

Mag. Amalija Žakelj

Zavod RS za šolstvo

MATEMATIČNO ZNANJE SLOVENSКИH DIJAKOV

DOSEŽKI SLOVENSКИH SREDNJEŠOLCEV PRI MATEMATIKI NA TRETJI MEDNARODNI RAZISKAVI MATEMATIKE IN NARAVOSLOVJA IEA TIMSS 1995

V svetu je vedno večja težnja po doseganju konkurenčne ekonomije, ki sili ves svet v iskanje enakopravnih izobraževalnih možnosti. Izobraževalni sistemi posameznih držav so podlaga za prilagajanje novim hitro rastočim tehnologijam in komunikacijskim sistemom. To pomeni, da bo moral posameznik delovati v relacijah, ki niso omejene z državnimi ali nacionalnimi mejami. Za hitro in učinkovito funkcioniranje je potrebno razviti sposobnosti za izmenjavo različnih tipov informacij, zato bodo morali vsi ljudje vse bolj obvladati ključna znanja, še posebno iz matematike in naravoslovja. Zato so raziskave, ki ugotavljajo znanje matematike in s tem opozarjajo na pomen in vlogo le-te v sodobnosti, izredno pomembne.

Cilji raziskave TIMSS 95

V 60-tih letih je bila ustanovljena mednarodna organizacija za raziskovanje dosežkov v izobraževanju IEA, da bi združevala države, ki želijo med seboj primerjati dosežke svojih izobraževalnih sistemov in odkrivati dejavnike, ki vplivajo na razlike v dosežkih. Cilji teh raziskav so: mednarodna primerjava dosežkov učencev, da bi izvedeli več o okoliščinah in dejavnikih, ki vplivajo na uspešno pridobivanje znanja, določili dejavnike, na katere je v šolskem sistemu moč vplivati, ter izide primerjati z drugimi državami. V okviru IEA raziskav so bile doslej pri nas izvedene te raziskave:

- Raziskava bralne pismenosti (1992),
- Računalniki v izobraževanju (1992),
- Tretja mednarodna primerjalna raziskava znanja matematike in naravoslovja (IEA TIMSS 1995),
- Druga mednarodna raziskava o uporabi informacijskih in komunikacijskih tehnologij v izobraževanju (IEA SITES 1998),
- Raziskava o državljski vzgoji (CIVICS, izvedba 1999),
- Tretja mednarodna primerjalna raziskava matematike in naravoslovja (TIMSS-R, 1999).

Najbolj ključno pri teh raziskavah je, da države želijo določiti dejavnike, povezane s pridobivanjem znanja, na

katere je v šolskem sistemu moč vplivati, na primer s spreminjanjem poudarkov v učnem načrtu, s spreminjanjem pristopov k poučevanju. Doslej sta največja projekta, ki naj bi raziskala ta vprašanja z vidika primerjave med državami za področje matematike in naravoslovja, druga in tretja mednarodna raziskava o informacijski tehnologiji v izobraževanju IEA SITES in o matematiki ter naravoslovju IEA TIMSS.

Leta 1995 je bila tudi v Sloveniji izvedena tretja mednarodna raziskava matematike in naravoslovja IEA TIMSS 1995. V raziskavi so bile zajete tri populacije: učenci razredne in predmetne stopnje osnovne šole ter srednješolci. V tem prispevku bomo govorili le o srednješolski populaciji. V raziskavo o znanju matematike in naravoslovja so bile vključene države: Kanada, Ciper, Češka, Francija, Nova Zelandija, Nemčija, Litva, Rusija, Švedska, Švica, Avstralija, Avstrija, Italija, ZDA, Danska, Slovenija, Madžarska, Islandija, Norveška, Nizozemska, Južna Afrika. V raziskavo o znanju zahtevnejše matematike za srednješolsko populacijo pa: Kanada, Ciper, Češka, Francija, Grčija, Nemčija, Litva, Rusija, Švedska, Švica, Avstralija, Avstrija, Italija, ZDA, Danska in Slovenija. V Sloveniji so preizkuse zahtevnejše matematike reševali dijaki četrtil letnikov maturitetnih programov in dijaki srednjetehtničnih in strokovnih šol z zaključnim izpitom preizkuse Matematika in naravoslovje, ki so preverjala predvsem matematično razgledanost, pa poleg dijakov četrtil letnikov maturitetnih programov in dijakov četrtil letnikov srednjetehtničnih in strokovnih šol z zaključnim izpitom, še dijaki zaključnih razredov triletnih poklicnih šol. Dijaki, ki so bili vključeni v raziskavo, pri reševanju nalog niso uporabljali računalnikov, lahko pa so si pomagali s kalkulatorji.

