

# Matematičke osnove rada računala u nastavi informatike u osnovnoj školi

---

Miškić, Ivona

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:902462>

Rights / Prava: [In copyright](#)/Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-21**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET**  
**MATEMATIČKI ODSJEK**

Ivona Miškić

**MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U NASTAVI**  
**INFORMATIKE U OSNOVNOJ ŠKOLI**

Diplomski rad

Voditelj rada:

doc. dr. sc. Goranka Nogo

Zagreb, 2019.

Ovaj diplomski rad obranjen je dana \_\_\_\_\_ pred ispitnim povjerenstvom u sastavu:

1. \_\_\_\_\_, predsjednik

2. \_\_\_\_\_, član

3. \_\_\_\_\_, član

Povjerenstvo je rad ocijenilo ocjenom \_\_\_\_\_ .

Potpisi članova povjerenstva:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

*Zahvaljujem se svojoj mentorici, docentici Goranki Nogo na strpljenju, pomoći i mnogim korisnim savjetima tijekom pisanja ovog diplomskog rada.*

*Hvala mojoj obitelji na podršci tijekom čitavog studiranja, posebno mojoj majci koja je otišla prije dovršetka istog, ali sigurno se ponosi na nekom ljepšem mjestu.*

*Veliko hvala svim mojim prijateljima i kolegama koji su bili uz mene svih ovih godina, stvarali lijepe uspomene i nova prijateljstva koja će trajati zauvijek.*

# Sadržaj

Sadržaj.....	iv
Uvod.....	1
1 Matematičke osnove rada računala u petom razredu .....	4
1.1 Prikazivanje podataka u računalu .....	4
1.1.1 Bit.....	5
1.1.2 Bajt.....	10
1.1.3 Kodiranje i pretvaranje brojeva.....	12
1.2 Ishodi učenja.....	22
2 Matematičke osnove rada računala u šestom i sedmom razredu .....	24
3 Matematičke osnove rada računala u osmom razredu .....	25
3.1 Logička funkcija.....	26
3.2 Osnovne logičke funkcije .....	26
3.2.1 Aktivnosti i primjeri uvođenja logičkih funkcija.....	28
3.3 Logički sklopovi.....	34
3.4 Ishodi učenja.....	37
3.5 Logičke funkcije u programiranju .....	38
Bibliografija .....	41

# Uvod

Matematičkim osnovama rada računala smatramo teme kao što su brojevni sustavi, binarno računanje, prikaz brojeva u računalu, mjerne jedinice za količinu memorije te matematička logika, odnosno Booleova logička algebra. U radu ćemo analizirati kako su navedene teme obrađene u udžbenicima iz predmeta Informatika za osnovnu školu odobrenima od strane Ministarstva znanosti i obrazovanja za školsku godinu 2019./2020. Analizirat ćemo udžbenike izdavača Alfa ([1], [2], [3] i [4]), Profil Klett ([16], [17], [18] i [19]), Školska knjiga ([11], [12], [13] i [14]) te Udžbenik.hr ([7], [8], [9] i [10]). Svi navedeni udžbenici nalaze se u Katalogu odobrenih udžbenika za osnovnu školu, gimnazije i srednje strukovne škole kojega smo preuzeli na službenim stranicama Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske (vidi [20]).

Kurikulum nastavnoga predmeta Informatika za osnovne škole i gimnazije u Republici Hrvatskoj (vidi [15]) sadrži četiri domene za realizaciju nastavnog predmeta Informatika: A. informacije i digitalna tehnologija, B. računalno razmišljanje i programiranje, C. digitalna pismenost i komunikacija, D. e-društvo.

Iako se sve četiri domene međusobno isprepliću i nadopunjuju, većina tema koje ćemo analizirati u ovom radu pripadaju domeni A. informacije i digitalna tehnologija u kojoj se izučavaju „osnovna znanja i koncepti računalne znanosti te razumijevanje digitalnoga prikaza, pohrane i prijenosa podataka uporabom računala, digitalnih uređaja ili mreža.“ (vidi [15]).

U sljedeća tri poglavlja analizirat ćemo i kritički vrednovati sadržaje u navedenim udžbenicima, počevši s petim razredom osnovne škole. Istaknut ćemo uočene pozitivne strane pojedinih udžbenika, zanimljive i korisne primjere te najvažnije, izdvojiti analizom uočene

neprijemne, čak pogrešne koncepte i predložiti odgovarajući način obrade kroz učeničke aktivnosti.

Citirani dijelovi udžbenika pisani su *kurzivom* bez ispravljanja pravopisnih pogrešaka.





# Poglavlje 1

## Matematičke osnove rada računala u petom razredu

U petom razredu osnovne škole, na nastavnom predmetu Informatika, nakon što su se učenici upoznali s osnovnim pojmovima o hardveru računala te kako se služiti računalom, slijedi upoznavanje s „načinom razmišljanja“ računala, odnosno uvođenje činjenice da računalo razumije samo jezik brojeva i to tako da koristi samo znamenke nule i jedinice.

Ishod u [15] koji se odnosi na obrađeno gradivo glasi: „A.5.3 analizira način na koji računalo pohranjuje sve vrste podataka.“ (vidi [15])

U nastavnim jedinicama po analiziranim udžbenicima za peti razred obrađeni su pojmovi bita i bajta, kodiranje te binarni brojevni sustav. Navedeni pojmovi najčešće su u udžbenicima svrstani pod nastavnom temom Prikazivanje podataka u računalu. Tema je u petom razredu obrađena ukratko, opširnije o načinu prikazivanja podataka u računalu te brojevnim sustavima radi se u prvom razredu srednje škole u predviđenim nastavnim programima. U ovom poglavlju analizirat ćemo kako je navedena tema obrađena te ponuditi aktivnosti i primjere kojima bi se tema mogla primjereno uvesti.

### 1.1 Prikazivanje podataka u računalu

Analiziranjem udžbenika primjećujemo kako različiti autori navedene temeljne pojmove uvode različitim redoslijedom dok neki izostavljaju pretvaranje brojeva iz binarnog u dekadski brojevni sustav i obratno što smatramo velikim nedostatkom. U udžbeniku [7] najprije se uvodi bit, zatim bajt te kodiranje kodom ASCII, no pretvaranje brojeva se ne spominje. U udžbeniku [1] uveden je pojam bita, zatim se spominje kodiranje, a tek nakon toga definicija

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

bajta te je također potpuno izostavljeno pretvaranje brojeva. U udžbeniku [11] tema je najbogatije obrađena, no također redoslijed nije jasan, najprije se uvodi pojam bita, pretvaraju se brojevi zapisani četvorkom bitova, zatim se uvodi pojam bajta i kodiranje. Dani primjeri i objašnjenja u većini udžbenika vrlo su oskudni te autori često navode samo definicije pojmova, potpuno izostavljajući primjere. U nastavku poglavlja navest ćemo primjere takvog postupanja, a redoslijed sljedećih potpoglavlja predlažemo kao ispravan redoslijed uvođenja temeljnih pojmova.

### 1.1.1 Bit

Pojam bita temeljni je pojam ove teme i njega je potrebno uvesti prvoga, kako je i napravljeno u svim analiziranim udžbenicima. Pojam je često uveden pomoću žarulje ili prekidača, odnosno sklopke s dva stanja što smatramo da je dobar primjer za opis dva stanja koja se mogu prikazati pomoću dvije znamenke. Primjeri iz nekih od udžbenika prikazani su slikama [1.1](#) i [1.2](#).



Slika 1.1: Dva stanja sklopke zapisana binarno (vidi [7])

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU



Slika 1.18. Stanje žarulje (0 i 1)

Slika 1.2: Dva stanja žarulje prikazana binarno (vidi [16])

U udžbeniku [1] opisana je igra kojom autori objašnjavaju kako računalo razumije samo dva stanja predstavljena pomoću dviju znamenaka: 0 i 1. Smatramo da je igra zanimljiva, no možda nespretna za izvođenje u učionici, a glasi: „*Jedan učenik dobije čašu koju treba ili napuniti vodom ili je ostaviti praznom. Drugi učenik zatvorenih očiju kažiprstom do dna čaše treba „pročitati“ informaciju sadržanu u čaši vode: ako kažiprst ostane suh, u čaši nema vode, ako se kažiprst smoči, očito u čaši ima vode. Prije početka igre dogovorimo pravila: ako je čaša prazna, kažemo „bijelo“, ako u čaši ima vode, kažemo „crno“.*“ (vidi [1]). Također, smatramo da su autori za pravila igre mogli upotrijebiti znamenke 0 i 1 umjesto „bijelo“ i „crno“ jer govore o načinu rada računala te oznake „bijelo“ i „crno“ nemaju nikakve veze niti s vodom niti sa stanjima bita.

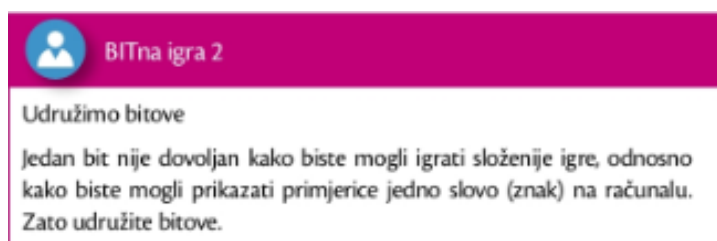
U digitalnom dodatku udžbenika [11] dane su igre za otkrivanje pojma bita, udruživanja bitova, četvorke bitova te preračunavanja binarnog broja u dekadski broj. Međutim smatramo da je nedostatak tome da učenici trebaju instalirati određenu aplikaciju na svoje pametne telefone te sama aplikacija traži dodatke bez kojih se igre ne mogu igrati. Na slikama 1.3 do 1.6 prikazani su dijelovi udžbenika koji upućuju na korištenje aplikacije. Smatramo da je inzistiranje na korištenju pametnih telefona u ovom slučaju nepotrebno jer se dane aktivnosti mogu jednostavno i brzo provesti na nastavi te ne možemo očekivati od svih učenika

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

posjedovanje pametnih telefona. Učinak provedene aktivnosti zasigurno će biti bolji za učenike jer mogu sudjelovati svi i provođenje može biti vrlo zanimljivo.



Slika 1.3 (vidi [11])



Slika 1.4 (vidi [11])



Slika 1.5 (vidi [11])



Slika 1.6 (vidi [11])

Uvođenje samoga pojma bita vrlo je jednostavno i svaki udžbenik sadrži prihvatljiv primjer za dva stanja koja može poprimiti jedan bit te smatramo da će učenici brzo shvatiti navedeni pojam.

