

# Poučavanje algoritama pretraživanja i sortiranja djece vrtićke dobi

---

Varešković, Dražena

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:166:801528>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-20**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Science](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
PRIRODOSLOVNO MATEMATIČKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

**POUČAVANJE ALGORITMA  
PRETRAŽIVANJA I SORTIRANJA DJECE  
VRTIĆKE DOBI**

Dražena Varešković

Split, srpanj 2024.

# Temeljna dokumentacijska kartica

Diplomski rad

Sveučilište u Splitu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Odjel za informatiku  
Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Hrvatska

## POUČAVANJE ALGORITMA PRETRAŽIVANJA I SORTIRANJA DJECE VRTIČKE DOBI

Dražena Varešković

### SAŽETAK

Računalno razmišljanje sve više se integrira u rani odgoj i obrazovanje. U ovom istraživanju je proučavano dječje učenje kroz aktivnosti koje nisu vezane uz digitalnu tehnologiju, a koja je poznatija pod nazivom CS Unplugged. U ovom istraživanju, fokus je bio na poučavanju algoritma pretrage i sortiranja koristeći CS Unplugged metodu, a cilj je bio utvrditi njihovu sposobnost razumijevanja i primjene navedenih koncepata. Rezultati istraživanja pokazali su da CS Unplugged metoda može utjecati na razumijevanje algoritma pretraživanja i sortiranja kod djece vrtičke dobi. Mlađa djeca ( $< 5$  godina) često su pokazala manjak koncentracije pri rješavanju zadataka u zadanim vremenskim okvirima koji uključuju brojeve i logičko zaključivanje, dok su starija djeca ( $\geq 5$  godina) demonstrirala bolje razumijevanje i veću uspješnost u takvim aktivnostima. Kroz aktivnosti kao što su predviđanje na temelju brojeva i algoritamsko pretraživanje, istraživanje je identificiralo različite strategije i mehanizme koje djeca koriste u rješavanju problema, poput pokušaja i pogrešaka te logičkog razmišljanja. Ovi nalazi pružaju temelj za daljnje istraživanje i razvoj obrazovnih strategija usmjerenih na poboljšanje razumijevanja matematičkih koncepata kod djece predškolske dobi.

- Ključne riječi:** računalno razmišljanje, računalna znanost, vrtić, rano djetinjstvo, stolne igre
- Rad sadrži:** 47 stranice, 22 grafička prikaza, 10 tablice i 22 literaturnih navoda.  
Izvornik je na hrvatskom jeziku.
- Mentor:** **Doc. Dr. sc. Monika Mladenović**, *docent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu*
- Ocjenjivači:** **Doc. Dr. sc. Monika Mladenović**, *docent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu*  
**Doc. Dr. sc. Divna Krpan**, *docent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu*  
**Dino Nejašmić**, *predavač na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, Sveučilišta u Splitu*
- Rad prihvaćen:** srpanj 2024.

## Basic documentation card

Thesis

University of Split  
Faculty of Science  
Department of informatics  
Ruđera Boškovića 33, 21000 Split, Croatia

### TEACHING SEARCHING AND SORTING ALGORITHMS TO KINDERGARTEN CHILDREN

Dražena Varešković

#### ABSTRACT

Computational thinking is increasingly being integrated into early childhood education. This study explores children's learning through activities that are not related to digital technology, known as CS Unplugged. The focus of this research was on teaching search and sorting algorithms using the CS Unplugged method, with the aim of determining their ability to understand and apply these concepts. The results of the study showed that the CS Unplugged method can influence the understanding of search and sorting algorithms in preschool children. Younger children (< 5 years) often showed a lack of concentration when solving tasks within given time frames that involved numbers and logical reasoning, while older children ( $\geq 5$  years) demonstrated better understanding and greater success in such activities. Through activities such as number prediction and algorithmic searching, the research identified different strategies and mechanisms that children use in problem-solving, such as trial and error and logical thinking. These findings provide a foundation for further research and the development of educational strategies aimed at improving the understanding of mathematical concepts in preschool children.

**Keywords:** computational thinking, computer science, kindergarten, early childhood, tabletop games

**Paper contains:** 47 pages, 22 graphical representations, 10 tables and 22 references. Original language: Croatian.

**Mentor:** **Monika Mladenović, Ph.D.** *Assistant Professor of Faculty of Science, University of Split*

**Reviewers:** **Monika Mladenović, Ph.D.** *Assistant Professor of Faculty of Science, University of Split*

**Divna Krpan, Ph.D.** *Assistant Professor of Faculty of Science, University of Split*

**Dino Nejašmić, Ph.D.** *Lecturer at the Faculty of Science, University of Split*

**Accepted for publication:** july 2024.

## *ZAHVALA*

Zahvaljujem se po najprije svojoj mentorici Doc. Dr. sc. Moniki Mladenović na brojnim savjetima i velikoj pomoći prije, za vrijeme te nakon provedbe istraživanja pri izradi ovog diplomskog rada.

Veliko hvala i svim mojim prijateljima i kolegama bez kojih ovaj studij ne bi prošao tako zanimljivo.

Isto tako se zahvaljujem vrtićima, tetama iz vrtića, kao i roditeljima djece (sudionika), što su mi omogućili provesti ovo istraživanje.

Hvala cijeloj mojoj obitelji koja je na bilo koji način pomogla prilikom mog studiranja.

Najveće hvala mojim roditeljima, sestrama i zaručniku na velikoj podršci, strpljenju, povjerenju te ogromnom razumijevanju i bezgraničnoj ljubavi.

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. PREGLED PODRUČJA .....	3
2.1. Računalno razmišljanje.....	3
2.2. Algoritam i algoritamsko razmišljanje .....	4
2.3. Koncepti računalnog razmišljanja .....	5
2.4. Računalno razmišljanje u ranom obrazovanju djece .....	6
2.5. Razvojni aspekti računalnog razmišljanja .....	7
2.6. Odnos računalnog i algoritamskog razmišljanja .....	8
2.6.1. Algoritmi pretrage kod djece vrtićke dobi .....	10
2.6.2. Sortiranje kod djece vrtićke dobi.....	11
3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA .....	12
3.1. Vrsta istraživanja .....	12
3.2. Predmet i cilj istraživanja.....	12
3.3. Instrumenti .....	13
3.4. Postupak istraživanja .....	13
3.5. Sudionici .....	17
3.6. Kontekst istraživanja .....	18
3.6.1. Pilot istraživanje .....	18
3.6.2. Druga faza istraživanja.....	24
4. REZULTATI .....	27
4.1. Koje su CS Unplugged metode primjerene za algoritam pretraživanja?.....	27
4.1.1. Kućice s brojevima .....	27
4.1.2. Kartice sa životinjama i brojevima .....	30
4.2. Koje strategije djeca koriste kako bi pronašla traženi broj? .....	34
4.3. Razumiju li djeca algoritam sortiranja metodom <i>Bubble sort-a</i> ? .....	35

5. OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA .....	38
6. ZAKLJUČAK.....	39
7. REFERENCE.....	41
8. POPIS SLIKA I TABLICA .....	44
9. PRILOZI.....	46
Skraćenice .....	47

# 1. UVOD

Računalno razmišljanje (engl. *Computational thinking*, skraćeno CT) postalo je sve značajnije područje u obrazovanju na svim razinama, uključujući predškolsko obrazovanje, prepoznato kao ključna vještina koja se treba naučiti u školi. CT se može opisati kao skup praksi i smislenih vještina povezanih s osnovnim konceptima računalne znanosti, ali koje se mogu primijeniti i u drugim područjima za rješavanje različitih problema. Primjerice, planiranje niza koraka za organizaciju ormara može se usporediti s izradom računalnog algoritma koji se sastoji od serije jednostavnih koraka koji se izvršavaju redom, pri čemu se neki koraci ponavljaju sve dok se zadatak ne dovrši. Drugi primjer je koncept apstrakcije u CT-u, gdje se tijekom zadatka fokusira samo na određenu značajku objekata.

Dok se uvođenje aktivnosti računalnog razmišljanja u obrazovne programe za rane godine postupno širi, važno je razmotriti kako uzeti u obzir sposobnosti djece, znanje učitelja i prostor u učionici kako bi se takvo uvođenje omogućilo u što većem broju učionica. Većina istraživanja o razvoju računalnog razmišljanja u ranoj dobi usredotočena je na korištenje naprednih tehnologija poput programiranja i korištenja robota. Naša perspektiva je da su te tehnologije važne za upoznavanje djece s današnjim računalnim alatima i okruženjima, ali se suočavamo s izazovom skaliranja uvođenja učiteljima koji su manje upoznati s tim tehnologijama.

U ovom istraživanju fokusirali smo se na razvoj i ispitivanje učenja uz pomoć igara sortiranja brojeva poput računala, koja ne uključuje računalne alate, te algoritma pretrage temeljen na poučavanju algoritma korištenjem CS Unplugged metode. Igre su osmišljene kako bi bile prilagođene dječjim razvojnim potrebama i znanju učitelja o računalima. Iako istraživanja o razvoju računalnog razmišljanja u ranom djetinjstvu rastu, malo se istražuje aktivnosti koje ne uključuju računalne tehnologije. Cilj nam je ispuniti tu prazninu.

U ovom istraživanju analiziraju se početne i razvojne vještine računalnog razmišljanja kod djece. Nadalje, razvijena je metodologija za detaljno praćenje dječjeg računalnog rješavanja problema, omogućujući promatranje promjena u dječjem razumijevanju.

Ovaj rad pruža pregled relevantnih tema, opisuje okruženje učenja i metodologiju te prezentira rezultate i zaključke o procesu učenja djece. Cilj je bio istražiti strategije i proces



učenja djece u vezi sa sortiranjem brojeva i njihovu sposobnost računalnog razmišljanja kod algoritma pretrage te shvaćanja istoga.

## 2. PREGLED PODRUČJA

U ovom dijelu analizirat ćemo teorijske principe koji su temelj samog istraživanja i iskoristiti ih kako bismo prikazali slična istraživanja koja su se bavila istom ili srodnom tematikom. Razmotrit ćemo i rezultate koja su ta istraživanja postigla.

### 2.1. Računalno razmišljanje

Računalno razmišljanje (engl. *Computational Thinking*, skraćeno CT) može se interpretirati na različite načine. Wing u svom ključnom radu koji je potaknuo veliki dio navedenih obrazovnih aktivnosti vezanih u CT, definira ga kao rješavanje problema primjenom principa računalnih znanosti. Predstavila je CT kao kombinaciju četiri temeljne vještine razmišljanja: apstrakcije, dekompozicije, prepoznavanja uzoraka i izrade algoritama. Te vještine jasno je razlikovala od specifičnih praksi programiranja, prikazujući ih kao osnovne metode razmišljanja u računalnim znanostima koje se mogu primijeniti i izvan svijeta računala za rješavanje raznih problema. Ove četiri temeljne vještine često se koriste zajedno prilikom rješavanja problema. Na primjer, kada se suočimo s kompleksnim zadatkom, prvo se može primijeniti apstrakcija kako bismo identificirali najvažnije komponente. Zatim možemo dekomponirati zadatak na manje dijelove, što olakšava postupak rješavanja. Prepoznavanje uzoraka može pomoći u pronalaženju sličnih problema za koje već postoji rješenje, dok algoritamsko razmišljanje omogućuje stvaranje jasnog plana za postizanje cilja. CT se ne odnosi samo na računalne znanosti, nego je to pristup koji se može koristiti u raznim područjima, od matematike i znanosti do umjetnosti i inženjerstva. Primjenom ovih vještina, pojedinci mogu razviti sposobnost kritičkog razmišljanja, inovacije i učinkovitog rješavanja problema, što je korisno u mnogim aspektima života. Ovaj sveobuhvatan pristup rješavanju problema ključan je za razumijevanje i primjenu računalnog razmišljanja u širem kontekstu.