Cilji raziskave TIMSS 95 so bili med drugim ugotoviti:

- katera matematična znanja in pojme dijaki obvladajo;
- kako so sposobni svoje znanje uporabiti za reševanje problemskih situacij;
- ali so sposobni rezultate in ugotovitve obrazložiti;
- koliko poleg matematičnega znanja obvladajo tudi druge spretnosti, kot so: raziskovanje, uporabo znanja v novih situacijah, reševanje kompleksnejših in odprtih problemov;
- kaj je možno storiti, da bi izboljšali razumevanje

matematičnih pojmov, da bi dvignili sposobnost za reševanje problemov in njihova stališča do učenja.

Kaj smo ugotavljali

V analizi dosežkov slovenskih dijakov na mednarodni raziskavi matematike in naravoslovja TIMSS 1995 smo poskušali ugotoviti, kako vpliva načrtovani kurikulum na izkazano znanje dijakov, da bi upoštevali ugotovitve pri nadaljnjem izobraževanju učiteljev in posodabljanju kurikulumu. Še posebno nas je zanimalo:

- povezava med dosežki dijakov in učnim načrtom;
- nivo matematičnega znanja,
- nivo znanja glede na taksonomske stopnje kognitivnih procesov;
- katera področja izkazanega znanja so prevladujoča: osnovna znanja, izvajanje rutinskih postopkov, uporaba kompleksnih postopkov, reševanje problemov, utemeljevanje in dokazovanje ter sporočanje;
- kakovost znanja slovenskih dijakov pri reševanju odprtih problemov, uspešnost pri nalogah, ki preverjajo aplikacijo usvojenega znanja ter znanja iz obdelave podatkov (samostojno zbiranje in urejanje podatkov).

Dosežke slovenskih dijakov na testih TIMSS 95 smo analizirali in interpretirali na podlagi analize nalog z naslednjih vidikov:

- Z vsebinskega vidika (vključenost naloge v širša področja matematike in sicer: števila, enačbe in funkcije, analiza, geometrija, verjetnost in statistiko ter logika).
- Z učnimi cilji, ki določajo operativna znanja in vedenja ter postopke, ki so potrebni za rešitev naloge (npr. analizirati graf dane funkcije, interpretirati rešitve,...).
- S taksonomsko stopnjo kognitivnih procesov, ki jih naloga preverja. V pričujoči analizi nalog smo uporabili Bloomovo taksonomijo in Gagnejevo klasifikacijo znanja, ki je danes precej uporabna in razširjena. Gagne jo je vpeljal kot lestvico (osnovna znanja in vedenja, konceptualna znanja, proceduralna znanja in problemska znanja).
- Z vrsto pričakovanega znanja, ki ga naloga preverja (lestvica je deloma prirejena prav po Gagnejevi klasifikaciji znanja):
 - osnovna znanja, razumevanje konceptov: prepoznavanje pojmov in povezav med njimi, primerno utemeljevanje, ne zgolj podajanje gotovih znanj, predstavitev pojmov, razumevanje konceptov;
 - izvajanje rutinskih postopkov (proceduralno znanje): standardni računski postopki, uporaba pravil in obrazcev;

- uporabo kompleksnih postopkov (proceduralno znanje): poznavanje in učinkovito obvladovanje algoritmov in procedur (metod, postopkov), izbira in izvedba algoritmov in procedur;
- uporaba /ne priklic/ pravil, zakonov, postopkov;
- reševanje problemov: uporaba znanja v novih situacijah, uporaba kombinacij več pravil in pojmov pri soočenju z novo situacijo, sposobnost uporabe konceptualnega in proceduralnega znanja; elementi problemskega znanja so: prepoznavanje problema in njegova formulacija, ugotavljanje zadostnosti in konsistentnosti podatkov, izbira strategije reševanja;
- utemeljevanje in dokazovanje ter sporočanje: izvajanje zahtevnejših matematičnih dokazov.