Slijedi udruživanje bitova gdje nailazimo na izostanak primjera i aktivnosti. U udžbeniku [16] autori navode samo sljedeći tekst: „Rekli smo da jedan bit ima dva stanja: 0 i 1. Dva bita

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

imaju četiri stanja: 00, 01, 10, 11. Tri bita imaju osam stanja: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. Četiri bita imaju šesnaest stanja: 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111, 1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1101, 1110, 1111. Možemo uvidjeti pravilno povećanje broja stanja pri uvođenju novog bita. Svaki je sljedeći broj stanja duplo veći od prethodnog.“ (vidi [16]), dok autori udžbenika [7] navode sljedeće: „Rabeći dva bita, mogu se dobiti četiri kombinacije nula i jedinica: 00, 01, 10, 11. To bi bilo dovoljno samo za četiri slova. Uz pomoć tri bita moguće je napisati osam zapisa: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 i 111.“ (vidi [7]). Smatramo da je za uvođenje broja različitih stanja koje možemo dobiti nizom bitova nužno aktivirati razmišljanje učenika ili barem navesti vizualni primjer kao što je u udžbeniku [1] (slika 1.7)

Broj bitova	1		2				3										
Moguća stanja	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
			☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
							☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Broj mogućih stanja	2		4				8										

Slika 1.7: Broj bitova i mogući broj stanja za svaki bit (vidi [1])

Slične igre, odnosno aktivnosti kakve su opisane u digitalnom dodatku udžbenika [11], mogu se jednostavno provesti koristeći kartice, žetone, novčiće ili nešto slično te na taj način kroz aktivnost učenika obraditi zadano gradivo.

Prva aktivnost koju ćemo opisati u ovom poglavlju odnosi se na otkrivanje pojma bita te navodi učenike na udruživanje bitova i otkrivanje broja različitih stanja koje možemo dobiti nizom bitova.

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

### Aktivnost 1.1. Bit

Cilj aktivnosti: Učenici će otkriti pojam bita te broj stanja udruženih bitova.

Nastavni oblik: Grupni rad i individualni rad

Nastavna metoda: Metoda dijaloga, metoda eksperimenta

Potreban materijal: Žetoni

Tijek aktivnosti: Jedan učenik treba zamisliti neki predmet te ga zapisati na papirić. Učitelj/ica proziva tog učenika ispred ploče te ostali učenici trebaju pogoditi koji je predmet on zapisao na papirić. Dopuštena su pitanja na koje učenik pred pločom odgovara samo s odgovorima DA ili NE. Pretpostavljamo da učenik uvijek odgovara točno.

Primjer provođenja aktivnosti:

Nalazi li se predmet u učionici?	DA
Je li predmet dio računalne opreme?	NE
Je li predmet dio inventara?	DA
Može li se na predmetu sjediti?	DA
Je li predmet stolica?	NE
Je li predmet klupa?	DA

Vizualiziramo slijed odgovora pomoću žetona zelene i crvene boje.



Učenici uočavaju da odgovori DA i NE, odnosno žetoni zelene i crvene boje predstavljaju dva stanja jednoga bita.

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

Nakon toga, učitelj/ica dijeli po dva žetona svakom učeniku te je njihov zadatak otkriti koliko je mogućih stanja dva bita, zatim dobivaju po još jedan žeton i tako dalje. Otkrivaju da za dva bita postoji ukupno četiri stanja, za tri bita osam stanja, za četiri bita šesnaest stanja. Daljnja generalizacija za  $n$  bitova provodi se u srednjoj školi.



Zeleni žetoni predstavljaju jedinice, a crveni žetoni predstavljaju nule te niz odgovora iz primjera možemo zapisati na sljedeći način:



### 1.1.2 Bajt

Prirodan nastavak na obradu pojma bita jest uvođenje pojma bajta. Kako računalo prepoznaje velik broj različitih podataka, jasno je da s tri ili četiri bita nije moguće prikazati sve podatke, a dogovorno se kao sljedeća veća jedinica koristi bajt koji je sastavljen od osam bitova. Prilikom uvođenja bajta, u svim su udžbenicima izostavljeni bilo kakvi primjeri te autori navode samo da je bajt niz od osam bitova i da njime možemo zapisati 256 različitih stanja. U udžbeniku [11] prelazi se odmah na pretvaranje brojeva pomoću težinskih vrijednosti bitova. Smatramo da su autori trebali objasniti zbog čega se pomoću bajta može prikazati 256 različitih stanja ukoliko su već naveli sve težinske vrijednosti bitova. Ispod slike [1.8](#) dovoljno

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

bi bilo zbrojiti pridružene težinske vrijednosti bitova te tako dolazimo do broja 255. Uključivši nulu, dobivamo 256 različitih vrijednosti.



Slika 1.8: Ploče za BITne igre iz udžbenika [11] (vidi [11])

Za razumijevanje pojma bajta, predložili bismo kao aktivnost učenika popunjavanje tablice sa slike [1.9](#). Kako su učenici već uočili prilikom udruživanja dva, tri ili četiri bita, broj različitih stanja udvostručuje se dodavanjem novog bita pa mogu samostalno popuniti danu tablicu. Diskusija koja bi slijedila sastojala bi se od sljedećih pitanja:

1) Koji je najveći broj kojega možemo prikazati jednim bajtom? Zašto?

*255, odgovor dobivamo zbrajanjem svih težinskih vrijednosti bitova.*

2) Koji je najmanji broj kojega možemo prikazati bajtom?

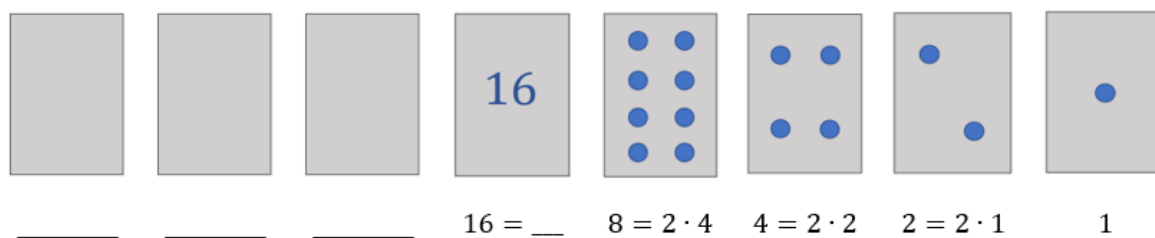
*0*

3) Koliko brojeva (stanja) možemo zapisati jednim bajtom?

*256.*

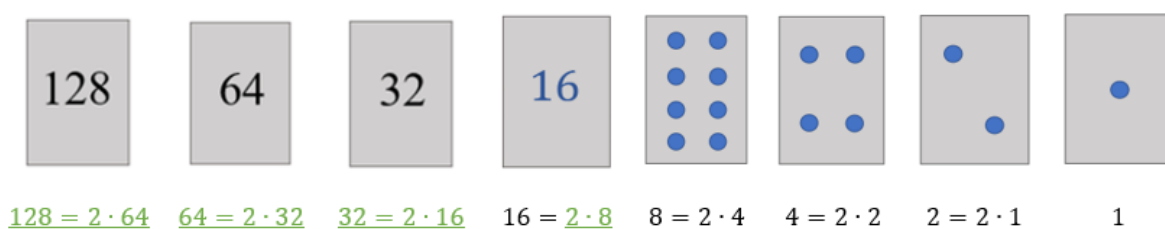


## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU



Slika 1.9: Težinske vrijednosti bitova

Popunjena tablica treba izgledati ovako:



Slika 1.10

### 1.1.3 Kodiranje i pretvaranje brojeva

Kao što smo već naveli, u dva od četiri udžbenika potpuno je izostavljen dio gradiva u kojemu se binarni brojevi pretvaraju u dekadске i obratno, što smatramo nedostatkom jer postupak se može objasniti jednostavnom aktivnošću koju ćemo opisati kasnije. U udžbeniku [7], nakon uvođenja pojma bajta, uvodi se pojam koda te dio ASCII tablice kao na slici 1.11, no nema nikakvih primjera niti objašnjenja kako se znakovi pretvaraju u ASCII, navode samo: „Koji znak treba zapisati kojom od kombinacija nula i jedinica, određeno je standardom za kodiranje odnosno kodnim standardom. Jedan od najraširenijih međunarodnih kodova jest kod ASCII.“ (vidi [7]) te time završava tema o pohranjivanju podataka u računalu.

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

Znak	Broj	Binarni kod
A	65	01000001
B	66	01000010
C	67	01000011
D	68	01000100

Slika 1.11: ASCII tablica – dio (vidi [7])

U udžbeniku [1] dana je ASCII tablica te zadatak za učenike da pomoću tablice kodova kodiraju slovo „M“. Tablicom su prikazani binarni kodovi koji se sastoje od osam bitova (bajt), a pojam bajta uveden je tek u sljedećoj nastavnoj jedinici što smatramo nelogičnim. Također, pretvaranje brojeva je potpuno izostavljeno.

Zanimljiv zadatak kojim bi učenici uvježbali kodirati pomoću ASCII tablice pronašli smo u udžbeniku [16], a glasi: „Koliko ti vremena treba da se potpišeš u ASCII kodu?“ (vidi [16]). Zadatak je personaliziran te svaki učenik dobiva izazov zapisati točno svoje ime i na taj način uvježbati kodiranje.

Smatramo da će učenici bolje razumjeti pozadinu kodiranja prema ASCII standardu ukoliko se obradi pretvaranje binarnih brojeva u dekadске jer će razumjeti zašto binarni kod 01000001 i dekadski broj 65 oboje predstavljaju znak „A“.

Udžbenik [16] jedini je udžbenik u kojemu je objašnjeno pretvaranje iz binarnog brojevnog sustava u dekadski brojevni sustav i obratno te je zadan zadatak za vježbu. Autori su ovoj temi posvetili čitavo potpoglavlje te na primjerima, pomoću težinskih vrijednosti znamenki, objasnili pretvaranje u oba smjera.

