci, to so učenci na prehodu med razrednim in predmetnim poukom, in osmošolci, to so učenci pred prehodom na sekundarno izobraževanje. V raziskavi TIMSS Advanced vzorec sestavljajo dijaki na koncu sekundarnega šolanja. TIMSS Advanced primerja znanje preduniverzitetne matematike med bodočimi maturanti splošnih gimnazij in znanje fizike med dijaki, prijavljenimi na maturo iz fizike. TIMSS poteka že vrsto let, kar omogoča ugotavljanje trendov. TIMSS 2015 je bil že 6. po vrsti, TIMSS Advanced pa teče od leta 1995 in je bil izveden v tretje. V raziskavi TIMSS za četrtošolce je sodelovalo 49 držav s 312.000 učenci, za osmošolce 39 držav z 270.000 učenci, v TIMSS Advanced pa je sodelovalo devet držav. Geografsko pokritost razberemo s slike 4. V Sloveniji raziskavo koordinira Pedagoški inštitut in rezultati raziskave so predstavljeni na spletu [4].

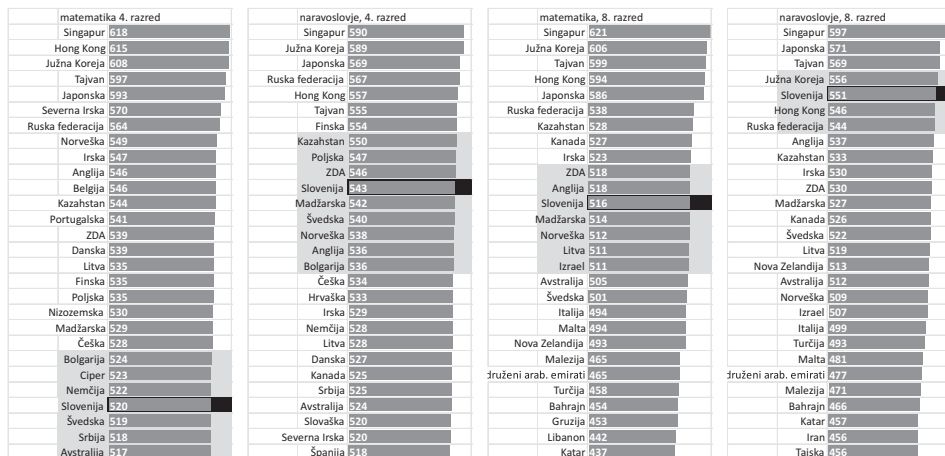
V raziskavi so poleg učencev sodelovali tudi učitelji, ravnatelji in starši četrtošolcev tako, da so izpolnili vprašalnik s podatki o dejavnostih poučevanja in učenja, podpori doma, predšolskem znanju, pogojih za poučevanje, stališčih do znanja ter študijskih in poklicnih namenih.

Rezultati med osnovnošolci Slovenijo uvrščajo v znanju matematike proti vrhu sredine, v naravoslovju pa tik pod sam vrh. Osmošolci se relativno bolje uvrščajo kot četrtošolci. Rezultate kaže slika 5.

Rezultati primerjave so med gimnazijci manj zanesljivi, saj je vzorec dosti manjši. Lestvici dosežkov za matematiko in fiziko kaže slika 6. V Sloveniji so podatke o znanju matematike zbirali ločeno tudi za maturante, ki so matematiko izbrali na višji ravni (VR). Med znanjem dijakov, ki matematiko opravljajo na maturi na osnovni ravni (OR), in tistimi, ki jo opravljajo na višji ravni, se kaže velika razlika. Po splošnem uspehu v znanju matematike se je Slovenija odrezala slabo in je pristala tik nad dnem. Upoštevati je



Slika 4. Države, ki so leta 2015 sodelovale v raziskavi TIMSS (levo) in TIMSS advanced (desno).