Na podlagi teh parametrov smo poskušali ugotoviti nekatere povezave med nivojem izkazanega znanja in učnima načrtoma za matematiko za gimnazije in srednje tehnične in strokovne šole, sprejetima na Strokovnem svetu 1991, po katerih so se izobraževali dijaki, testirani na testih TIMSS-a.

UGOTOVITVE IN INTERPRETACIJA

Tretja mednarodna raziskava TIMSS 1995 je bila izvedena za matematiko in naravoslovje ter matematiko in fiziko. V študiji smo analizirali samo naloge, ki preverjajo matematično znanje, le-te pa so razdeljene na matematično razgledanost in zahtevnejšo matematiko. Naloge zahtevnejše matematike preverjajo predvsem znanja, ki jih pri nas obravnavamo v srednji šoli, naloge s področja matematične razgledanosti pa osnovna znanja, ki jih naši učenci spoznajo že v osnovni šoli, spopolnijo, poglobijo in razširijo pa v srednji šoli.

Matematična razgledanost

Vsebine s področja matematične razgledanosti, ki so jih preverjale naloge na testih TIMSS-a 95, so s področja števil, merjenja, obdelave podatkov in geometrije. To so tista temeljna matematična znanja in vedenja, ki jih učenci spoznajo že v osnovni šoli, v srednji šoli pa razširijo, spopolnijo in poglobijo. Ta znanja so temelj srednješolske matematike na eni strani in so hkrati podlaga za funkcionalno pismenost posameznika s področja matematike. Naloge s področja matematične razgledanosti preverjajo poleg matematičnih vsebin tudi uporabo matematičnega znanja v realističnih situacijah, procesna znanja, kot so samostojno postavljanje vprašanj, interpretiranje in utemeljevanje, povezovanje matematike z drugimi predmetnimi področji.

Primerjava uspeha slovenskih dijakov glede na mednarodno povprečje

Izmed 21 držav se je Slovenija glede na povprečje doseženih točk uvrstila na 12. mesto. Po dosežkih so slovenski dijaki tik nad mednarodnim povprečjem, tako da med uspehi slovenskih dijakov in mednarodnim povprečjem ni statistično pomembnih razlik. Povprečje doseženih točk za slovenske dijake in povprečje doseženih točk za vse države, ki so bile vključene v analizo raziskave, prikazuje preglednica 1.

Preglednica 1: Primerjava uspeha slovenskih dijakov glede na mednarodno povprečje

Država	Povprečje doseženih točk		
	Vsi	Fantje	Dekleta
Slovenija	512	535	490
Mednarodno povprečje	500	518	485

Ugotovitve kažejo, da so slovenski dijaki med vsebinskimi sklopi, ki so preverjala matematično razgledanost, najuspešnejši na področju števil, računanja z ulomki in decimalnimi števili, pri reševanju enačb in da so tudi sicer najbolj večji računskih postopkov. Pod mednarodnim povprečjem pa so bili dosežki pri znanjih o obdelavi podatkov in uporabi geometrije v življenjskih situacijah. Glede na vrsto pričakovanega znanja so bili dosežki slovenskih dijakov nad mednarodnim povprečjem pri uporabi rutinskih postopkov in reševanju zahtevnejših procedur. Za naloge, kjer so bili dijaki manj uspešni, je značilno, da poleg matematičnega znanja preverjajo tudi znanja, kot so: zbiranje in urejanje podatkov, reševanje problemov, samostojno postavljanje vprašanj ter interpretiranje rezultatov.

Ugotovitve kažejo, da so dosežki slovenskih dijakov primerljivi s povprečnimi dosežki vrstnikov drugih držav ter da so njihovi dosežki pri večini nalog nad mednarodnim povprečjem.