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	1	1	1	0	0	1

$$64 + 32 + 16 + 8 + 1 = 121 \rightarrow 0111\ 1001_{(2)} = 121_{(10)}$$

Slika 1.12: Pretvaranje iz binarnog brojevnog sustava u dekadski brojevni sustav pomoću težinskih vrijednosti znamenaka (vidi [16])

U udžbeniku [11] prikazano je pretvaranje brojeva, ali samo iz binarnog brojevnog sustava u dekadski te samo za četiri bita. (Slika 1.13)

4. bit	3. bit	2. bit	1. bit	← četvorka bitova			
8	4	2	1	težinski faktor			
1	0	0	1	binarni zapis			
1x8	0x4	0x2	1x1	računanje mjesne vrijednosti			
8	+	0	+	0	+	1	= 9

Slika 1.13: Pretvaranje iz binarnog u dekadski brojevni sustav (vidi [11])

Iako u navedenim udžbenicima postoje objašnjena, izostaju učeničke aktivnosti te zbog toga u nastavku potpoglavlja slijedi opis mogućih aktivnosti i primjera kojima možemo uvesti pretvaranje brojeva iz binarnog brojevnog sustava u dekadski i obratno.

**Primjer 1:** U starijoj verziji udžbenika [7] (udžbenik [6]) pod cjelinom „Rješavanje problema“ zadan je zanimljiv problem koji bi se, smatramo, trebao nalaziti pod cjelinom u kojoj se obrađuju brojevni sustavi. Problem se nažalost ne nalazi u najnovijoj verziji udžbenika te to smatramo propustom. Navodimo tekst problema:

„Problem 5. Kutije za bombone

Ivan želi bombone spremite u kutije. Na raspolaganju ima pet kutija (slika 4.).

POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU



Slika 4. Kutije za bombone

Slika 1.14: Kutije za bombone (vidi [6])

*U najveću, ljubičastu kutiju stane 16 bombona, u narančastu kutiju stane 8 bombona, pa u zelenu 4 bombona, u žutu 2 bombona i u najmanju plavu samo 1 bombon. Ivan želi svaku kutiju popuniti do kraja te upotrijebiti najmanji mogući broj kutija.*

1) *Koje će kutije Ivan upotrijebiti ako treba spremi:*

- a) 9 bombona
- b) 13 bombona
- c) 29 bombona?

2) *Koliko je bombona Ivan spremio ako je upotrijebio sljedeće kutije:*



Slika 1.15: Kutije za bombone (vidi [6])

3) *Koji je najveći broj bombona koji Ivan može spremi u kutije?*

4) *Može li Ivan svaki broj bombona (manji od najvećeg) spremi u kutije ili postoji neki broj koji ne može? Pokušaj obrazložiti svoj odgovor.*

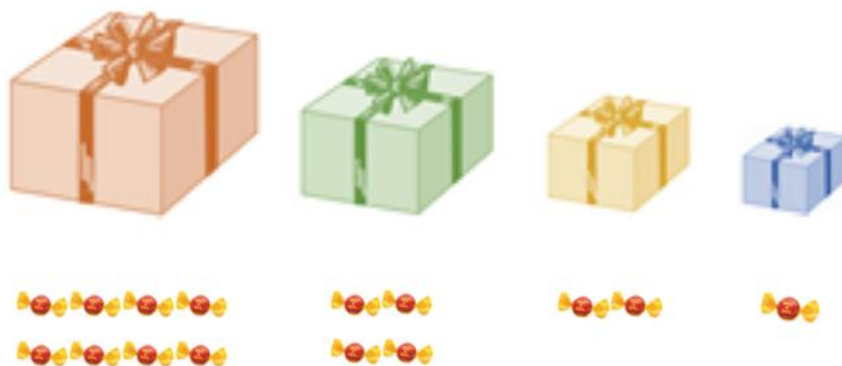
5) *Ivan je pronašao šestu kutiju koja je dvostruko veća od pete kutije. Mogu li u nju stati svi bomboni iz svih pet manjih kutija? Hoće li u toj kutiji ostati još mjesta? Koliko se najviše*

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

*bombona može spremi u svih šest kutija? Ako Ivan nađe i sedmu kutiju koja je dvostruko veća od šeste, koliko će se bombona najviše moći spremi u svih sedam kutija?“ (vidi [6])*

Ovaj problem možemo oblikovati kao učeničku aktivnost s ciljem da učenici uoče da se prirodni brojevi mogu na jedinstven način zapisati pomoću nula i jedinica. Vidimo da je navedeni problem formuliran upravo za povezivanje s težinskim vrijednostima znamenaka u binarnom zapisu brojeva. Kutije predstavljaju niz bitova te aktivnost možemo započeti s četiri kutije s naznačenim brojem bombona koji stanu u određenu kutiju. Uočimo da je poredak kutija izuzetno važan, kutije su po veličini poredane slijeva nadesno, počevši od najveće te su kutije u različitim bojama kako bi ih učenici lakše razlikovali.

Kutije upotrebljene za spremanje bombona označavat će uključen bit (stanje 1), a prazne kutije označavat će da je bit isključen (stanje 0). Učenici trebaju popunjavati kutije u potpunosti, dakle ako u kutiju stane 8 bombona, u njoj se ne mogu nalaziti 3 bombona.



Slika 1.16

Učenicima postavljamo pitanja:

1) Koje kutije ćete upotrijebiti ako trebate spremi 11 bombona?

*Crvenu, žutu i plavu.*

2) Kako, uz prethodni dogovor, glasi binarni zapis broja 11?

POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

$1011_2$ .

3) Koji je najmanji broj bombona koje možete spremati u ponuđene kutije?

0

4) Koji je najveći broj bombona koje možete spremati u ponuđene kutije?

$8 + 4 + 2 + 1 = 15$ .

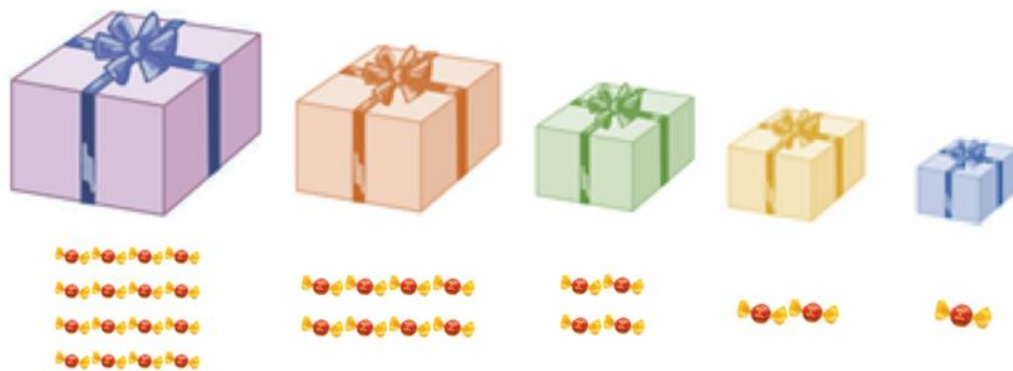
5) Je li na ovakav način moguće zapisati broj 16 ili 20?

*Ne.*

6) Što nam je potrebno kako bi mogli zapisati te brojeve?

*Još kutija.*

Dodajemo još jednu kutiju u koju stane 16 bombona te naglašavamo da najveća kutija mora stajati lijevo od ostalih kutija (slika [1.17](#)).

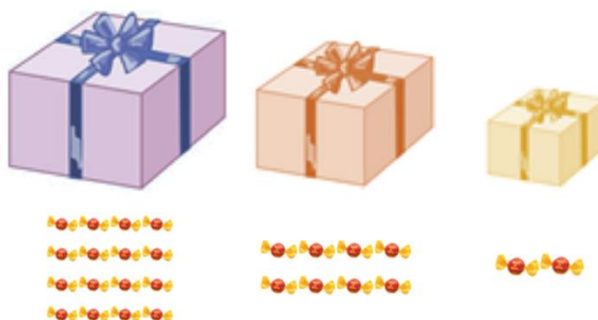


Slika 1.17

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

Na opisani način možemo dodati još kutija te voditi daljnju diskusiju s učenicima. Aktivnost možemo provesti i u drugom smjeru, dakle ako odaberemo određene kutije, učenici trebaju zapisati prikazani binarni broj i odrediti o kojem se dekadskom broju radi.

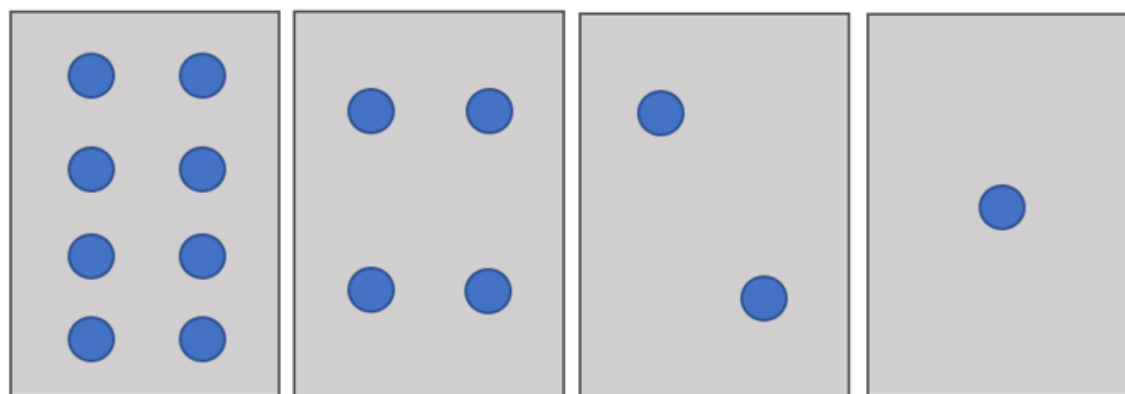
Primjer:



Slika 1.18

Prikazan je binarni broj  $11010_2$  te se radi o dekadskom broju 26.

**Primjer 2:** Slična aktivnost koju možemo koristiti i koja zahtijeva komunikaciju i rad učenika u timu, provodi se pomoću kartica na kojima su naznačene težinske vrijednosti znamenaka u binarnom zapisu (slika [1.19](#)).

