

МЕТОДИКА НАСТАВЕ

SANJA BALAC¹

MARIJA MILEUSNIĆ

Univerzitet u Novom Sadu

Pedagoški fakultet u Somboru

ORIGINALNI NAUČNI ČLANAK

UDK: 37.011.3-052:66.017

BIBLID: 0353-7129, 29(2024)2, p.113-127

DOI 10.5937/norma29-56236

POSTIGNUĆA UČENIKA OSNOVNE ŠKOLE NA TESTU ZNANJA O VRSTAMA I SVOJSTVIMA MATERIJALA

Rezime: Deca se sa raznovrsnim materijalima susreću na najranijem uzrastu, opisuju ih i klasifikuju na njima svojstvene i ne uvek naučno ispravne načine, što kasnije otežava (ili može otežati) školsko učenje. Sa namerom sagledavanja nivoa postignuća učenika trećeg i četvrtog razreda osnovne škole o vrstama i svojstvima materijala sprovedeno je testiranje o pojmovima tvrdoća, krtost, hrapavost, providnost i elastičnost materijala. Istraživanje je realizovano primenom testa znanja o navedenim pojmovima koji je kreiran po revidiranoj Blumovoj taksonomiji. Testirano je 95 učenika osnovnih škola „Ivo Lola Ribar“ i „Avram Mrazović“ iz Sombora, pri čemu je uzorak nastavnog sadržaja za testiranje odabran iz Programa nastave i učenja za učenike mlađeg školskog uzrasta (od prvog do četvrtog razreda). Analizom dobijenih podataka utvrđeno je da učenici nemaju zadovoljavajuća znanja o vrstama i svojstvima materijala, pri čemu su zadovoljavajuća znanja u istraživanju definisana sumativnim ocenama 4 i 5 na testu znanja. Prilikom rešavanja zadataka na različitim kognitivnim nivoima učenici su najbolja postignuća ostvarili na nivou znam (treći razred) i razumem (četvrti razred), dok su već od trećeg kognitivnog nivoa (primenjujem) oba razreda ostvarila slabija postignuća, bez jasno uočljive pravilnosti u opadanju ili rastu osvojenih broja bodova. Suprotno očekivanjima, mlađi učenici su ostvarili bolja postignuća u poređenju sa starijim, pri čemu uočena razlika nije statistički značajna.

Ključne reči: svojstva materijala, postignuća učenika, test znanja, razredna nastava, Blumova taksonomija

Uvod

Deca su od najranijeg uzrasta u dodiru sa različitim vrstama materijala, počevši od tkanina (odeća, posteljina, plišane igračke), preko drvenih i plastičnih igračaka, sve do metalnog escajga, keramičkog posuđa, papira, staklenih čaša itd. Ona o materijali-

¹ sanjabalac@gmail.com

ma saznaju na osnovu čulnih iskustava, pre svega putem dodira i vida. To znači da će se njihova kategorizacija predmeta ili materijala zasnivati upravo na tim iskustvima, i karakteristikama koje proizilaze iz njih (Farrow, 2011, p. 102-104). Iz tog razloga veoma je važno kreirati kurikulum koji obuhvata izučavanje vrsta i svojstava materijala u predškolskom i ranom školskom uzrastu, sa ciljem formiranja naučno ispravnih pojmova, kao i razumevanja strukture različitih supstanci. Iako su spontani pojmovi, odnosno iskustvena znanja od suštinske važnosti za dečje razumevanje okruženja i odnosa koji u njemu postoje, njihovo značenje je često, u manjoj ili većoj meri, u suprotnosti sa naučnim činjenicama i može da predstavlja prepreku za usvajanje naučnih pojmova, posebno kada se radi o pojmovima iz oblasti prirodnih nauka (Blagdanić i dr., 2019, str. 17). Opisujući razliku između iskustvenog i školskog znanja, Ivić i dr. (2001, str. 188) ukazuju da ta razlika nije kvantitativna, već se radi o dva, u velikoj meri različita modela mišljenja, jednog zdravog mišljenja često pragmatički vrlo uspešnog, ali sputanog okvirima konkretnih praktičnih situacija, i drugog, oslonjenog na složene simboličke transformacije i složene sisteme znanja koji ponekad deluje kao da se nepotrebno udaljio od realnosti, što je uslov da se ta realnost produktivno i kreativno preobrazi i nadogradi u vidu složenih intelektualnih konstrukcija.

U Programu nastave i učenja za prvi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja, a u proširenim/dopunjenim oblicima i u programima starijih razreda, definisani su ciljevi, ishodi, programski sadržaji, metode nastave i učenja, kao i aktivnosti učenika za svaku od nastavnih tema, te se shodno tome navodi sledeće:

Prilikom izučavanja prirodnih fenomena nužno je već od prvog razreda postepeno uvoditi učenike u različite načine prikupljanja podataka o okruženju, njihovu analizu, svrstavanje u grupe i kategorije po različitim karakteristikama, vođenje beleški i zaključivanje. Posmatranje i učestvovanje u jednostavnim ogledima predstavlja istraživačke aktivnosti primerene učenicima prvog razreda. Koncept održivog razvoja i aktivno učešće učenika u zaštiti životne sredine zajednički su i za Svet oko nas i za Prirodu i društvo. U prvom razredu akcenat treba da bude na podsticanju učenika da u svakodnevnim aktivnostima (u školi i van nje) primenjuju neke od osnovnih principa racionalne potrošnje – štede vodu, odlažu otpad na predviđena mesta, ne ugrožavaju biljke, brinu o dobrobiti životinja uz pomoć odraslih (SG RS br. 10/2017, str. 118-122).