[1]

Primjerice, kad dijete treba pospremiti sobu, može podijeliti zadatak na sređivanje hrpe knjiga i hrpe lopti, time dijeleći veći zadatak na manje dijelove. Ovdje apstrahira određene aspekte knjiga i lopti – naslovi knjiga možda nisu važni, dok je boja lopti relevantna jer se stavljaju u vreće prema boji. Ova serija koraka može se smatrati algoritmom.

Weintrop i suradnici kreirali su klasifikaciju praksi CT-a unutar STEM područja, od kojih većina zahtjeva poznavanje računalnih tehnologija. [2] Brennan i Resnick razvili su okvir

za analizu CT-a, posebno usmjeren na programiranje s alatom Scratch. [3] Ova studija je fokusirana na rano obrazovanje, ali mnogi učitelji nemaju dovoljno znanja za podršku učenju kroz aktivnosti CT-a koje se oslanjaju na digitalne tehnologije bez dodatne pomoći [4]. Mnogi učitelji ne osjećaju se ugodno s programiranjem i računalima zbog tehničkih i konceptualnih izazova [5]. To je razlog zašto mnogi učitelji ne započinju ili ne nastavljaju s korištenjem digitalnih tehnologija u nastavi [6]. Stoga smo koristili Wingovu definiciju CT-a koja jasno razdvaja računalne medije i programiranje od vještina razmišljanja kako bismo pronašli okruženje koje i učiteljima olakšalo primjenu CT-a i koje bi se oslanjalo na njihovo postojeće znanje.

Algoritamsko razmišljanje, jedan od temelja CT-a, ključna je tema u ovoj studiji. Često se povezuje s računalima i programiranjem, no to je bitna vještina u svakodnevnom životu, primjerice, prilikom pečenja kolača ili organizacije ormara. Pell i suradnici definirali su algoritamsko razmišljanje kroz koncepte poput grananja, iteracija i varijabli. [7]

## **2.2. Algoritam i algoritamsko razmišljanje**

U članku [18], algoritmi se definiraju kao precizni planovi ili procedure korak po korak koji su dizajnirani za postizanje krajnjeg cilja ili rješavanja problema. Algoritamsko razmišljanje predstavlja ključnu vještinu u razvoju takvih algoritama. Na primjeru kuharskih recepata, koji su česti primjer algoritama u svakodnevnom životu, iako manje precizni od onih u računalnoj znanosti, jasno je kako se algoritmi koriste za strukturiranje radni s ciljem postizanja specifičnog ishoda. U kontekstu računalnog obrazovanja od osnovne do srednje škole, učenici se upoznaju s osnovnim gradivima blokovima algoritama: slijed, grananje i ponavljanje. Slijed izvršavanja koraka temelj je svakog algoritma, dok se grananje koristi za odabir specifičnih radnji ovisno o uvjetima. Petlje omogućuju ponavljanje određenih radnji dok se zadovoljava određeni uvjet.

Wing objašnjava [19], da je algoritamsko razmišljanje proces razmišljanja u formuliranju problema i njihovih rješenja tako da se ta rješenja mogu učinkovito izvršiti pomoću agenata za obradu informacija. Ona ističe da algoritamsko razmišljanje ne obuhvaća samo matematički definirane probleme, poput dokaza, algoritama ili programa, već i stvarne svjetske probleme čija rješenja mogu biti u obliku složenih softverskih sustava.

Osim toga, Wing naglašava da algoritamsko razmišljanje uključuje razmišljanje o algoritmima i paralelnom razmišljanju te da angažira i druge vrste razmišljanja poput

kompozicijskog, prepoznavanja uzoraka, proceduralnog i rekurentnog razmišljanja. Ona opisuje kako je algoritamsko razmišljanje bitno za dizajniranje i analizu problema i njihovih rješenja, s širokim tumačenjem primjene u različitim područjima. [19]

## 2.3. Koncepti računalnog razmišljanja

Kako bi djeca uspješno savladala vještinu računalnog razmišljanja, važno je razviti ispravan mentalni model ovog koncepta. Mentalni model omogućuje razlaganje računalnog razmišljanja na ključne komponente, tj. aspekte. Iako aspekti računalnog razmišljanja nisu univerzalno definirani i različiti autori nude različite modele [14], postoje određeni aspekti koji se često pojavljuju u više modela, poput apstrakcije, dekompozicije, algoritma i otklanjanja pogrešaka. U ovom radu prikazat ćemo jedan od modela računalnog razmišljanja [15], koji obuhvaća šest glavnih aspekata:

1. Dekompozicija: Rastavljanje složenog problema na manje, lakše rješive dijelove. Podjela mora biti funkcionalna i ciljana, tako da svi dijelovi zajedno čine cjelinu.
2. Apstrakcija: Identifikacija bitnih elemenata problema. Apstrakcija se može podijeliti na tri potkategorije:
  - a. Prikupljanje i analiza podataka: Prikupljanje ključnih informacija iz različitih izvora i razumijevanje njihovih međusobnih odnosa.
  - b. Prepoznavanje uzoraka: Identifikacija pravilnosti ili ponavljanja u strukturi podataka.
  - c. Modeliranje: Izrada modela ili simulacija za predstavljanje funkcioniranja sustava.
3. Algoritmi: Postoje tri osnovna algoritamska postupka: slijed, grananje i ponavljanje. Dizajn logičkih uputa za rješavanje problema. Algoritmi se dijele na četiri potkategorije:
  - a. Dizajn algoritma: Kreiranje niza poredanih koraka za rješavanje problema.
  - b. Paralelnost: Izvođenje više koraka istovremeno.
  - c. Učinkovitost: dizajniranje minimalnog broja koraka za rješavanje problema, uklanjanje suvišnih nepotrebnih koraka.
  - d. Automatiziranje: Automatiziranje rješenja za slične probleme.

4. Otklanjanje pogrešaka: Pronalaženje i ispravljanje pogrešaka kada rješenje problema ne funkcionira kako je očekivano.
5. Iteracija: Ponavljanje procesa dok se ne postigne zadovoljavajuće rješenje.
6. Generalizacija: primjena vještina računalnog razmišljanja na različite situacije s ciljem učinkovitog rješavanja problema.

U ovom istraživanju fokusirat ćemo se na nekoliko aspekata:

- 1) Algoritam slijeda
  - a) Razumijevanje da algoritam ima određene korake. (Primjer: Pogledaj prvi vagon, zatim ga usporedi s drugima i onda poduzmi akciju.);
  - b) Razumijevanje da algoritam uključuje niz uputa. (Primjer: vagon usporedi sa sljedećim vagonom; potom nastavi uspoređivati dok ne pronađeš pravo mjesto za njega.)
- 2) Apstrakcija – shvaćanje da se ponavlja obrazac koraka. (Primjer: za svaki vagon, ponovi korake da bi se on ispravno smjestio.)
- 3) Generalizacija – prepoznavanje da se isti algoritam može primijeniti bez obzira na vrijednost varijable. (Primjer: bez obzira na broj koji vagon ima, algoritam ostaje isti.)
- 4) Prepoznavanje uzoraka – razumijevanje da su neki problemi slični drugim poznatim problemima. (Primjer: prepoznati da je sortiranje lopti po veličini slično kao i sortiranje numeriranih vagona po vrijednosti.)

## **2.4. Računalno razmišljanje u ranom obrazovanju djece**

Prema rezultatima istraživanja [8], istraživači su otkrili da je relativno malo istraživanja o računalnom razmišljanju u ranom obrazovanju djece. Među mlađom djecom (3-5 godina) broj istraživanja bio je još manji.

Konceptualni okvir CT aktivnosti u različitim radovima temelji se na društvenom konstruktivizmu, Piagetovoj razvojnoj teoriji, razvojnim neuroznanostima, sociokulturnim pristupima i učenju kroz igru. Glavni razlozi za ta istraživanja često su ekonomski, naglašavajući potrebu za vještom radnom snagom. Dodatni razlozi uključuju promicanje

sposobnosti rješavanja problema kod djece, razvoj koordinacije ruke i oka, motoričkih vještina i vještina timskog rada.

Prema obrađenim radovima iz [8] koristila je robotiku (poput KIBO kompleta i Bee-bota), dok je ostatak koristio digitalne aplikacije, kao što su ScratchJr i code.org. Osim CT koncepata u nekim od radova istraživali su i slijed petlje, događaje, uvjetne izraze, algoritamski dizajn i prepoznavanje uzoraka.

Neke od aktivnosti bile su strukturirane od strane odraslih u uvodnom dijelu, s različitim stupnjevima slobode koje su djeca imala u igranju s alatima i razinom podrške odraslih. Samo je nekoliko studija bilo potpuno otvoreno.

Ishodi učenja procjenjivani su uglavnom kroz testiranje znanja o CT konceptima i vještinama rješavanja problema te putem promatranja. Istraživanja su pokazala da djeca u dobi od 4 do 6 godina mogu učiti CT i programiranje, s poboljšanjima u prepoznavanju uzoraka, sortiranje, dizajn algoritma, otklanjanje pogrešaka i procedurama. Osim toga, kognitivni rezultati ukazali su na poboljšanu suradnju i komunikaciju. [10]

## **2.5. Razvojni aspekti računalnog razmišljanja**

Kategorizacija kod male djece započinje u dojenačkoj dobi s osnovnim kategorijama poput neživog, ljudi i drugih živih bića. Ova početna kategorizacija pomaže djeci u razumijevanju specifičnih karakteristika svake potkategorije i omogućuje im stvaranje zaključaka o nepoznatim objektima. S vremenom, djeca postaju sve sposobnija u spontano kategoriziraju predmete u različite skupine, kao što su mačke i psi. U ranim godinama, perspektivna kategorizacija, temeljena na sličnostima u izgledu, postaje dominantna.