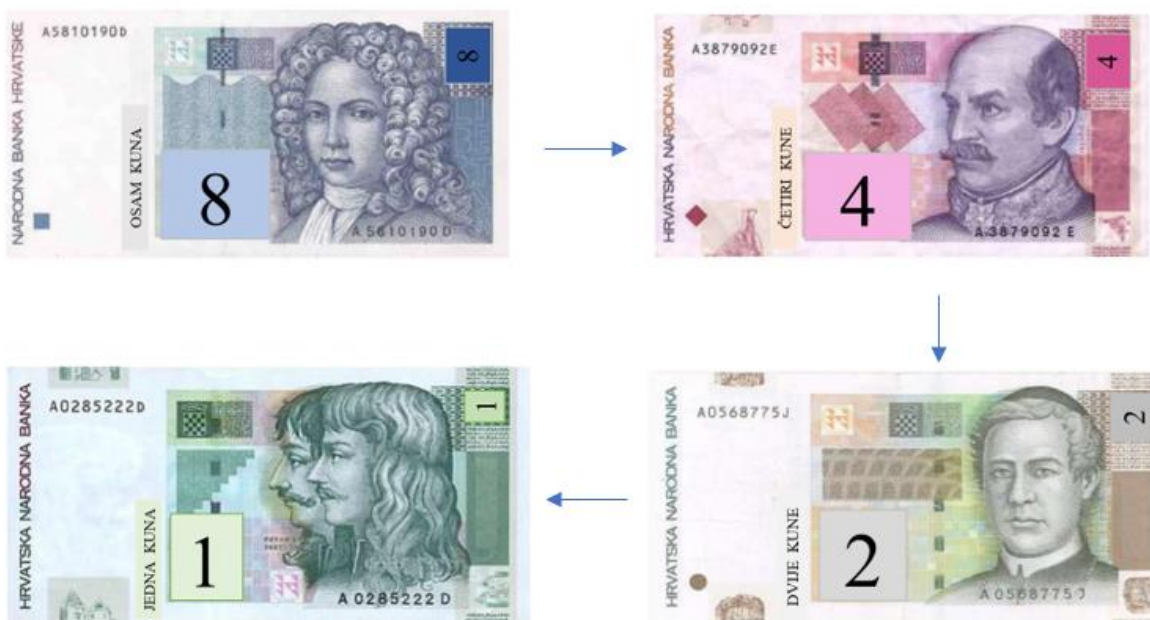


Slika 1.19: Kartice s težinskim vrijednostima znamenki binarnog broja

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

Po četiri učenika dolaze pred ploču te dobiva po jednu karticu sa slike [1.19](#). Učenici stoje ispred ploče poredani slijeva nadesno držeći kartice redom kako je na slici [1.19](#) (poredak je izuzetno važan). Učitelj/ica objašnjava da je pravilo igre okrenuti karticu tako da „uključimo“, odnosno „isključimo“ bit. Ostali učenici (jedan po jedan) govore dekadске brojeve od 0 do 15, a učenici pred pločom trebaju okretati svoje kartice tako da prikažu zadani broj u binarnom brojevnom sustavu, zbrajajući težinske vrijednosti bitova. Aktivnost se može provesti i u drugom smjeru. Učenici ispred ploče okrenu svoje kartice, a ostali učenici trebaju zapisati prikazani binarni broj te zaključiti o kojem se dekadskom broju radi.

**Primjer 3:** Još jedna analogna aktivnost može se provesti i korištenjem „binarnih“ novčanica (slika [1.20](#)) i zadavanjem iznosa kojega učenici trebaju platiti danim novčanicama. Ovom aktivnošću, učenici povezuju gradivo sa svakodnevnim životom te bi ih ovakav način obrade mogao više zainteresirati, a aktivnost se može koristiti i u svrhu vježbanja.



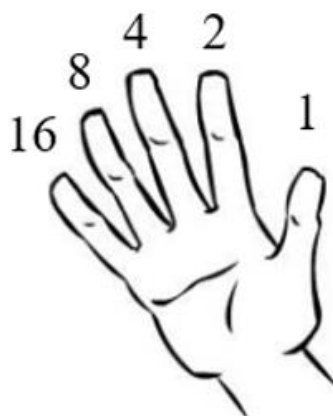
Slika 1.20: Binarne novčanice



## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

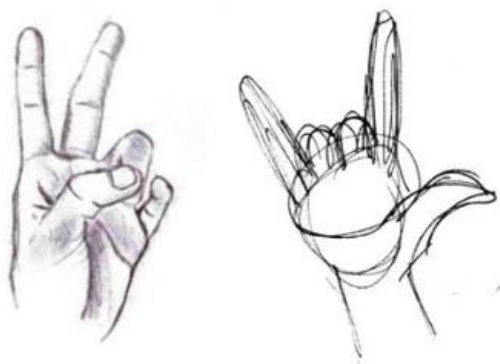
**Primjer 4:** Zanimljiv način na koju učenici mogu pretvarati brojeve koristeći prste svoje ruke opisat ćemo u ovom primjeru. Aktivnost može poslužiti za vježbanje.

Zamislimo da svaki prst predstavlja jedan bit u nizu bitova te prsti imaju težinske vrijednosti kao na slici [1.21](#).



Slika 1.21

Aktivnost se može provoditi kao rad u paru. Učenici jedan drugome pokazuju određene položaje ruke te određuju o kojim se brojevima radi, primjeri na slici [1.22](#).

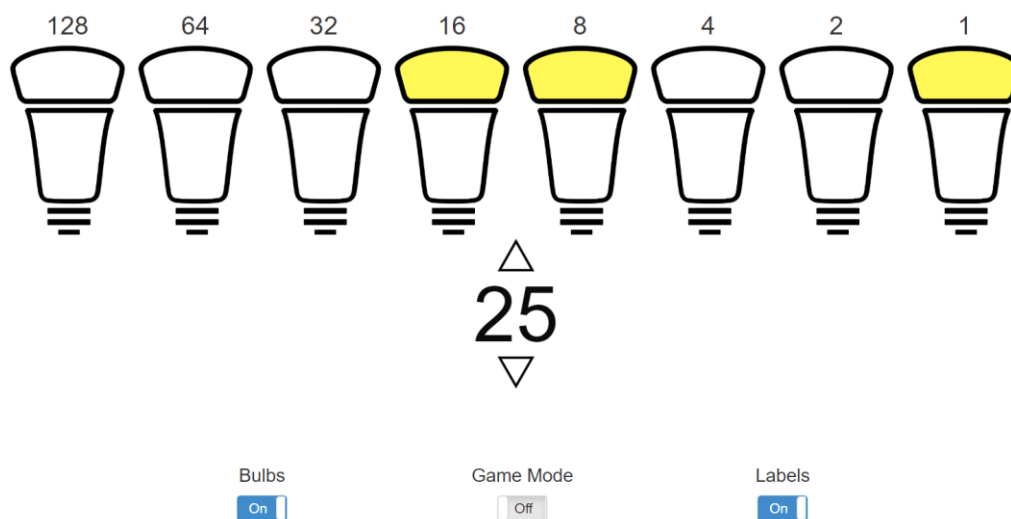


Slika 1.22

Radi se o dekadskim brojevima 6 (lijevo) i 19 (desno).

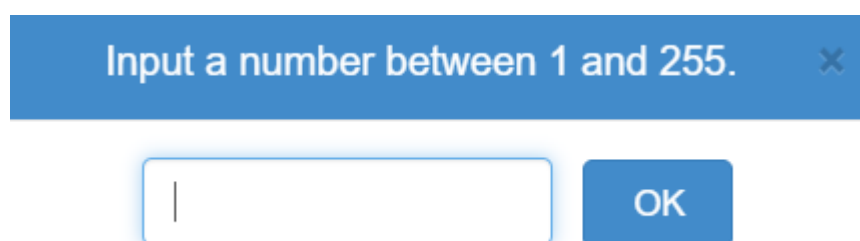
## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

**Primjer 5:** Zanimljivu igru za vježbanje procesa pretvaranja brojeva pronašli smo na internetu, web lokacija: <https://cdn.cs50.net/2016/x/psets/0/pset0/bulbs.html>. Igra prikazuje niz od osam žarulja koje se uključuju i isključuju ovisno o binarnom prikazu određenog broja (slika 1.23).



Slika 1.23 (vidi [21])

Uključivanjem prekidača za Game Mode, otvara se prozor za upisivanje dekadskog broja (slika 1.24) te učenici trebaju uključivati žarulje dok ispravno ne prikažu odabrani broj.



Slika 1.24 (vidi [21])

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

### Primjer 6: Kviz

U svrhu vježbanja, učenici mogu rješavati kviz sa zadacima poput sljedećih:

- 1) Koliko jedinica ima binarni zapis broja  $8 + 2 + 1$ ?
- 2) Koliko nula ima binarni zapis broja 8?
- 3) Poredajte brojeve po veličini:  $1001_2$ , 8,  $1100_2$ , 14,  $1111_2$ .
- 4) Je li broj  $1101_2$  paran ili neparan? Možete li to zaključiti bez pretvaranja u dekadski brojevni sustav?

## 1.2 Ishodi učenja

U nekima od analiziranih udžbenika, u uvodnom dijelu cjeline, nalaze se ishodi učenja, odnosno učenička postignuća koja se od njih očekuju na kraju obrade cjelokupnog nastavnog sadržaja pokrivenog danom cjelinom. Tako u jednom od udžbenika [14] možemo pronaći ishode koji se odnose na poglavlje 1. Nulama i jedinicama do jezika računala.

*„Nakon ove cjeline moći ćeš:*

- *prepoznati i opisati različite dijelove digitalnog sustava*
- *razlikovati i usporediti medije za pohranu podataka s obzirom na njihov kapacitet te način uporabe*
- *analizirati i opisati način prijenosa podataka u digitalnom sustavu, odnosno razmjenu podataka mrežom*
- *opisati način koji se koristi za pohranjivanje podataka u računalu*
- *upoznati i primijeniti ASCII tablicu*
- *opisati osnovne i dodatne dijelove sklopovlja*
- *razlikovati elektronički otpad od običnog otpada*

## POGLAVLJE 1: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U PETOM RAZREDU

- *objasniti pravilne načine njegova zbrinjavanja radi očuvanja okoliša i zdravlja.*“ (vidi [\[14\]](#)).

Kao što možemo vidjeti, među ishodima se ne navodi proces pretvaranja iz jednog brojevnog sustava u drugi, što je pokriveno nastavnim sadržajem u udžbeniku te se nalaze i primjeri aktivnosti. Smatramo kako su ishodi mogli i trebali biti malo bolje opisani. U ostalim udžbenicima, ishodi su ili izostavljeni ili također vrlo šturi te ne opisuju postignuća koja se odnose na matematičke osnove rada računala.