Na osnovu ovakvog uputstva za realizaciju nastavnih sadržaja može se zaključiti da je Programom nastave i učenja predviđena primena istraživačkog metoda od samog početka osnovnoškolskog obrazovanja, kao i da je koncept racionalne potrošnje resursa (vode i energije), kao i odgovornog ponašanja prema životnoj sredini u fokusu autora kurikuluma. Nastavni sadržaji o materijalima u okviru predmeta *Svet oko nas* i *Priroda i društvo* (tabela 1) u korelaciji su sa prethodno navedenim ciljevima i ishodima nastave.

*Tabela 1: Teme i nastavni sadržaji o vrstama i svojstvima materijala
u predmetima Svet oko nas i Priroda i društvo*

Razred	Tema	Nastavni sadržaji
1.	Čovek stvara	Materijali za izradu predmeta (drvo, kamen, metal, staklo, guma, plastika, papir, tkanina) i njihova svojstva (tvrdo - meko, providno – neprovidno, hrapavo – glatko)
2.	Čovek stvara	Materijali (drvo, kamen, metal, staklo, guma, plastika, papir, tkanina, glina/plastelin) i proizvodi ljudskog rada. Elastičnost materijala. Svojstva materijala određuju njihovu upotrebu. Nova namena predmeta napravljenih od različitih materijala.
3.	Materijali i njihova upotreba	Specifične promene materijala pod toplotnim i mehaničkim uticajima (metal, plastelin, voda, plastika različite tvrdoće, drvo, vosak, alkohol, krzno). Vazduh – toplotni izolator. Svojstva materijala određuju njihovu upotrebu. Značaj i neophodnost recikliranja materijala i racionalne potrošnje proizvoda od stakla, plastike, metala.
4.	Materijali	Racionalna potrošnja električne energije i pravilno rukovanje električnim aparatima u domaćinstvu. Zapaljivi materijali (oznake za zapaljive materijale). Opasnost i zaštita od požara.

Kao što se može uočiti u tabeli 1 u sva četiri razreda osnovne škole izučavaju se vrste materijala i njihova svojstva, što je veoma korisno polazište za nastavak učenja u predmetnoj nastavi gde se većina prikazanih pojmova nadograđuje u okviru prirodno-naučnog obrazovanja, uglavnom kroz sadržaje nastavnih predmeta fizike i hemije. Učeći o svojstvima materijala, učenici treba da usvoje i osnovne pojmove o održivom razvoju i zaštiti životne sredine, istovremeno razvijajući svest o ekološki poželjnim vidovima ponašanja. To se prvenstveno odnosi na odabir materijala od kojeg su izrađeni predmeti koje deca koriste svakodnevno, pa je tako veoma važno unaprediti njihovo znanje o karakteristikama materijala od kojih su načinjeni predmeti za svakodnevnu upotrebu. Faktori koji utiču na odabir materijala za izradu nekog predmeta su najčešće cena, dostupnost, način održavanja i estetske karakteristike materijala (Farrow, 2006). Sa učenicima se može realizovati nastava u kojoj oni kritički procenjuju svojstva nekog predmeta, na primer boce za vodu koja može biti od metala, keramike ili plastike, procenjujući pri tome prednosti i nedostatke svakog od ponuđenih materijala. Kroz ovakav vid učenja unapređuje se kvalitet znanja učenika, ali i njihove veštine prosuđivanja i donošenja odluka.

TEORIJSKI DEO

Tokom razvoja prirodno-naučnog rečnika uobičajeno je da se na predškolskom uzrastu, kao i razrednoj nastavi, govori o *materijalima*, dok se tek u predmetnoj nastavi uvodi pojam *supstanca* kao jedan od dva vida postojanja *materije* u prirodi. Ovakav terminološki razvoj prati dečje uzrasne sposobnosti i kognitivnu spremnost da usvoje pojmove kojima se opisuju i određuju svojstva pojedinih supstanci, što ne isključuje for-

miranje velikog broja dečjih pogrešnih uverenja. Utvrđeno je da deca mlađeg školskog uzrasta imaju najviše poteškoća kada je potrebno razumeti fizičke i hemijske promene materijala, njihovu čestičnu strukturu, kao i fazne prelaze – isparavanje, kondenzovanje, topljenje i očvršćavanje. U okviru svojih pogrešnih uverenja deca veruju da su materijali samo čvrstog agregatnog stanja, da prilikom sagorevanja materija nestaje, da su čestice neke supstance međusobno udaljenije u tečnom nego u čvrstom agregatnom stanju, da je naduvani balon lakši od nenaduvanog, kao i da su oblaci sačinjeni od gasa (Allan, 2011).