U jednoj od studija [12], djeca kategoriziraju objekte prema perceptivnim informacijama poput boje, broja i oblika. Kategorizacija uključuje nekoliko kognitivnih procesa i može biti pod utjecajem različitih čimbenika, poput eksplicitnog uputstva od učitelja ili implicitnih samostalnih aktivnosti. Kompleksnost zadatka i uloga jezika također mogu značajno utjecati na kategorizaciju. Primjerice, djeca predškolske dobi već mogu kategorizirati prema različitim kriterijima, kao što su oblik, boja, spol, broj i druge karakteristike. [12]

Sortiranje je aktivnost kojom se može pridonijeti kognitivnom razvoju djece, jer omogućuje razvoj općih kategorija i pomaže u širenju sposobnosti klasifikacije. Sposobnost fleksibilnog odabira među različitim vrstama sortiranja i kategorizacije također je važna, jer ne postoji

jedan proces koji je uvijek najučinkovitiji. Fleksibilnost je ključna u rješavanju problema, omogućujući djeci da se prilagode različitim situacijama. U istraživanju Kuhn-a, fokus je na metakogniciji, koja se odnosi na metastrategijsku kontrolu, odnosno sposobnost primjene različitih strategija za nove izazove. [11]

## 2.6. Odnos računalnog i algoritamskog razmišljanja

Vještine računalnog razmišljanja moguće je podučavati temeljem prethodno osmišljenih aktivnosti bez uporabe računala. Riječ je o skupu aktivnosti namijenjenih podučavanju različitih dobnih skupina učenika o konceptima računalne znanosti, bez uporabe digitalnih uređaja. [22]

Jeanette Wing u svom radu [1], predstavlja osove konceptata računalnog razmišljanja kao ključne vještine za rješavanje problema pomoću računala. Ona definira računalno razmišljanje kao skup vještina i metoda koje omogućuju efikasno i efektivno rješavanje problema, uključujući apstrakciju, algoritamskog razmišljanje, automatizaciju i analizu složenosti. Posebno naglašava važnost algoritamskog razmišljanja kao sposobnosti formuliranja preciznih koraka ili uputa za rješavanje problema, što je bitno za razvoj računalnog razmišljanja kod djece.

Grover i Pea pružaju pregled stanja računalnog razmišljanja u obrazovanju K-12. oni istražuju kako se koncept računalnog razmišljanja integrira u nastavne programe, posebno ističući ulogu algoritamskog razmišljanja. Algoritamsko razmišljanje se opisuje kao bitna komponenta računalnog razmišljanja koja omogućuje djeci da razvijaju strategije za rješavanje problema koristeći računalne resurse i strukturirane korake. [21]

Barr i Stephenson istražuju implementaciju računalnog razmišljanja u obrazovne programe K-12 i ulogu zajednice obrazovanja iz područja računalne znanosti u tom procesu. Oni naglašavaju da algoritamsko razmišljanje, kao sposobnost strukturiranja koraka za rješavanje problema, predstavlja bitnu vještinu koju djeca razumiju kroz računalno razmišljanje. [20]

Algoritmi se različito definiraju u literaturi, ali se ipak svode na slično, a za naše potrebe dovoljno je reći da je algoritam metoda za rješavanje problema koja se sastoji od precizno

definiranih uputa. Algoritamsko razmišljanje je skup sposobnosti povezanih s konstrukcijom i razumijevanjem algoritama:

- sposobnost analiziranja danih problema;
- sposobnost preciznog specificiranja problema;
- sposobnost pronalaženja osnovnih radnji koje su prikladne za dani problem;
- sposobnost konstruiranja ispravnog algoritma za dani problem korištenjem osobnih radnji;
- sposobnost razmišljanja o svim mogućim posebnim i normalnim slučajevima problema;
- sposobnost poboljšanja učinkovitosti algoritma. [9]

Prema Futscheku [9] algoritamsko razmišljanje obuhvaća skup vještina koje se odnose na stvaranje i razumijevanje algoritama. Te vještine uključuju: analizu danih problema, precizno definiranje problema, pronalaženje osnovnih radnji primjerenih za rješavanje problema, precizno definiranje problema i poboljšanje učinkovitosti određenog algoritma. Futschek također naglašava da je kreativno razmišljanje ključno za razvoj novih algoritama koji pomažu u rješavanju problema, sugerirajući da je učenje algoritamskog razmišljanja slično učenju kreativnosti. U tom smislu, poticanje djece na rješavanje problema važan je korak u ovom procesu. Algoritamsko razmišljanje povezano je i s logičkim razmišljanjem, a njegova složenost može negativno utjecati na stavove učenika o toj temi. Dobar didaktički pristup može ublažiti ovaj problem složenosti, još jedan izazov je taj što se algoritamsko razmišljanje mora vježbati; ne dolazi prirodno.

Futschek i Moschitz [9] preporučuju da prvi zadaci vezani uz algoritamsko razmišljanje budu prirodni i bliski djeci, te da budu postepeno sve zahtjevniji. Da bi se to postiglo, trebali bismo zadavati lakše zadatke u vezi s programskim jezikom koji učenici uče, a zatim postupno povećavati razinu težine. Zadaci ne bi trebali biti previše teški, ali bi trebali biti razumljivi za učenike bez prethodnog iskustva s programiranjem. Veći izazovi često traže veću kreativnost, što ponekad može dovesti do neobičnih rješenja. Alati koji omogućuju vizualizaciju algoritama, poput „Theseus“, korisni su djeci jer omogućuju interakciju s labirintom i manipuliranja njime. Takvi digitalni alati koji omogućuju manipulaciju vrijednostima i proučavanje normalnih i ekstremnih slučajeva pomažu učenicima da shvate kako algoritam radi i kako ga mogu poboljšati.



Futschek također navodi da igranje s algoritmima može poboljšati proces učenja algoritamskog razmišljanja. Prema Futschek i Moschitz [9] postoji četiri mogućnosti za igranje algoritmima: učitelj se igra algoritmima, softver se igra algoritmima, neki učenici se igraju algoritmima, ili svi učenici se igraju algoritmima. Prva opcija omogućuje učitelju da demonstrira igru, ali učenici ostaju pasivni. U opciji gdje softver upravlja algoritmom, učenici mogu unositi podatke, čineći ih aktivnijima i dajući im priliku za eksperimentiranje. Najbolja je opcija kada su svi učenici uključeni u igru s algoritmima. Iako zahtjeva više vremena, ova metoda je učinkovita jer omogućuje učenicima da prepoznaju dobra i loša rješenja, nadahnjujući ih da kreiraju nove algoritme. [10]

Algoritamskog razmišljanje naglašava konkretno konstruiranje i razumijevanje algoritma, računalno razmišljanje ide korak dalje integrirajući algoritamsko razmišljanje s drugim važnim konceptima poput apstrakcije, automatizacije i generalizacije.

U praksi, učenje algoritamskog razmišljanja često se ostvaruje kroz upotrebu raznih alat i tehnika, poput programiranja, gdje djeca implementiraju algoritme u praksi. Razvoj računalnog razmišljanja bitan je za razvoj algoritamskog razmišljanja jer omogućuje stvaranje temelja za razumijevanje kako računalna obrađuju informacije i rješavaju probleme.

### **2.6.1. Algoritmi pretrage kod djece vrtićke dobi**

Pretraživanje ključne riječi, vrijednosti ili specifičnog komada podataka (informacija) temelj je mnogih računalnih aplikacija, bilo da se radi o provjeri stanja na bankovnom računu, korištenju internetskog pretraživača ili pretraživanju datoteke na prijenosnom računalu. Računala se nose s velikom količinom informacija, pa su nam potrebni učinkoviti algoritmi za pretraživanje, prva jedinica proučava slijedne i binarne algoritme za pretraživanje, koji omogućuju upoznavanje s čimbenicima uključenim u odabir različitih algoritama za istu svrhu. Algoritmi pretrage kod djece vrtićke dobi predstavljaju zanimljiv koncept koji se može istraživati kroz aktivnosti prilagođene njihovom uzrastu i razvojnim potrebama. Iako je algoritamsko razmišljanje tradicionalno povezano s naprednijim konceptima u računarstvu, osobe algoritamskog razmišljanja mogu se razvijati i kod djece veoma rane dobi kroz igru i strukturirane aktivnosti. Za djecu vrtićke dobi, fokus algoritamskog razmišljanja može biti na razvijanju pred-algoritamskih vještina poput redoslijeda, uzroka i posljedica, i osnovnih koraka u rješavanju problema. Primjerice, kroz jednostavne igre poput traženja skrivenih predmeta ili organiziranja igračaka prema određenom obrascu, djeca mogu početi

razumijevati koncepte kao što su slijed koraka i logički redoslijed. Ove aktivnosti ne samo da potiču kognitivni razvoj već i razvijaju sposobnosti planiranja, strukturiranja i rješavanja problema, što su ključne komponente algoritamskog razmišljanja. Važno je prilagoditi aktivnosti razini razumijevanja djece vrtićke dobi i koristiti vizualne i manipulativne materijale kako bi se koncepti lakše usvojili. [17]

Za potrebe ovog istraživanja korištene su gotove CS Unplugged aktivnosti [13].

## **2.6.2. Sortiranje kod djece vrtićke dobi**

Algoritmi sortiranja mogu se prilagoditi za djecu vrtićke dobi kako bi im pomogli razumjeti osnovne koncepte organizacije i redoslijeda. Sortiranje u ovoj dobi bi moglo pomoći djeci razviti logičko razmišljanje, prepoznavanje obrazaca i osnovne matematičke vještine. Sortiranje uključuje organiziranje problema prema određenim kriterijima, poput veličine, boje ili broja. Djeca vrtićke dobi uče sortirati kroz igre i aktivnosti koje im omogućuju da prepoznaju razlike i sličnosti među predmetima, ovaj proces im pomaže razumjeti kako grupirati slične predmete zajedno i staviti ih u određeni redoslijed. Ono također razvija kognitivne vještine kod djece, uključujući logičko razmišljanje (djeca uče uspoređivati predmete i donositi odluke o njihovom redoslijedu ili grupiranju) i prepoznavanje obrazaca (djeca prepoznaju sličnosti i razlike među predmetima, što je osnova za razvoj matematičkih i znanstvenih vještina). Djeca uče slijediti određeni niz koraka kako bi postigli željeni rezultat. Ova struktura ih priprema za razumijevanje složenijih algoritama u budućnosti. Može se integrirati u svakodnevne aktivnosti kako bi djeca praktično primijenila svoje znanje. Ove aktivnosti ne samo da čine učenje zabavnim, već također pomažu djeci da shvate važnosti organizacije i reda u stvarnom svijetu. Na kraju možemo zaključiti da je sortiranje vještina koja može pomoći djeci vrtićke dobi razviti kognitivne vještine potrebne za buduće učenje. Uključivanjem sortiranja u igre i svakodnevne aktivnosti, djeca prirodno usvajaju ove važne koncepte, pripremajući se za složenije zadatke i probleme u kasnijem obrazovanju. [16]

## **3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA**

### **3.1. Vrsta istraživanja**

U ovom istraživanju, koristila sam kvalitativni pristup zbog specifičnosti sudionika, mlađe djece koja nisu bila u mogućnosti sudjelovati u standardnim testovima ili ispunjanju upitnika zbog svoje dobi i razvojnih karakteristika. Opažanje kao glavna metoda prikupljanja podataka omogućila mi je da promatram i zabilježim reakcije, interakcije i ponašanje djece tijekom aktivnosti, što je pružilo uvid u njihove odgovore i razumijevanje na računalne koncepte. Kvalitativna istraživanja su korisna kada je potrebno razumjeti uzroke i mehanizme iza fenomena ili iskustva, što je u ovom slučaju obuhvaćalo istraživanje kako i zašto djeca vrtićke dobi razumiju i reagiraju na gore već ranije postavljene koncepte računalnog razmišljanja. Osim toga, kvalitativni pristup omogućio je istraživanje njihovih iskustava, mišljenja i percepcija, doprinoseći razumijevanju njihovih reakcija na aktivnosti koje su im prezentirane.