## Poglavlje 2

# Matematičke osnove rada računala u šestom i sedmom razredu

U šestom razredu osnovne škole, na nastavnom predmetu Informatika, ishodi u [15] nisu povezani s matematičkim osnovama rada računala te se obrađuju teme koje u ovom radu nisu relevantne. Teme koje se obrađuju vezane su uz organizaciju mrežnog sadržaja, mrežno povezivanje, organizaciju podataka u računalu, korištenje raznih modernih aplikacija i servisa, obradu i prikazivanje podataka i tako dalje. Kako je programiranje usko povezano s matematikom, u cjelinama u kojima se programiranjem rješavaju problemi svakako postoje veze s matematikom, no u ovom radu nećemo se baviti time.

Kao i u šestom razredu, teme koje se obrađuju u sedmom razredu osnovne škole na nastavnom predmetu Informatika nisu za razmatranje u ovom radu, ishod u [15]: „A.7.3 prikuplja i unosi podatke kojima se analizira neki problem s pomoću odgovarajućega programa, otkriva odnos među podacima koristeći se različitim alatima programa te mogućnostima prikazivanja podataka.“ (vidi [15]) odnosi se na rješavanje problema programiranjem, no nećemo se time baviti. U sedmom razredu najvećim dijelom obrađuje se gradivo vezano uz proračunske tablice, obradu multimedijских datoteka, razne vještine korištenja računala te rješavanje problema programiranjem. Poveznicu s matematičkim osnovama možemo pronaći kod obrade mjernih jedinica za memoriju, svojstava i formata multimedijских podataka, no to nam nije zanimljivo za ovaj rad.

## Poglavlje 3

# Matematičke osnove rada računala u osmom razredu

U osmom razredu osnovne škole, na nastavnom predmetu Informatika, jedno poglavlje u udžbenicima posvećeno je osnovama rada računala. Spominju se svojstva računalnog sustava, građa računala, logički sklopovi, logičke izjave i logičke funkcije, prijenos podataka u računalu, elektronički logički sklopovi i tako dalje. Dio kojega ćemo analizirati u ovome radu opisuje ishod u [15]: „A.8.3 opisuje građu računalnih uređaja, objašnjava načine prijenosa podataka u računalu te analizira i vrednuje neka obilježja računala koja značajno utječu na kvalitetu rada samoga računala.“ (vidi [15]).

Matematičkim osnovama rada računala u ovom poglavlju smatramo logičke izjave, osnovne logičke funkcije te logičke sklopove.

Poglavlje o logičkim funkcijama u većini udžbenika započinje objašnjenjem pojma logika te kakvim operacijama može baratati računalno ukoliko prepoznaje samo nizove bitova. U jednom od udžbenika, veći je naglasak na pojmu Booleova algebra nego na pojmu matematička logika, „Booleova algebra dio je matematike koji se bavi logičkim zaključivanjem.“ (vidi [19]). U svim udžbenicima definirani su pojmovi logička izjava, logička varijabla te logička funkcija. Nedostatkom u udžbenicima smatramo to što se inzistira na definiranju pojmova, a izostaju valjani primjeri. U ovome poglavlju nailazimo na neke činjenične pogreške te neprimjerene obrade pojmova te ćemo u nastavku poglavlja navesti neke od njih i predložiti aktivnosti kojima bi se dana tema mogla primjerenije obraditi.

### 3.1 Logička funkcija

Jedna od grešaka na koju nailazimo u ovome poglavlju odnosi se na samu definiciju logičke funkcije. U većini udžbenika dani su primjeri oblika „Ako *izjava1*, *izjava2*.“ te su izjave *izjava1* i *izjava2* zamijenjene varijablama, primjerice  $A = izjava1$ ,  $B = izjava2$  te je logička funkcija definirana ovako:  $B = f(A)$ , (negdje i u obliku  $B = A$ ), a u jednom od udžbenika takva funkcija nazvana je *funkcija IDENTITETA*. Smatramo da je ovo izrazito loše objašnjenje za učenike jer, naravno, s pojmom *funkcije* i s *funkcijom identitete* učenici su se već susreli na nastavnom predmetu Matematika. U daljnjem objašnjenju autori se referiraju na takvu funkciju u matematici: „U matematici takvu funkciju, koja vraća istu vrijednost jednaku njezinu argumentu, nazivamo funkcijom IDENTITETA. Kao jednadžba, ta se funkcija može izraziti  $f(x) = x$ .“ (vidi [14]), a prije toga definiraju oblik funkcije  $f(B) = A$ . Navedeni primjer ukazuje na nerazumijevanje temeljnih matematičkih pojmova kao što su funkcija, jednadžba i slično.

Ispravan zapis logičke funkcije iz ovoga primjera jest  $f(A, B) = A \Rightarrow B$ . Dakle za funkciju je zadana pravilom  $f(A, B) = A \Rightarrow B$ ,  $f$  je ime funkcije,  $f(a, b) \in \{0, 1\}$ ,  $a$  i  $b$  su operandi (varijable),  $a, b \in \{0, 1\}$  i  $\Rightarrow$  je operator te takvu funkciju nazivamo *funkcija implikacije* što je jedna od osnovnih logičkih funkcija, uz funkcije *negacije*, *konjunkcije*, *disjunkcije* i *ekvivalencije* te smatramo da *funkcija identitete* ne pripada ovom skupu.

### 3.2 Osnovne logičke funkcije

Većina autora kao osnovne logičke funkcije navodi funkciju negacije, funkciju konjunkcije te funkciju disjunkcije, dakle izostavlja funkciju identitete, što smatramo ispravnim postupanjem. Smatramo da je uvođenje logičkih funkcija najprirodnije redosljedom njihovih prioriteta, dakle najprije bi se trebalo uvesti funkciju negacije, zatim funkciju konjunkcije te funkciju disjunkcije. U udžbeniku [4] i [19] nailazimo na izmijenjen redosljed uvođenja. U

### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

udžbeniku [4] najprije se spominje funkcija konjunkcije, zatim funkcija negacije pa funkcija disjunkcije, a u udžbeniku [19] uvodi se funkcija negacije, zatim funkcija disjunkcije te na kraju funkcija konjunkcije što smatramo neprimjerenim. Također, neki od autora koriste primjere koji ne odgovaraju tim funkcijama. Za funkciju negacije navode primjer: „Ako imaš visoku temperaturu, nećeš ići u školu.“ (vidi [14]), zatim za funkciju konjunkcije navode sljedeći primjer: „Ako kupimo novi automobil i ispraviš ocjenu, ići ćemo u Dubrovnik.“ (vidi [4]). Znamo da je funkcija koja ima oblik „ako...onda...“ zapravo funkcija implikacije. Neki autori potpuno izostavljaju primjere te osnovne logičke funkcije obrađuju samo popunjavanjem tablice istinitosti. U udžbeniku [19] pronalazimo takvu situaciju, naime, osim što ne pronalazimo niti jedan primjer za bilo koju od navedenih funkcija, uvođenje funkcije konjunkcije svodi se na tablicu istinitosti koja je prikazana slikom 3.1. Dakle autori ne daju objašnjenje za način popunjavanja tablice niti daju primjere na kojima učenici mogu shvatiti što je to funkcija konjunkcije.

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$A \cdot \bar{B}$	$B \cdot \bar{A}$
0	0	1	1	0	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	0	0

Slika 3.1: Tablica istinitosti (vidi [19])

Ovakvim primjerima i neprimjerenom obradom, učenici ne dobivaju ispravnu podlogu za daljnje razumijevanje logičkih funkcija s kojima će se susresti u srednjoj školi. Smatramo da postoji dovoljno primjerenih, razumljivih i zanimljivih primjera koje možemo koristiti, nikako ih ne izostavljati ili koristiti gore navedene. Kasnije u ovom poglavlju, predložiti ćemo nekoliko takvih primjera i aktivnosti.



## POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

### 3.2.1 Aktivnosti i primjeri uvođenja logičkih funkcija

U ovom potpoglavlju predložit ćemo nekoliko aktivnosti koje mogu poslužiti za uvođenje logičkih funkcija te navesti valjane primjere koje smo pronašli u udžbenicima i neke koje smo sami osmislili.

Sljedeća aktivnost opisuje kako se može jednostavno i pravilno, uz pomoć znanja o hardveru računala, uvesti osnovne logičke funkcije.

#### **Aktivnost 3.1.** Ulazno – izlazne jedinice

Cilj aktivnosti: Učenici će otkriti osnovne logičke funkcije te pripadne semantičke tablice.

Nastavni oblik: Grupni rad

Nastavna metoda: Metoda dijaloga, metoda eksperimenta

Potreban materijal: Papirići s pojmovima

Tijek aktivnosti: Učitelj/ica dijeli učenike u grupe od četiri do pet članova te svakoj grupi dijeli papiriće na kojima su napisani različiti pojmovi. Svaka grupa dobiva nekoliko papirića s pojmovima.

Pojmovi koji se nalaze na papirićima: tipkovnica, monitor, sok, miš, zvučnici, mikrofona, sendvič, projektor, skener, zaslon osjetljiv na dodir, knjiga, pisač, modem, kamera, stolica.

Zadatak učenika je da najprije izdvoje i zapišu koji su od navedenih pojmova ulazne jedinice računala. Preostali pojmovi nisu ulazne jedinice računala. Na taj način uvodimo funkciju negacije.

Npr. pojmovi koji jesu ulazne jedinice računala: tipkovnica, miš, mikrofona, skener, zaslon osjetljiv na dodir, modem, kamera.

Pojmovi koji nisu ulazne jedinice računala: monitor, sok, zvučnici, sendvič, projektor, knjiga, pisač, stolica.

### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

Učenici zapisuju izjave u tablicu kako je u tablici 1.

Izjava	„Suprotna“ izjava
Pojam je ulazna jedinica računala.	Pojam nije ulazna jedinica računala.
Pojam nije ulazna jedinica računala.	Pojam je ulazna jedinica računala.

Tablica 1.

Učenici uočavaju da je „suprotna“ izjava negacija izjave te tako otkrivaju tablicu istinitosti logičke funkcije negacije.

$A$	$\bar{A}$
1	0
0	1

Tablica 2.

Sljedeći je zadatak izdvojiti i zapisati pojmove koji su izlazne jedinice računala promotriti koji su od pojmova i ulazne i izlazne, odnosno, ulazno – izlazne jedinice računala.

Izlazne jedinice računala jesu: monitor, zvučnici, projektor, zaslon osjetljiv na dodir, pisač, modem.

Ulazno – izlazne jedinice računala: zaslon osjetljiv na dodir, modem.

Na ovaj način otkrivamo tablicu istinitosti za logičku funkciju konjunkcije.