Ukoliko se ne prevaziđu tokom osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja, pogrešna uverenja o materijalima i njihovim svojstvima mogu biti prisutna i među studentskom populacijom. Tako je, na primer, istraživanje o načinu na koji studenti učiteljskih fakulteta razumeju strukturu materijala na makroskopskom, mikroskopskom i simboličkom nivou pokazalo postojanje velikog broja miskoncepcija, posebno o gasovitom agregatnom stanju i procesu kondenzacije (prelazak supstance iz gasovitog u tečno agregatno stanje) (Bayuni et al., 2017). Takođe, utvrđeno je da studenti, i pored toga što razumeju da je supstanca izgrađena od diskretnih čestica, ne shvataju u potpunosti postojanje međumolekulskog prostora i njegov uticaj na svojstva različitih materijala (Sopandi et al., 2017). Za razliku od velikog broja utvrđenih učeničkih pogrešnih uverenja o složenim naučnim konceptima kao što su struktura materije (Ozmen, 2011), zvučni (Sozen & Bolat, 2011), svetlosni (Uzun et al., 2013; Lestari et al., 2018; Ravanis, 2018) i toplotni fenomeni (Haglund et al., 2014; Hermita et al., 2019), nivo usvojenosti nastavnih sadržaja o svojstvima i upotrebi materijala češće je u skladu sa očekivanjima nastavnika. U jednom istraživanju realizovanom sa učenicima 3. razreda osnovne škole ispitivana je njihova sposobnost da odaberu i upotrebe određene materijale prilikom rešavanja praktičnih zadataka, kao što su pravljenje modela kuće, stepenica i termički izolovanog prostora (Wendell & Lee, 2010). Rezultati su pokazali da su deca ovog uzrasta u stanju da praktično primene znanja o materijalima, iako je uobičajeno da te veštine imaju učenici starijih razreda, ili tek studenti. Takođe, u istraživanju kojim se proveravala sposobnost učenika 3. razreda da razumeju koncept stabilnosti inženjerskih konstrukcija utvrđeno je da su uspešna učenička rešenja prilikom pravljenja modela kula od slamčica i kartona najverovatnije posledica iskustava koja su deca stekla i pre polaska u školu (Gustafson et al., 1999). U istom istraživanju autori sugerišu da je tokom nastave poželjno osmišljavati aktivnosti koje mogu pomoći deci da razmotre i ocene koje su inženjerske procene korisne, a koje nisu.

Po programu nastave i učenja za prva četiri razreda osnovne škole o svojstvima materijala se uči isključivo sa fenomenološkog aspekta, bez ulaženja u strukturu supstance (SG RS br. 10/17; SG RS br. 16/2018; SG RS br. 5/2019; SG RS br. 11/2019). Iako je potvrđeno da deca mlađeg školskog uzrasta mogu tumačiti prirodne fenomene i građu fizičkih objekata sa aspekta čestične strukture supstance (Chittleborough & Hubber, 2013; Samarapungavan et al., 2017; Haeusler & Donovan, 2020), u nastavnoj praksi je uobičajeno zadržavanje na onome što je dostupno čulima i iskustvu dece. Jedna od klasifikacija svojstava materijala je sledeća:

- mehanička svojstva kao što su tvrdoća, izdržljivost, elastičnost i krtost;

- termalna svojstva kao što je termalna provodljivost materijala;
- električna svojstva kao što je električna provodljivost;
- hemijska svojstva kao što su reaktivnost i rastvorljivost;
- optička svojstva kao što je providnost, reflektivnost i refraktivnost;
- magnetna svojstva (Farrow, 2006, p. 104).

Kao što se u prikazanoj podeli može uočiti, najveći broj svojstava je u okviru mehaničkih karakteristika materijala, što je u skladu sa Programima nastave i učenja za 3. i 4. razred osnovne škole, odakle je i odabran uzorak pojmova za kreiranje testa znanja u našem istraživanju. Fizička svojstva materijala koja su odabrana za ovo istraživanje su: *tvrdća*, *krtost*, *hrapavost*, *providnost* i *elastičnost*, pa će u tom smislu u daljem tekstu ovi pojmovi biti definisani i opisani.

Tvrdća je mera mogućnosti udubljenja ili grebanja površine nekog materijala, što znači da ovo svojstvo ne zavisi od veličine objekata izgrađenih od tog materijala. Zbog toga su dijamant, čelik i staklo tvrdi materijali, dok su plastelin i nokti na prstima meki, jer je veoma lako ulubiti ih, odnosno ogrebat i njihovu površinu (Wenham & Ovens, 2010). Tvrdća materijala se meri Mohovom (Moh) skalom po kojoj je najtvrdi materijal dijamant, a najmekši talk. Jedno od učestalih pogrešnih uverenja je da su svi metali tvrdi, što, na primer, za natrijum ne važi jer je ovaj metal toliko mek da se može seći nožem (Na Mahovoj skali od 0 do 10 jedinica, natrijum ima vrednost 0,5).

Krtost je svojstvo materijala koje se u svakodnevnom govoru često poistovećuje sa tvrdćom, što je jedno od pogrešnih uverenja. Tako, na primer, ako je neki materijal mek, to ne znači da je on lako lomljiv, što je slučaj sa gumom koja je meka, ali nije istovremeno i krta. Objekti izrađeni od krtih materijala se lome trenutno (staklena čaša ili keramički tanjir). Kada u krtim materijalima nastane pukotina, ona se veoma brzo prenosi kroz čitavu čestičnu strukturu, usled čega nastaje lomljenje. Međutim, materijali koji nisu krta imaju svojstvo da se opiru oštećenjima u svojoj čestičnoj strukturi, što znači da mogu postojati i sa pukotinama, ali bez lomljenja (Wenham & Ovens, 2010).

Hrapavost površine materijala je posledica mikroskopskih neravnina, gde takvih struktura može biti u većem ili manjem broju po jedinici površine, što dati materijal klasifikuje kao hrapaviji ili manje hrapav. Na hrapavost površine nekog materijala ne utiče samo broj, već i veličina neravnina, kao i veličina razmaka između njih, pa tako postoje različiti brusni papiri – grublji i sitniji. Trenje je pojava koja zavisi od hrapavosti dodirnih površina tela, pri čemu je ono utoliko veće ukoliko su dodirne površine hrapavije, a sa druge strane je manje kod uglaćanih površina. Ovu pojavu kvantitativno meri sila trenja koja zavisi od normalne sile kojom telo deluje na neku podlogu, kao i od koeficijenta trenja. Uzajamna povezanost ovih veličina prikazana je formulom:

$$F_{tr} = N \mu$$

gde je F_{tr} oznaka sile trenja, N oznaka normalne sile (sila koja pod pravim uglom deluje na površinu po kojoj se telo kreće), a μ oznaka koeficijenta trenja. Koeficijent trenja je neimenovani broj koji može imati vrednosti od 0 do 1. Tako je, na primer,