Kvalitativna istraživanja također se usredotočuju na kontekstualno razumijevanje, što je posebno važno kada se istražuju djeca u osjetljivim dobima. Kroz pažljivo promatranje i analizu, moguće je dobiti razumijevanje dječjeg ponašanja u određenim situacijama te razvoju njihovog razumijevanja koncepta računalnog razmišljanja tijekom vremena, s obzirom na ove čimbenike, kvalitativno istraživanje se činilo prikladnim izborom za istraživanje djece vrtićke dobi u kontekstu računalnog razmišljanja, pružajući uvide unatoč njihovoj dobi i ograničenoj sposobnosti komunikacije.

### **3.2. Predmet i cilj istraživanja**

Predmet istraživanja je utjecaj korištenja CS Unplugged metode na razumijevanje algoritma pretraživanja i sortiranja kod djece vrtićke dobi od 3 do 6 godina kroz aktivnosti pretraživanja podataka i sortiranja brojeva.

Cilj istraživanja je utvrditi učinkovitost korištenja CS Unplugged metode poučavanja kod djece vrtićke dobi kroz sudjelovanje u aktivnostima pretraživanja podataka i sortiranja brojeva. Pri tumačenju i donošenju zaključaka iz ovog istraživanja, uzeti su u obzir što više relevantnih faktora koji bi mogli utjecati na djecu, poput mogućeg umora, smanjene koncentracije, nezainteresiranosti i sličnih varijabli. Posebna pažnja posvećena je

objektivnom promatranju situacija i procesa kako bi se osigurala pouzdanost i valjanost rezultata.

Temeljem postavljenog premeta i cilja istraživanja postavljena su sljedeća istraživačka pitanja:

1. Koje su CS Unplugged metode primjerene za algoritam pretraživanja?
2. Koje strategije djeca koriste kako bi pronašla traženi broj?
3. Razumiju li djeca algoritam sortiranja metodom *Bubble sort-a*?

### **3.3. Instrumenti**

Podatke sam prikupila putem naturalističkog opažanja, gdje sam se kao istraživač aktivno uključila u proučavanu grupu, ali bez istaknutog statusa istraživača. Ovaj pristup sudjelovanja istraživača poznat je kao „sudjelujući opažач“. Proces izvođenja istraživanja, bilježila sam video i audio zapisima. Ono što je važno naglasiti jest da je bilo još sudionika, uključujući tete djece što također utječe na „naturalistički“ dio, te dodatni član koji je bio ne sudjelujući opažач a koji je prikupljao podatke snimanjem i slikanjem.

Istraživanje je prošlo kroz dvije faze. Prva faza bila je provedena kao pilot projekt. Od samog početka, imala sam jasnu predodžbu o tome kako želim istražiti razumijevanje računalnih koncepata kod djece vrtičke i predškolske dobi koristeći *CS unplugged* metodu. Aktivnosti su osmišljene kako bi pružile temelj formuliranja istraživačkih pitanja koja treba riješiti u kasnijoj fazi istraživanja.

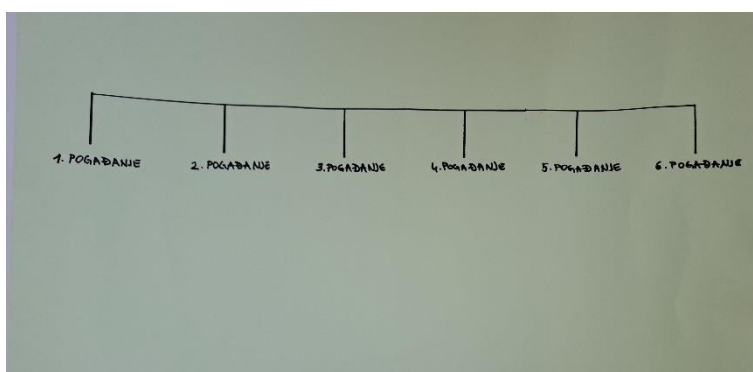
### **3.4. Postupak istraživanja**

Za realizaciju pilot istraživanja, osmislila sam tri aktivnosti. Ideja mi je bila ocijeniti razinu zainteresiranosti djece za sudjelovanjem u istraživanju te ih potaknuti na aktivno uključivanje u sljedećoj fazi. Prva od njih bila je tzv. aktivnost koliko pogađanja (engl. *How many guesses?*) [13], preuzeta iz CS Unplugged pripremljenih aktivnosti. Sudionici su dobili kućice s brojevima (Slika 1).



Slika 1 Kućice s brojevima za prvu aktivnost

Njihov zadatak je bio poslušati kraku priču koju sam prethodno pripremila, a povezana je s kućicama koje sam prethodno podijelila. Nakon toga trebali su razmisliti i predvidjeti koliko će biti pogađanja na osnovu pročitane priče te zalijepiti ceduljicu na kontinuiranu liniju (Slika 2).



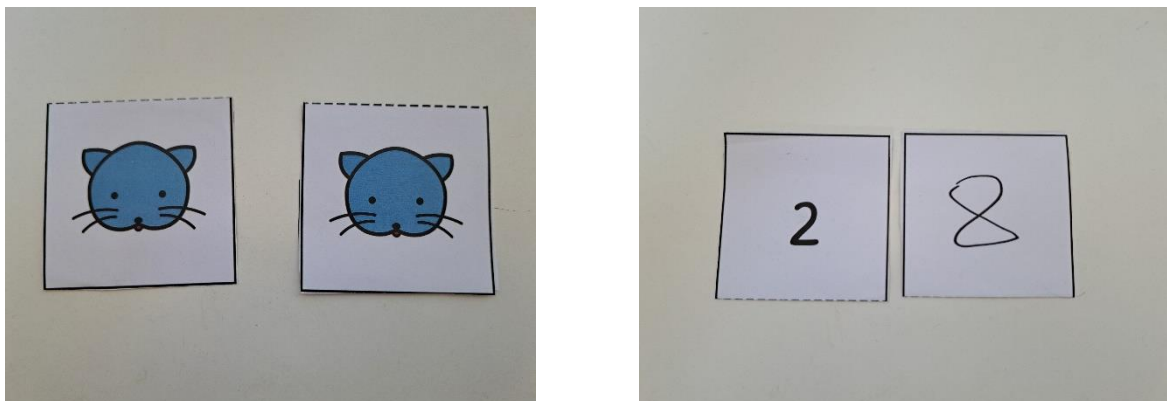
Slika 2 Kontinuirana linija pogađanja

Druga je aktivnost slijedila prvu te je temeljena na poučavanju algoritma pretrage korištenjem CS Unplugged metode. Imali smo za početak 10 kartica sa životinjama (Slika 3). Pokazala sam kako se ispod svake životinje nalazi jedan broj i da imamo brojeve od 1 do 10. Postavila sam brojeve od 1 do 10 redom na stol s okrenutim životinjama prema gore.



Slika 3 Kartice sa životinjama i brojevima od 1 do 10

Njihov zadatak je bio pronaći broj koji im ja kažem, te ako to nije taj broj vratiti karticu i pamtiti koji broj je ispod nje da ne bi ponovno otvorili isti broj sve dok ne pronađu onaj traženi, te ponavljati postupak do pogotka. Ako igra postane lakša promiješati brojeve i ponoviti traženje određenih brojeva, s tim da ako otvore karticu s brojem kojeg nismo tražili ostave je okrenutu prema gore i nastave tražiti. Nakon što smo dva do tri puta odigrali tu igru, slijedi malo teža igra s istim životinjama ali ručno napisanim brojevima, tako da svaka životinja ima sada svoj drugi broj od 1 do 10 (npr. ako je ispod mačke bio broj 2, sada je broj 8) (Slika 4).



Slika 4 Iste životinje s različitim brojevima

Treća aktivnost temeljena je na algoritmu sortiranja brojeva pomoću vlakića (Slika 5) kojem su vagoni brojevi od 1 do 9. Postavili smo vlakić na stol i njihov zadatak je bio da ga poredaju ispravno od najmanjeg do najvećeg broja. Zatim sam uzela brojeve vagona te ih izmiješala i postavljala pitanja, te ispitivala njihova razmišljanja i logiku. Vlakić smo posložili metodom sortiranja zamjenom susjednih elemenata (engl. *Bubble sort*).



Slika 5 Vlakić s brojevima

Na temelju rezultata i interesa sudionika iz pilot istraživanja, donijela sam odluku da će druga faza istraživanja i dalje istraživati algoritam sortiranja i pretragu brojeva. Ova faza istraživanja bila je prirodan nastavak, jer smo već imali postavljena istraživačka pitanja temeljena na informacijama prikupljenim u prethodnoj fazi. Stoga smo u drugoj fazi koristili strukturirano opažanje kako bismo unaprijedili aktivnosti iz pilot istraživanja, sukladno postavljenim istraživačkim pitanjima. Prva aktivnost ove faze također je uključivala tzv. aktivnost „Koliko pogađanja?“, a s tim da su djeca ovog puta imala veće brojeve na kućicama (Slika 6), no i dalje je fokus bio na predviđanju koliko pogađanja bi trebalo biti na osnovu pročitane priče.



Slika 6 Kućice s većim brojevima

Druga aktivnost ove faze predstavljala je također unaprijeđenje druge aktivnosti pilot istraživanja. Kako i u prvoj aktivnosti, brojeve sam povećala od 1 do 15 (Slika 7).



Slika 7 Kartice sa životinja i brojevima od 1 do 15

Treća aktivnost sortiranje brojeva, ostala je ista, osim što su djeca pokušavala sortirati vlakić od najmanjeg do najvećeg broja zatvorenih očiju, opipavajući rukama brojeve.

### 3.5. Sudionici

U istraživanju je sudjelovalo 22 djece, od kojih 13 njih pohađa redovni program (u nastavku vrtić 1), a 9 ih je grupa darovite djece (u nastavku vrtić 2). Grupa vrtića 2 čine nadarena djeca koja su, nakon testiranja, odabrana za ovu grupu. Svi sudionici istraživanja pristupili su istraživanju uz prethodno dobivenu dobrovoljnu suglasnost svojih roditelja, čime je osigurano da su roditelji bili potpuno informirani i dali svoj pristanak za sudjelovanje njihove djece u istraživanju. S obzirom da je u vrtićima bilo puno djece za jednu grupu, podijelili smo ih u dvije grupe kako bi bilo lakše raditi a s njima. Tablica 1 prikazuje takvu raspodjelu.

Tablica 1 Raspodjela sudionika po grupama vrtić 1 (grupa 1 i 2) i vrtić 2 (grupa 3 i 4)

	1. Grupa		2. Grupa		3. Grupa	4. Grupa
Spol / Uzrast	3 ili 4 godine	5 ili 6 godina	3 ili 4 godine	5 ili 6 godina	5 ili 6 godina	5 ili 6 godina
Djevojčice	2	1	1	2	2	2
Dječaci	3	1	1	2	2	3

Razdioba uzorka ispitanika prema spolu prikazana je u prethodnoj tablici (Tablica 1). U tablici je također prikazan uzorak ispitanika prema dobnim skupinama, što omogućuje detaljan uvid u dobnu strukturu sudionika istraživanja.



