

POVEZANOST INDIVIDUALNIH ZNAČILNOSTI IN DEJAVNIKOV KONTEKSTA Z NARAVOSLOVNIMI DOSEŽKI SLOVENSКИH DIJAKOV NA PISI 2006

Maja Zupančič in Anja Podlesek

Oddelek za psihologijo, Filozofska fakulteta, Univerza v Ljubljani

Uvod

V okviru prispevka sva analizirali napovedne odnose med izbranimi individualnimi značilnostmi dijakov in njihovega okolja, ki so bile zajete v raziskavo PISA 2006, ter ravno naravoslovne pismenosti. Slednja je bila poudarjeno področje pri zbiranju podatkov PISA 2006. Naravoslovna pismenost (*PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World*, 2007) vključuje posameznikovo:

- naravoslovno znanje in rabo tega znanja pri prepoznavanju naravoslovne problematike, pridobivanju novega znanja, razlagi naravoslovnih pojavov ter pri izpeljavi sklepov, ki temeljijo na dejstvih;
- razumevanje značilnosti znanstvenega vedenja kot oblike človeškega znanja in raziskovanja;
- poznavanje tega, kako znanost in tehnologija oblikujeta človekovo fizično, intelektualno in kulturno okolje;
- pripravljenost za ukvarjanje z aktualno naravoslovno problematiko s perspektive razmišljujočega državljana.

Podatki PISA 2006 so bili sicer zbrani pri slovenskih petnajstletnikih (generacija 1990), med katerimi so nekateri obiskovali še osnovno šolo (v: Štraus, Repež in Štigl, ur., 2007), vendar sva se osredotočili le na dijake prvih letnikov, vključene v različne programe srednješolskega izobraževanja. Za homogen vzorec dijakov sva se odločili, ker: (a) je učinek let šolanja na splošno spoznavno sposobnost in intelektualno kompetentnost udeležencev izobraževanja precejšen oz. večji od učinka kronološke starosti (npr. Ceci,

1999); (b) večina (90 %) slovenskih 15-letnikov obiskuje srednje šole; (c) v raziskavi PISA 2006 je sodelovalo majhno število osnovnih šol (in učencev). V opravljenih sekundarnih analizah bi se lahko zaradi navedenega pojavile neželene napake. Poleg ugotavljanja napovedne vrednosti izbranih spremenljivk sva tudi preverjali, v kolikšni meri lahko razlike v skupnih naravoslovnih dosežkih dijakov in v dosežkih na posameznih področjih naravoslovne pismenosti pojasnimo z razlikami med srednješolskimi izobraževalnimi programi ter z razlikami med šolami znotraj istih programov.

Med podatki, zbranimi s pomočjo vprašalnika za dijakinje in dijake v raziskavi PISA 2006, sva na podlagi različnih psiholoških razlagalnih modelov in rezultatov empiričnih raziskav izbrali dva široka sklopa napovednikov, sklop individualnih značilnosti dijakov in sklop dejavnikov okolja (značilnosti konteksta). Med značilnostmi posameznikov sva upoštevali tiste mere, s katerimi so različni avtorji pojasnjevali medosebne razlike v učni uspešnosti (dosežkih pri preizkusih znanja, šolskih ocenah) učencev in dijakov. Zaznana učna samoučinkovitost je na primer ključna pri pojasnjevanju uspešnosti v modelu Bandure (1986, 1997). V skladu z novim modelom, v katerem naj bi intelektualna kompetentnost (Chamorro-Premuzic in Furnham, 2006) predstavlja mero učne uspešnosti, avtorji ugotavljajo, da t. i. mere subjektivne ocene sposobnosti (SOS) dodatno pojasnjujejo intelektualno kompetentnost, poleg pojasnjevalne vrednosti spoznavnih sposobnosti in osebnostnih potez učencev oz. dijakov. Pomembne značilnosti poleg navedenih, čeprav se z njimi do določene mere povezujejo, so tudi učna motivacija (notranja in zunanja; Eccles in Wigfield, 2001; Schunk in Pajares, 2002; Wentzel, 1997), posameznikovo zanimanje za učenje vsebin pri posameznih šolskih predmetih, njegove učne aspiracije in vrednotenje učnih dosežkov (Mullis, Martin, Gonzales in Chrostowski, 2004; Zupančič, Gril, Štraus in Brečko, 2002). Z učnim dosežkom se povezuje tudi posameznikova zaznana količina učenja in učne pomoči, ki jo prejme od kompetentnih oseb zunaj pouka. Te zveze pa so negativne, kar lahko pomeni, da se subjektivno zaznani čas učenja in količina pomoči z večjo verjetnostjo pojavljata kot posledica medosebnih razlik v učni uspešnosti in manj verjetno kot njihov vzrok (Marjanovič Umek, Sočan in Bajc, 2006; Puklek Levpušček in Zupančič, 2009; Zupančič idr., 2002). Večina avtorjev, ki preučujejo dejavnike učne uspešnosti, v analizah upošteva tudi spol posameznikov. Spol učencev in dijakov pa dosledno pojasnjuje majhne ali celo nepomembne odstotke variance na ravni doseženega znanja (pri objektivnih preizkusih znanja), v zaključnih šolskih ocenah iz posameznih predmetov in v skupnem učnem uspehu. Če že prihaja do razlik med spoloma, se pogosteje izkaže, da so dekleta pri večini predmetov (ko mero uspešnosti predstavlja

zaključna šolska ocena), uspešnejša od fantov, fantje pa so nekoliko pogostejše uspešnejši npr. pri fiziki, matematiki (npr. Deary, Strand, Smith in Fernandes, 2007; Puklek Levpušček in Zupančič, 2009).

V sklopu posameznih dejavnikov konteksta sva izbrali tiste spremenljivke, zajete v raziskavi PISA 2006, ki se pomensko vsaj delno ujemajo s ključnimi značilnostmi družine in pouka v šoli in za katere je bila v dosedanjih raziskavah podprta pomembna vloga v učnih dosežkih posameznikov. Te so npr. izobrazba staršev, poklicni položaj staršev, ekonomski položaj družine (npr. Marjanovič Umek idr., 2006; Mullis idr., 2004; *PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World*, 2007), ciljne usmeritve učiteljev v razredu, način učnega dela (npr. Middleton in Midgley, 2002; Midgley idr. 2000; Puklek Levpušček in Zupančič, 2009). Na splošno se z višjimi dosežki učencev in dijakov povezujejo višja izobrazba, višji poklicni položaj staršev in višji materialni položaj družine (vendar to ne pomeni, da se zveza ohranja tudi z rastjo materialnega položaja na nadpovprečnem območju; glej tudi Zupančič in Podlesek, v tej številki). Dalje se učenci in dijaki, ki v razredu izkusijo več učne opore učitelja pri določenem predmetu (npr. zanimanje učitelja za učno delo učencev/diakov, nudenje pomoči pri učenju, spodbujanje k optimalnim dosežkom glede na individualne značilnosti posameznikov), bolj vključujejo v učenje in imajo v povprečju višje učne dosežke pri tem predmetu kot posamezniki, ki zaznavajo manj učne opore učiteljev (npr. Wentzel, 1994, 1997). Tudi učenci/dijaki učiteljev, ki v razredu bolj usmerjajo k obvladovanju učne snovi (ciljna usmerjenost učiteljev k obvladovanju), razvijanju učnih kompetenc in spretnosti ter poudarjajo razumevanje učne snovi, se v povprečju uspešneje spoprijemajo z učnimi zahtevami in imajo v povprečju višje dosežke kot učenci/dijaki učiteljev z nižjo ravno ciljne usmerjenosti k obvladovanju (Kaplan in Midgley, 1999; Urdan in Midgley, 2003). Prav tako so učenčeve/diakovske zaznave učiteljeve zahtevnosti glede spoznavnega vključevanja v razredu (pričakovanja učiteljev in tehnike, ki jih uporabljajo pri poučevanju, zagotavljanju razumevanja učne snovi in pri preverjanju znanja) pozitivno povezane z mladostnikovi prilagojenimi vzorci učenja in z učno uspešnostjo (Middleton in Midgley, 2002; Puklek Levpušček in Zupančič, 2009).

Metoda

Baza podatkov

Sekundarno sva analizirali podatke raziskave PISA 2006 pri slovenskem vzorcu dijakov. Prvotno je baza podatkov o slovenskih dijakih obsegala

podatke o 6595 posameznikih, in sicer njihove odgovore pri *Vprašalniku za dijakinje in dijake* (Nacionalni center za raziskave PISA 2006, 2006; v nadaljevanju Vprašalnik) in ocene dosežkov na različnih področjih naravoslovne pismenosti. Podatek vsakega dijaka sva obtežili tako, da sva populacijsko utež W_FSTUWT delili z vsoto vseh uteži W_FSTUWT (tj. 20595,19) in dobljeno vrednost nato pomnožili s številom dijakov v bazi, tj. s 6595 (glej tudi Zupančič in Podlesek, v tej številki).

V analize sva vključili samo dijake, ki so šolo obiskovali 10. leto in so obiskovali enega od srednješolskih programov (število dijakov, ki so šolo obiskovali 8., 9. ali 11. leto, je bilo tudi sicer prenizko za ustrezno izvedbo analiz). V obdelavo sva vključili le dijake iz 288 šol, v katerih je bilo v zbiranje podatkov vključenih več kot 5 dijakov (glej tudi Zupančič in Podlesek v tej številki). Nadalje so bili iz analiz izključeni dijaki z manjkajočo vrednostjo na kateri koli obravnavani spremenljivki. Končno število podatkov je bilo 3861. Vsota njihovih obtežitev je bila 3950,8. Od obteženih podatkov jih je 2143 (54,2 %) pripadalo dijakinjam. Povprečna starost dijakov in dijakinj je bila 15,70 leta ($SD = 0,27$). V program srednjega poklicnega izobraževanja jih je bilo vključenih 580 (14,7 %), v program tehničnega oz. strokovnega srednjega izobraževanja 1445 (36,6 %), v program strokovne gimnazije 441 (11,2 %) in v program klasične/splošne gimnazije 1484 (37,6 %).