koeficijent trenja između gume i suvog asfalta 0,9, dok je između gume i vlažnog asfalta 0,25 (Radojević, 2014), čime se objašnjava lako proklizavanje automobila koji se kreću neprilagođenim brzinama tokom vožnje po klizavim kolovozima. Zahvaljujući sili trenja mirovanja objekti na našoj planeti se mogu kretati bez proklizavanja i mogu mirovati u odnosu na tlo. U tom smislu je trenje veoma korisna pojava, dok je sa druge strane nepoželjna u mehaničkim uređajima gde se metalni delovi prilikom kretanja taru jedan o drugog usled čega dolazi do lomljenja i kvarova. Kako bi se predupredili lomovi delova motora i raznih drugih mehaničkih postrojenja, potrebno je redovno ih podmazivati, čime se trenje između delova mašina u kretanju smajuje.

Providnost je svojstvo materijala da propušta ili ne propušta svetlost, pa u skladu sa tim postoje providni i neprovidni materijali. Takođe, neki materijali samo delimično propuštaju svetlost, pa se zbog toga nazivaju ili poluprovidni. Prilikom prolaska svetlosti kroz propustljive materijale i objekte izrađene od njih na graničnoj površini između tela (materijala) i vazduha dolazi do prelamanja svetlosti. Ovu pojavu deca primete prilikom ulaska u vodu kada im se noge zbog svetlosnog prelamanja prividno skrate. Takođe, kašika ili slamčica uronjena u staklenu čašu u kojoj je voda, izgleda kao da je prelomljena na dodirnoj površini vode i vazduha. Posmatrajući i istražujući svojstva providnih i neprovidnih materijala deca mogu uočiti različite svetlosne fenomene kao što su na primer način nastanka i svojstva senke – oblik, veličina, položaj i njihov broj u prostoru iza neprovidnog tela.

Elastičnost nekog materijala je mera mogućnosti da se tela izgrađena od tog materijala vrate u prvobitni oblik i veličinu nakon prestanka dejstva sile koja je uzrokovala deformaciju (Farrow, 2006). Drugim rečima, elastičnost je težnja materijala da se po prestanku dejstva sile vrati u prvobitno stanje. Ovo svojstvo je u učionici moguće prikazati mnogobrojnim primerima kao što su istezanje i sabijanje elastične opruge iz hemijske olovke ili gumice za kosu, uvrtnje suđera za brisanje table, kao i savijanje plastičnog lenjira. Nasuprot elastičnim deformacijama, kod plastičnih se nakon dejstva sile na telo dešava nepovratna promena, telo se lomi ili kida, i ne može se vratiti u prvobitno stanje, tj. oblik.

METODOLOŠKI OKVIR ISTRAŽIVANJA

Svojstva materijala opisana u prethodnom poglavlju obuhvaćena su sadržajima predmeta *Svet oko nas* i *Priroda i društvo* (tabela 1), a iskustveno su bliska deci mlađeg školskog uzrasta. Shodno tome, cilj ovog istraživanja bio je utvrđivanje nivoa postignuća učenika trećeg i četvrtog razreda osnovne škole o svojstvima materijala kao što su tvrdoća, krtoš, hrapavost, providnost i elastičnost. Na osnovu definisanog cilja postavljene su sledeće hipoteze u istraživanju:

1. Pretpostavlja se da učenici trećeg i četvrtog razreda osnovne škole nemaju zadovoljavajuća znanja o svojstvima materijala (tvrdoća, krtoš, hrapavost, providnost i elastičnost).

2. Pretpostavlja se da će postignuća učenika na testu znanja opadati sa porastom kognitivnog nivoa zadatka.
3. Pretpostavlja se da postoje statistički značajne razlike u postignućima učenika trećeg i četvrtog razreda osnovne škole.

Za potrebe istraživanja primenjen je test znanja o svojstvima materijala, oblikovan u skladu sa revidiranom Blumovom taksonomijom (Anderson & Krathwohl, 2001). Test se sastoji od 12 pitanja, po dva sa svakog od šest nivoa postignuća – prepoznavanje, razumevanje, primenjivanje, analiziranje, evaluiranje i stvaranje. Ukupan broj bodova na testu je bio 40, a zahtevi su bodovani različito, u skladu sa odgovarajućim kognitivnim nivoom postignuća. Učenici su rešavali test tokom jednog školskog časa, odnosno 45 minuta. U tabeli 2 prikazani su pojmovi i zahtevi u pojedinim pitanjima na testu znanja o svojstvima materijala, kao i kognitivni nivoi.

Tabela 2: Pojmovi i zahtevi u testu znanja o svojstvima materijala

Redni broj pitanja	Pojmovi	Zahtevi	Kognitivni nivo
1	Elastičnost	Prikazane su ilustracije sledećih predmeta: metalne opruge, drvenog stola, kamena i gumene lopte. Potrebno je zaokružiti slovo ispred ilustracija elastičnih predmeta	Prepoznavanje
2	Tvrdoća	U datom nizu ilustracija – kamen, haljina, plišana igračka i staklena čaša potrebno je odabrati i zaokružiti slovo ispred predmeta izrađenih od mekih materijala.	Prepoznavanje
3	Providnost	Prikazana je slika dece koja stoje sa dve strane prozora. Potrebno je objasniti kako je moguće da oni vide jedni druge.	Razumevanje
4	Tvrdoća, krtost, providnost	Naveden je niz materijala: staklo, tkanina, metal i drvo. Potrebno je odabrati dva materijala i upisati njihove nazive u odgovarajuće krugove. Pored prvog kruga je napisano <i>tvrd</i> , <i>providno</i> i <i>lomi se</i> , a pored drugog <i>meko</i> , <i>neprovidno</i> i <i>ne lomi se</i> .	Razumevanje
5	Hrapavost	Potrebno je odgovoriti na pitanje (i obrazložiti odgovor), koja od dve kutije će brže skliznuti sa kose površine, ona koja se kreće po staklu ili ona koja se kreće po papiru za šmirglanje.	Primenjivanje
6	Tvrdoća i providnost	Na slici je prikazana kuća na kojoj su zidovi od plastike, krov od stakla, vrata od stiropora i prozori od metala. Potrebno je odgovoriti na pitanje šta su majstori pogrešno uradili tokom pravljenja kuće, i napisati kako je trebalo ispravno uraditi.	Primenjivanje