## 3.6. Kontekst istraživanja

### 3.6.1. Pilot istraživanje

U pilot istraživanju, cilj istraživanja bio je procijeniti u kojoj mjeri korištenje CS Unplugged metode utječu na razumijevanje algoritma pretraživanja kod djece vrtićke dobi. Projekt je uključivao ograničeni uzorak od 13 djece iz vrtića 1, u dobi od 3 do 6 godina, s 6 djevojčica i 7 dječaka. Aktivnosti su se odvijale 29. svibnja u jutarnjim satima, kako bi se iskoristila veća koncentracija djece nakon doručka, kada su naspavana i odmorna, što je usklađeno s njihovim bioritmom, a što može povećati produktivnost.

Tijekom aktivnosti, osim mene i jedne kolegice kao istraživača, još su bile dvije profesorice zadužene za snimanje videozapisa i fotografiranje, to je omogućilo kasniju analizu i adekvatnu dokumentaciju provedenih aktivnosti, kako bismo izbjegli gužvu i prilagodili se razvojnim potrebama djece, te osigurali individualnu pažnju svakom sudioniku, aktivnosti su se provodile paralelno u dvije grupe u različitim prostorijama.

Tablica 1 prikazuje podjelu sudionika po grupama. Organizirale smo aktivnosti na način da je svaka od nas provodila svoje aktivnosti s dodijeljenom grupom, dok je druga provodila svoje aktivnosti s drugom grupom. Zatim bismo zamijenile grupe i ponovile aktivnosti s preostalim sudionicima.

Budući da nisam bila prethodno upoznata s interesima, afinitetima ili individualnim potrebama djece, pripremila sam tri aktivnosti za ovu fazu istraživanja. Prve dvije aktivnosti bile su usmjerene na računalno razmišljanje djece vrtićke dobi, dok je druga uključivala sortiranje brojeva. Ideja je bila istražiti koja od dvije aktivnosti će privući veće razumijevanje, te interes i angažman djece, kako bih identificirala temu koja će biti centralna u daljnjem istraživanju. Na ovaj način sam željela razumjeti kako djeca različitih dobnih skupina reagiraju na određene računalne koncepte, što bi mi pomoglo u daljnjem oblikovanju istraživanja.

Prva aktivnost (u nastavku Kućice s brojevima) temeljila se na poučavanju algoritma pretrage korištenja CS Unplugged metode. Sudionici su dobili kućice s brojevima.



Slika 8 Prva i druga grupa vrtića 1 – Aktivnost br. 1

Zatim sam ispričala priču povezanu s podijeljenim kućicama pod nazivom „Pronađi moju knjigu“. Ideja je bila potaknuti djecu na pažljivo slušanje i razmišljanje, kako bi mogli odgovoriti na moje pitanje što predviđaju, koliko kuća će morati posjetiti da pronađu onu u kojoj je knjiga. Zadatak je bio razmisliti i zalijepiti ceduljicu na kontinuiranu liniju što oni predviđaju da li će pronaći knjigu iz prvog pogađanja ili možda tek iz trećeg, ili će ići do kraja pa tek u zadnjoj kući naći knjigu. Kada svi zalijepe svoje papiriće onda promatramo i zajedno dolazimo do zaključaka. Djeca su pažljivo slušala priču i kad je došlo vrijeme za lijepljenje ceduljica bili su oduševljeni, iako nisu bili svjesni što rade, nego im je bilo bitno samo da zalijepe na jedan broj. Gledali su samo da zalijepe negdje gdje je prazno i gdje još nitko nije zalijepio ceduljicu, točnije svi su željeli svoj broj.

Druga aktivnost (u nastavku Kartice sa životinjama i brojevima) temeljila se također na poučavanju algoritma pretrage korištenja CS Unplugged metode. Na početku objasnim da imamo 10 različitih brojeva od 1 do 10, po jedan na svakoj kartici. Na jednoj strani svake kartice je slika simpatične životinje, a na drugoj strani je broj. Ovu aktivnost sam provela kroz 3 slučaja:

1. slučaj: postavljanje kartica redom;



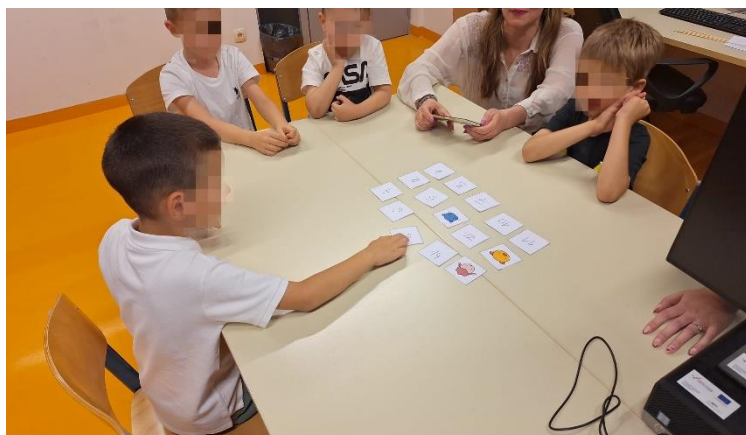
Slika 9 Primjer poredanih kartica po redu

2. slučaj: postavljanje izmiješanih kartica;



Slika 10 Primjer izmiješanih kartica

3. slučaj: postavljanje izmiješanih kartica s drugim brojevima.



Slika 11 Primjer pokušaja pretrage s izmiješanim karticama

Postavim prvo pitanje za pronalazak broja. Zatim idemo redom i svako dijete ima pravo na jedan pokušaj dok ne pronađemo traženi broj. Djeci je bilo jako zabavno tražiti brojeve čak su usporedili aktivnost s igrom *memory*. Prvo dijete otvara karticu i traži broj ako to nije traženi broj vraća karticu i svi pamtim koji je tu broj bio kako ne bi otvarali ponovno isto. Zatim ponavljamo pokušaje dok ne pronađemo broj. Kada su shvatili da su brojevi poredani po redu od 1 do 10, izmiješala sam ih i onda smo ponovno krenuli tražiti broj. Sada je bilo dosta teže što su i oni primijetili. Neki od njih su počeli pamtit slike životinja i koji je broj ispod životinje, te sam uvela iste životinje ali s drugim brojem ispod životinje, s tim da su brojevi bili u istom rasponu od 1 do 10.



Slika 12 Prva grupa vrtića 1 – Aktivnost br. 2



Slika 13 Druga grupa vrtića 1 – Aktivnost br. 2

Aktivnost se pokazala jako zanimljivom ali prilikom pada koncentracije, počeli su otvarati kartice bez ikakvog razmišljanja te sam prešla na treću aktivnost.

Treća aktivnost (u nastavku Vlakić s vagonima) temeljena je na sortiranju brojeva pomoću vlakića kojem su vagoni brojevi od 1 do 9. Najprije sam dala jednom od njih da složi vlakić po svom izboru kako misli da je to po redu od najmanjeg do najvećeg (Slika 11), a onda sam postavila 3 slučaja:

1. Slučaj: postavim vagone tako da uzmem neke od brojeva (npr. 1,3,4,6,8)



Slika 14 Primjer vlakića bez nekih brojeva

2. Slučaj: postavim vagone tako da izmiješam brojeve (npr. 3,4,8,6,1)



Slika 15 Primjer vlakića ne sortiranih brojeva

3. Slučaj: provođenje algoritma sortiranja metodom *Bubble sort-a*



Slika 16 Primjer provođenja Bubble sort algoritma

Podučavanje algoritma sortiranja temeljilo se na detaljnom objašnjenju algoritma bubble sort uz primjenu vlakića čiji su vagoni bili numerirani brojevima. Svaki korak bubble sort-a bio je objašnjen kroz praktičan primjer s vlakićem, gdje su djeca mogla vizualno pratiti postupak sortiranja brojeva. Ovaj interaktivni pristup omogućio je djeci da steknu jasno razumijevanje kako algoritam funkcionira u praksi, korak po korak.

Postavljamo postupak za sortiranje:

Uspoređujemo prva dva broja u nizu.

- Ako je prvi broj veći od drugog, zamjenjujemo njihove pozicije.
- Nastavljamo s usporedbom i zamjenom za svaki par susjednih brojeva.
- Kada najveći broj dođe do kraja, ponovno prolazimo kroz niz.
- Isključujemo već sortirane brojeve.
- Nakon završetka algoritma, niz će biti uređen od najmanjeg do najvećeg broja.

Nakon par primjera sudionici su aktivno sudjelovali i davali mi upute za sortiranje *bubble sortom* gdje sam pratila koliko su razumjeli algoritam.



Slika 17 Prva grupa vrtića 1 - Aktivnost br. 3

To nije bio problem nikom od njih, zatim sam prešla na svoju aktivnost. Izbacila sam neke od brojeva i postavljala im pitanja, mislile li oni da je sada po redu. Dobila sam različite odgovore što sam i očekivala. Zatim sam ih izmiješala i provela sortiranje metodom *Bubble*

*sorta* uz njihovu pomoć da mi govore koji je manji koji je veći i što treba raditi s njima ako je prvi veći a drugi manji, onda mijenjaju mjesto. Nakon nekoliko puta su to usvojili.

Odlučila sam koristiti ove aktivnosti kako bih potaknula djecu različitih dobnih skupina, uzimajući u obzir njihovu razinu razvoja i individualne preferencije, da bolje razumiju osnove računalnog razmišljanja. Promatrajući njihove obrasce ponašanja i interes za sudjelovanjem u početnim aktivnostima, smatrala sam da su koncepti algoritamskog razmišljanja ključni za upoznavanje djece s računalnim razmišljanjem. Kroz ove aktivnosti, djeca će imati priliku istražiti različita područja i otkriti što ih najviše zanima. Naš je cilj približiti im koncepte računalnog razmišljanja koji su korisni u raznim svakodnevnim situacijama, a ne nužno ih pretvoriti u programere.

Na temelju provedenog pilot istraživanja i njegovih rezultata, odlučila sam ponoviti aktivnosti za drugu fazu, samo unaprijeđene.

### **3.6.2. Druga faza istraživanja**

Temeljem pilot istraživanja, tj. rezultatima opažanja pilot istraživanja definirana su istraživačka pitanja:

1. Istraživačko pitanje: Koje su CS Unplugged metode primjerene za algoritam pretraživanja?
2. Istraživačko pitanje: Koje strategije djeca koriste kako bi pronašla traženi broj?
3. Istraživačko pitanje: Razumiju li djeca algoritam sortiranja metodom *Bubble sort-a*?

U drugoj fazi istraživanja sudjelovalo je ukupno 9 djece u dobi od 5 i 6 godina, grupa nadarenih vrtićara, tj. vrtić 2, s kojima smo aktivnosti proveli tijekom njihovog posjeta našem fakultetu 29. svibnja. Ova grupa nadarenih sudjelovala je u popodnevnim satima nakon njihovog samog boravka u vrtiću, te je sposobnost održavanja pažnje bila ograničena. Bilo je bitno uzeti u obzir ovo važno ograničenje prilikom analize rezultata jer je moglo značajno utjecati na način na koji su sudionici sudjelovali u aktivnostima te na njihovu reakciju. Ovo ograničenje je imalo potencijal promijeniti njihovu izvedbu i angažman tijekom provedbe eksperimenta, stoga je važno pažljivo sagledati kako je ovo ograničenje moglo oblikovati interpretaciju rezultata i donošenje zaključaka.