Slika 5. Dosežki učencev v raziskavi TIMSS. Levo: dosežki četrtošolcev v matematiki in naravoslovju. Desno: dosežki osmošolcev v matematiki in naravoslovju. S sivo so označene države, ki statistično ne odstopajo bistveno od Slovenije. Seznam kaže le najboljših 28 uvrščenih.

treba sicer še, da je slovenski vzorec zajemal bistveno večji del generacije kot v drugih državah. Rezultat dijakov, ki so maturo iz matematike opravljali na višji ravni, pa je izvrsten in Slovenijo uvršča na prvo mesto. Pokritost populacije zgolj s tem vzorcem ne odstopa od pokritosti vzorcev v najboljše uvrščenih državah. To kaže, da so v visoko uvrščenih državah v raziskavi sodelovali le najboljši dijaki. Na podlagi rezultatov bi težko sodili, kateri izobraževalni sistem je boljši. Očitno je, da naš sistem, kadar ima opravka z motiviranimi dijaki, dosega dobre rezultate. Pri fiziki so se dijaki uvrstili na prvo mesto, kar nas lahko navdaja s ponosom in je svojevrstno priznanje in nagrada za izobraževalce bodočih učiteljev in stalno strokovno izobraževanje aktivnih učiteljev ter predano delo vseh, učiteljev, oblikovalcev učnih načrtov in seveda dijakov.

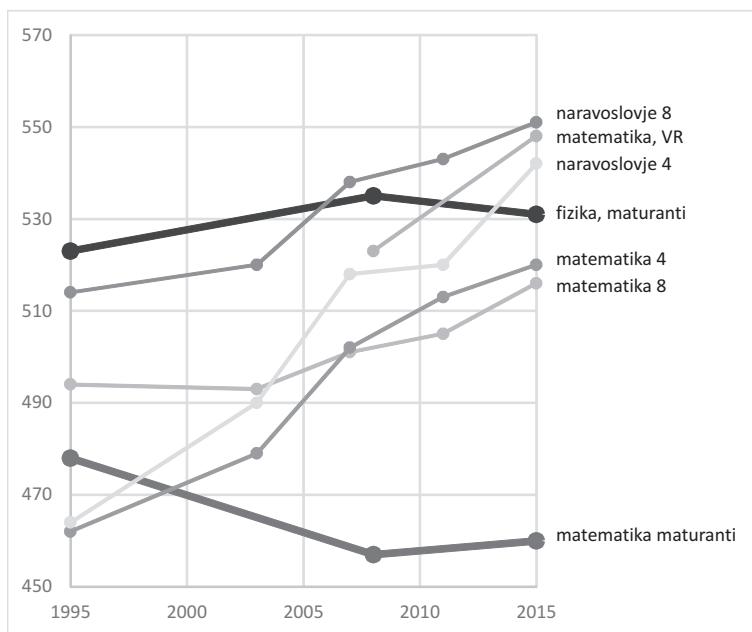
Ko primerjamo rezultate raziskave TIMSS zadnjih let opazimo trend naraščanja znanja v osnovni šoli. Trend raziskave TIMSS Advanced kaže, da je znanje slovenskih maturantov stabilno. Trende kažejo grafi na sliki 7.

Analiza okoliščin, ki je bila izvedena hkrati s testi znanja, pokaže, da se slovenski dijaki v primerjavi z vrstniki v tujini manj radi učijo in imajo bolj odklonilen odnos do naravoslovja. Odklonilen odnos je še posebej izrazit do matematike med dijaki, ki opravljajo maturo iz matematike na osnovni ravni. Rezultate kaže slika 8.