Zahtevnejša matematika

Testne naloge zahtevnejše matematike raziskave TIMSS 95 so razdeljene v pet vsebinskih sklopov: števila, enačbe in funkcije, analiza, geometrija, verjetnost in statistika ter logika. Ugotovitve kažejo, da se dosežki med posameznimi vsebinami bistveno ne razlikujejo. Nekoliko slabši uspeh so dosegli slovenski dijaki pri analizi, ki je zajemala predvsem odvod in integral. Praviloma so bile te naloge kompleksnejše, ugotavljale so povezovanje matematičnega znanja ter uporabo znanja na drugih predmetnih področjih. Slovenija se je po povprečju doseženih točk od 16 držav uvrstila na 11. mesto in je tako po uspehu pod mednarodnim povprečjem. Za njo so še Kanada,

Nemčija, Avstrija, Italija, ZDA. Povprečje doseženih točk za slovenske dijake in povprečje doseženih točk prikazuje preglednica 2.

Preglednica 2: Primerjava uspeha slovenskih dijakov glede na mednarodno povprečje

Država	Povprečje doseženih točk
Slovenija	475
Mednarodno povprečje	501

Nasprotno pa je razveseljiva ugotovitev, da so dosežki petih odstotkov najbolj uspešnih slovenskih dijakov v primerjavi z dosežki najbolj uspešnih dijakov drugih držav – najvišji. Tik za njo sta Francija in Avstralija.

OSNOVNE ZNAČILNOSTI IZKAZANEGA ZNANJA

Dosežki glede na vrsto pričakovanega znanja

Glede na vrsto pričakovanega znanja so bili slovenski dijaki najuspešnejši pri poznavanju osnovnih znanj in pojmov in na področju proceduralnih znanj, to je pri izvajanju rutinskih postopkov, uporabi zahtevnejših procedur, pri obvladovanju algoritmov in postopkov ter uporabi pravil in zakonov. Slabše dosežke so dosegli pri konceptualnih in problemskih znanjih. Izstopa tudi slabo reševanje geometrijskih problemov, dokazovanje, povezovanje matematičnega znanja in uporaba znanja v življenjskih situacijah. Vzroke za nizke uspehe pri reševanju problemov lahko povezujemo tudi s pomanjkanjem razumevanja matematičnih konceptov in pojmov, ki so pogoj za uspešno povezovanje in uporabo znanja v nestereotipnih situacijah.

Slabi dosežki pri uporabi znanja na drugih predmetnih področjih kažejo še na eno značilnost našega pouka in sicer na neupoštevanje medpredmetnih povezav. Niso poudarjene niti v učnem načrtu niti v učbenikih in razmeroma malo se izvajajo pri pouku. Npr. nalogo, ki preverja reševanje problemov, povezovanje znanja, sposobnost izbire in izvedbe postopka, uporabo matematičnega znanja v realističnih situacijah ter korelacijo s kemijo, je pravilno rešila le petina slovenskih dijakov.

Dosežki pri operativnih znanjih

Solidno izkazana operativna znanja slovenskih dijakov so se nanašala predvsem na računske postopke pri reševanju enačb ter računanju številskih in algebrskih izrazov (npr.: rešiti dano linearno enačbo, določiti vrednost parametra v dani enačbi, pri danih

funkcijah izračunati kompozitum funkcij ipd). Dijaki so dobro reševali predvsem naloge tipa »izračunaj« (npr. izračunaj odvod, izračunaj integral, izračunaj limito ipd.), skromne dosežke pa so dosegli pri znanjih, ki zahtevajo analiziranje dane problemske situacije in povezavo matematičnega znanja (npr. analizirati graf dane funkcije, rešiti ekstremalni problem, povezati odvod in integral, dani vrsti izračunati vsoto). Taki rezultati deloma nakazujejo na eni strani na nerazumevanje osnovnih matematičnih konceptov in pojmov, na drugi pa na dejstva, da znanje ni kompleksno, temveč parcialno in nepregledno. Odvod in integral sta tisti vsebini, pri kateri bi dijaki lahko izkazali sintezo usvojenega znanja, pridobljenega v vseh štirih letih šolanja.

Po doseženih rezultatih slovenskih dijakov na testih TIMSS 95 bi lahko sklepali, da je pri pouku matematike v naših šolah bolj poudarjeno učenje in usvajanje postopkov pri reševanju določenih »tipov« nalog, ki preverjajo predvsem standardne računske postopke ter uporabo pravil in obrazcev. Dijaki so najbolj večji proceduralnih znanj, celo boljše rezultate kot pri poznavanju osnovnih znanj ter razumevanju konceptov so v povprečju dosegli pri uporabi kompleksnih postopkov. Pri uporabi zahtevnejših postopkov so tudi v povprečju boljši, kot je mednarodno povprečje. Manj uspešni pa so bili dijaki pri reševanju problemov. Ker je problemsko znanje povezano z uporabo konceptualnega in proceduralnega znanja v novih situacijah, se slabo poznavanje in razumevanje konceptov kaže tudi pri reševanju problemov.