Pojam je ulazna jedinica računala	Pojam je izlazna jedinica računala	Pojam je ulazno - izlazna jedinica računala
1	1	1
1	0	0

### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

0	1	0
0	0	0

Tablica 3.

Preostali pojmovi nisu niti ulazne niti izlazne jedinice računala: sok, sendvič, stolica.

Preostaje nam uvesti još logičku funkciju disjunkcije. Dovoljno je uvesti logički veznik *ILI* te promatrati pojmove koji su ulazne jedinice računala ili izlazne jedinice računala.

Otkrivamo tablicu istinitosti logičke funkcije disjunkcije (tablica 4.).

Pojam je ulazna jedinica računala	Pojam je ulazna jedinica računala	Pojam je ulazna ili izlazna jedinica računala
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

Tablica 4.

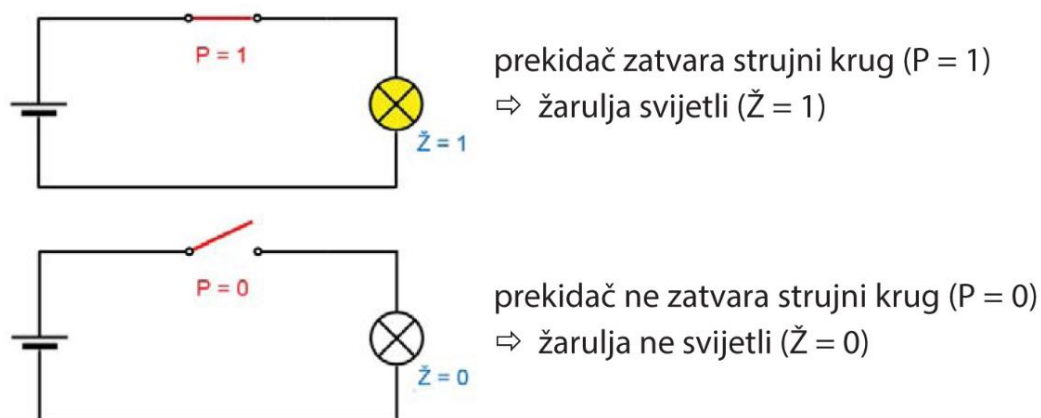
U nastavku ćemo izdvojiti neke primjere iz udžbenika koji su nam se dopali te predložiti još nekoliko novih za koje smatramo da se mogu lijepo uklopiti u obradu ove teme.

#### **Primjer 1:** Strujni krug

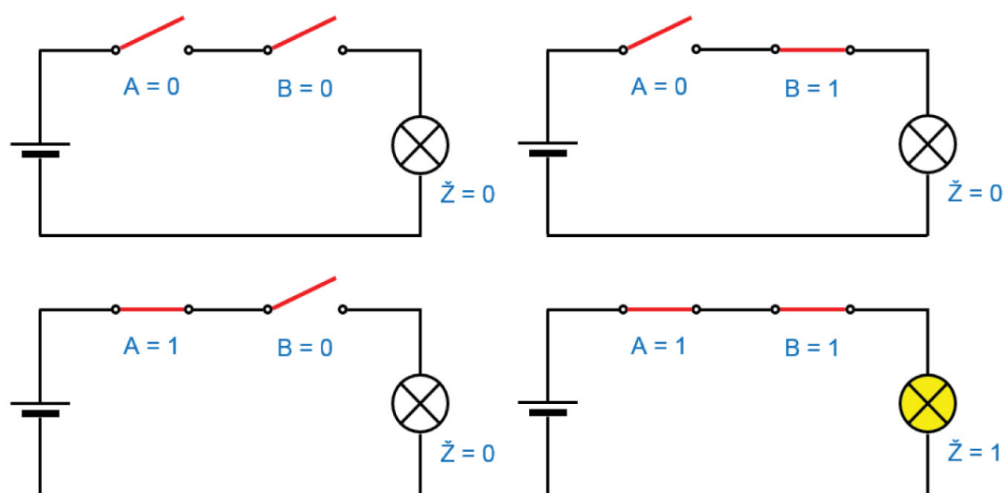
Jedan od primjera kojega smo uočili u udžbeniku [10] jest primjer strujnoga kruga. Primjer je jasan i vizualan te ga je korisno spomenuti prilikom obrade osnovnih logičkih funkcija. Na ovom primjeru učenici mogu sami zaključiti da u slučaju serijski spojenog strujnog kruga oba prekidača moraju zatvarati strujni krug da bi žarulja svijetlila i to je dobar primjer za funkciju konjunkcije, a u slučaju paralelno spojenog strujnog kruga, dovoljno je da jedan prekidač

### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

zatvara strujni krug kako bi žarulja svijetlila, no mogu ga zatvarati i oba prekidača što opisuje funkciju disjunkcije te na taj način učenici logičke funkcije povezuju sa znanjem nastavnoga predmeta Fizika.

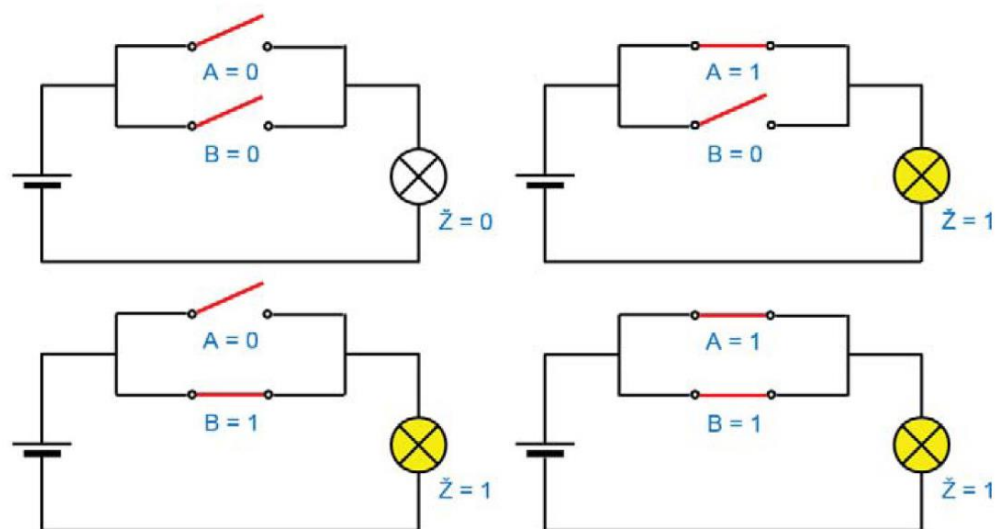


Slika 3.2: Ovisnost žarulje o stanju prekidača (vidi [10])



Slika 3.3: Konjunkcija na primjeru strujnog kruga (vidi [10])

### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU



Slika 3.4: Disjunkcija na primjeru strujnog kruga (vidi [10])

#### Primjer 2: Ponedjeljak

Za funkciju negacije jednostavno je osmisliti primjere, a jedan pronalazimo u udžbeniku [4] te glasi: „Neka je  $A$  = „Danas je ponedjeljak“. Negacija te izjave je  $NE A$  = „Danas nije ponedjeljak“. Ako je polazna izjava istinita ( $A = 1$ ), onda je njezina negacija lažna ( $NE A = 0$ ). Ako je polazna izjava lažna ( $A = 0$ ), onda je njezina negacija istinita ( $NE A = 1$ ).“ (vidi [4]).

#### Primjer 3: Prijava

Koristan primjer za funkciju konjunkcije predlažemo primjer prijave u neku aplikaciju ili web stranicu koja to zahtijeva. Ukoliko se želimo prijaviti, potrebno je unijeti svoje korisničko ime i lozinku. Ukoliko ispravno ne unesemo niti jedno ili unesemo samo jedno od toga, ne možemo se uspješno prijaviti, isključivo je potrebno ispravno unijeti i korisničko ime i lozinku.

### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

#### **Primjer 4:** Indeks tjelesne težine

Još jedan primjer za funkciju konjunkcije bio bi kada računamo indeks tjelesne težine. Potrebno je unijeti visinu i masu tijela, ne možemo indeks izračunati pomoću samo jedne vrijednosti.

#### **Primjer 5:** Državna granica

U udžbeniku [10] pronalazimo dobar primjer za funkciju disjunkcije, primjer glasi: „*Za primjer uzmimo izjavu da je za prijelaz državne granice potrebna osobna iskaznica ili putovnica.*“ (vidi [10]). Izostavljeno je objašnjenje izjave, no učenici mogu zaključiti da ukoliko nemaju niti osobnu iskaznicu niti putovnicu, neće moći prijeći državnu granicu, ukoliko imaju samo jedno od toga, prijeći će državnu granicu, a mogu imati i oboje, također će im biti dopušteno prijeći državnu granicu.

#### **Primjer 6:** Gost

Još jedan primjer za funkciju disjunkcije može biti primjer dolaska gosta na vrata. Gost na vratima može pozvoniti ili pokucati. Ako ne napravi niti jedno od toga, zasigurno mu nitko neće otvoriti vrata, a dovoljno je jedno od toga kako bi mu netko otvorio vrata, no gost može istovremeno pozvoniti i pokucati na vrata kako bi mu netko otvorio.

#### **Primjer 7:** Lift

Dosjetili smo se još jednog primjera za funkciju disjunkcije, a to je primjer lifta. Osoba se primjerice želi popeti na peti kat zgrade te u zgradi ima lift. Osoba može koristiti lift ili ići stepenicama, a može odlučiti tako da tri kata ide liftom, ostatak stepenicama, dakle koristiti oboje, a znamo da nema trećeg načina kako se popeti na peti kat.

## POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

### 3.3 Logički sklopovi

Kao što je već navedeno, odmah nakon uvođenja pojmova logičke izjave i logičke funkcije, u udžbenicima slijedi nastavna jedinica posvećena logičkim sklopovima. U svim analiziranim udžbenicima, logički sklopovi koji odgovaraju pojedinim logičkim funkcijama prikazani su slikama te možemo pronaći i kombinirane logičke sklopove. Autori udžbenika [4] i udžbenika [7] predlažu korištenje programa Logisim, besplatnog softvera koji simulira rad logičkih sklopova, a koji se pokazao kao odličan alat posljednjih petnaestak godina te služi kako bi učenici uvježbali rad s logičkim sklopovima. Korištenjem Logisima izbjeglo bi se crtanje kompliciranih i složenih logičkih sklopova, a ujedno i olakšalo provjeravanje rada samog pojedinog sklopa. Udžbenik [14] za dizajniranje raznih kombiniranih logičkih sklopova te simuliranje njihovog rada učenicima predlaže program Logical Circuit, također besplatan.