Na temelju rezultata pilot istraživanja i pozitivne reakcije sudionika te njihovog interesa tijekom aktivnosti, fokus drugog dijela istraživanja bio je usmjeren na detaljnije istraživanje

dječjeg razumijevanja algoritamskih razmišljanja (pretraživanja i sortiranja), koje su ključne za razvoj računalnog razmišljanja. Za razliku od prethodnog pilot istraživanja, drugi dio istraživanja provodio se kroz strukturirano promatranje kako bismo detaljnije istražili načine na koje djeca percipiraju, razumiju i primjenjuju same koncepte. Stoga je bilo nužno pažljivo bilježiti ponašanje sudionika kako bismo razumjeli dječje načine razmišljanja i procesuiranja informacija povezanih s proučavanim konceptima.

Za provedbu druge faze na osnovu postavljenih istraživačkih pitanja, provela sam iste aktivnosti iz pilot istraživanja, koje su sada kategorizirane uze istraživačka pitanja, a koje možemo vidjeti u Tablici 2.

Tablica 2 Prikaz provedenih aktivnosti na osnovu postavljenih istraživačkih pitanja

ISTRAŽIVAČKA PITANJA	AKTIVNOSTI
<p>1. <b>Istraživačko pitanje:</b> Koje su CS Unplugged metode primjerene za algoritam pretraživanja?</p>	<p><b>1.aktivnost – Kućice s brojevima:</b> Pripremila sam kućice s većim brojevima. Ispričala sam priču i krenuli smo na zadatak razmišljanje i lijepljenje ceduljica na kontinuiranu liniju pogađanja. Cilj je bio da vidimo hoće li mi dati dobar odgovor na pitanje zašto su baš tu zalijepili svoju ceduljicu, hoće li shvatiti koncept igre.</p> <p><b>2.aktivnost – Kartice sa životinjama i brojevima</b></p>
<p>2. <b>Istraživačko pitanje:</b> Koje strategije djeca koriste kako bi pronašla traženi broj?</p>	<p><b>2.aktivnost – Kartice sa životinjama i brojevima:</b> Odlučila sam povećati brojeve do 15, te pratiti hoće li sudionici primijetiti da su brojevi poredani redom u prvom slučaju, te kakvo značenje pridaje kada su brojevi izmiješani. Postavljam 3 slučaja (Slike 9, 10 i 11).</p>



<p>3. <b>Istraživačko pitanje:</b> Razumiju li djeca algoritam sortiranja metodom <i>Bubble sort-a</i>?</p>	<p><b>3.aktivnost – Vlakić s vagonima:</b> Vlakić je načinjenim od brojeva. Pratim kako najprije samostalno sortiraju brojeve, a onda im postavljam 3 slučaja (Slike 14, 15 i 16).</p>
---	--

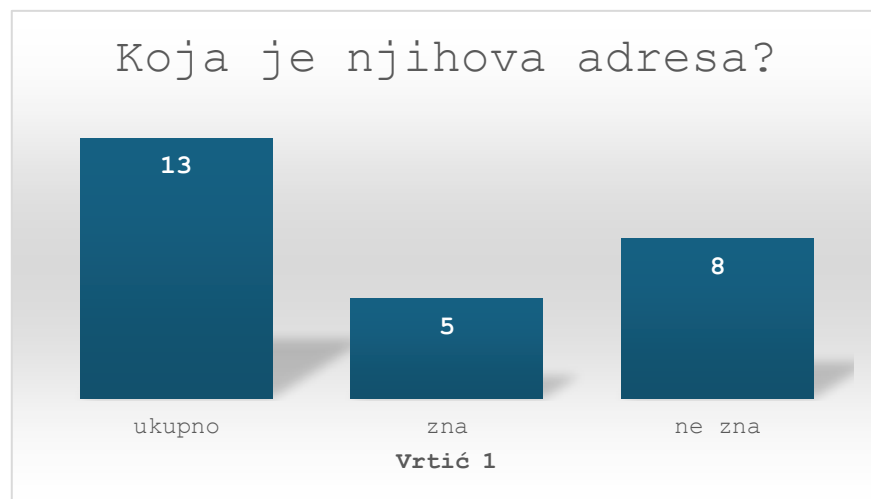
## 4. REZULTATI

### 4.1. Koje su CS Unplugged metode primjerene za algoritam pretraživanja?

U ovom poglavlju dat ćemo odgovor na ovo pitanje korištenjem dvije CS Unplugged aktivnosti za algoritam pretraživanja.

#### 4.1.1. Kućice s brojevima

Aktivnost „Kućice s brojevima“ bila je pažljivo slušanje priče i njihovo predviđanje na osnovu pročitane priče. Prije nego sam počela pričati priču pitala sam ih par pitanja, Znaju li pročitati brojeve s kućica ?, na što sam dobila dosta pogrešnih odgovora budući da je prva grupa bila mlađeg uzrasta od tri ili četiri godine, te me to potaknulo na to da ima podijelim kućicama s manjim brojevima u rasponu od 1 do 10 i nakon toga sam dobila točne odgovore od svih, osim od djevojčice od 3 godine koja nije i dalje znala pročitati broj. Nastavila sam s pitanjima: Jesu li vidjeli već te brojeve?, Jesu li im poznati?, Gdje su vidjeli takve brojeve?, Znaju li svoju adresu?. Od ukupno 13, 5 ih je znalo svoju adresu u kojoj stanuju Slika 18.



Slika 18 Odgovor na pitanje "Koja je njihova adresa?" (vrtić 1)

Zatim sam postavila pitanje „Što misle, koliko će kuća morati posjetiti da pronađu knjigu? Jedna od djevojčica je odgovorila da misli da ćemo kucati na svaka vrata dok ne pronađemo knjigu. Nakon što su malo razmislili ponovila sam pitanje i dobila sam odgovore da se knjiga nalazi u crvenoj kućici, u zelenoj kućici, u narančastoj kućici. Nakon toga uzeli smo papiriće

i svako od njih je imao zadatak da zalijepi jedan papirić na broj koliko misle da će morati posjetiti kuća kako bi našli knjigu. Neki od odgovora nalaze se u Tablici 3 što uključuje vrtić 1 obje grupe.

Tablica 3 Odgovori na pitanje "Na koji broj su zalijepili papirić i zašto baš na taj broj?" – vrtić 1

Na koji broj su zalijepili papirić i zašto baš na taj broj?	
Djevojčica (3 godine)	Odabrala sam broj 1 i ne znam zašto.
Djevojčica (4 godine)	Odabrala sam broj 2, jer mi je na kućici broj 2.
Dječak (4 godine)	Odabrao sam broj 4, jer mi se svidio taj broj.
Dječak (6 godina)	Odabrao je broj 5, jer njegov najbolji prijatelj ima taj broj.
Djevojčica (6 godina)	Odabrala je broj 1, jer je njena kućica broj 1.
Djevojčica (6 godina)	Odabrala je broj 5 i ne zna zašto.
Dječak (5 godina)	Odabrao je broj 3, jer je njegov najbolji prijatelj ima taj broj.

Na kontinuiranoj liniji svako dijete je zalijepilo papirić na prazan broj, te je bilo i jedno ponavljanje. Kada smo odradili taj zadatak uslijedilo je pitanje „Što možemo primijetiti na ovoj liniji?“. Složili smo se svi da smo mogli zalijepiti na bilo koji broj, da može biti i jedno pogađanje, i 3 pogađanja pa čak i 6 pogađanja.

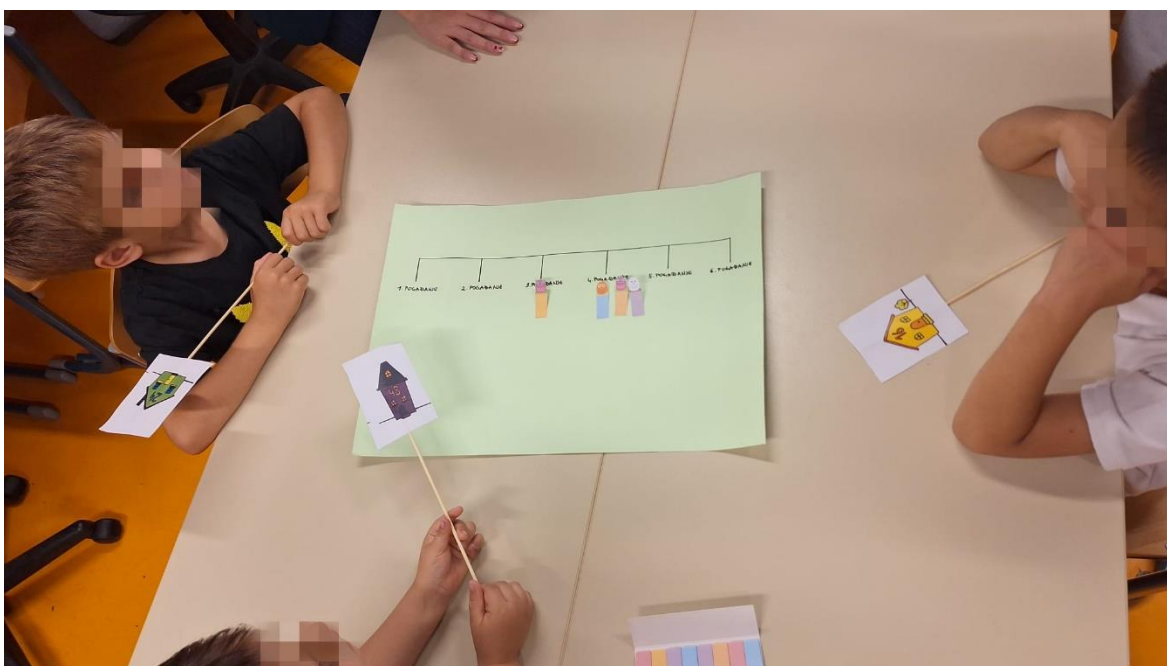


Slika 19 Druga grupa vrtića 1 - Rezultati aktivnosti br. 1

Provedbom iste aktivnosti s grupom vrtića 2 dobili smo slične rezultate vidljive u Tablici 4.

Tablica 4 Odgovori na pitanje "Na koji broj su zalijepili papirić i zašto baš na taj broj?" – vrtić 2

Na koji broj su zalijepili papirić i zašto baš na taj broj?	
Dječak (5)	Nemam pojma. (zalijepio na broj 3)
Dječak (6)	Zato što mislim da to nije lako. (zalijepio na broj 4)
Dječak (6)	Ja mislim da je malo lakše od najtežeg, ali malo teže od srednjeg. (zalijepio na broj 4)
Dječak (5)	Nema odgovor.