Dosežki dijakov na mednarodni raziskavi TIMSS seveda kažejo tudi na določene trende oz. usmeritev pouka matematike v naših šolah. Poskušajmo interpretirati te rezultate z vidika realnega kurikulumu in v tej luči nakažimo nekatere smernice pouka matematike v naših šolah.

Verjetno ni naključje, da so bili slovenski dijaki na mednarodnih testih TIMSS 95 uspešnejši na področju števil in enačb kot na drugih področjih. Tudi pri učenju in poučevanju matematike v naših šolah je velik poudarek na urjenju računskih postopkov in izračunov. Že v osnovni šoli je velik poudarek na računskih algoritmih, kar je seveda do neke mere koristno in potrebno, vendar pa pretiravanje v tej smeri jemlje čas, ki bi ga lahko namenili poglobljanju in boljšemu razumevanju osnovnih matematičnih pojmov ter reševanju problemov. Tako smo šele z uvedbo novega kurikulumu leta 1998 vsaj formalno vpeljali tudi uporabo žepnega računalu, da se sproščeni čas nameni večjemu razumevanju in problemskim znanjem.

Vzroke za slabše dosežke na področju obdelave podatkov in uporabe geometrijskega znanja v realističnih situacijah lahko deloma pripišemo dejstvu, da sta to dve področji, katerima se v naši šoli daje premajhen pomen. Obdelava podatkov je bila formalno vpeljana v šole šele z novimi učnimi načrti leta 1998, pri geometriji pa tudi sicer v šolski praksi že več let opažamo slabše znanje kot pri drugih vsebinah. Velikokrat se te vsebine prenašajo iz letnika v letnik. Precejšen vpliv pa imajo na izvedbeni kurikulum tudi učbeniki.

Preglednica 3: Izkazano znanje dijakov na testih TIMSS-a

Dosežki slovenskih dijakov glede na vrsto pričakovanega znanja	
uspešni	manj uspešni
osnovna znanja in vedenja proceduralna znanja <ul style="list-style-type: none"> izvajanje rutinskih postopkov in uporaba kompleksnih procedur, uporaba pravil in zakonov 	konceptualna znanja <ul style="list-style-type: none"> razumevanje osnovnih pojmov in konceptov utemeljevanje, ne zgolj podajanje gotovih znanj problemska znanja <ul style="list-style-type: none"> prenos in uporaba znanja reševanje sestavljenih problemov uporaba znanja v življenjskih situacijah povezovanje znanja dokazovanje
Dosežki slovenskih dijakov glede na operativno znanja	
uspešni	manj uspešni
operativna znanja <ul style="list-style-type: none"> računski algoritmi in računski postopki – sestavljene in nesestavljene naloge (npr. rešiti enačbo, rešiti sistem enačb, izračunati odvod eksplicitno podane funkcije, izračunati dolžino težiščnice v enakokrakem trikotniku, na grafu določiti koordinate točk, izračunati dolžino diagonale – uporabiti kosinusni izrek ipd.) 	Običajno so to naloge, kjer so podatki že podani, ni jih potrebno samostojno zbirati ali preverjati njihov konsistentnost in zadostnost. operativna znanja <ul style="list-style-type: none"> analizirati dano situacijo interpretirati in utemeljiti rešitev besedilne naloge prevesti v matematični model samostojno zbirati podatke preveriti konsistentnost in zadostnost podatkov