7	Tvrdoća, providnost, krtost, hrapavost	Na slici je prikazana kuća. Potrebno je prepoznati i navesti materijale od kojih su izrađeni krov, zidovi, stepenište, ograda, prozori i vrata kuće.	Analiziranje
8	Elastičnost	Ilustrovane su dve situacije u kojima dečak vuče sanke. Potrebno je odabrati kanap ili lastiš koji će vezati sanke, i taj izbor obrazložiti.	Analiziranje
9	Providnost, hrapavost, krtost, tvrdoća i elastičnost	U centru zadatka tipa mreže ucrtan je krug u kome piše <i>staklo</i> . Oko ovog kruga je još pet krugova povezanih linijama sa centralnim. U okolne krugove je potrebno upisati svojstva stakla.	Evaluiranje
10	Providnost, hrapavost, krtost, tvrdoća i elastičnost	Prikazanu tablicu je potrebno popuniti upisivanjem znaka + u odgovarajuća polja. U zaglavlju tablice je upisano <i>metal, guma, plastika, drvo i staklo</i> , a u prvoj levoj koloni <i>ključ, lopta, frizbi i orman</i> .	Evaluiranje
11	Tvrdoća	Prikazana je slika dnevne sobe na kojoj se mogu videti krevet, fotelja, lampa, čebe, prekrivač, jastuci, stočići, niska stolica i komoda sa knjigama. Potrebno je opisati kako bi od predmeta iz sobe bilo moguće napraviti šator za igranje, i prikazati ga crtežom.	Stvaranje
12	Tvrdoća i krtost	Prikazane su ilustracije gline, tempera, četkice, vode i peći za sušenje. Potrebno je opisati kako bi od datog materijala mogla da se napravi saksija. Saksiju prikazati crtežom.	Stvaranje

Uzorak nastavnih sadržaja odabran je u okviru Programa nastave i učenja za treći i četvrti razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja (SG RS br. 5/2019; SG RS br. 11/2019) o materijalima i njihovim svojstvima. Populaciju istraživanja čine svi učenici trećih i četvrtih razreda osnovnih škola „Avram Mrazović“ i „Ivo Lola Ribar“ u Somboru. Uzorak čini 95 učenika trećih i četvrtih razreda ovih osnovnih škola, a istraživanje je sprovedeno tokom aprila 2024. godine.

REZULTATI I DISKUSIJA

Statistički su obrađena sledeća obeležja: *bodovi na testu znanja, sumativna ocena i postignuća učenika*. Bodovi koje je moguće ostvariti na testu grupisani su u intervale (tabela 3) kojima su pridružene sumativne ocene: (1, 2, 3, 4, 5). Najveći broj učenika je ostvario bodove u intervalu [25, 32], tačnije 41 učenik, što čini 43% ukupnog uzorka, dok je samo 1 učenik ostvario bodove u intervalu [0, 8].

*Tabela 3: Intervali bodova na testu, sumativna ocena
i postignuća učenika na testu znanja*

Intervali bodova na testu	Sumativna ocena	Postignuća učenika	f	f*	f*%	F	F*	F*%
[0 , 8]	1	Nedovoljna	1	0,01	1%	1	0,01	1%
[9 , 16]	2	Dovoljna	9	0,09	9%	10	0,1	10%
[17 , 24]	3	Dobra	25	0,27	27%	35	0,36	36%
[25 , 32]	4	Vrlo dobra	41	0,43	43%	76	0,8	80%
[33 , 40]	5	Odlična	19	0,2	20%	95	1	100%
Σ			95	1	100%	/	/	/

Najveći broj bodova (36) imao je učenik trećeg razreda osnovne škole „Ivo Lola Ribar“, a najmanji (7) učenik četvrtog razreda škole „Avram Mrazović“. Aritmetička sredina ostvarenih bodova na testu svih učenika u uzorku je $\bar{X} = 26$, 22 boda, dok je broj bodova koji se najčešće pojavljuje u uzorku $x_{\text{mod}} = 28,5$.

Prosek sumativnih ocena učenika na testu je 3,71, pri čemu se prosek populacije kreće u intervalu od 3,56 do 3,90.

Na osnovu obeležja *sumativne ocene* i prikupljenih podataka u uzorku, proveravan je *nivo postignuća učenika*. Zadovoljavajuće znanje učenika definisano je sumativnim ocenama 4 i 5 na testu. Za pretpostavku da više od 80% učenika trećih i četvrtih razreda ima zadovoljavajuće znanje o svojstvima materijala, odnosno sumativne ocene 4 i 5 iz ove oblasti, važi sledeće:

$$H_0: p \geq 80\% \quad H_1: p < 80\%$$

Za testiranje hipoteze primenjena je normalna raspodela ($n = 95$), pri čemu je oblast odbacivanja $H_0 \in (-\infty, -2,32)$, dok je oblast neodbacivanja $H_0 \in (-2,32, +\infty)$. Realizovana vrednost statistike testa je $z = -2,53$ odakle se može videti da vrednost pripada oblasti odbacivanja, te se H_0 odbacuje, a prihvata H_1 . Sa sigurnošću od 99% može se tvrditi da manje od 80% učenika trećih i četvrtih razreda OŠ „Ivo Lola Ribar“ i „Avram Mrazović“ u Somboru, ima sumativne ocene 4 ili 5 iz oblasti poznavanja svojstava materijala, što znači da je pretpostavka o nezadovoljavajućim znanjima o svojstvima materijala istinita.