Spremenljivke

V analize sva vključili spremenljivke, vezane na odgovore dijaka pri Vprašalniku, in spremenljivke, vezane na dosežek dijaka na različnih področjih naravoslovne pismenosti PISA 2006, tj. z vrednostmi, kot so obstajale v bazi PISA 2006. Nekatere spremenljivke sva prekodirali. Spremenljivko ST15Q01, ki predstavlja število knjig doma, sva iz ordinalne spremenljivke s šestimi ravnmi (kategorije števila knjižnih polic) spremenili v intervalno spremenljivko *število knjig doma* (za natančnejši opis pretvorbe glej Zupančič in Podlesek v tej številki). Spremenljivko ST02Q01, ki predstavlja izobraževalni program, sva spremenili v tri dihotomne spremenljivke (*program 4*, *program 5* in *program 6*), ki so skupaj predstavljale štiri izobraževalne programe (izobraževalni program 3 je bil zastopan z vrednostmi 0 na vseh treh spremenljivkah, medtem ko so imeli programi od 4 do 6 vrednost 1 na istoimenski spremenljivki in vrednost 0 na drugih dveh spremenljivkah). Spremenljivko ST12Q01 sva spremenili v *jezik doma*, kjer je vrednost 1 predstavljala, da pri dijaku doma govorijo slovensko, vrednost 0 pa, da govorijo katerikoli drugi jezik.

Veliko napovednih spremenljivk sva opredelili prek WLE indeksov (ocen obteženega verjetja), ki so že vključeni v bazo podatkov PISA 2006. WLE indeksi so bili dobljeni na podlagi združene obdelave odgovorov dijakov vseh v raziskavo vključenih držav s skaliranjem po teoriji odgovora na postavko. Vsak indeks predstavlja skupno mero odgovorov na več izbranih dihotomnih ali intervalnih (likertovih) postavk z določeno vsebino. Povprečna vrednost WLE indeksa za dijake vseh držav je 0, standardni odklon pa je enak 1.

Kriterijske spremenljivke je sestavljalo 5 ocen dosežka na vsakem izmed 6 področij:

- splošni naravoslovni dosežek (SCIE), ki združuje tri naravoslovne kompetence in tri vsebinska področja znanja (fizikalni sistemi, živi sistemi in sistemi Zemlje in vesolja; v: Štraus idr., ur., 2006),
- splošno zanimanje za naravoslovje (INTR), ki predstavlja eno izmed sestavin odnosa dijakov do naravoslovja,
- dijakova podpora naravoslovnemu raziskovanju (SUPP), ki je prav tako eno izmed sestavin odnosa do naravoslovja,
- znanstveno razlaganje pojavov (EPS), tj. prva izmed treh kompetenc naravoslovne pismenosti,
- prepoznavanje naravoslovnih vprašanj oz. problematike (ISI), tj. druga izmed treh kompetenc naravoslovne pismenosti,
- uporaba znanstvenih dokazov (USE), tj. tretja kompetenca v okviru naravoslovne pismenosti.

Te ocene dosežkov na vsakem področju so bile v mednarodni analizi dobljene s skaliranjem po teoriji odgovora na postavko na podlagi odgovorov dijakov iz vseh vključenih držav. Predstavljajo pet različnih, naključno izbranih vrednosti verjetja za oceno dosežka posameznega dijaka pri splošni lestvici naravoslovne pismenosti in po posameznih petih področjih.

Napovedniki so vključevali:

- *izobraževalni program* (v bazi PISA 2006 spremenljivka ST02Q01 s kategorijami: srednji poklicni, tehnični oz. strokovni srednji programi, strokovne gimnazije, splošne oz. klasične gimnazije);
- *spol* dijakov (spremenljivka ST04Q01);

- čas, ki ga dijaki porabijo za *učenje naravoslovja* (v urah tedensko): (a) pri rednem pouku v šoli (spremenljivka ST31Q01), (b) organizirano zunaj rednega pouka, npr. pri dopolnilnem/dodatnem pouku, inštrukcijah (ST31Q02) in (c) doma, tj. za samostojno učenje in domače naloge (ST31Q03);
- dijakovo pripisovanje *pomembnosti lastnemu uspehu pri naravoslovnih predmetih* (ST36Q01);
- *izobrazbeni oz. poklicni položaj družine*: (a) izobrazbo (v letih šolanja) tistega od staršev, ki ima več zaključenih let šolanja kot drugi (spremenljivka *najvišja izobrazba staršev* oz. PARED), (b) poklicni položaj tistega od staršev, ki ima izmed obeh višji položaj (HISEI), in (c) predvideni lastni poklic dijaka v prihodnosti (raven poklicnega položaja; spremenljivka BSMJ);
- spremenljivke, ki opisujejo *količino dobrin* pri dijakih *doma*, in sicer (1) *število knjig* ter (2) WLE indekse: (a) kulturne dobrine (npr. klasična literatura, poezija, druga umetniška dela; spremenljivka CULTPOSS), (b) učni viri (npr. miren prostor za učenje, slovar, knjige za pomoč pri šolskem delu; spremenljivka HEDRES) in (c) materialne dobrine (npr. kamera, DVD, MP3, število avtomobilov, računalnikov, kopalnic; spremenljivka HOMEPOS); premoženje družine (spremenljivka WEALTH);
- dijakovo (a) raven *obveščenosti o naravoslovnih poklicih* (o zaposlitvah, ki so na voljo na trgu dela, kje poiskati informacije o poklicih, kateri koraki so potrebni za doseganje poklica, podjetja, ki zaposlujejo ljudi z naravoslovnimi poklici; spremenljivka CARINFO), (b) oceno *priprave na naravoslovne poklice v šoli* (npr. dijaki menijo, da pridobivajo pri ustreznih predmetih temeljna znanja in veščine; spremenljivka CARPREP), (c) *vpletanje v dejavnosti*, povezane z naravoslovjem (TV-oddaje, radijske oddaje, spletne strani, branje knjig, revij, člankov z naravoslovno vsebino, obiskovanje interesnih dejavnosti; spremenljivka SCIEACT);
- spremenljivke, ki se nanašajo na značilnosti *poučevanja naravoslovja v šoli*: (a) na uporabnost naravoslovnega znanja (dijaki uporabljajo znanje pri reševanju vsakdanjih problemov, učitelj razloži, kako lahko dijaki znanje uporabijo pri razlagi različnih pojavov, pojasni, zakaj je naravoslovno znanje pomembno v njihovem življenju; spremenljivka SCAPPLY), (b) na praktično preizkušanje (dijaki v laboratoriju izvajajo praktične poskuse, poskuse izvaja učitelj pred razredom, dijaki de-

lajo poskuse tako, da sledijo navodilu učitelja; spremenljivka SCHANDS), (c) na interaktivno učenje (dijaki imajo priložnost razložiti svoje zamisli, povedati svoje mnenje o obravnavani snovi, razred sodeluje v razpravi o snovi; spremenljivka SCINTACT), (č) na raziskovanje (dijaki sestavijo načrt laboratorijskega poskusa, sami pripravijo poskus, sami si lahko izberejo raziskavo; spremenljivka SCINVEST);

- spremenljivke, ki zajemajo dijakovo *vrednotenje naravoslovja*: (a) splošno vrednotenje naravoslovja (strinjanje s trditvami, kot so npr. *napredek v naravoslovnih znanostih izboljša pogoje življenja ljudi in je koristen za družbo, poznavanje naravoslovja ljudem pomaga razumeti svet*; spremenljivka GENSCIE), (b) osebno vrednotenje naravoslovja (strinjanje s trditvami, kot so npr. *naravoslovna znanja mi pomagajo razumeti moje odnose z ljudmi, ko bom odrasel, bom na več načinov uporabljal naravoslovno znanje*; spremenljivka PERSCIE);
- spremenljivke, vezane na *motivacijo dijakov za naravoslovje*: (a) instrumentalna motivacija (strinjanje s trditvami, kot so npr. *trud pri naravoslovnih predmetih mi bo pomagal pri delu, ki ga želim opravljati kasneje, naravoslovno znanje je zame pomembno, ker ga bom potreboval pri nadaljnjem šolanju, to znanje bo izboljšalo moje možnosti za napredovanje v poklicu*; spremenljivka INSTSCIE) (b) zanimanje za učenje (v kolikšni meri dijake zanimajo vsebine iz npr. fizike, kemije, biologije, načrtovanja poskusov; spremenljivka INTSCIE), (c) veselje do naravoslovja (stopnja strinjanja s trditvami, kot so npr. *z veseljem rešujem naravoslovne naloge, učenje mi je običajno v zabavo, uživam ob pridobivanju naravoslovnega znanja*; spremenljivka JOYSCIE), (č) motivacija za naravoslovje v prihodnosti (dijaki bi npr. radi vpisali študij ene izmed naravoslovnih smeri, opravljali poklic, povezan z naravoslovjem; spremenljivka SCIEFUT);
- spremenljivki, ki vključujeta dijakovo *pojmovanje sebe* v kontekstu naravoslovja: (a) samoučinkovitost (djakova ocena truda, ki bi ga porabil npr. pri prepoznavanju naravoslovne problematike, pri razumevanju podatkov npr. na embalaži, v razpravljanju o določenih naravoslovnih vprašanjih; spremenljivka SCIEEFF) in (b) samopodoba (stopnja strinjanja s trditvami, kot so npr. *novih naravoslovnih vsebin bi se zlahka naučil, snov dobro razumem, običajno dobro odgovarjam pri preverjanju znanja*; spremenljivka SCSCIE).

Statistična analiza

Reduciranje števila napovednikov

Zaradi velikega števila napovednikov in nekaterih močnejših povezav med njimi sva se odločili, da najprej skrčiva število napovednikov z analizo glavnih komponent, kar se je izkazalo za smiselno ($KMO = 0,760$, $\chi^2[406] = 47019$, $p = 0,000$). Prikaz drobirja je pokazal, da večino napovednikov lahko zgoščeno predstavimo s tremi komponentami. Ker je v regresijskih modelih ugodno, da so napovedniki čim manj korelirani med seboj, sva uporabili rotacijo Varimax.

V dobljenih treh komponentah niso bili ustrezno predstavljeni (tj. so imeli prenizke nasičenosti): (a) spol, (b) čas, ki ga dijaki porabijo za učenje naravoslovja (spremenljivke ST31Q01, ST31Q02 in ST31Q03), (c) predvideni lastni poklic v prihodnosti, (č) naravoslovna samoučinkovitost in (d) jezik doma. Te napovednike sva zato ohranili ločene od preostalih. Tri komponente, ki so predstavljale preostale napovednike, so skupno pojasnile 49,9 % njihove variance (po rotaciji prva komponenta 23,5 % variance, druga 14,1 % variance in tretja 12,3 % variance napovednikov).