Nakon ispravnog uvođenja logičkih funkcija te objašnjenja na primjerima, učenicima bi logički sklopovi trebali pomoći da vizualno predoče računalnu logiku i shvate implementaciju logičkih funkcija u računalu.

Ponovno uočavamo nedostatak primjera za korištenje logičkih sklopova te ćemo ovdje navesti nekoliko. Iznimka je udžbenik [4] u kojemu pronalazimo zanimljiv zadatak u kojemu se objedinjuje znanje logičkih funkcija te autori traže i grafički prikaz zadanog problema. Navodimo tekst zadatka:

*„Grafički prikaži zadani problem i analiziraj u kojim će se slučajevima upaliti alarmni sustav.*

*Alarmni sustav kemijskog procesa pokreće se ako je temperatura kemijske reakcije veća ili jednaka  $120^{\circ}\text{C}$  i tlak zraka manji od 2 bara ili ako je tlak manji od 2 bara i koncentracija kiseline veća od 4 mola. Za ovakav sustav koristimo tri senzora koja u ovisnosti o događaju daju signal po sljedećem principu:*

POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

<i>Senzor</i>	<i>Varijabl</i>	<i>Logička vrijednosti</i>	<i>Opis događaja</i>
<i>Temperatura reakcije</i>	<i>T</i>	<i>0</i>	<i>Temperatura manja od 120°C</i>
		<i>1</i>	<i>Temperatura veća ili jednaka 120°C</i>
<i>Tlak zraka</i>	<i>P</i>	<i>0</i>	<i>Tlak veći od 2 bara</i>
		<i>1</i>	<i>Tlak manji od 2 bara</i>
<i>Koncentracija kiseline</i>	<i>A</i>	<i>0</i>	<i>Koncentracija veća od 4 mola</i>
		<i>1</i>	<i>Koncentracija manja od 4 mola</i>

“ (vidi [4]).

Zadatak je u udžbeniku i riješen te smatramo da bi ga s učenicima bilo korisno proučiti do detalja.

Slijede primjeri koje smo sami osmislili.

**Primjer 1:** Svjetlo u automobilu

Nacrtajte logički sklop koji će simulirati uključivanje unutarnjeg svjetla u automobilu. Svjetlo bi se trebalo uključiti kada su otvorena bilo koja vrata: lijeva (A), desna (B) ili oboja.

Popunite tablicu istinitosti s mogućnostima i ishodima.

ULAZ A	ULAZ B	IZLAZ
0	0	
0		



### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

Napišite logičku izjavu koja će odgovarati nacrtanom logičkom sklopu.

#### **Primjer 2:** Parkiralište

Jedna zagrebačka obitelj ima privatno parkiralište s dva parkirna mjesta. S obzirom da se radi o informatičkoj obitelji, odlučili su se malo poigrati s provjerom slobodnih mjesta. Odlučili su napraviti logički sklop koji će im dati odgovor na pitanje postoji li na parkiralištu slobodnih mjesta. Na parkiralištu se nalaze senzori koji omogućuju praćenje stanja na pojedinom parkirnom mjestu. Senzor vraća vrijednost 0 ako automobil nije prisutan, a 1 ako je automobil prisutan na parkirnom mjestu.

Pomozi ovoj obitelji na način da nacrtáš pripadnu tablicu istinitosti, napišeš logičku izjavu te nacrtáš logički sklop za parkiralište.

Aktivnost je dobra za uvod u crtanje logičkih sklopova, a nakon uvježbavanja moguće je učenicima zadati malo težu verziju zadatka, onu koja bi tražila rješenje za parkiralište s tri mjesta. U tom slučaju tablica istinitosti imala bi više redaka, a sklop bi imao tri ulaza.

#### **Primjer 3:** Inkubator

Kada se beba prerano rodi, ponekad ju je potrebno smjestiti u inkubator na neko vrijeme. Proizvođač bi htio dizajnirati novi alarm za bebe koji bi se mogao koristiti u inkubatoru.

Alarm bi se trebao oglasiti ako je prekidač uključen **I** kada temperatura unutar inkubatora postane prehladna **II** beba počne plakati.

Koristeći sljedeće varijable:

$S$  = prekidač alarma

$T$  = temperatura

$C$  = beba plače

$A$  = alarm

### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

- a) Nacrtajte tablicu istinitosti iz danih uvjeta kako biste prikazali kada će se alarm uključiti.
- b) Koristeći dobivenu tablicu, prikažite logički izraz koji predstavlja alarm za bebe.
- c) Nacrtajte logički sklop koji predstavlja prethodno navedeni logički izraz.

#### **Primjer 4:** Protuprovalni alarm

Dobro opremljen stan ima protuprovalni alarm. Alarm ima tri ulaza:

$A$  = glavni prekidač za uključivanje/isključivanje

$B$  = senzor na vratima

$C$  = senzor kretanja

Ukoliko je alarm uključen, bilo koji od senzora  $A$  i  $B$  mogu ga aktivirati. Nacrtajte logički sklop i pripadnu tablicu istinitosti te napišite logički izraz koji odgovara opisanom alarmu.

Analogno bi se moglo osmisliti još raznih primjera i načina za uvježbavanje ovog gradiva, no daljnje ideje ostavljamo mašti čitatelja (učitelja) na volju.

## **3.4 Ishodi učenja**

Ishodi učenja ili odgojno-obrazovni ishodi, odnosno očekivana učenička postignuća, kao što je navedeno i za udžbenike za peti razred, također su u nekim udžbenicima navedeni u uvodnom dijelu cjeline, no u ostvarenju toga uočili smo sitnu nelogičnost. Naime, ishodi učenja nisu navedeni kronološki logičnim redoslijedom, već su nabrojani neovisno o tome kojim redoslijedom se ostvaruju u udžbeniku. U udžbeniku [14], ishodi učenja nabrojani su prije početka cjeline te se odnose na čitavu cjelinu:

*„Nakon ove cjeline moći ćeš:*

### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

- *nabrojati dijelove procesorske jedinice te prepoznati ulogu logičkoga sklopa u građi računala*
- *nabrojati osnovne vrste logičkih sklopova, opisivati njihovu ulogu i način rada*
- *navesti primjer logičkih izjava, opisati djelovanje jednostavnog logičkoga sklopa koji prikazuje neku logičku izjavu te analizirati njegov ulaz/izlaz tablicom istinitosti*
- *opisati proces i različite načine prijenosa podataka između pojedinih komponenti u računalu, vrednovati njihov utjecaj na kvalitetu rada sustava*
- *prepoznati i kritički vrednovati primjere programa kojima se može koristiti za razvoj promatranoga problema“ (vidi [14]).*

Uočavamo da redosljed ishoda učenja ne odgovara redosljedu nastavnih tema u cjelini. Svakako se ne preporučuje obrada logičkih sklopova, njihova uloga i način rada u računalu prije obrade osnovnih logičkih funkcija jer logički sklopovi služe za implementaciju logičkih funkcija u računalu te se učenici najprije trebaju upoznati s osnovnim logičkim funkcijama, zatim s njihovom implementacijom u računalu. Autori su, uz neke već navedene nedostatke, cjelinu obradili ispravnim redosljedom, ne onako kako su naveli u ishodima učenja.

Udžbenik [4] skriva sličan nedostatak. U ovom udžbeniku, ishodi su navedeni prije čitave cjeline i prije svake obrađene teme te je primjenjivo gornje objašnjenje, a ishode nećemo navoditi. U preostala dva analizirana udžbenika, ishodi učenja potpuno su izostavljeni, dakle niti na jednom mjestu u udžbeniku nisu opisana očekivana učenička postignuća, što smatramo nedostatkom.

## 3.5 Logičke funkcije u programiranju

Učenici se u programiranju s logičkim funkcijama susreću i prije osmog razreda osnovne škole, koriste logičke funkcije za postavljanje uvjeta, prilikom korištenja naredbe *if*, petlje *while* i slično. Autori se služe pojmovima kao što je logički uvjet te prilikom rješavanja

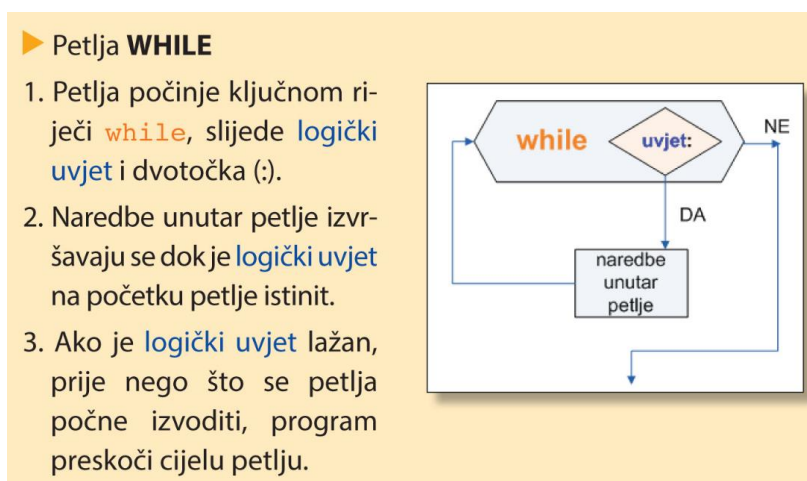
## POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

problema programiranjem, učenici koriste logičke uvjete. Smatramo nedostatkom što se u udžbenicima za osmi razred, nakon obrade teme o logičkim funkcijama, ne nalazi dio koji naglašava povezanost tih funkcija u programiranju, a kojima se učenici već znaju služiti. Spomenut ćemo nekoliko primjera kojima bismo mogli učenicima naglasiti važnost razumijevanja logičkih funkcija, gdje su se već susreli s njima te zašto su im potrebne.

### Primjer 1: Micro:bit

Većina učenika susrelo se s malim programabilnim mikroračunalom te su pisali programe u kojima su koristili logičke uvjete kako bi micro:bit radio nešto što su zamislili. Primjerice, na zaslonu micro:bita željeli su ispisati 😊 ako su obje tipke micro:bita pritisnute. Ako je pritisnuta samo jedna, ispisuje se 😞. Naravno, ukoliko niti jedna tipka nije pritisnuta, micro:bit neće ispisati ništa. Dakle, učenici su koristili logičku funkciju konjunkcije.