Odgovori staršev kažejo manjše zaupanje v šolski sistem kot v tujini. Tako so starši le 17 % učencev ocenili, da si šola zelo prizadeva za akadem-

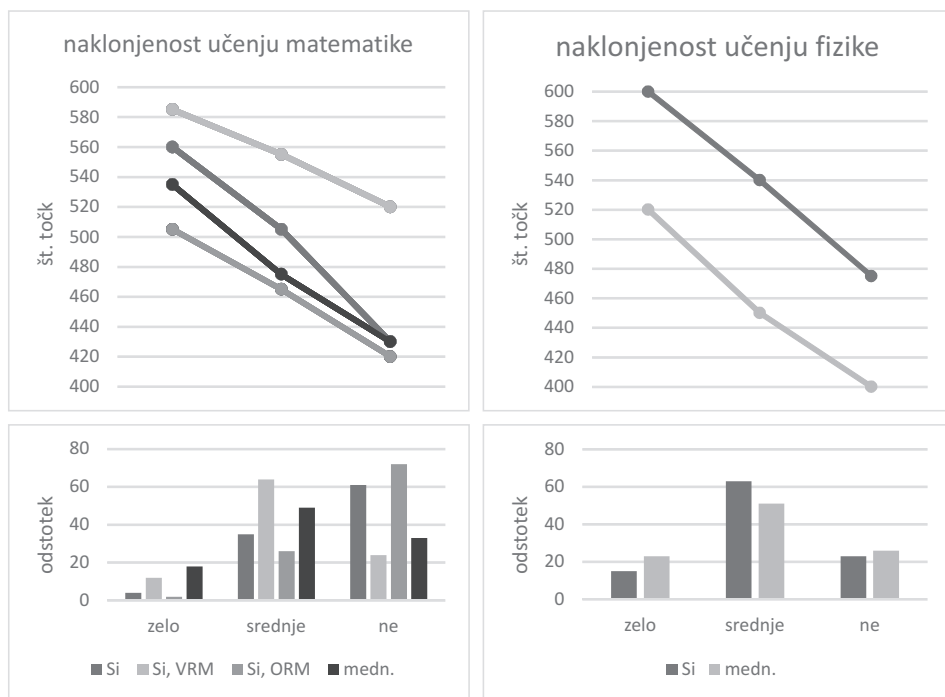
preduniverzitetna matematika			preduniverzitetna fizika		
Slovenija, VR	549	8,2	Slovenija	531	7,6
Ruska federacija 6h+	540	1,9	Ruska federacija	508	4,9
Libanon	532	3,9	Norveška	507	6,5
ZDA	485	11,4	Portugalska	467	5,1
Portugalska	482	28,5	Švedska	455	14,3
Francija	463	21,5	ZDA	437	4,8
Slovenija	460	34,4	Libanon	410	3,9
Norveška	459	10,6	Italija	374	18,2
Švedska	431	14,1	Francija	373	21,5
Italija	422	25,5			

Slika 6. Dosežki maturantov v matematiki (levo) in fiziki (desno). V prvem stolpcu preglednice so našteje države, v drugem dosežek, v tretjem pa odstotek pokritosti populacije z vzorcem.



Slika 7. Rezultati raziskav za slovenske učence in dijake iz preteklih let.

sko uspešnost otroka, medtem ko je mednarodno povprečje 60 %. Le ena tretjina naših otrok ima starše z zelo pozitivnim odnosom do učenja matematike in naravoslovja (mednarodno dve tretjini). Starši slabo ocenjujejo znanje matematike in bralne pismenosti otroka ob vstopu v šolo, saj jih le za 7 % otrok meni, da imajo veliko znanja (mednarodno povprečje 21 %), za 52 % pa jih meni, da imajo malo znanja (mednarodno povprečje 25 %). Poročilo staršev o tem, kolikšna sta bila otrokova pismenost in zgodnje zna-