U tabeli 4 je prikazan prosečni broj osvojenih bodova za učenike trećeg i četvrtog razreda na svakom od šest kognitivnih nivoa (*znam, razumem, primenjujem, analiziram, evaluiram, stvaram*). Ukupan broj bodova na testu znanja usklađen je sa skalom ocenjivanja, gde je svaki naredni kognitivni nivo bodovan većim brojem bodova u odnosu na prethodni, tako da je maksimalni mogući broj bodova na testu bio 40.

Tabela 4: Postignuća učenika na testu znanja po kognitivnim nivoima

	KOGNITIVNI NIVOI ZADATAKA NA TESTU					
	Znam	Razumem	Primenjujem	Analiziram	Evaluiram	Stvaram
Ukupan broj bodova po kognitivnim nivoima	2	4	6	8	10	10
Prosečan broj bodova učenika 3 razreda (procenat)	1,6 (80%)	3,1 (77,5%)	4,2 (70%)	5,8 (72,5%)	6,6 (66%)	7 (70%)
Prosečan broj bodova učenika 4 razreda (procenat)	1,3 (65%)	3,3 (82,5%)	3 (50%)	4,6 (57,5%)	6 (60%)	5,1 (51%)

Pretpostavka da će postignuća učenika sa porastom kognitivnog nivoa opadati se može opovrgnuti na osnovu podataka prikazanih u tabeli 2. Utvrđeno je da se postignuća učenika razlikuju od nivoa do nivoa, s tim da ne postoji jasna analogija na koji način, tj. bez rastućeg/opadajućeg poretka. Učenici trećeg razreda pokazali su najviše znanja na prvom kognitivnom nivou *Znam*, dok su najmanje znanja pokazali na nivou *Evaluiram*. Može se zaključiti da učenici poseduju osnovna znanja o svojstvima materijala, spremni su ih objasniti, pa čak i primeniti u zadacima koji ih uvode u realne situacije. Međutim, na nivou evaluacije, učenici pokazuju nesigurnost prilikom samostalnog zaključivanja i određivanja tačnih odgovora. Učenici četvrtog razreda najveća postignuća su imali na nivou *Razumem*, a najmanja na nivou *Primenjujem*. Zaključujemo da učenici četvrtih razreda takođe imaju osnovna znanja o svojstvima materijala, prepoznaju pojmove i lako ih objašnjavaju. Međutim, kada je potrebna primena znanja u svakodnevnim situacijama i njegova sinteza radi stvaranja nečeg novog, postignuća su im nezadovoljavajuća.

Slabija postignuća učenika četvrtog razreda u poređenju sa postignućima učenika trećih razreda mogu se delimično objasniti time da su učenici trećeg razreda u skorijem periodu pre samog testiranja počeli obnavljanje gradiva iz oblasti *Materijali*, koje su usvojili pred završetak drugog razreda. Usled toga gradivo koje je obuhvaćeno testom je za njih jasnije i „svežije“. Sa druge strane, učenici četvrtih razreda, u toku školske godine pretežno obrađuju oblasti koje obuhvataju gradivo vezano za našu zemlju Srbiju (geografske, klimatske karakteristike, floru i faunu, nacionalne znamenitosti i njihov značaj itd.), dok u oblasti *Materijali*, pažnju posvećuju prevashodno smešama, magnetizmu i elektricitetu.

Postignuća učenika trećeg razreda bolja su od postignuća učenika četvrtog razreda gotovo na svakom kognitivnom nivou, što se može videti u tabeli 5. Jedini kognitivni nivo u kome znanja učenika četvrtog razreda nadmašuju znanja onih u trećem jeste kognitivni nivo *Razumem* (3 nivo).

U tabeli 5 možemo uočiti da se pored prosečnog broja bodova po kognitivnim nivoima postignuća učenici trećeg i četvrtog razreda znatno razlikuju i prema arit-

metičkim sredinama bodova osvojenih na testu, kao i prema prosečnim sumativnim ocenama učenika u uzorku.

Tabela 5: Deskriptivni statistički parametri na testu znanja u zavisnosti od uzrasta učenika i šest kognitivnih nivoa postignuća

	RAZRED											
	TREĆI						ČETVRTI					
	KOGNITIVNI NIVOI ZADATAKA											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Prosečan broj bodova	1,6	3,1	4,2	5,8	6,6	7	1,3	3,3	3	4,6	6	5,1
Aritmetička sredina bodova	4,716						3,883					
Standardna devijacija	1,7						1,4					
Prosečna sumativna ocena (μ)	4,02						3,40					

Za pretpostavku da postoje razlike među postignućima učenika trećih i četvrtih razreda važi:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad H_1: \mu_1 \neq \mu_2,$$

gde su razlike analizirane i proveravane na osnovu obeležja *sumativne ocene*. Za testiranje hipoteze primenjena je Studentova t-raspodela, pri čemu je oblast odbacivanja je $H_0 \in (-\infty, -2,576) \cup (+2,576, +\infty)$, a oblast neodbacivanja $H_0 (-2,576, +2,576)$. Realizovana vrednost statistike testa je $t = 3,4$ i pripada oblasti odbacivanja, te se H_0 odbacuje, a prihvata H_1 . Sa sigurnošću od 99% može se tvrditi da postoje razlike između prosečnih ocena učenika trećih i četvrtih razreda OŠ „Ivo Lola Ribar“ i „Avram Mrazović“ u Somboru, a samim tim i razlike u njihovim postignućima u korist učenika trećeg razreda.