Tabela 1 prikazuje nasičenosti napovednikov s posamezno komponento. Vidimo, da so s prvo komponento nasičene spremenljivke, vezane na vrednotenje naravoslovja, samopodobo na tem področju, motivacijo in interese za naravoslovje, poznavanje naravoslovnih poklicev. Zato sva to komponento poimenovali *motivacija za naravoslovje*. Druga komponenta nasiča spremenljivke, kot so poklicni položaj in izobrazba staršev ter različne vrste dobrin doma, zato sva jo poimenovali *dejavniki družinskega okolja*. Tretja komponenta pa nasiča spremenljivke, vezane na *poučevanje naravoslovja*.

Tabela 1: Matrika rotiranih komponent

Napovedniki	Prva komponenta: motivacija za naravoslovje	Druga komponenta: dejavniki družinskega okolja	Tretja komponenta: poučevanje naravoslovja
pomembnost uspeha pri NAR	-,678	-,040	-,096
splošno vrednotenje NAR	,602	,122	,037
instrumentalna motivacija za NAR	,764	,012	,165
zanimanje za učenje NAR	,708	,063	,079
veselje do NAR	,794	,006	,015
osebno vrednotenje NAR	,801	,032	,095
NAR dejavnosti dijakov	,704	,104	,099
motivacija za NAR v prihodnosti	,774	,033	,051

NAR samopodoba	,573	,025	,190
priprava na NAR poklic v šoli	,483	,028	,204
obveščenost o NAR poklicih	,395	,139	,271
najvišji poklicni položaj staršev	,008	,652	-,108
najvišja izobrazba staršev v letih	,035	,650	-,030
materialne dobrine doma	,029	,905	,072
družinsko premoženje	-,095	,686	,124
kulturne dobrine doma	,130	,654	-,044
število knjig doma	,130	,505	-,084
učni viri doma	,096	,467	,124
poučevanje: uporabnost NAR znanja	,256	-,020	,793
poučevanje: praktično preizkušanje	,154	,070	,756
poučevanje: interaktivno	,189	-,068	,749
poučevanje: raziskovanje	,069	-,007	,819

Opombe: Spremenljivka pomembnost uspeha pri NAR je vrednotena obrnjeno (nižja vrednost pomeni večjo pomembnost).

Ker je bila struktura komponent v posameznih programih zelo podobna kot struktura, dobljena na celotnem vzorcu (glej Tabelo 1), sva z metodo regresije (s koeficienti, izračunanimi za celotni vzorec) za vsakega dijaka izračunali tri komponentne dosežke, ki sva jih nato v nadaljnjih analizah uporabljali namesto množice posameznih napovednikov.

Pojasnjevanje naravoslovnih dosežkov z napovedniki

Pri analizi povezav med napovedniki in dosežkom na PISI 2006 sva uporabili dvonivojske linearne modele (HLM; Raudenbush, Bryk, Cheong in Congdon, 2005), pri čemer so prvo raven predstavljali dijaki, drugo, višjo raven pa so predstavljale šole ($N = 288$), ki so jih dijaki obiskovali. V dvonivojske modele sva med napovednike na drugi ravni vnesli tudi tri dihotomne spremenljivke, ki so predstavljale izobraževalne programe. Da bi ugotovili, kolikšen del variance dosežkov na PISI 2006 je pojasnljive z razlikami med izobraževalnimi programi, pa sva naredili tudi trinivojska linearne modela (glej Zupančič in Podlesek v pričujoči številki).

V analizah sva preverjali, koliko variance dosežkov dijakov lahko pojasnimo s posameznimi napovedniki in kolikšen delež variance lahko pojasnimo z razlikami med izobraževalnimi programi ter z razlikami med šolami znotraj programov. Najprej sva izdelali ničelni model za pojasnjevanje dosežkov na PISI 2006 pri vsakem skupku kriterijskih spremenljivk, tj. model, v katerega ni bil vključen noben napovednik. S tem modelom

sva nato primerjali model z vključenimi napovedniki, da sva ugotovili, kako pomembno se izboljša napoved dosežkov po vključitvi napovednikov. Najprej sva s trinivojskim modelom ocenili delež variance, ki ga lahko pripišemo vsaki od treh ravni modela, nato pa sva nadaljevali z dvonivojskim modelom, s katerim sva preverjali učinke napovednikov, ki so na prvi ravni vezani na dijaka, in učinek vrste izobraževalnega programa kot napovednika na drugi ravni (glej tudi Zupančič in Podlesek v tej številki).

Za oceno učinkov posameznih napovednikov sva analizirali njihove t. i. fiksne učinke, in sicer le njihove glavne učinke, saj modeli s prosto kovariacijsko strukturo niso konvergirali k rešitvi. To pomeni, da sva predvidevali, da se variance dosežkov znotraj posameznih šol ne razlikujejo in da se med različnimi šolami tudi ne razlikujejo učinki posameznih napovednikov. Kot odvisne spremenljivke sva v posamezni model vnesli vseh pet ocen dosežka dijaka pri preizkusu naravoslovne pismenosti PISA 2006 oz. na enem od njegovih področij. Podatke sva na ravni dijaka ustrezno obtežili (glej odsek Baza podatkov). Analize sva izvedli z necentriranimi spremenljivkami. Za oceno statistik sva uporabili algoritem omejenega največjega verjetja. Kot statistično pomembne sva opredelili učinke z ravno tveganja, nižjo od 5 %.

Rezultati

Dosežki dijakov, ki so vključeni v različne izobraževalne programe.

Tabela 2: Razstavljena varianca dosežkov na vsakem področju naravoslovne pismenosti po treh ravneh

Področje	Raven	Varianca	% pojasnjene variance
SCIE	program	4010,56	45
	šola	1034,30	12
	dijak	3772,42	43
INTR	program	0,21	0
	šola	405,49	5
	dijak	8353,09	95
SUPP	program	225,74	3
	šola	441,24	5
	dijak	7956,45	92
EPS	program	3807,47	37
	šola	1277,64	12
	dijak	5211,07	51
ISI	program	2728,03	41
	šola	923,66	14
	dijak	3080,11	46
USE	program	4154,36	46
	šola	1188,82	13
	dijak	3672,69	41

Opombe: SCIE = splošni naravoslovni dosežek; INTR = splošno zanimanje za naravoslovje; SUPP = podpora naravoslovnemu raziskovanju; EPS = znanstveno razlaganje pojavov; ISI = prepoznavanje naravoslovnih vprašanj; USE = uporaba znanstvenih dokazov.

V trinivojskem modelu lahko z razlikami med izobraževalnimi programi pojasnimo 45 % variance v splošnem naravoslovnem dosežku dijakov (glej Tabelo 2, razdelek SCIE – program). V *Tabeli 3* pa v razdelku SCIE lahko razberemo, kakšen je povprečni dosežek dijakov v različnih izobraževalnih programih. Vidimo, da povprečni splošni naravoslovni dosežek v raziskavi PISA 2006 narašča z zahtevnostjo izobraževalnega programa (od 426 točk v srednjih poklicnih šolah do 601 točke v splošnih oz. klasičnih gimnazijah). K varianci

dosežkov dijakov pa ni prispevala le vrsta izobraževalnega programa, temveč so se glede povprečnih dosežkov dijakov med seboj razlikovale tudi šole znotraj posameznih programov. Z razlikami med šolami znotraj izobraževalnih programov lahko pojasnimo 12 % variance dosežkov (glej *Tabelo 2*), preostali del variance (43 %) pa lahko pripišemo individualnim razlikam med dijaki. Na področjih odnosa dijakov do naravoslovja (*splošno zanimanje za naravoslovje* in *podpora naravoslovnemu raziskovanju*) z razlikami med programi in z razlikami med šolami pojasnimo zanemarljive odstotke variabilnosti, razložimo jih lahko skoraj izključno z razlikami med posamezniki (95 % oz. 92 %; glej *Tabelo 2*). Na področju dveh naravoslovnih kompetenc, tj. *znanstveno razlaganje pojavov* in *prepoznavanje naravoslovnih vprašanj*, večino razlik v dosežkih dijakov prav tako pojasnijo razlike med njimi (51 % in 46 %), vendar tudi razlike med izobraževalnimi programi prispevajo k razmeroma visokemu deležu pojasnjene variance (37 % in 41 %), manjši del te variance pa odpade na šole znotraj posameznih izobraževalnih programov (12 % in 14 %). Podobno tudi raven kompetence na področju *uporabe znanstvenih dokazov* v največji meri pojasnimo z razlikami med štirimi izobraževalnimi programi (46 %) in z individualnimi razlikami med dijaki (41 %), na razlike med šolami znotraj programov pa odpade 13 % variance.

Tabela 3: Povprečni dosežki dijakov, ki obiskujejo različne programe: posamezna področja naravoslovne pismenosti

Področje pismenosti	Program	N	M	SE(M)
SCIE	3	580	426,0	2,9
	4	1445	496,8	2,2
	5	441	543,5	3,6
	6	1484	600,7	2,7
INTR	3	580	504,6	4,3
	4	1445	502,3	3,3
	5	441	498,4	4,5
	6	1484	505,6	3,3
SUPP	3	580	480,6	3,8
	4	1445	502,9	3,4
	5	441	502,1	4,4
	6	1484	524,2	3,2
EPS	3	580	430,6	3,3
	4	1445	499,5	2,9

	5	441	544,9	3,9
	6	1484	601,8	3,1
ISI				
	3	580	441,1	2,9
	4	1445	500,0	2,3
	5	441	540,2	2,9
	6	1484	584,6	2,4
USE				
	3	580	418,8	3,0
	4	1445	495,4	2,5
	5	441	543,2	3,2
	6	1484	598,0	2,7

Opombe: N = število dijakov; M = aritmetična sredina; SE = standardna napaka; program 3 = srednje poklicne šole; program 4 = tehnični oz. strokovni srednji programi; program 5 = strokovne gimnazije; program 6 = splošne oz. klasične gimnazije; SCIE = splošni naravoslovni dosežek; INTR = splošno zanimanje za naravoslovje; SUPP = podpora naravoslovnemu raziskovanju; EPS = znanstveno razlaganje pojavov; ISI = prepoznavanje naravoslovnih vprašanj; USE = uporaba znanstvenih dokazov.