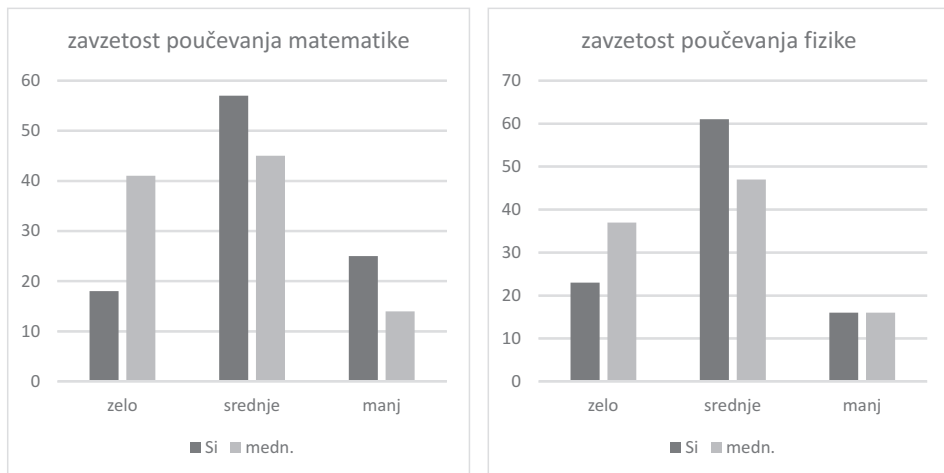
Slika 8. Kako radi se dijaki, ki so sodelovali v raziskavi TIMSS Advanced, učijo, primerjano z njihovim uspehom. Korelacija med slabim dosežkom in nenaklonjenostjo učenju je izrazita. Za primerjavo so dodani tudi mednarodni rezultati. Levo: matematika, desno: fizika. Slovenski dijaki so manj naklonjeni učenju v primerjavi z dijaki drugod po svetu.

nje matematike ob vstopu v prvi razred osnovne šole, kaže, da ima zgodnje učenje vpliv na znanje prav do četrtega razreda.

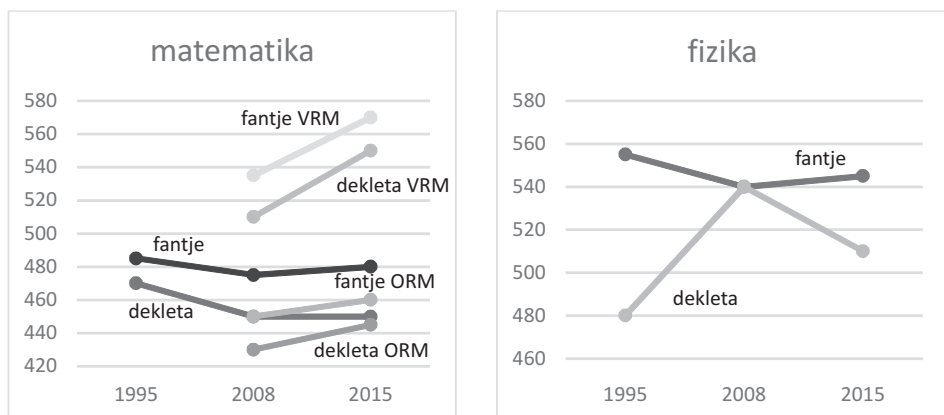
Med dijaki, ki so bili v Sloveniji testirani v znanju fizike, je bilo zgolj 30 % deklet, kar kaže na zaskrbljujoč upad zanimanja za naravoslovje in matematiko med dekleti. Dekleta tudi dosegajo slabše rezultate. Trende v dosežkih ločeno po spolu v matematiki in fiziki kaže slika 10.

Podrobneje si oglejmo še fizikalne vsebine, ki so bile preverjane s testi. Vsebinska področja, ki so jih pokrivali testi, so vključevala: mehaniko in termodinamiko (sile in gibanja, ohranitveni zakoni, toplota in temperatura) v obsegu 40 %, elektriko in magnetizem (elektrika in električna vezja, magnetizem in indukcija) v obsegu 25 % ter valovanje, atomska in jedrska fizika v obsegu 35 % časa za reševanje.

Poleg tematskih področij je pomemben vidik testa težavnost in kompleksnost nalog ter globina znanja (taksonomska stopnja), ki jih preverja test. Med sposobnostmi, ki so bile preverjane, so bile tudi ocenjevanje fizikalnih



Slika 9. Kaj o zavzetosti poučevanja svojih učiteljev mislijo dijaki v Sloveniji? Za primerjavo so dodani mednarodni rezultati. Slovenski dijaki na splošno menijo, da so njihovi učitelji manj zavzeti za poučevanje, kot menijo vrstniki po svetu.