P R I K A Z I

Problemska znanja

Na testih TIMSS 95 se je pokazalo, da slovenski dijaki veliko bolje kot reševanje problemov obvladajo matematične postopke in procedure. Vzrokov je verjetno več. Dejstvo pa je, da so dijaki izkazali slabo razumevanje osnovnih matematičnih pojmov in konceptov ter slabo znanje procesnih znanj. Za reševanje problemov pa potrebujemo deklarativno znanje matematičnih konceptov kot tudi proceduralno znanje. Identificirati moramo matematična dejstva, ki nam pomagajo rešiti problem, in uporabiti matematične procedure, ki nam to omogočijo. Dosežki dijakov nakazujejo, da se učenci v osnovni in srednji šoli naučijo veliko standardnih procedur oz. matematičnih produktov, ne gredo pa skozi procese, prek katerih pridejo do teh produktov. Posledica tega je slabo razumevanje konceptov in seveda slabo reševanje problemov. Za primer povzemimo ugotovitve Withmanove (Rugelj, 1996), ki je odkrila, da so tisti učenci, ki so se učili poleg formalnega reševanja enačb tudi reševanja enačb z odkrivanjem, kasneje bolje reševali splošne enačbe kot tisti, ki so se učili samo formalnega reševanja enačb. Withmanova ugotavlja, da učenci, ki so se učili samo formalnega reševanja enačb, niso konceptualno pripravljene operirati z enačbami kot matematičnimi objekti s formalnimi, strukturalnimi operacijam. Zato bi bilo potrebno med pristope poučevanja in učenja vključevati tiste didaktične pristope, ki zagotavljajo večje razumevanje osnovnih matematičnih pojmov in konceptov. Didaktično raziskovanje bi moralo najti trend v ugotavljanju, kako bo učenec bolje razumel oz. kako učenec konstruira svoje znanje in kakšen naj bo prispevek učitelja, da olajša učenčevu konstrukcijo. Prav gotovo učenje ne sme biti usmerjeno v kako rešiti problem, temveč v učenje konceptov in razvijanje sposobnosti samostojnega razmišljanja. Za to pa morajo učenci imeti priložnost in čas, da samostojno razmišljajo, diskutirajo, odkrivajo, primerjajo različne rešitve ali različne poti reševanja. Zelo pomembno je tudi sprotno preverjanje in spremljanje učenčevih dosežkov, in sicer prek premišljeno zastavljenih vprašanj, ki spodbujajo razumevanje temeljnega matematičnega znanja, navajanje na kritično vrednotenje rezultatov ... Zato je načrtno spremljanje učnih dosežkov učencev eden ključnih elementov učnega procesa, kateremu bi bilo v prihodnje treba nameniti več pozornosti. Prav tako bo treba še veliko graditi na motivaciji učencev, da bi začutili pomen in smiselnost vsebin in znanja, ki se ga učijo.

Procesna znanja

Glede na izkazano znanje slovenskih dijakov na testih TIMSS 95 se je med drugim pokazalo tudi, da v naših šolah še vedno premalo poudarjamo procesna

znanja. Za večino nalog, kjer so bili dijaki manj uspešni, je značilno, da poleg matematičnega znanja preverjajo tudi znanja, kot so: interpretacija podatkov in rezultatov, zbiranje podatkov, samostojno postavljanje vprašanj ter reševanje problemov. Pri pouku matematike veliko časa namenjamo urjenju računskih postopkov, operativnim znanjem, ki zahtevajo predvsem izvedbo določenih algoritmov in procedur, premalo pa interpretaciji in ocenjevanju rezultatov, utemeljevanju, samostojnemu postavljanju vprašanj pri reševanju odprtih problemov in zbiranju podatkov. Zelo redko se namreč lotevamo nalog, kjer so problemi odprti in je potrebno cilj raziskovanja samostojno postaviti. Verjetno bo v prihodnje treba najti primernejše oblike učenja in poučevanja, s katerimi bi dosegli boljše razumevanje osnovnih matematičnih pojmov in konceptov ter boljše znanje procesnih znanj.

Avtentične naloge

Da je pouk matematike v naših šolah usmerjen predvsem v učenje strogo matematičnih vsebin, s premalo poudarjenimi elementi, kot so uporabnost znanja na drugih predmetnih področjih, ter predstavitvi smiselnosti matematičnega znanja, se kaže, če primerjamo razlike v dosežkih pri nalogah, ki preverjajo na eni strani zgolj matematične vsebine in tiste, ki imajo tudi elemente avtentičnosti. Tako podrobnejša študija dosežkov pokaže, da so slovenski dijaki uspešnejši pri nalogah, ki preverjajo strogo matematične vsebine, kjer so podatki pri nalogi jasno podani in jih ni potrebno šele zbirati ali presoditi o njihovi zadostnosti in konsistentnosti. Kot rezultat pomanjkanja teh znanj se je pokazala vrzel pri povezovanju matematičnega znanja z drugimi področji. Dijaki so slabše reševali naloge, ki so bile realistično obarvane in so zahtevale korelacijo z drugim predmetnim področjem.