### Primjer 2: Petlja *while*



Slika 3.5 (vidi [8])

Slika 3.5 prikazuje uvođenje petlje *while* u jednom od analiziranih udžbenika za šesti razred osnovne škole. Vidimo da autori koriste pojam logičkog uvjeta te u daljnjoj obradi, učenici

### POGLAVLJE 3: MATEMATIČKE OSNOVE RADA RAČUNALA U OSMOM RAZREDU

oblikuju logičke uvjete u skladu s djelovanjem osnovnih logičkih funkcija. Naglašeno je kako program neće izvršiti naredbe unutar petlje ukoliko logički uvjet nije valjan ili nije istinit.

#### **Primjer 3:** Djeljivost

Učenici su već pisali programe koji su provjeravali djeljivost brojeva. Primjerice, djeljivost s brojem 6 tako da ispituju djeljivost s brojevima 2 i 3. Dakle, broj je djeljiv sa 6 ako i samo ako je djeljiv i s 2 i s 3. Najčešća pogreška koju čine je kada se pitaju kada broj nije djeljiv sa 6. Najčešći odgovor je kada nije djeljiv s 2 i s 3, no dovoljno je da nije djeljiv s jednim od tih brojeva što nam predstavlja negaciju funkcije konjunkcije. Učenici će De Morganove zakone obrađivati u srednjoj školi, no na jednostavnim primjerima poput ovoga, možemo ih početi uvoditi u takvu problematiku.

## Bibliografija

- [1] B. Rihter, D. Rade, K. Toić Dlačić, S. Topić, L. Novaković, D. Bujadinović, T. Pandurić, *LikeIT 5: udžbenik iz informatike za peti razred osnovne škole*, Alfa, Zagreb, 2018.
- [2] \_\_\_\_\_, *LikeIT 6: udžbenik iz informatike za šesti razred osnovne škole*, Alfa, Zagreb, 2018.
- [3] \_\_\_\_\_, *LikeIT 7: udžbenik iz informatike za sedmi razred osnovne škole*, Alfa, Zagreb, 2018.
- [4] B. Rihter, D. Rade, K. Toić Dlačić, S. topić, L. Novaković, D. Bujadinović, T. Pandurić, M. Draganjac, *LikeIT 8: udžbenik iz informatike za osmi razred osnovne škole*, Alfa, Zagreb, 2018.
- [5] G. Nogo, *Nastavni materijali s predavanja*, ak. godina 2017./2018.
- [6] I. Kniewald, V. Galešev, G. Sokol, V. Vlahović, D. Kager, H. Kovač, *Informatika+ 5: udžbenik iz informatike za 5. razred osnovne škole*, Udžbenik.hr, Zagreb, 2018.
- [7] \_\_\_\_\_, *Informatika+ 5: udžbenik iz informatike za 5. razred osnovne škole*, Udžbenik.hr, Zagreb, 2019.
- [8] I. Kniewald, V. Galešev, G. Sokol, V. Vlahović, H. Kovač, *Informatika+ 6: udžbenik iz informatike za 6. razred osnovne škole*, Udžbenik.hr, Zagreb, 2018.
- [9] I. Kniewald, V. Galešev, G. Sokol, V. Vlahović, D. Kager, H. Kovač, N. Kunštek, *Informatika+ 7: udžbenik iz informatike za 7. razred osnovne škole*, Udžbenik.hr, Zagreb, 2018.
- [10] I. Kniewald, V. Galešev, G. Sokol, D. Kager, H. Kovač, J. Purgar, N. Kunštek, *Informatika+ 8: udžbenik iz informatike za 8. razred osnovne škole*, Udžbenik.hr, Zagreb, 2018.
- [11] M. Babić, N. Bubica, S. Leko, Z. Dimovski, M. Stančić, N. Mihočka, I. Ružić, B. Vejnović, *#mojportal5: udžbenik informatike za peti razred osnovne škole*, Školska knjiga, Zagreb, 2019.

- [12] \_\_\_\_\_ , #mojportal6: udžbenik informatike za šesti razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2019.
- [13] \_\_\_\_\_ , #mojportal7: udžbenik informatike za sedmi razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2018.
- [14] \_\_\_\_\_ , #mojportal8: udžbenik informatike za osmi razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, 2018.
- [15] *KURIKULUM NASTAVNOGA PREDMETA INFORMATIKA ZA OSNOVNE ŠKOLE I GIMNAZIJE U REPUBLICI HRVATSKOJ*, Narodne novine br. 22/2018, dostupno na [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018\\_03\\_22\\_436.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2018_03_22_436.html) (kolovoz 2019.)
- [16] V. Gregurić, N. Hajdinjak, M. Jakšić, B. Počuča, D. Rakić, S. Svetličić, D. Šokac, D. Vlajinić, *INFORMATIKA 5: udžbenik u petom razredu osnovne škole*, Profil Klett, Zagreb, 2018.
- [17] S. Deljac, V. Gregurić, N. Hajdinjak, B. Počuča, D. Rakić, S. Svetličić, *INFORMATIKA 6: udžbenik u šestom razredu osnovne škole*, Profil Klett, Zagreb, 2018.
- [18] \_\_\_\_\_ , *INFORMATIKA 7: udžbenik u sedmom razredu osnovne škole*, Profil Klett, Zagreb, 2018.
- [19] \_\_\_\_\_ , *INFORMATIKA 8: udžbenik u osmom razredu osnovne škole*, Profil Klett, Zagreb, 2018.
- [20] Katalog odobrenih udžbenika za osnovnu školu, gimnazije i srednje strukovne škole, dostupno na <https://mzo.gov.hr/vijesti/ministarstvo-znanosti-i-obrazovanja-objavljuje-katalog-odobrenih-udzbenika-za-osnovnu-skolu-gimnazije-i-srednje-strukovne-skole/1881>, (kolovoz 2019.)
- [21] <https://cdn.cs50.net/2016/x/psets/0/pset0/bulbs.html>, (rujan 2019.)

## Sažetak

U ovom radu analizirali smo udžbenike za nastavni predmet Informatika odobrene od strane Ministarstva znanosti i obrazovanja za školsku godinu 2019./2020. Konkretno, analiza se bazirala na poglavlja i teme koje se odnose na matematičke osnove rada računala. Analizom danih udžbenika uočili smo i pozitivne i negativne strane te smo iste istaknuli i komentirali. Nakon analize, predložili smo neke aktivnosti i primjere kojima se spomenute teme mogu primjereno obraditi.

U prvom poglavlju analizirali smo udžbenike za peti razred osnovne škole u kojima se obrađuje tema Brojevnih sustavi i tu se spominju pojmovi bita, bajta te preračunavanje iz binarnog u dekadski brojevnih sustav i obratno. Iako je nastavni sadržaj koji obuhvaća temu Brojevnih sustavi relativno štur, možemo primijetiti kako se u udžbenicima nalaze zanimljivi primjeri s kontekstom iz stvarnog života što smatramo bitnim za učenike. Dopunili smo poglavlje prijedlozima aktivnosti i primjera koje učitelji mogu koristiti u nastavi. Navedenim načinom obrade teme ostvaruje se glavni cilj Škole za život i novog Nacionalnog kurikuluma nastavnog predmeta Informatika, a to je učenje kroz igru i povezivanje sa situacijama iz svakodnevnog života.

Drugo poglavlje odnosi se na šesti i sedmi razred osnovne škole, no ovdje se ne pojavljuju teme koje bi bile obuhvaćene ovim radom.

U četvrtom poglavlju analizirali smo udžbenike za osmi razred osnovne škole u kojima se obrađuje tema povezana s osnovama matematičke logike. U većini proučavanih udžbenika poglavlje o logičkim funkcijama započinje objašnjenjem pojma logika, a nastavlja se definicijama pojmova logička izjava, logička varijabla, logička funkcija te logički sklop. Prilikom analize ovih nastavnih tema pronašli smo dosta neujednačenosti u pristupima različitim autora. Uočili smo nekoliko neprimjerenih pristupa, nelogičnih primjera te činjeničnih pogrešaka, što smatramo nedopustivim. Iz tog razloga u radu smo naveli nekoliko



primjera kojima bi se navedena tema bolje obradila te bi učenici imali više koristi, ali i bolje razumijevanje.

# Summary

In this thesis, we have analyzed textbooks for the subject Informatics which are approved by the Ministry of Science and Education for the 2019./2020. school year. In particular, the analysis based on chapters and topics related to the mathematical basics of computer work. By analyzing the textbooks we have identified both positive and negative aspects and highlighted and commented on them. After the analysis, we have suggested some activities and examples that can properly address these topics.

In the first chapter we analyzed the textbooks for the fifth grade of elementary school, which deals with the topic Binary numbers. This topic covers the concepts of bits, bytes and conversion from binary to decadal numbering system and vice versa. Although the teaching content covering the topic of Binary numbers is quite modest, we can see that the textbooks provide interesting examples with real-life contexts that we consider essential for students. We have supplemented the chapter with suggestions for activities and examples that teachers can use. This way, the main goal of School for life and the new National Curriculum for Informatics is achieved, which is learning through playing and connecting with situations from everyday life.

The second chapter refer to the sixth and seventh grades of elementary school, but the topics that would be of interest to us do not appear here.

In chapter four, we analyzed the textbooks for the eighth grade of elementary school, which deals with the topic related to the basics of mathematical logic. In most of the textbooks, the chapter on logical functions begins with an explanation of the term logic, followed by definitions of the terms logical statement, logical variable, logical function and logical circuit. In analyzing these teaching topics, we have found a lot of inconsistencies in the approaches of different authors. We have identified several inappropriate approaches, illogical examples, and factual errors, which we consider unacceptable. For this reason, we have provided some

examples that would better address the topic and provide students more benefit but also a better understanding.

# Životopis

Moje ime je Ivona Miškić, rođena sam 26.08.1993. u Požegi. Pohađala sam Osnovnu školu Stjepana Radića u Čaglinu te opću gimnaziju u Gimnaziji Požega gdje sam maturirala 2012. godine. Iste godine upisala sam preddiplomski sveučilišni studij Matematika; smjer: nastavnički na Matematičkom odsjeku Prirodoslovno – matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu kojega sam završila 2016. godine. Iste godine upisala sam diplomski sveučilišni studij Matematika i informatika; smjer: nastavnički na istom fakultetu. Tijekom studija bila sam zaposlena preko studentskog servisa u tvrtkama Iskon Internet d.d. i Ericsson Nikola Tesla d.d.