Podrobnejši pregled dosežkov po področjih naravoslovne pismenosti nam pokaže, da se programi (in šole) zelo malo razlikujejo v odnosu do naravoslovja, tj. v splošnem zanimanju dijakov za naravoslovje in v njihovi podpori naravoslovnemu raziskovanju. V *Tabeli 2* je varianca dosežkov na ravni programov in šol nizka, prav tako so povprečni rezultati dijakov, ki obiskujejo različne izobraževalne programe (glej *Tabelo 3*) zelo podobni. Bolj pa se izobraževalni programi (in tudi šole znotraj njih) razlikujejo v dosežkih dijakov na področjih kompetenc, tj. znanstvenega razlaganja pojavov, prepoznavanja naravoslovnih vprašanj in uporabe znanstvenih dokazov. Na teh področjih se povprečni dosežki dijakov povečujejo z naraščanjem zahtevnosti izobraževalnega programa.

Ničelni modeli in modeli z napovedniki

V naslednjem koraku sva pregledali, v kolikšni meri lahko z izbranimi spremenljivkami (te so bile: spol, čas, porabljen za učenje naravoslovja, predvideni lastni poklic, naravoslovna samoučinkovitost, jezik doma ter trije komponentni dosežki, ki so predstavljali motivacijo za naravoslovje, dejavnike družinskega okolja in poučevanje naravoslovja) napovemo dosežke dijakov pri naravoslovju v raziskavi PISA 2006, in sicer tako splošni naravoslovni dosežek kot tudi posamezne naravoslovne kompetence (znanstveno razlaganje pojavov, prepoznavanje naravoslovnih vprašanj in

uporabo znanstvenih dokazov), pa tudi, kako dobro lahko napovedujemo odnos dijakov do naravoslovja, in sicer njihovo splošno zanimanje za naravoslovje in podporo naravoslovnemu raziskovanju.

V *Tabelah 4 in 5* prikazujeva rezultate dvonivojskih hierarhičnih modelov za vsako obravnavano področje. V *Tabeli 4* lahko v ničelnih modelih vidimo (glej stolpec *delež skupne variance v modelu*), kolikšen del variance dosežkov pripada posamezni ravni oz. kolikšen del variance je posledica razlik med šolami ter kolikšen posledica individualnih razlik med dijaki. Na primer, 58 % variance v splošnem naravoslovnem dosežku dijakov lahko pojasnimo z razlikami med šolami (v tem modelu izobraževalnih programov nisva obravnavali ločeno), 42 % variance dosežkov pa je posledica individualnih razlik med dijaki. Razlike v odnosu dijakov do naravoslovja v pretežni meri niso posledica razlik med šolami, temveč izhajajo iz individualnih razlik med dijaki, saj slednje pojasnijo 95 % razlik v splošnem zanimanju za naravoslovje in 92 % razlik v podpori naravoslovnemu raziskovanju. Razlike v treh naravoslovnih kompetencah pa so v nekoliko večji meri posledica razlik med šolami (od 50 % do 60 %) kot individualnih razlik med dijaki (od 40 % do 50 %).

Potem ko v model uvedemo napovednike, se nepojasnjena varianca dosežkov zmanjša. V stolpcu R^2 vidimo, kolikšen del variance na posamezni ravni (šole, dijaki) in v celoti pojasnjujejo vsi napovedniki skupaj. Napovedniki pojasnjujejo 87 % variance splošnih naravoslovnih dosežkov na ravni šole in 21 % na ravni dijakov. Skupno zmoremo z modelom, v katerega so vključeni napovedniki, pojasniti 59 % variance dosežkov. Ob upoštevanju dejstva, da v model nisva vključili sposobnosti dijakov (npr. splošne spoznavne sposobnosti), njihovega znanja ipd., je to razmeroma visoka vrednost. Podobno ugotavlja na področjih treh naravoslovnih kompetenc: v celoti lahko z izbranimi spremenljivkami napovemo od 53 % (prepoznavanje naravoslovne problematike) do 56 % variance (uporaba znanstvenih dokazov). Z napovedniki razložimo bistveno višji odstotek razlik v kompetencah dijakov na ravni šol kot na ravni posameznikov. V primerjavi z navedenim pa na področju odnosa dijakov do naravoslovja napovedniki skupno pojasnijo manjši del variance, tj. 32 % na področju splošnega zanimanja za naravoslovje in 22 % na področju podpore naravoslovnemu raziskovanju, več variance pa napovedniki ponovno pojasnijo na ravni šol (67 % oz. 53 %) kot na ravni dijakov (30 % oz. 19 %).

Tabela 4: Razstavljanje variance po posameznih področjih naravoslovne pismenosti na pojasnjeni in nepojasnjeni del

Področje	Nep. var.	Delež skupne variance v modelu	R^2	$R^2(\text{tot})$	Nep.var. (tot)
SCIE					
model 1 – šola	689,29	0,19	0,87	0,50	0,08
model 1 – dijak	2975,62	0,81	0,21	0,09	0,33
model 1 – skupaj	3664,91		0,59		
model 0 – šola	5114,20	0,58			
model 0 – dijak	3769,82	0,42			
model 0 – skupaj	8884,03				
INTR					
model 1 – šola	137,63	0,02	0,67	0,03	0,02
model 1 – dijak	5800,96	0,98	0,30	0,29	0,66
model 1 – skupaj	5938,58		0,32		
model 0 – šola	420,70	0,05			
model 0 – dijak	8338,72	0,95			
model 0 – skupaj	8759,41				
SUPP					
model 1 – šola	310,92	0,05	0,53	0,04	0,04
model 1 – dijak	6453,73	0,95	0,19	0,18	0,75
model 1 – skupaj	6764,65		0,22		
model 0 – šola	658,80	0,08			
model 0 – dijak	7988,53	0,92			
model 0 – skupaj	8647,33				
EPS					
model 1 – šola	792,29	0,17	0,85	0,42	0,07
model 1 – dijak	3944,25	0,83	0,24	0,12	0,38
model 1 – skupaj	4736,54		0,54		
model 0 – šola	5153,03	0,50			
model 0 – dijak	5217,92	0,50			
model 0 – skupaj	10370,95				
ISI					
model 1 – šola	687,26	0,21	0,81	0,45	0,10
model 1 – dijak	2652,69	0,79	0,13	0,06	0,39
model 1 – skupaj	3339,96		0,53		
model 0 – šola	3712,89	0,55			
model 0 – dijak	3059,95	0,45			
model 0 – skupaj	6772,84				
USE					
model 1 – šola	862,44	0,22	0,84	0,50	0,09
model 1 – dijak	3108,92	0,78	0,16	0,06	0,34
model 1 – skupaj	3971,36		0,56		
model 0 – šola	5444,14	0,60			
model 0 – dijak	3685,16	0,40			
model 0 – skupaj	9129,30				

Opombe: Nep.var. = nepojasnjena varianca; R^2 = delež z napovedniki pojasnjene variance znotraj posamezne ravni; $R^2(\text{tot})$ in $\text{nep.var.}(\text{tot})$ = z napovedniki pojasnljiv in nepojasnljiv delež celotne variance (izpisane v vrstici model 0 – skupaj) na posamezni ravni. Model 0 predstavlja ničelni model, v katerega so vnesene le kriterijske spremenljivke, brez napovednikov. Z ničelnim modelom uspemo varianco dosežkov razstaviti na varianco na ravni šole (varianco, ki je posledica razlik v povprečnih dosežkih dijakov med šolami) in varianco na ravni dijakov (varianco, ki je posledica individualnih razlik med dijaki). Model 1 pa je model z vključenimi napovedniki. Glej tudi opombe k Tabeli 3.

V zadnjih dveh stolpcih *Tabele 4*, tj. v stolpcih $R^2(\text{tot})$ in $\text{nep.var.}(\text{tot})$ lahko vidimo, kolikšen delež celotne variance dosežkov dijakov na posamezni ravni pojasnijo napovedniki, vključeni v model, in koliko variance je nepojasnljive (vsota vseh štirih vrednosti, tj. $R^2(\text{tot})$ in $\text{nep.var.}(\text{tot})$ na ravni šole in na ravni dijaka, je znotraj posameznega področja enaka 1,00). V primeru splošnega naravoslovnega dosežka, kjer celotna varianca dosežkov znaša približno 8884 (glej stolpec *nep.var.*), z napovedniki pojasnimo 50 % te variance na ravni šole, 9 % pa na ravni dijaka. Na ravni šole je 8 % celotne variance nepojasnljive, na ravni dijaka pa ostaja nepojasnenih 33 % variance. Z napovedniki pojasnimo podobne odstotke celotne variance v naravoslovnih kompetencah na ravni šol (od 42 % do 50 %) in na ravni dijakov (od 6 % do 12 %), medtem ko na področjih odnosa do naravoslovja napovedniki pojasnijo zanemarljive odstotke celotne variance dosežkov na ravni šol in višje odstotke celotne variance na ravni dijakov (29 % in 18 %). Na ta način lahko dobimo splošno sliko o tem, kaj z modelom v varianci pojasnjujemo. Lahko bi rekli, da napovedniki v precejšnji meri pojasnjujejo tudi razlike med šolami, saj je večina pojasnljive variance pri splošnem naravoslovnem dosežku in naravoslovnih kompetencah na ravni šole. Zaključimo torej lahko, da se šole med seboj razlikujejo ne le v povprečnih dosežkih dijakov, temveč tudi v vrednostih napovednikov.

Učinki posameznih napovednikov na naravoslovne dosežke PISA 2006

V *Tabeli 5* so predstavljene ocene parametrov, ki odražajo glavne učinke posameznih napovednikov. Posamezna vrednost v tabeli nam pove, za koliko točk bi se zvišal dosežek dijaka, če bi se zvišala vrednost napovednika za eno enoto (pri WLE indeksih in komponentnih dosežkih sprememba za eno enoto pomeni spremembo za en standardni odklon), pri čemer bi imeli vsi drugi napovedniki stalno vrednost. V drugi do četrti vrstici razdelkov *tabele* so dosežki dijakov v izobraževalnih programih 4, 5 in 6 primerjani z dosežki dijakov v programu 3 (rezultate sva opisali že v podpoglavju *Dosežki dijakov, ki so vključeni v različne izobraževalne programe*).