Slika 20 Vrtić 2 - Rezultati aktivnosti br. 1

Aktivnost „Kućice s brojevima“, koja je uključivala slušanje priče i predviđanje na osnovu brojeva, pokazala je da djeca bez obzira na dob nemaju neku strategiju pri korištenju algoritma pretrage (Tablica 3) i (Tablica 4). Grupa 1 vrtića 1, za vrijeme čitanja priče, gledaju u podijeljene kućice, razgovaraju s drugima, nisu pozorno slušali priču, pa smo došli do zaključka da nije potrebna tolika priča i čitanje jer nemaju koncentraciju. No, kada je došla

Grupa 2 vrtića 1, bez obzira što smo priču skratili na rečenicu dvije i nije bilo čitanja, djeca također nisu slušala tijek priče i tu dolazimo do zaključka da priču treba približiti i staviti u kontekst s njima već poznatim situacijama (npr. da su umjesto kućica bili njihovi ormarići u vrtiću). Razina razumijevanja brojeva kada su brojevi smanjeni na raspon od 1 do 10, svi osim jedne trogodišnje djevojčice i četverogodišnjeg dječaka mogli su prepoznati brojeve, što ukazuje na potrebu prilagođavanja težine zadataka mlađoj djeci. Od 13 djece, 5 ih je znalo svoju adresu, što pokazuje da dio djece već ima osnovno razumijevanje važnosti brojeva u svakodnevnom životu. Djeca su imala različite pristupe i odgovore na pitanje koliko kuća misle da će morati posjetiti kako bi pronašli knjigu. Njihovi odgovori varirali su od specifičnih kuća (crvena, zelena, narančasta) do općenitih predviđanja bez jasnog obrazloženja.

#### 4.1.2. Kartice sa životinjama i brojevima

Druga aktivnost provedena s prvom grupom vrtića 1, također je temeljena na poučavanju algoritma pretrage korištenja CS Unplugged metode, u ovom slučaju brojeva. Postavila sam na stol 10 kartica redom za traženje. Objasnila sam im da imamo 10 različitih brojeva, po jedan na svakoj kartici u rasponu od 1 do 10. Pokazala sam im da je na jednoj strani životinja, a na drugoj broj. Ispod svake od ovih karata nalazi se broj koji ne možemo vidjeti. Krećemo na igru! (Tablica 5) prikazuje tijek igre.

Tablica 5 Prikaz rezultata pogađanja brojeva tijekom aktivnosti s prvom grupom vrtića 1

Redni broj igre	Traženi broj	Sudionik (godine)	Broj pokušaja	Pronađen broj	Obrazloženje
1	3	Djevojčica (4)	11	Da	Znala je da je to broj 3.
2	6	Dječak (4)	2	Da	Nema odgovor.
3	6	Dječak (4)	1	Da	Čitao brojeve i pamtio slike.

4	3	Djevojčica (4)	1	Da	Zapamtila sliku ispod koje je broj 3.
5	9	-	5	Ne	-
6	2	Djevojčica (4)	10	Da	Zadnji pokušaj.
7	3	Djevojčica (4)	1	Da	Sjećanje kako su bili poredani prije.
8	2	Djevojčica (4)	1	Ne	Zaključila da su se brojevi zamijenili.

Tijekom pretraživanja broja 9, nakon pete igre, igra je pojednostavljena ostavljanjem otvorenih kartica koje nisu traženi broj. Pogađanje broja 2 nakon pojednostavljenja rezultirao je u 10 pokušaja. Kod ponovnog traženja brojeva, promiješane kartice i zamjena brojeva ispod istih slika zbunile su ne samo djevojčicu koja je igra i pokušala pronaći broj, nego i ostatak ekipe. (Tablica 5) prikazuje broj pokušaja, uspjeh pogađanja, te obrazloženje djece kako su dolazili do rješenja.

(Tablica 6) prikazuje drugu grupu vrtića 1 koja je sastavljena od starije djece (5 ili 6 godina), te se među njima nalazila i jedna djevojčica od 3 godine.

Tablica 6 Prikaz rezultata pogađanja brojeva tijekom aktivnosti s drugom grupom vrtića 1

Redni broj igre	Traženi broj	Sudionik (godine)	Broj pokušaja	Pronađen broj	Obrazloženje
1	3	Dječak (6)	1	Da	Odmah pogodio gdje je broj 3
2	6	Djevojčica (5)	1	Ne	Otvorila broj 7

3	6	Dječak (5)	1	Da	Znao je gdje je broj 7 i po tom odredio gdje je broj 6
4	6	Dječak (5)	1	Da	Brojao kartice
5	(1-10)	Djeca (5-6)	-	-	Svi pogađali iz prvog pokušaja jer su brojevi poredani redom
6	1	Dječak (6)	1	Da	Zapamtio sliku i broj ispod slike
7	2	Djevojčica (6)	11	Da	Pad koncentracije, složili se da je teže pronaći brojeve kad su pomiješani
8	2	Djeca (5-6)	12	Da	Lakše pronaći broj kada ostavimo otvorene kartice koje nisu traženi broj

Aktivnost „Kartice sa životinjama i brojevima“ provedena je u istoj mjeri kao i s vrtićem 1, samo što su u startu bili veći brojevi (1-15). (Tablica 7) prikazuje grupu vrtića 2, koji se vode kao napredna grupa (5-6 godina) iz koje možemo vidjeti da i oni također imaju neku strategiju pretraživanja kao i druga grupa vrtića 1. nakon šestog broja igre, pomiješala sam kartice, što se donekle prijeti u rezultatima (Tablica 7). U desetoj igri, zamijenila sam kartice s brojevima (uzela sam ručno napisane brojeve, ali iste životinje) što se može vidjeti i po rezultatu, da su se pogubili i tek nakon 14 pokušaja pronašli traženi broj.

Tablica 7 Prikaz rezultata pogađanja brojeva tijekom aktivnosti – vrtić 2

Redni broj igre	Traženi broj	Sudionik (godine)	Broj pokušaja	Pronađen broj	Obrazloženje
1	4	Dječak (6)	1	Da	Primijetio je da su kartice poredane po

					redu i zaključio gdje se broj nalazi.
2	11	Dječak (5)	1	Da	Slučajno.
3	7	Dječak (6)	1	Da	Brojao je kartice.
4	4	Dječak (6)	1	Da	Zapamtio ispod koje se slike nalazi broj.
5	11	Dječak (5)	1	Da	Znao je jer zna gdje je broj 10 i da iza njega slijedi broj 11.
6	9	Djevojčica (6)	1	Da	Slučajno, ali joj je bilo negdje u glavi.
7	3	Dječak (6)	3	Da	Nema odgovor.
8	7	Dječak (5)	3	Da	Znao je da je bio tu.
9	4	Djevojčica (6)	3	Da	Zapamtio sliku.
10	2	Dječak (6)	14	Da	Teško je jer su izmiješane kartice i drugi brojevi.

Nakon provede obje aktivnosti možemo reći da prva metoda s pričom o kućicama nije pokazala očekivani uspjeh. Priča je bila previše za njihovu dob, nije se uklapala u njihov svakodnevni kontekst jer im koncepti kućnih brojeva i kuća nisu bili dovoljno bliski. Djeca se nisu mogla lako fokusirati na tok priče, a aktivnost je zahtijevala verbalno angažiranje (poput čitanja priče), što je za njih još uvijek bilo izazovno za potpuno razumijevanje teksta. S druge strane, druga metoda „Kartice s brojevima“ bila je uspješnija jer je djecu podsjećala na igru *memory* od samog početka. Oni su spontano povezali aktivnost s igrom *memory*, što im je olakšalo sudjelovanje i angažman.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na važnost prilagodbe aktivnosti uzrastu djece te načina na koji se aktivnosti povezuju s njihovim igračkama i igrama. Dok su mlađa djeca (3-4



godine) više sklona igrama i vizualnoj stimulaciji, starija djeca (5-6 godina) već razvijaju određene strategije i sposobnosti razumijevanja sadržaja.

## 4.2. Koje strategije djeca koriste kako bi pronašla traženi broj?

Kartice sa životinjama i brojevima, kao druga aktivnost, pokazala se zanimljivijom u obje grupe. Starija djeca (5-6 godina) demonstrirala su brže shvaćanje pravila igre i strategija za pogađanje brojeva, što je rezultiralo većom efikasnošću u pronalaženju traženih brojeva. Mlađa djeca (3-4 godine) su se češće oslanjala na vizualnu memoriju slika ispod kojih su se nalazili brojevi, ali su im trebala više pokušaja da bi uspješno pronašla broj. Starija djeca (5-6 godina) često su pogađala brojeve iz prvog ili drugog pokušaja, pokazujući bolju koncentraciju i sposobnost brzog prilagođavanja promijenjenim uvjetima igre. S druge strane, mlađa djeca (3-4 godine) su često zahtijevala više pokušaja za pronalaženje traženih brojeva, a njihova koncentracija je bila osjetljivija na varijacije u rasporedu kartica. Mlađa djeca su pokazala različite preferencije u vezi s ostavljanjem otvorenih kartica ili zatvorenih kartica tijekom igre. Neki su smatrali da im je lakše kada su kartice otvorene, dok su drugi preferirali zatvorene kartice. S druge strane, starija djeca su primijetila da je lakše pronaći tražene brojeve kada se ostave otvorene kartice koje nisu traženi broj što im je olakšalo proces eliminacije. Na kraju možemo sve to sročiti u jednu tablicu uočenih strategija koja je prikazana u tekstu ispod. (Tablica 8)

Tablica 8 Prikaz strategija pretrage s opisom

Strategija	Opis
Sjećanje i pamćenje	Pamćenje slika ispod kojih se nalaze brojevi, sjećanje na prethodni poredak kartica.
Brojanje kartica	Brojanje kartica da bi se utvrdilo mjesto određenog broja.
Učenje redoslijeda	Prepoznavanje redoslijeda brojeva i zaključivanje prema prethodnim brojevima.
Slučajnost	Neki brojevi su pogođeni slučajno.

Vizualno prepoznavanje	Prepoznavanje vizualnih tragova ili slika povezanih s brojevima.
Ostavljene otvorene kartice	Lakše pronalaženje brojeva kada su ne ciljane kartice ostavljene otvorene.

### 4.3. Razumiju li djeca algoritam sortiranja metodom *Bubble sort-a*?

Aktivnost nazvana „Vlakić s vagonima“ se odnosila na sortiranje brojeva. Rezultati provedene aktivnosti vrtića 1 s opisom se nalaze u (Tablica 8).

Tablica 9 Provedene aktivnosti s vlakićem vrtića 1

Aktivnost	Opis
Samostalno sortiranje	Djeca su prvo pokušala samostalno sortirati brojeve, ali su ih nasumično sastavljali u prvoj grupi, dok su u drugoj grupi vlakić odmah sastavili ispravno.
Intervencija djevojčice	Jedna djevojčica je prepoznala potrebu za sortiranjem od najmanjeg do najvećeg te je preuzela inicijativu u pravilnom poretku brojeva.
Provjera ispravnosti sortiranja	Nakon njenog napora, provjereno je je li vlakić zaista bio poredan od najmanjeg do najvećeg broja.
Uklanjanje nekih od brojeva	Uklonila sam neke od brojeva i provjeravamo je li vlakić sastavljen po redu, gdje imamo različitih odgovora, kao „nedostaju neki brojevi da bude po redu“, „nije po redu, treba ići 1,2,3 ...“, te sam preformulirala pitanje i pitala ih jesu li od najmanjeg do najvećeg poredani, gdje sam i dalje imala odgovore da nedostaju neki brojevi da bude po redu ali sam dobila i odgovor da je poredano od najmanjeg do najvećeg.