SKLEP

- Na področju matematične razgledanosti so povprečni dosežki slovenskih dijakov tik nad mednarodnim povprečjem, na področju matematičnih vsebin pa pod mednarodnim povprečjem. Presenetljivo dobre rezultate so pri matematičnih znanjih dosegli najbolj uspešni slovenski dijaki, saj so bili v primerjavi s povprečnimi dosežki najuspešnejših dijakov drugih držav med najuspešnejšimi.
- Slovenski dijaki najbolj obvladajo vsebine s področja števil in enačb, slabše pa planimetrijo ter odvod in integral, obdelavo podatkov in uporabo geometrijskega znanja v življenjskih situacijah.

- Dobro obvladajo računske algoritme ter računske postopke. Uspešni so predvsem pri nalogah, kjer so podatki že podani in jih ni potrebno samostojno zbirati ali preverjati njihovo konsistentnost in zadostnost.
- Uspešnejši so pri nalogah, ki preverjajo strogo matematične vsebine in ki imajo manj elementov avtentičnosti, kjer so podatki pri nalogi jasno podani in navadno zahtevajo izračun konkretnih podatkov.
- Bolje obvladajo proceduralna znanja in uporabo zahtevnejših matematičnih postopkov kot osnovna znanja in vedenja, ki so povezana z razumevanjem konceptov in pojmov.
- Slabo obvladajo problemska znanja in imajo težave pri uporabi matematike na drugih predmetnih področjih.

Rezultati nakazujejo, da je lahko eden od vzrokov za slabo reševanje problemov naših dijakov na mednarodnih testih TIMSS-a, da dijaki ne obvladajo dovolj dobro temeljnih znanj in da preslabo razumejo osnovne matematične koncepte in pojme. Za reševanje problema potrebujemo deklarativno znanje matematičnih konceptov oz. matematična dejstva, ki nam pomagajo rešiti problem, ter matematične procedure, ki nam to omogočijo. Če proceduralno znanje ni zgrajeno na dovolj trdnem konceptualnem znanju, se naučimo postopkov za reševanje določenih tipov nalog, kar pa ni dovolj za reševanje problemov in za transfer znanja.

Ugotovitve študije bi bilo potrebno smiselno upoštevati pri nadaljnjem izobraževanju učiteljev in

posodabljanju kurikulumov. Veliko pozornost bo v prihodnje treba nameniti konceptualnim in problemskim znanjem, torej znanjem, ki so se na testih TIMSS-a izkazala kot primanjkljaj. Potrebno bo razvijati tiste didaktične pristope, ki ne poudarjajo le končnih ciljev in matematičnih produktov, temveč tudi procese, skozi katere naj bi dijaki prišli do teh ciljev. Didaktično raziskovanje bi moralo najti trend v ugotavljanju, na kakšen način bo učenec bolje razumel matematične koncepte in pojme oz. kako učenec konstruira svoje znanje in kakšen naj bo prispevek učitelja, da olajša učenčevo konstrukcijo. Razvijanje jasnega argumentiranja, izražanja misli, razvijanje občutka, da je matematika uporabna tudi na drugih predmetnih področjih, so pomembna poudarila, ne le v matematiki. Prav tako bo v prihodnje treba še veliko graditi na motivaciji učencev, ki naj bi začutili pomen in smiselnost vsebin in znanja, ki se ga učijo.

Seveda pa se spremembe šolske prakse lahko učinkovito uresničujejo le z dobro usposobljenimi učitelji. Tako veliko podporo pri uresničevanju prenovljenega kurikulumov nosi tudi Zavod RS za šolstvo, ki v okviru razvojnih projektov, katerih cilji so z načrtovanjem in razvojem konkretnih rešitev spreminjati šolsko prakso ter prispevati h kvalitetnejšemu izvajanju sistemskih novosti na vseh ravneh izobraževanja. Področja dela so: načrtovanje vzgojno-izobraževalnega dela, koncepti in modeli poučevanja in učenja, nova kultura preverjanja in ocenjevanja znanja, reflektivna edukacija idr. Tako Zavod RS za šolstvo veliko vlaga prav v razvojne projekte, kjer v sodelovanju z učitelji razvija didaktična gradiva, ki naj bi bila pomoč tako učencem kot učiteljem.