V razdelku SCIE (*Tabela 5*) vidimo, da so dijaki na splošni ravni naravoslovne pismenosti PISA 2006 v povprečju dosegli za 24 točk višji rezultat od dijakinj. Med statistično pomembnimi napovedniki splošnega naravoslovnega dosežka je tudi čas, ki ga dijaki posvetijo naravoslovju. Tedensko število ur učenja pri pouku naravoslovnih predmetov v šoli je pozitivno povezano z dosežkom dijakov. Ena ura pouka na teden več pomeni za več kot 9 točk višji dosežek dijakov. Tedensko število ur organiziranega učenja naravoslovja zunaj pouka in tedensko število ur samostojnega učenja naravoslovja pa se negativno povezuje s splošnim naravoslovnim dosežkom. Dijaki, za katere je značilno večje število ur takega učenja, imajo v povprečju nižje dosežke na PISA 2006. Oziroma nasprotno, dijaki z nižjimi dosežki so deležni več ur organiziranega dodatnega učenja in se več samostojno učijo. Presenetljiva je negativna povezanost med splošnim naravoslovnim dosežkom in komponento *poučevanje naravoslovja*. Z naravoslovnim dosežkom sta pozitivno povezana naravoslovna samoučinkovitost in motivacija za naravoslovje. Medtem ko se rezultat na komponenti *dejavniki družinskega okolja* ni izkazal za pomemben napovednik naravoslovnega dosežka, pa je bil pomemben napovednik jezik, ki ga dijak govori doma. Dijaki, ki doma govorijo slovensko, imajo v povprečju višje dosežke kot njihovi vrstniki, ki doma govorijo kateri drugi jezik.

Tabela 5: Napoved dosežkov pri naravoslovni pismenosti PISA 2006: povzetek rezultatov

Izvor variabilnosti	Koef.	SE	t	df	p	Koef.	SE	t	df	p
			SCIE					EPS		
presečišče	361,05	9,38	38,47	100	0,000	326,43	10,30	31,69	270	0,000
program 4	61,31	5,17	11,85	201	0,000	59,66	5,56	10,74	284	0,000
program 5	98,34	6,58	14,94	284	0,000	94,45	7,66	12,32	284	0,000
program 6	144,68	7,13	20,30	284	0,000	139,59	7,28	19,18	284	0,000
spol	24,32	2,36	10,29	2117	0,000	42,56	3,02	14,08	84	0,000
ure v šoli	9,47	1,47	6,46	44	0,000	10,45	1,38	7,59	3847	0,000
ure izven pouka	-10,68	2,04	-5,23	20	0,000	-11,58	2,25	-5,14	23	0,000
ure sam	-3,12	1,48	-2,11	244	0,036	-2,10	1,62	-1,30	751	0,195
poučevanje	-11,18	1,45	-7,73	32	0,000	-11,46	1,38	-8,28	3847	0,000
predvideni poklic	0,15	0,09	1,65	405	0,099	0,17	0,11	1,55	133	0,123
samoučinkovitost	17,01	1,69	10,09	26	0,000	20,63	1,82	11,35	49	0,000
motivacija	9,36	1,41	6,63	3847	0,000	10,84	1,98	5,47	34	0,000
jezik doma	36,14	5,61	6,44	29	0,000	45,65	5,69	8,03	129	0,000
domače okolje	1,78	1,33	1,34	2210	0,180	1,89	1,71	1,10	64	0,276
			INTR					ISI		
presečišče	508,72	15,32	33,21	115	0,000	422,21	9,31	45,34	149	0,000
program 4	-8,57	5,36	-1,60	85	0,113	49,11	5,20	9,44	227	0,000
program 5	-9,61	6,62	-1,45	117	0,149	80,69	6,55	12,31	284	0,000
program 6	-15,73	6,08	-2,59	88	0,012	114,04	6,85	16,64	284	0,000
spol	7,87	3,37	2,34	745	0,020	-0,08	2,46	-0,03	92	0,975
ure v šoli	0,67	1,79	0,38	298	0,707	10,40	1,19	8,72	1121	0,000
ure izven pouka	1,76	2,32	0,76	256	0,449	-6,52	1,59	-4,11	38	0,000
ure sam	-0,39	2,15	-0,18	1011	0,857	-5,58	1,41	-3,97	93	0,000
poučevanje	7,74	1,59	4,87	1539	0,000	-9,16	1,12	-8,18	175	0,000
predvideni poklic	-0,17	0,12	-1,50	565	0,135	0,03	0,10	0,31	108	0,757
samoučinkovitost	10,43	1,95	5,35	104	0,000	13,45	1,53	8,79	50	0,000
motivacija	48,31	2,32	20,84	98	0,000	5,57	1,60	3,47	62	0,001
jezik doma	1,18	9,54	0,12	254	0,902	28,46	5,10	5,58	51	0,000
domače okolje	0,64	1,96	0,33	43	0,746	2,98	1,36	2,20	298	0,029
			SUPP					USE		
presečišče	510,99	14,67	34,83	82	0,000	369,78	9,53	38,78	148	0,000
program 4	14,87	5,73	2,60	284	0,010	68,79	5,57	12,34	229	0,000
program 5	13,52	8,43	1,60	64	0,113	108,09	6,94	15,57	284	0,000
program 6	22,94	7,98	2,87	62	0,006	153,57	7,81	19,67	284	0,000
spol	-1,10	3,65	-0,30	111	0,764	18,94	2,43	7,79	421	0,000
ure v šoli	2,02	2,04	0,99	40	0,327	9,85	1,27	7,74	436	0,000
ure izven pouka	-7,09	2,63	-2,70	54	0,010	-10,82	1,67	-6,49	63	0,000
ure sam	2,35	2,45	0,96	141	0,339	-2,58	1,56	-1,66	462	0,098
poučevanje	4,13	1,72	2,40	143	0,018	-9,63	1,16	-8,27	1988	0,000
predvideni poklic	-0,33	0,11	-3,07	274	0,003	0,07	0,10	0,67	102	0,506
samoučinkovitost	12,86	2,38	5,42	36	0,000	13,95	1,48	9,45	147	0,000
motivacija	34,96	2,28	15,36	558	0,000	7,98	1,74	4,58	32	0,000
jezik doma	4,37	7,91	0,55	101	0,582	27,38	5,13	5,34	92	0,000
domače okolje	5,20	2,17	2,40	50	0,020	0,98	1,59	0,62	49	0,539

Opombe: V stolpcu Koef. so predstavljene vrednosti regresijskih koeficientov, v stolpcu SE pa njihove standardne napake. Program 4, program 5 in program 6 so naknadno ustvarjene dihotomne spremenljivke, namenjene preverjanju učinka vrste izobraževalnega programa. Oznake pomenijo naslednje: NAR = naravoslovje/naravoslovno, ure v šoli = število ur pouka naravoslovja v šoli, ure izven pouka = čas organiziranega učenja naravoslovja izven pouka, ure sam = čas samostojnega študija naravoslovja, predvideni poklic = raven predvidenega lastnega poklicnega položaja dijaka v prihodnosti, poučevanje = komponenta poučevanja naravoslovja, motivacija = komponenta motivacije za naravoslovje, domače okolje = komponenta dejavniki družinskega okolja. SCIE = splošni naravoslovni dosežek; INTR = splošno zanimanje za naravoslovje; SUPP = podpora naravoslovnemu raziskovanju; EPS = znanstveno razlaganje pojavov; ISI = prepoznavanje naravoslovnih vprašanj; USE = uporaba znanstvenih dokazov.

Jezik, ki ga dijak govori doma, je tudi pomemben napovednik vseh treh preučevanih naravoslovnih kompetenc, in sicer dijaki, ki doma govorijo slovensko, dosegajo višje rezultate. V primerjavi z dijakinjami dijaki dosegajo višje rezultate na področju znanstvenega razlaganja pojavov in uporabe znanstvenih dokazov. Vse tri preučevane naravoslovne kompetence dijakov napoveduje večje število ur učenja naravoslovja v šoli in manjše število ur organiziranega učenja izven pouka, prepoznavanje naravoslovnih vprašanj pa napoveduje še manjše število ur samostojnega učenja. Pogostejša uporaba interaktivnih metod pri poučevanju naravoslovja in poudarek na višjih ravneh znanja sta, tako kot s splošnim naravoslovnim dosežkom, negativno povezana tudi z vsemi tremi naravoslovnimi kompetencami. Dijakov predvideni poklicni položaj z naravoslovnimi kompetencami ni statistično pomembno povezan. Značilnosti družinskega okolja so povezane le s prepoznavanjem naravoslovnih vprašanj, ne pa tudi z znanstvenim razlaganjem pojavov in uporabo znanstvenih dokazov. Z vsemi tremi naravoslovnimi kompetencami pa se prepričljivo pozitivno povezujeta motivacija za naravoslovje in naravoslovna samoučinkovitost.

Obe področji odnosa dijakov do naravoslovja (splošno zanimanje za naravoslovje in podpora naravoslovnemu raziskovanju) sta pomembno pozitivno povezani z njihovo motivacijo za naravoslovje. To je logično, saj ocene odnosa do naravoslovja temeljijo na odgovorih dijakov na vprašanja, postavljena ob nekaterih nalogah v preizkusu znanja, in na njihovih odgovorih na vprašanja na katerih temeljijo tudi WLE indeksi, ki sva jih združili v komponento *motivacija*. Nadalje sta obe področji odnosa do naravoslovja statistično pomembno pozitivno povezani z naravoslovno samoučinkovitostjo, pa tudi s poučevanjem naravoslovja. Pogostejša uporaba interaktivnih oblik učenja, uporaba znanja, praktično preizkušanje in raziskovanje so povezani s pozitivnejšim odnosom do naravoslovja. Dijaki

izražajo nekoliko višji interes za naravoslovje kot dijakinje, medtem ko se v podpori naravoslovnemu raziskovanju od njih ne razlikujejo statistično pomembno. Podpora naravoslovnemu raziskovanju je pozitivno povezana z ugodnimi dejavniki družinskega okolja, negativno pa z dijakovim predvidenim poklicnim položajem in s časom, ki ga dijaki porabijo za organizirano učenje izven pouka. Na splošno pa čas, namenjen učenju naravoslovja, pri pojasnjevanju odnosa do naravoslovja nima tolikšne vloge kot pri pojasnjevanju splošnega naravoslovnega dosežka in posameznih naravoslovnih kompetenc. Enako velja tudi za pogovorni jezik doma.