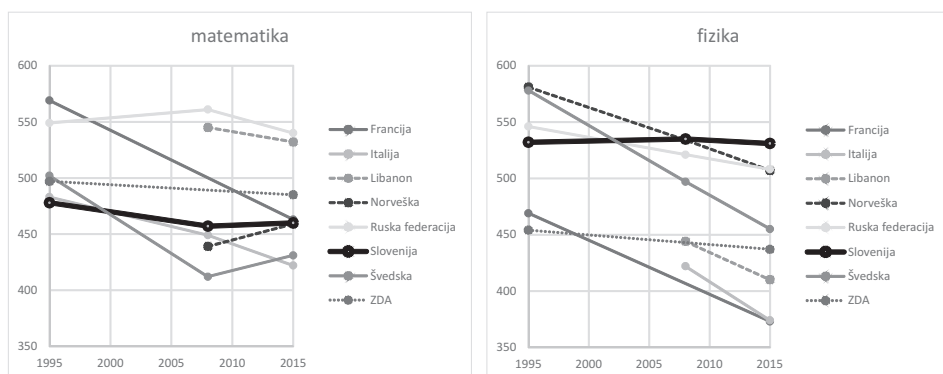


Slika 10. Grafi kažejo dosežke v znanju matematike (levo) in fizike (desno) v zadnjih letih, ločeno po spolu. Razlika med dekleti in fanti je očitna. V Sloveniji je v raziskavi znanja fizike na preduniverzitetnem nivoju sodelovalo 70 % fantov in 30 % deklet. Razmerje pri matematiki je 60 % deklet in 40 % fantov.

količin, presoja različnih razlag za neujemanje izmerjenih in izračunanih vrednosti, primerjava uporabnosti različnih materialov za določeni namen na podlagi grafov, opis postopka, s katerim lahko določimo natančnost neke naprave, predlog, kako izboljšati opisano metodo merjenja neke fizikalne količine.

V primerjavi s TIMSS Advanced 2008 je opazen premik testov k preverjanju procesnih znanj, znanj povezanih z načrtovanjem poskusov in analizo merskih podatkov, nalog, ki zahtevajo ocenjevanje fizikalnih količin. Tovrstna znanja so vključena tudi v najnovejše standarde in direktive glede naravoslovnih znanj po svetu (npr. NGSS v ZDA) in (sicer počasi, toda tudi po zaslugi raziskav, kot je TIMSS) prihajajo tudi v naš prostor/maturo.

Na koncu si oglejmo še trende celotne raziskave. Trendi znanja matematike in fizike maturantov v vseh državah so prikazani na sliki 11 in pravzaprav kažejo zaskrbljujočo sliko. Trendi so negativni in znak za ukrepanje politike ter stroke, da najde vzroke. Z rezultati raziskave je naša država postala drugim zgled za izobraževalni sistem, ki dosega visoko matematično in naravoslovno znanje, vendar tudi izstopa po nizkih stališčih, ki so povezana z dosežki.



Slika 11. Trendi znanja maturantov pri matematiki (levo) in fiziki (desno) v državah, ki so sodelovale v raziskavi TIMSS Advanced.

LITERATURA

- [1] Sprejeti proračun, dostopno na www.mf.gov.si/si/delovna_podrocja/proracun/sprejeti_proracun, ogled 26. 6. 2017.
- [2] European Commission/EACEA/Eurydice, 2016. The Structure of the European Education Systems 2016/17: Schematic Diagrams. Eurydice Facts and Figures. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [3] N. Zabukovšek, *Študija priljubljenosti fizike in vključevanja dijakov in dijakinjk k pouku predmeta v povezavi z izbiro in uspešnostjo reševanja treh tipov nalog*, Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, 2016.
- [4] TIMSS Slovenija blog, dostopno na timsspei.splet.arnes.si/?page_id=678, ogled 26. 6. 2017.