Statistička značajnost razlika između varijansi dva uzorka (učenici trećeg i učenici četvrtog razreda) je proveravana F-testom. Razlika među prosečnim ocenama svih učenika trećih i četvrtih razreda u populaciji određena je 99% – intervalom poverenja oblika:

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm t^* \cdot SE(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)$$

Interval u kojem se nalazi razlika sumativnih ocena je (0,17 ; 1,07). Pošto je izračunata F vrednost (1.58) manja od kritične (7.15), može se zaključiti da je razlika koja se javlja između standardnih devijacija posledica slučajnih grešaka. Usled toga se sa sigurnošću od 95% može tvrditi da razlika među postignućima učenika trećih i četvrtih razreda OŠ „Ivo Lola Ribar“ i „Avram Mrazović“ u Somboru, nije statistički značajna.

ZAKLJUČAK

Kako bi bio proveren nivo usvojenosti nastavnih sadržaja o materijalima i njihovim svojstvima kod učenika trećeg i četvrtog razreda osnovne škole sprovedeno je istraživanje o razumevanju pojmova vezanih za tvrdoću, krtoš, hrapavost, providnost i elastičnost, materijala. Kao instrument istraživanja korišćen je test znanja, kreiran po revidiranoj Blumovoj taksonomiji. Analizom dobijenih rezultata došlo se do saznanja da učenici navedenog uzrasta nemaju zadovoljavajuća znanja o svojstvima materijala, pri čemu je zadovoljavajuće znanje definisano sumativnim ocenama 4 i 5 na testu znanja. Prilikom tumačenja načina rešavanja zadataka na različitim kognitivnim nivoima (*znam, razumem, primenjujem, analiziram, evaluiram, stvaram*) nije utvrđena pravilnost po kojoj bi učenici uspešnije rešavali zadatke sa nižih kognitivnih nivoa u odnosu na više. Učenici trećeg razreda su imali najbolja postignuća na prvom kognitivnom nivou *Znam*, a najslabija na nivou *Evaluiram*, što bi moglo značiti da su formalno usvojili znanja o svojstvima materijala, ali nisu stekli veštine neophodne za procenjivanje i analiziranje. Slično tome, učenici četvrtog razreda ostvarili su najbolja postignuća na nivou *Razumem*, a najslabija na nivou *Primenjujem*, što bi moglo značiti da nastavni modeli koji se primenjuju u nastavnoj praksi obezbeđuju usvajanje pojmova do drugog kognitivnog nivoa, dok su već na trećem nivou postignuća evidentne slabosti tih modela. Preporuka je da se i ovi nastavni sadržaji, kao i svi ostali iz oblasti prirodnih nauka, što češće obrađuju savremenim nastavnim pristupima kao što su problemska, projektna i istraživačka nastava, u skladu sa mnogobrojnim dokazima efikasnosti navedenih pristupa (Stojaković, 2005; Bošnjak Stepanović i Gorjanac Ranitović, 2016; Sinervo et al., 2020). Iako je potvrđena razlika u postignućima učenika trećeg i četvrtog razreda, ta razlika je suprotno očekivanjima u korist učenika mlađeg uzrasta. Ovako dobijeni rezultati se mogu donekle objasniti rasporedom nastavnih sadržaja po razredima, gde se ispitivani sadržaji u velikoj meri izučavaju u trećem, dok u četvrtom razredu preovlađuju sadržaji iz oblasti društvenih nauka. Ipak, nalazi potvrđuju nizak nivo retencije znanja, što takođe može biti pokazatelj nedovoljne efikasnosti nastavne prakse. Kako bi kvalitet nastave, a samim tim i postignuća učenika bila unapređena, potrebno je sprovediti dalja istraživanja koja bi poredila različite nastavne pristupe prilikom obrade sadržaja o vrstama i svojstvima materijala.

LITERATURA

- Allen, M. (2011). *Misconceptions in primary science*. Glasgow: Bell and Bain Ltd.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., & Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman Publishing.
- Bayuni, C. T., Sopandi, W., & Sujana, A. (2017). Identification misconception of primary school teacher education students in changes of matters using a five-tier diagnostic test. In *Journal of Physics: Conference Series 1013. 4th International*