Razprava

Na podlagi predstavljenih analiz ugotavlja, da se slovenski dijaki prvih letnikov srednjih šol, ki obiskujejo različne izobraževalne programe, med seboj precej razlikujejo v svojem splošnem naravoslovnem dosežku v raziskavi PISA 2006 in v kompetencah na področju naravoslovja. Najvišje rezultate v povprečju dosegajo dijaki splošnih gimnazij, najnižje pa dijaki poklicnih šol. Dosežki slovenskih 15-letnih dijakov na področju naravoslovja, tako kot dosežki na področjih matematične in bralne pismenosti v raziskavi PISA 2006 (glej Zupančič in Podlessek, v tej številki), naraščajo s stopnjo zahtevnosti izobraževalnega programa, v katerega so mladostniki vključeni. Seveda navedene razlike v splošnem naravoslovnem dosežku in v naravoslovnih kompetencah dijakov verjetno niso le posledica zahtevnosti izobraževalnega programa, temveč tudi izbora posameznikov v programe različne zahtevnosti, ki temelji na predhodni učni uspešnosti dijakov v osnovni šoli. Kot kažejo rezultati pojasnjevanja razlik v dosežkih dijakov z dvonivojskimi modeli (šole in programi v teh modelih niso ločeni), k razlikam v povprečnih naravoslovnih dosežkih med programi verjetno prispevajo še nekatere značilnosti konteksta, v katerem dijaki delujejo in po katerem se mladostniki, ki obiskujejo različne programe, med seboj razlikujejo. Podobno velja za razlike na ravni nekaterih vidikov motivacije dijakov, njihove vrednotne usmeritve in pojma o sebi v kontekstu naravoslovja. Tudi te značilnosti dijakov se v povprečju razlikujejo med programi (šolami) in so povezane z naravoslovnimi dosežki.

Pomemben, vendar bistveno manjši del razlik med splošnim naravoslovnim dosežkom dijakov in njihovimi kompetencami pri naravoslovju lahko pojasnimo tudi z razlikami med šolami znotraj izobraževalnih programov. K razlikam v povprečnih dosežkih dijakov med šolami, ki se ne razlikujejo po zahtevnostni stopnji, lahko prispevajo določene značilnosti šol, kot so npr. šolska politika odgovornosti, avtonomija šole, šolski viri (velikost razre-

dov, kakovost učil, obremenjenost učiteljev s poučevanjem ipd.) (*PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World*, 2007). Poleg tega se šole med seboj razlikujejo v določenih značilnostih družinskega in vrstniškega okolja, v katerem živijo dijaki, ki te šole obiskujejo. Prav tako med šolami obstajajo določene razlike v povprečnih motivacijskih in vrednotnih usmeritvah dijakov ter v njihovem pojmovanju sebe v kontekstu naravoslovja (glej Tabelo 4). Dodatno se znotraj posameznih šol, delno neodvisno od že navedenega, razvija specifična vrstniška subkultura, ki lahko v precejšnji meri vpliva na učne dosežke in kompetence posameznikov ter prispeva tudi k razlikam v povprečnih dosežkih dijakov, ki se pojavljajo med paralelkami v istih šolah (Harris, 1998). Precejšen del razlik v splošnem naravoslovnem dosežku in v kompetencah dijakov pri naravoslovju pa lahko pripišemo individualnim razlikam med dijaki. Od tega lahko del razlik pojasnimo, kot je to moč razbrati iz dvonivojskih modelov z napovedniki, z izbranimi napovedniki (npr. čas učenja pri pouku naravoslovja in izven pouka, motivacija in vrednotenje naravoslovja, samoučinkovitost v kontekstu naravoslovja ipd.). Verjetno pa se precejšen del razlik na ravni dijakov pojavlja tudi zaradi razlik v njihovih splošni in specifičnih spoznavnih sposobnostih ter v osebnostnih potezah (npr. Allik, Laidra, Realo in Pullman, 2004; Bratko, Chamorro-Premuzic in Saks, 2006; Chamorro-Premuzic in Furnham, 2006).

Razlike med srednješolskimi izobraževalnimi programi in razlike med šolami znotraj posameznih programov pa obratno zgoraj navedenemu pojasnijo praktično zanemarljivi del razlik v odnosu dijakov do naravoslovja. Tako gimnazijci kot tudi dijaki strokovnih in poklicnih srednjih šol v povprečju izražajo podobno splošno raven zanimanja za naravoslovje in v podobni meri podpirajo naravoslovno raziskovanje. Razlike v odnosu dijakov do naravoslovja torej lahko v največji meri pripišemo kontekstualnim in individualnim razlikam med njimi, in sicer ne glede na program izobraževanja in ne glede na šolo, ki jo znotraj tega programa obiskujejo. Del teh razlik na ravni dijaka napovedujejo v pričujočo analizo vključene spremenljivke.

Povezava naravoslovnih dosežkov na PISI 2006 z individualnimi značilnostmi dijakov

Vsi izbrani napovedniki skupaj, tako individualne značilnosti dijakov kot tudi značilnosti konteksta, v katerem delujejo (dom, šola), pojasnijo skupno (na ravni šol in na ravni dijakov) nekoliko več kot polovico variance v splošnem naravoslovnem dosežku dijakov in v njihovih kompetencah na področju naravoslovja, manjši del variance (petino do tretjino) pa po-

jasnijo na vsakem izmed področij odnosa dijakov do naravoslovja. Med značilnostmi dijakov njihove dosežke na vsakem izmed šestih področij PISE 2006 (splošni naravoslovni dosežek, tri kompetence in dve področji odnosa do naravoslovja) pomembno napovedujeta: (a) njihovo splošno vrednotenje naravoslovja, zanimanje in motivacija zanj ter (b) zaznana samoučinkovitost v okviru naravoslovja. Oba napovednika sta dosledno pozitivno povezana z dosežki na vseh šestih področjih.

Komponenta *motivacija za naravoslovje* zajema različne vidike: zanimanje za učenje naravoslovja in veselje do naravoslovja, izvajanje naravoslovnih dejavnosti, motivacijo za naravoslovje v prihodnosti, obveščenost o naravoslovnih poklicih in pripravo na te poklice v šoli, instrumentalno motivacijo za naravoslovje, pomembnost uspeha pri naravoslovju, splošno in osebno vrednotenje naravoslovja in naravoslovno samopodobo. Motivacija dijakov za naravoslovje verjetno prispeva k učinkovitejšemu in vztrajnejšemu učenju dijakov na tem področju, kar lahko vodi do višjih dosežkov. Pri primerjavi različnih držav je bilo npr. ugotovljeno, da so v tistih državah, kjer so dijaki visoko motivirani za naravoslovni poklic, tudi povprečni dosežki dijakov visoki (*PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World*, 2007). Seveda pa pričujoči rezultati ne izključujejo zveze tudi v nasprotni smeri: dijaki z višjimi naravoslovnimi dosežki so lahko zaradi svoje uspešnosti bolj motivirani za učno delo in druge dejavnosti na področju naravoslovja.

Zanimanje za pridobivanje znanja na določenem področju je notranja motivacijska preferenca, ki prispeva h kontinuiteti in intenzivnosti učenja na ustreznem področju, neodvisno od posameznikove splošne motivacije za učenje (Baumert in Köller, 1998). Notranja motivacija ima pozitiven učinek na vztrajanje posameznikov pri učni dejavnosti, na rabo učinkovitih učnih strategij in uspešno delovanje tudi ob odsotnosti zunanjih nagrad. Eden izmed vidikov notranje motivacije za učenje je tudi veselje do učenja določenega predmeta: dijaki, ki se radi učijo o naravoslovju, so čustveno navezani na pridobivanje znanja s tega področja in doživljajo učenje naravoslovja kot smiselno dejavnost (Glaser-Zikuda, Mayring in von Rhoebeck, 2003), naravoslovne dejavnosti pogosteje izvajajo tudi v prostem času. Odnos mladostnikov do naravoslovja je vsaj delno odvisen od njihove notranje motivacije za učenje na tem področju, tj. zanimanja za naravoslovne vsebine in doživljanja zadovoljstva ob učenju le-teh, pa tudi od pomembnosti, ki jo pripisujejo naravoslovju v kontekstu svojega osebnega življenja.

V motivacijo dijakov za naravoslovje so nadalje zajeta tudi splošna vrednotna prepričanja o naravoslovju, ki kažejo na to, kako ugodno dijaki ocenjujejo prispevek znanosti in tehnologije k razumevanju naravnega in

umetno oblikovanega sveta ter k izboljšanju naravnih, tehnoloških in socialnih pogojev življenja (Carstensen, Rost in Prenzel, 2003). V Sloveniji se, v skladu s povprečnimi trendi povezav te spremenljivke z naravoslovnimi dosežki 15-letnikov med državami, kaže podobno: dijaki, ki višje cenijo naravoslovne ugotovitve in njihovo uporabo, imajo višje naravoslovne dosežke in tudi ugodnejši odnos do naravoslovja. Slednje ni presenetljivo, saj naj bi vrednotna prepričanja o naravoslovju predstavljala pomemben del odnosa do naravoslovnega raziskovanja in se tesno povezovala z epistemološkimi prepričanji posameznikov o naravoslovju (*PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World*, 2007).

V motivacijo za naravoslovje je zajeta tudi samopodoba dijakov na področju naravoslovja. Učna samopodoba je večdimenzionalni konstrukt, ki se nanaša na oceno lastnega delovanja prek socialne primerjave z drugimi in relativnega delovanja sebe na enem področju v primerjavi z drugim, npr. pri različnih šolskih predmetih (Marsh in Yeung, 1996). V primerjavi z zaznano samoučinkovitostjo pri npr. naravoslovju (raven samozaupanja pri spoprijemanju z različno naravoslovno problematiko in pri obvladovanju posameznih nalog pri naravoslovju) samopodoba vključuje splošno raven posameznikovega pojmovanja lastnih sposobnosti in kompetenc pri naravoslovju. Splošno učno uspešnost pri posameznih predmetih napoveduje tako samopodoba pri ustreznih predmetih kot tudi splošna učna samopodoba, višja raven te podobe se povezuje z višjimi učnimi dosežki (npr. House, 1997; Marsh in Yeung, 1997). Posamezniki, ki zaupajo svojim sposobnostim pri učenju, imajo v povprečju ustrežnejši nadzor nad svojim učenjem oz. bolj optimalno vlagajo svoj trud v učenje ter uporabljajo primernejše učne strategije, imajo višje učne dosežke kot njihovi vrstniki z manj pozitivno učno samopodobo. Povezave se po eni strani sicer kažejo v smeri od samopodobe k učnemu uspehu mladostnikov, npr. tudi ob nadzoru predhodne učne uspešnosti (House, 1995; Marsh in Yeung, 1997) in v različnih kulturnih okoljih oz. sistemih izobraževanja (Rao, Moely in Sachs, 2000), vendar ima po drugi strani tudi predhodna učna uspešnost pomemben učinek na samopodobo in učno motivacijo učencev/dijakov. Višja uspešnost prispeva k izboljšanju učne samopodobe (Abu-Hilal, 2000; Skaalvik in Valas, 1999). Rezultati pričujoče slovenske študije s podatki PISE 2006 nakazujejo, da samopodoba pri naravoslovju (poleg šolskih ocen in doseženega znanja pri ustreznih predmetih, kar so ugotavljale prej omenjene študije) napoveduje tudi splošni naravoslovni dosežek in ustrezne kompetence na tem področju.