LITERATURA

- T. J. Smith, H. Sebbens (1999), *Useg Guide for the TIMSS International Database*, Boston, Boston College.
- Ina V. S. Mullis, M. O. Martin, A. E. Beaton, E. Gonzalez, D. L. Kelly, T. A. Smith (1998), *International Association for the evaluation of education Achievement*, Boston, Boston College.
- M. O. Martin. Ina V. S. (1998), *Third International Mathematics and Science Study, Quality Assurance in Data Collection*, Boston, Boston College.
- M. O. Martin, Dana L. Kelly (1998), *Third International Mathematics and Science Study, Vol 3, Implementation and Analysis, Population 3*, Boston, Boston College.
- A. Orton, G. Wain (1994), *Issues in teaching mathematics*, London, Cassell.
- M. Šetinc, M. Trobec, B. Japelj (1997), *Znanje matematike in naravoslovja učencev sedmih in osmih razredov osnovnih šol*, Ljubljana, Pedagoški inštitut.
- A. Žakelj (2000), Spremljanje, preverjanje in ocenjevanje empiričnih in matematičnih preiskovanj, *Modeli poučevanja in učenja*. Zbornik prispevkov 2000, Ljubljana, ZRSŠ.
- A. Žakelj (2000), *Tretja mednarodna raziskava matematike in naravoslovja TIMSS 1995 in dosežki slovenskih dijakov* (študija v okviru projekta Tretja mednarodna raziskava matematike in naravoslovja IEA TIMSS in Druga mednarodna raziskava o informacijski tehnologiji v izobraževanju IEA SITES ter vključevanje izsledkov v slovenski izobraževalni sistem). Ljubljana. Pedagoški inštitut.
- M. Rugelj (1996), *Konstrukcija novih matematičnih pojmov* (doktorska disertacija). Ljubljana, Filozofska fakulteta.
- M. Trobec (2000), *Definicija znanja z vidika mednarodnih primerjalnih raziskav*, (delovno gradivo Strokovno posvetovalne skupine za pripravo nacionalnih preizkusov znanja v programu devetletne osnovne šole). Ljubljana, Pedagoški inštitut.
- Učni načrt za matematiko za gimnazije* (1998), Nacionalni kurikularni svet, Predmetna kurikularna komisija za matematiko, Ljubljana, Urad RS za šolstvo.
- Štiriletni programi tehniških in drugih strokovnih šol* (1991), Ljubljana, ZRSŠ.
- Gimnazijski program* (1991), Ljubljana, ZRSŠ.

Povzetek

Članek predstavlja nekatere ugotovitve, povezane z dosežki slovenskih dijakov na Tretji mednarodni raziskavi matematike in naravoslovja IEA TIMSS 1995. Analiza je bila narejena v okviru projekta Tretja mednarodna raziskava matematike in naravoslovja IEA TIMSS in Druga mednarodna raziskava o informacijski tehnologiji v izobraževanju IEA SITES ter vključevanje izsledkov v slovenski izobraževalni sistem, s sedežem na Pedagoškem inštitutu v Ljubljani. V prispevku so predstavljeni cilji raziskave TIMSS 95 ter najbolj izstopajoče značilnosti izkazanega znanja slovenskih dijakov na področju matematike ter dejavniki, povezani s pridobivanjem znanja, na katere je v šolskem sistemu moč vplivati.

Abstract

The article presents some findings related to achievements of Slovene students on the Third International Research of Mathematics and Natural Sciences IEA TIMSS 1995. The analysis has been conducted within the Third International Research of Mathematics and Natural Sciences IEA TIMSS and Second International Research of Information Technology in Education IEA SITES and introduction of findings in Slovene educational system based at the Institute of Pedagogy in Ljubljana. The aims of TIMSS 95 are presented together with the most outstanding characteristics of presented knowledge of Slovene students in the field of mathematics. Besides, the factors related to consumption of knowledge that can be influenced upon, are also presented.