- Seminar of Mathematics, Science and Computer Science Education* (pp. 1-7). Bandung, Indonesia.
doi:10.1088/1742-6596/1013/1/012086.
- Blagdanić, S., Radovanović, I. i Bošnjak Stepanović, M. (2019). Predubedenja učenika o prirodnim fenomenima na početku osnovnog obrazovanja – okov i/ili mogućnost. *Inovacije u nastavi*, 32(1), 16-29.
- Bošnjak Stepanović, M. i Gorjanac Ranitović, M. (2016). Implementation of the Project-based Learning - Opportunities and Difficulties. In D. Petrović, & M. Antolović (Eds.), *Proceedings "Education and the social challenges at the beginning of the 21st century"* (pp. 152-172). Sombor: Faculty of education in Sombor, University of Novi Sad.
- Chittleborough, G., & Hubber, P. (2013). *Material world: learning and teaching chemistry, in Learning and teaching primary science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Farrow, S. (2011). *The really useful science book. A framework of knowledge for primary teachers*. London: Routledge.
- Gustafson J. B., Patricia M. Rowell, M. P., & Rose, P. D. (1999). Elementary Children's Conceptions of Structural Stability: A Three Year Study. *Journal of Technology Education*, 11(1), 27-44.
- Haglund, J., Jeppsson, F., & Andersson, J. (2014). Primary school children's ideas of mixing and of heat as expressed in a classroom setting. *Journal of Baltic Science Education*, 13(5), 726-739.
- Haeusler, C., & Donovan, J. (2020). Challenging the science curriculum paradigm: Teaching primary children atomic-molecular theory. *Research Science Education*, 50, 23-52. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9679-2>.
- Hermita, N., Alpusari, M., Noviana, E., Kurniaman, O., Widyanthi, A., & Suhandi, A. (2019). A Study of Prospective Primary School Teachers' Alternatif Conception in Heat and Temperature. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1), 012072. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012072>.
- Ivić, I., Pešikan, A. i Antić, S. (2001). *Aktivno učenje 2*. Beograd: Institut za psihologiju; Ministarstvo prosvete i sporta Republike Srbije; Ministarstvo za prosvjetu i nauku Crne Gore.
- Lestari, L. D., Prabowo, P., & Widodo, W. (2018). Reducing light misconceptions by using Predict-Observe-Explain strategies. *Paper presented at the Mathematics, informatics, science, and education international conference (MISEIC), Surabaya, July 21, 2018*. doi: 10.2991/miseic-18.2018.16.
- Ozmen, H. (2011). Turkish primary students' conceptions about the particulate nature of matter. *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(1), 99-121.
- Pravilnik o planu nastave i učenja za prvi ciklus osnovnog obrazovanja i vaspitanja i programu nastave i učenja za prvi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja (2017), *Službeni glasnik RS – Prosvetni glasnik*. Br. 10.
- Pravilnik o programu nastave i učenja za drugi razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja (2018), *Službeni glasnik RS – Prosvetni glasnik*. Br. 16.

- Pravilnik o programu nastave i učenja za treći razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja (2019), *Službeni glasnik RS – Prosvetni glasnik*. Br. 5.
- Pravilnik o programu nastave i učenja za četvrti razred osnovnog obrazovanja i vaspitanja (2019), *Službeni glasnik RS – Prosvetni glasnik*. Br. 11.
- Ravanis, K. (2018). How do we see the nonluminous object? 12-13 years-old students' mental representations of vision. *Jurnal ilmiah pendidikan fisika 'Al-BiRuNi'*, 7(1), 1-9. doi: 10.24042/jipfalbiruni.v7i1.2326.
- Radojević, M. (2014). *Fizika, Udžbenik za 7. razred osnovne škole*. Beograd: Klett.
- Samarapungavan, A., Bryan, L., & Wills, J. (2017). Second Graders' Emerging Particle Models of Matter in the Context of Learning Through Model-Based Inquiry. *Journal of research in science teaching*, 54(8), 988-1023.
- Sinervo, S., Sormunen, K., Kangas, K., Hakkarainen, K., Lavonen, J., Juuti, K., Korhonen, T., & Seitamaa Hakkarainen, P. (2020). Elementary school pupils' co-inventions: Products and pupils' reflections on processes. *International Journal of Technology and Design Education*, 31, 653-676.
- Sopandi, W., Latip, A., & Sujana, A. (2017). Prospective primary school teachers' understanding on states of matter and their changes. In *Journal of Physics: Conference Series 812. 4th International Seminar of Mathematics, Science and Computer Science Education* (pp. 1-8). Bandung, Indonesia. doi:10.1088/1742-6596/812/1/012075.
- Sozen, M., & Bolat, M. (2011). Determining the misconceptions of primary school students related to sound transmission through drawing. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 1060-1066. doi: 10.1016/j.sbspro.2011.03.239.
- Stojaković, O. (2005). Problemska nastava. *Obrazovna tehnologija*, 3-4, 72-89.
- Uzun, S., Nedim Alev, N., & Karal, I. S. (2013). A cross-age study of an understanding of light and sight concepts in physics. *Science Education International*, 24(2), 129-149. Accessed 22. June 2023. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1015829.pdf>.
- Wendell, B. K., & Lee, H. S. (2010). Elementary Students' Learning of Materials Science Practices Through Instruction Based on Engineering Design Tasks. *Journal of Science Education and Technology*, 19, 580-601. doi:10.1007/s10956-010-9225-8.
- Wenham, M., & Ovens, P. (2010). *Understanding Primary Science* (3rd ed.). Los Angeles: SAGE.

ACHIEVEMENTS OF ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS ON A KNOWLEDGE TEST ABOUT TYPES AND PROPERTIES OF MATERIALS

Summary: At an early age, children encounter various materials, describe them and classify them in their own and not always scientifically correct ways, which later makes school learning more difficult (or may complicate) them. With the aim of assessing the level of achievement of third and fourth grade students of primary school on the types and properties of materials, an examination of the concepts of hardness, brittleness, roughness, transparency and elasticity of materials was conducted. The research was conducted using a knowledge test on the aforementioned concepts, which was created according to the revised Bloom's Taxonomy. 95 students from the "Ivo Lola Ribar" and "Avram Mrazović" primary schools in Sombor were tested, and the sample of teaching content for

testing was selected from the Teaching and Learning Program for students of younger school age (from first to fourth grade).). The analysis of the obtained data revealed that students do not have satisfactory knowledge about the types and properties of materials, while satisfactory knowledge in the research was defined by a summative score of 4 and 5 on the knowledge test. When solving tasks at different cognitive levels, students achieved the best achievements at the level of knowledge (third grade) and understanding (fourth grade), while from the third cognitive level (application) both grades achieved weaker achievements, without a clearly visible regularity in the decrease or increase in the number of points earned. Contrary to expectations, younger students achieved better results compared to older students, with the observed difference not being statistically significant.

Keywords: material properties, student achievement, knowledge test, class teaching, Bloom's taxonomy