Rezultati množice raziskav kažejo, da ima subjektivna ocena samoučinkovitosti posameznikov na določenem področju njihovega delovanja

pomembno pozitivno vlogo v uspešnosti na tem področju, npr. pri matematiki, branju, naravoslovju ipd. (npr. House, 1996; Pajeras in Graham, 1999; Puklek Levpušček in Zupančič, 2009). Pričujoča analiza pa dosedanje ugotovitve razširja s področja učne uspešnosti pri posameznih predmetih (šolske ocene, preizkusi znanja) na raven kompetenc in ugodnega odnosa mladostnikov do določenih ved, konkretno do naravoslovja. Posamezniki, ki se zaznavajo kot visoko učinkoviti, so bolj pripravljeni na spoprijemanje z izzivajočimi vprašanji in nalogami, bolj vlagajo svoj trud v dejavnost ter so vztrajnejši pri opravljanju ustrezne dejavnosti kot njihovi vrstniki z nižjo ravno zaznane samoučinkovitosti. Z drugimi besedami, ocena samoučinkovitosti vpliva na posameznikovo motivacijo (Bandura, 1997). Zaznana samoučinkovitost pa ne predstavlja le tega, kako si posamezniki predstavljajo svojo uspešnost na določenem področju, temveč predvsem vrsto samozaupanja, ki je potrebna za uspešno obvladovanje posameznih nalog, izzivov, problematike, dejavnosti na ustreznem področju. Odnos med samoučinkovitostjo in dosežki ter stališči dijakov do npr. naravoslovja pa je lahko tudi recipročen: učno uspešni, kompetentni in tisti posamezniki, ki imajo bolj pozitiven odnos do naravoslovja, na podlagi tega tudi bolj zaupajo v svojo učinkovitost.

Analiza slovenskih podatkov o splošnem naravoslovnem dosežku na PISI 2006, ki je zajela tudi osnovnošolski vzorec 15-letnikov, razlik med spoloma ni pokazala, v povprečju pa so imeli fantje v večini držav višje povprečne rezultate pri kompetenci znanstvenega razlaganja pojavov kot dekleta, ki so bila uspešnejša pri prepoznavanju naravoslovne problematike (*PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World*, 2007). Podobni trendi se kažejo pri homogenem vzorcu slovenskih srednješolcev v pričujoči študiji: fantje imajo višji splošni naravoslovni dosežek in višjo raven kompetenc na področju usvajanja znanstvenih spoznanj pri naravoslovju in na področju uporabe znanstvenih dokazov kot dekleta, medtem ko spol ne napoveduje kompetence na področju prepoznavanja naravoslovnih vprašanj v posameznih situacijah. Morda se ugotovljene razlike med spoloma v srednjih šolah pojavljajo zaradi sprememb v nekaterih specifičnih zanimanjih mladostnikov, povezanih s poklicno samopodobo, s poklicnimi odločitvami (pregled v: Zupančič, 2004) in smerjo nadaljnjega šolanja na prehodu iz osnovne v srednjo šolo.

Povezave med porabo časa dijakov za učenje naravoslovnih predmetov in njihovim splošnim naravoslovnim dosežkom ter naravoslovnimi kompetenca-mi so podobne tistim, ki jih ugotavlja na področjih matematične in bralne pismenosti (glej Zupančič in Podlesek, v tej številki), ter stanju v drugih državah (*PISA 2006. Science Competencies for Tomorrow's World*, 2007): večje število

ur pouka naravoslovja, prisotnost pri pouku, sledenje razlagi, sodelovanje pri učnem delu so pogoji, ki med drugimi prispevajo k učinkovitemu usvajanju naravoslovne problematike in uporabi ustreznih kompetenc; večja količina porabljenega časa dijakov za organizirano učenje naravoslovja (dopolnilni pouk, inštrukcije) izven pouka in za samostojno učenje pa je verjetno prej posledica kot vzrok nižjim dosežkom. Poleg tega kompetentnejši dijaki bolje obvladajo ustrezno snov in verjetno hitreje rešujejo naravoslovne naloge.

Povezava naravoslovnih dosežkov na PISI 2006 z značilnostmi konteksta

Značilnosti dijakovega okolja doma (to so: poklicni položaj in izobrazba staršev, družinsko premoženje, materialne in kulturne dobrine, število knjig, količina učnih virov), ki jih lahko pojmuje v smislu pokazateljev spodbudnega družinskega okolja, so statistično pomembno pozitivno povezane s prepoznavanjem naravoslovne problematike in z dijakovo podporo naravoslovnemu raziskovanju. Pogovorni jezik doma pa se povezuje z višjim splošnim dosežkom dijakov pri naravoslovju in z višjo ravno vsake izmed treh preučevanih kompetenc (znanstvenim razlaganjem pojavov, prepoznavanjem naravoslovne problematike in uporabo znanstvenih dokazov). Dijaki, ki tudi doma govorijo slovensko, so verjetno bolj govorno kompetentni v tem jeziku, kot tisti, ki doma govorijo tuji jezik, zato so morda prvi nekoliko uspešnejši pri odgovarjanju na naloge PISE 2006, ki so zastavljene v slovenščini. Govorna kompetentnost v slovenščini (npr. ustnega in pisnega razumevanja ter izražanja) je namreč pomemben dejavnik učne uspešnosti slovenskih učencev in dijakov pri različnih šolskih predmetih, ne glede na metodo ocenjevanja (npr. Marjanovič Umek, Sočan in Bajc, 2006, 2007), pa tudi bralne in matematične pismenosti v raziskavi PISA 2006.

Z naravoslovnimi dosežki dijakov se povezujejo tudi značilnosti konteksta v šoli, in sicer so dosežki na vseh šestih področjih statistično pomembno povezani z značilnostmi poučevanja naravoslovja. Medtem ko je pogostejša uporaba interaktivnih oblik učenja, poudarjanje uporabe znanja, praktičnega preizkušanja in raziskovanja pri dijakih pozitivno povezana z obema področjema odnosa do naravoslovja (zanimanjem za naravoslovje in podporo naravoslovnemu raziskovanju), pa so taki načini poučevanja in učenja negativno povezani s splošno ravno naravoslovne pismenosti in z vsemi tremi naravoslovnimi kompetencami. Višja (s strani dijakov zaznana) raven osredotočenosti pouka naravoslovnih predmetov na praktično preizkušanje (dijaki izvajajo poskuse, oblikujejo sklepe o poskusih, ki so jih izvedli, učitelj prikazuje poskuse) in pogostejše raziskovanje pri pouku na-

ravoslovnih predmetov v šoli (dijaki samostojno izbirajo in oblikujejo poskuse, ugotavljajo, kako bi lahko potekal neki poskus, izvedejo raziskavo, da bi preverili svoje zamisli) torej v nasprotju s pričakovanji napovedujejo nižje naravoslovne dosežke dijakov, skladno s pričakovanji pa ugodnejši odnos dijakov do naravoslovja. Pri tem se seveda pojavlja vprašanje, v kolikšni meri dijaki ustrezno poročajo. Rezultati nakazujejo možnost, da praktično preizkušanje in raziskovanje sicer pritegneta učence oz. jim vzbujata zanimanje za naravoslovje, vendar pa jim tako poučevanje zaradi različnih razlogov ne omogoča tudi ustreznega posploševanja, njihove kompetence in znanje morda ostajajo na ravni posamičnih primerov. Perry (2000) npr. ugotavlja, da do zelenega učinka prihaja takrat, ko praktičnim poskusom sledi obširna razlaga učitelja. K zelenim učinkom seveda prispevata še premišljena izbira učinkovitih praktičnih primerov in učiteljeva psihološka opora učencem oz. dijakom (zanimanje za učno delo in napredek, spodbujanje k višjim dosežkom) v razredu (Boyer, 2002). Eden izmed razlogov za take rezultate, ob predpostavki, da dijaki razmeroma točno poročajo o poučevanju, bi npr. lahko bil tudi ta, da imajo dijaki prvih letnikov premalo naravoslovnega znanja za vpletanje v samostojno raziskovanje. Vsekakor bi bilo smiselno navedene načine poučevanja in njihovo izvajanje natančneje preučiti, da bi ugotovili, zakaj se pogostejša uporaba teh metod pri naravoslovju povezuje z nižjimi dosežki na področju naravoslovne pismenosti slovenskih dijakov.

Sklepi, omejitve in prednosti opravljene analize

Pomembna omejitev predstavljene raziskave je zlasti ta, da vsi podatki temeljijo na odgovorih dijakov, ki so poročali o svojih individualnih značilnostih in o značilnostih okolja doma ter v šoli. Te ocene so subjektivno pristranske oz. vključujejo napako istega ocenjevalca. Prednosti opravljenega dela so predvsem v tem, da rezultati temeljijo na podatkih, pridobljenih pri velikem in reprezentativnem vzorcu slovenskih srednješolcev prvih letnikov, z izbranimi metodami statističnih analiz pa sva preučili »izvore« razlik v naravoslovnih dosežkih slovenskih dijakov na več ravneh, na ravni programov, šol znotraj programov in na ravni dijakov. Hkrati sva preučili povprečne učinke več napovednikov skupaj na različna področja naravoslovne pismenosti dijakov, tako na ravni šol kot na ravni dijakov, ter pomembnost posameznih napovednikov pri pojasnjevanju naravoslovnih dosežkov in odnosa do naravoslovja.

Rezultati opravljene sekundarne analize podatkov PISE 2006 na področju naravoslovne pismenosti pri slovenskih dijakih kažejo, da se razmeroma velike razlike v njihovem splošnem naravoslovnem dosežku in v

kompetencah pojavljajo med srednješolskimi programi različne stopnje zahtevnosti, pa tudi kot posledica individualnih razlik med dijaki. Razlike med šolami znotraj posameznih programov so precej manjše, čeprav praktično pomembne. Do razlik v odnosu dijakov do naravoslovja prihaja v pretežni meri zaradi razlik v njihovih individualnih značilnostih, ne pa zaradi razlik med programi in/ali šolami. Med individualnimi značilnostmi mladostnikov in značilnostmi konteksta, v katerem živijo, in jih ugotavljamo prek odgovorov na vprašanja v Vprašalniku za dijake in dijakinje PISA 2006, prve pomembno napovedujejo tako naravoslovno znanje in kompetence dijakov pri naravoslovju kot tudi njihov odnos do naravoslovja. Med vsemi napovedniki skupaj višje rezultate pri vseh šestih obravnavanih sestavinah naravoslovne pismenosti dosledno napovedujejo višja motivacija dijakov za naravoslovje in višja raven samozaznane učinkovitosti pri naravoslovju. Med spremenljivkami konteksta značilnosti poučevanja naravoslovja prispevajo k pojasnjevanju vseh področij naravoslovne pismenosti. Značilnosti dijakovega okolja doma (razen pogovornega jezika, ki se povezuje s splošnim naravoslovnim dosežkom in kompetencami, ne pa tudi z odnosom do naravoslovja) pa prispevajo le k pojasnjevanju posameznih področij naravoslovne pismenosti. Ob upoštevanju vseh izbranih napovednikov je mogoče, da značilnosti družine na preostalih področjih naravoslovne pismenosti sovariirajo s tistimi individualnimi značilnostmi dijakov, ki se povezujejo z rezultati PISE 2006. Napovedniki v precejšnji meri pojasnjujejo tudi razlike na različnih področjih naravoslovne pismenosti med programi-šolami, ki se med seboj razlikujejo ne le v povprečnih dosežkih dijakov, temveč tudi v vrednostih napovednikov. Med ugotovitvami izpostavlja še negativne zveze med oblikami poučevanja naravoslovja, zajetimi v študijo, in naravoslovnimi dosežki slovenskih dijakov, kar bi bilo treba v prihodnosti natančneje preučiti.

Literatura

- Abu-Hilal, M. M. (2000). A structural model of attitudes toward school subjects, academic aspirations, and achievement. *Educational Psychology*, 20, 75–84.
- Allik, J., Laidra, K., Realo, A. in Pullman, H. (2004). Personality development from 12 to 18 years of age: Changes in mean levels and structure of traits. *European Journal of Personality*, 18, 445–462.
- American Institutes for Research in Jon Cohen (2005). *AM statistical software*. Sneto 1. 7. 2008 s spletne strani: <http://am.air.org/>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- Baumert, J. in Köller, O. (1998). Interest research in secondary level I: An overview. V: Hoffmann idr. (ur.), *Interest and learning*. Kiel: Institute for Science Education at the University of Kiel.
- Boyer, K. R. (2002). Using active learning strategies to motivate students. *Mathematics Teaching in the Middle Schools*, 8, 48–51.
- Bratko, D., Chamorro-Premuzic, T. in Saks, Z. (2006). Personality and school performance: Incremental validity of self- and peer-ratings over intelligence. *Personality and Individual Differences*, 41, 131–142.
- Carstensen, C., Rost, J. in Prenzel, M. (2003). *Proposal for assessing the affective domain*. Dokument, pripravljen za Srečanje ekspertne skupine PISA – naravoslovje, Las Vegas.
- Ceci, S. J. (1999). Schooling and intelligence. V: S. J. Ceci in W. M. Williams (ur.), *The nature-nurture debate* (str. 168–176). Oxford, UK: Blackwell Publishers Ltd.
- Chamorro-Premuzic, T. in Furnham, A. (2006). Intellectual competence and the intelligent personality: A third way in differential psychology. *Review of General Psychology*, 10(3), 251–267.
- Deary, I. J., Strand, S., Smith, P. in Fernandes, C. (2007). Intelligence and educational achievement. *Intelligence*, 35, 13–21.
- Eccles, J. S. in Wigfield, A. (1995). In the mind of the achiever: The structure of adolescent's academic achievement-related beliefs and self-perceptions. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21, 215–225.
- Eccles, J. S. in Wigfield, A. (ur.) (2001). *Development of achievement motivation*. San Diego: Academic Press.
- Garson, G. D. (2008). *Linear Mixed Models: Random Effects, Hierarchical Linear, Multilevel, Random Coefficients, and Repeated Measures Models*. Sneto 15. 4. 2008 s strani: <http://www2.chass.ncsu.edu/garson/pa765/multilevel.htm>
- Glaser - Zikuda, M., Mayring, P. in von Rhoebeck, C. (2003). An investigation of the influence of emotional factors on learning physics interaction. *International Journal of Science Education*, 25(4), 489–507.
- Harris, J. R. (1998). *The nurture assumption: Why children turn out the way they do*. New York: Touchstone.
- House, J. D. (1995). The predictive relationship between academic self-concept, achievement expectancies, and grade performance in college calculus. *The Journal of Social Psychology*, 135, 111–112.

- House, J. D. (1996). Student expectations and academic self-concept as predictors of science achievement. *The Journal of Psychology*, 130, 679–681.
- House, J. D. (1997). The relationship between self-beliefs, academic background, and achievement in adolescent Asian-American students. *Child Study Journal*, 27, 95–110.
- Kaplan, A. in Midgley, C. (1999). The relationship between perceptions of classroom goal structure and early adolescents' affect in school: The mediating role of coping strategies. *Learning and Individual Differences*, 11, 187–212.
- Marjanovič Umek, L., Sočan, G. in Bajc, K. (2006). Psihološki in družinski dejavniki šolske ocene. *Sodobna pedagogika*, 57(2), 108–129.
- Marjanovič Umek, L., Sočan, G. in Bajc, K. (2007). Vpliv psiholoških dejavnikov in izobrazbe staršev na učno uspešnost mladostnikov. *Psihološka obzorja*, 16(3), 27–48.
- Marsh, H. W. in Yeung, A. S. (1996). The distinctiveness of affects in specific school subjects: An application of confirmatory factor analysis with the National Educational Longitudinal Study of 1988. *American Educational Research Journal*, 33, 665–689.
- Marsh, H. W. in Yeung, A. S. (1997). Causal effects of academic self-concept in academic achievement: Structural equation models of longitudinal data. *Journal of Educational Psychology*, 89, 41–54.
- Middleton, M. J. in Midgley, C. (2002). Beyond motivation: Middle school students' perceptions of press for understanding in math. *Contemporary Educational Psychology*, 27, 373–391.
- Midgley, C., Maehr, M. L., Hruda, L. Z., Anderman, E., Anderman, L., Freeman, K. E. idr. (2000). *Manual for the Patterns of Adaptive Learning Scales*. University of Michigan.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Gonzales, E. J. in Chrostowski, S. J. (2004). *TIMSS 2003 international mathematics report*. Chestnut Hills, MA: TIMSS & Pirls International Study Center.
- Nacionalni center za raziskave PISA 2006. (2006). *Vprašalnik za dijakinje in dijake*. Ljubljana: Pedagoški inštitut.
- Pajeras, F. in Graham, L. (1999). Self-efficacy, motivation constructs, and mathematics performance of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*, 24, 124–139.
- Perry, M. (2000). Explanation of mathematical concepts in Japanese, Chinese, and U. S. first- and fifth-grade classrooms. *Cognition and Instruction*, 18, 181–207.
- PISA 2006. *Science Competencies for Tomorrow's World*. Volume 1: Analysis (2007). Paris: OECD.
- Puklek Levpušček, M. in Zupančič, M. (2009). Math achievement in early adolescence: The role of parental involvement, teachers' behavior and students' motivational beliefs about math. *Journal of Early Adolescence*, 29, 541–570.
- Rao, N., Moely, B. E. in Sachs, J. (2000). Motivational beliefs, study strategies, and math attainment in high- and low-achieving Chinese secondary school students. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 287–316.
- Raudenbush, S. W., Bryk, A. S., Cheong, Y. F. in Congdon, R. (2005). *Hierarchical Linear and Nonlinear Modeling, Version 6.02: Users' Guide and Software Program*. Chicago: Scientific Software International.

- Schunk, D. H. in Pajares, F. (2002). The development of academic self-efficacy. V: A. Wigfield in J. S. Eccles (ur.), *Development of achievement motivation* (str. 16-32). San Diego: Academic Press.
- Skaalvik, E. in Valas, H. (1999). Relations among achievement, self-concept, and motivation in mathematics and language arts: A longitudinal study. *The Journal of Experimental Education*, 67, 135-149.
- Štraus, M., Repež, M. in Štigl, S. (ur.) (2007). *Nacionalno poročilo PISA 2006: naravoslovni, bralni in matematični dosežki slovenskih učencev*. Ljubljana: Nacionalni center PISA, Pedagoški inštitut.
- Urdan, T. in Midgley, C. (2003). Changes in the perceived classroom goal structure and patterns of adaptive learning during early adolescence. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 524-551.
- Wentzel, K. R. (1994). Relations of social goal pursuit to social competence, classroom behavior, and perceived social support. *Journal of Educational Psychology*, 86, 173-182.
- Wentzel, K. R. (1997). Student motivation in middle school: The role of perceived pedagogical caring. *Journal of Educational Psychology*, 3, 411-419.
- Zupančič, M. (2004). Razvoj identitete in poklicno odločanje v mladostništvu. V: L. Marjanovič Umek in M. Zupančič (ur.), *Razvojna psihologija* (str. 571-588). Ljubljana: Znanstvenoraziskovalni inštitut Filozofske fakultete.
- Zupančič, M., Gril, A., Štraus, M. in Brečko, B. (2002). *Mednarodna primerjava obremenjenosti učencev z vidika otrokovega in mladostnikovega psihosocialnega razvoja*. Neobjavljeno raziskovalno poročilo. Ljubljana: Pedagoški inštitut.