Primjena Bubble sort algoritma	Radi osiguranja preciznosti, djeca su uz pomoć mene koristila Bubble sort algoritam kako bi konačno sortirala brojeve.
--------------------------------	--

U analizi vlakića s brojevima (Tablica 8), u početku djeca (3-4 godine) vlakić s brojevima nisu ispravno poredala, ali je jedna djevojčica preuzela potrebu za sortiranjem od najmanjeg do najvećeg te uspješno sastavila vlakić prema tom pravilu. Nakon toga, provjeravali smo ispravnost sortiranja, što je dovelo do različitih odgovora među djecom, slijedilo je uklanjanje nekih brojeva radi dodatne provjere, pri čemu su se pojavili i komentari da neki brojevi nedostaju za potpuno sortiranje.

Na osnovu provedenih aktivnosti u vrtiću 1, provedena je aktivnost i s naprednom grupom, vrtićem 2 i došli do rezultata. U Tablici 9 prikazani su rezultati istraživanja s vrtićem 2.

Tablica 10 Provedene aktivnosti s vlakićem vrtića 2

Aktivnost	Opis
Samostalno sortiranje	Djeca su prvo pokušala samostalno sortirati brojeve, složili su bez ikakvih problema.
Sortiranje brojeva zatvorenih očiju	Od ukupno 9 sudionika, 3 (jedna djevojčica i dva dječaka) odlučili su pokušati sortirati vlakić zatvorenih očiju. U početku su zbog sličnosti brojeva imali poteškoća (npr. uzeli su broj 7 umjesto broja 1), ali su došli do broja 3 prije nego što su odustali. (Slika 21)
Provjera ispravnosti sortiranja (3,6,8,9)	Djeca su složila vlakić s brojevima 3, 6, 8, 9. Na pitanje je li to poredano od najmanjeg do najvećeg broja, odgovorili su da jest, ali nedostaju im brojevi koji bi trebali biti u vlakiću da bi bio potpuno poredan.
Primjena Bubble sort algoritma	Pomiješala sam brojeve kako bih pokazala djeci kako računalo koristi Bubble sort algoritam za sortiranje.



Slika 21 Vrtić 2 - Sortiranje brojeva zatvorenih očiju

Provedenim istraživanja u oba vrtića 1 i 2, primijenili smo Bubble sort algoritam koji je bio uspješan u postizanju konačnog ispravnog redoslijeda brojeva, ali ne dovoljno dobar uz ovu aktivnost jer nisu u stanju sami to posložiti.



Slika 22 Vrtić 2 - Rezultati sortiranja

## 5. OGRANIČENJA ISTRAŽIVANJA

Vođenje istraživanja s djecom različitih dobnih skupina, od 3 do 6 godina, suočilo me s nizom izazova koji su utjecali na njihovo sudjelovanje i angažman. Mlađa djeca, posebno u dobi od 3 do 4 godine, često su imala poteškoće u održavanju pažnje i razumijevanju same aktivnosti. Nakon nekog vremena, primijetila sam da postaju umorna i gube interes, što je otežalo njihovo aktivno uključivanje. S druge strane, starija djeca pokazala su veću sposobnost zadržavanja pažnje rijekom cijelog istraživanja, ali opet ne na toj razini kao što bih to mogli školarci.

Održavanje aktivnosti u popodnevnim satima predstavljalo je dodatni izazov jer su sudionici već bili umorni od prethodnih aktivnosti tijekom dana. Umor i smanjenje koncentracije, posebno kod mlađe djece, mogli su utjecati na njihovu sposobnost angažiranja i sudjelovanja tijekom radionica. Ovo je aspekt koji smo morali uzeti u obzir prilikom analize rezultata kako bismo bolje razumjeli kako su umor i vremenski faktor utjecali na reakciju djece tijekom aktivnosti.

Kontinuirano praćenje sudionika tijekom duljeg razdoblja omogućilo bi nam bolje razumijevanje razvoja njihovih vještina i sposobnosti te bi pružilo bolji uvid u dugoročne učinke aktivnosti na usvajanje algoritama sortiranja. Iako ograničenja vremena i resursa nisu omogućila dugoročno praćenje sudionika, ovaj pristup bio bi koristan za buduća istraživanja kako bismo bolje razumjeli kako se računalne vještine razvijaju u predškolskoj dobi i kako ih je najbolje poticati kroz različite aktivnosti.

## 6. ZAKLJUČAK

Ovaj istraživači rad istražio je primjenu CS Unplugged metoda za podučavanje algoritma pretraživanja i sortiranja u ranom djetinjstvu, kroz aktivnosti poput „Kućica s brojevima“ i „Kartice sa životinjama i brojevima“, istraženo je kako djeca različitih dobnih skupina reaguju na ove metode. Zaključak istraživanja nudi uvid u važnost prilagodbe obrazovnih aktivnosti uzrastu djece, kao i kontekstu koji im je blizak.

U aktivnosti, „Kućice s brojevima“, mlađa djeca (3-4 godine) nisu pokazala očekivanu razinu angažmana zbog prevelike složenosti zadatka i nedostatka koncentracije, s druge strane, starija djeca (5-6 godina) pokazala su veću sposobnost sudjelovanja, ali su i dalje imala izazove u potpunom razumijevanju koncepta algoritma pretraživanja proveden CS Unplugged metodom. Uočeno je da, bez obzira na dob, nemaju nikakvu strategiju za navedenu aktivnost „Kućice s brojevima“.

Druga aktivnost, „Kartice sa životinjama i brojevima“, koja je bila više usmjerena na igru vizualnom memorijom, pokazala se učinkovitijom za oba uzrasta. Mlađa djeca su često koristila vizualnu memoriju kao glavni alat za pronalaženje brojeva, dok su starija djeca razvila strategije pogađanja temeljene na vizualnoj organizaciji kartica. S obzirom da su mlađa djeca bila pri slaboj koncentraciji već nakon nekog vremena prestaje želja za igrom.

Na osnovu rezultata možemo zaključiti da je primjerenija druga CS Unplugged vezana za pretraživanje.

Ono što je još dodatno uočeno jest da djevojčica koja je imala 3 godine nije mogla pratiti aktivnost te nije davala nikakve odgovore, s obzirom da je došla s drugom grupom nakon već odrađenih nekih aktivnosti i moguće da je prevladao umor, ali isto je moguće i zahtjevnost aktivnosti za njenu dob, dok je djevojčica od 6 godina privlačila cijelo vrijeme pažnju i u svakoj aktivnosti je htjela biti prva, ali kada bi došao red na nju, nije dala odgovor htjela je biti među zadnjima.

Općenito, ova istraživanja naglašavaju važnost prilagođavanja obrazovnih strategija i aktivnosti prema individualnim potrebama i razvojnim fazama djece. Razumijevanje kako djeca razvijaju svoje kognitivne vještine pomaže nam u osmišljavanju učinkovitijih metoda učenja i podrške njihovom razvoju. Kroz daljnje istraživanje i prilagodbu, moguće je unaprijediti obrazovne metode kako bi se osiguralo da djeca na najbolji mogući način razumiju i primjenjuju osnovne algoritamske koncepte već od najmlađe dobi.



## 7. REFERENCE

- [1] J. M. Wing, »Computational thinking,« *Communications of the ACM*, Sves. %1 od %2Vol. 49, No. 3, pp. 33-35, march 2006.
- [2] E. B. M. H. K. O. K. J. L. T. U. W. David Weintrop, »Defining computational thinking for mathematics and science classrooms.,« *Journal of Science Education and Technology*, pp. 127-147, October 2015.
- [3] M. R. Karen Brennan, »Using artifact-based interviews to study the development of computational thinking in interactive media design. Paper presented at annual American Educational Research Association meeting, Vancouver, BC, Canada.,« *Journal of Educational Psychology*, svez. Vol.9 No.9, April 2012.
- [4] K. N. & V. Gialamas, »Barriers to the integration of computers in early childhood settings: Teachers' perceptions.,« *Education and Information Technologies*, pp. 285-301, September 2013.
- [5] S. R. B. J. Y. Tyler S Love, »Examining Changes in Teachers' Beliefs Toward Integrating Computational Thinking to Teach Literacy and Math Concepts in Grades K-2,« *Journal for STEM Education Research*, pp. 380-401, 28 September 2022.
- [6] A. R. L. E. W. Courtney K. Blackwell, »Factors influencing digital technology use in early childhood education,« *Computers & Education*, pp. 82-90, 2014.
- [7] T. D. S. P. F. Amanda Peel, »Algorithmic Explanations: an Unplugged Instructional Approach to Integrate Science and Computational Thinking,« *Journal of Science Education and Technology*, 25 April 2022.
- [8] K. I. M. & J. A. Hall, »Computational thinking learning experiences, outcomes, and research in preschool settings: A scoping review of literature,« *Education and Information Technologies*, pp. 1-36, 2022.



- [9] G. Futschek, »Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science,« u *SpringerLink*, Vienna, 2006.
- [10] H. H.-O. & S. T. L. Bayan Masarwa, »Kindergarten Children's Learning of Computational Thinking With the "Sorting Like a Computer" Learning Unit,« *Journal of Research in Childhood Education*, 19 Jul 2023.
- [11] D. Kuhn, »Metacognitive Development,« *Current Directions in Psychological Science*, pp. 178-181, 2000.
- [12] M. M. Susan A. Gelman, »Child categorization,« *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, pp. 95-105, 2011.
- [13] »CS Unplugged,« [Mrežno]. Available: <https://www.csunplugged.org/en/topics/searching-algorithms/how-many-guesses-junior/>.
- [14] K. Tomljenović, »Fakultet informatike i digitalnih tehnologija,« [Mrežno]. Available: [https://inf.uniri.hr/images/studiji/poslijediplomski/kvalifikacijski/Kvalifikacijski\\_rad\\_Kreso\\_Tomljenovic.pdf](https://inf.uniri.hr/images/studiji/poslijediplomski/kvalifikacijski/Kvalifikacijski_rad_Kreso_Tomljenovic.pdf).
- [15] C. S. J. A.-C. Valerie J. Shute, »Demystifying computational thinking,« *Educational Research Review*, pp. 142-158, 2017.
- [16] R. G. i. K. Brenneman, *Learning and Teaching Early Math: The Learning Trajectories Approach*, New York: Routledge, Robyn Gelman i Kristi Brenneman.
- [17] H. H. D. M. Valerie Critten, »Can Pre-school Children Learn Programming and Coding Through Guided Play Activities? A Case Study in Computational Thinking,« *Early Childhood Education Journal*, pp. 969-981, 2022.
- [18] S. G. a. R. Pea, »Computational Thinking: A Competency Whose Time Has Come,« *Computer Science Education*, pp. 19-38, December 2017.
- [19] J. M. Wing, »Research Notebook: Computational Thinking--What and Why?,« *The magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science*, 2011.

- [20] V. B. a. C. STEPHENSON, » Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community?,« *ACM Transactions on Computational Logic*, pp. 111-122, March 2011.
- [21] S. G. a. R. Pea, »Computational Thinking in K–12 : A Review of the State of the Field,« *EDUCATIONAL RESEARCHER*, pp. 38-43, Feb. 2013..
- [22] J. V. T. Bell, »Bell, T., & Vahrenhold, J. (2018). CS unplugged—how is it used, and does it work? U Adventures between lower bounds and higher altitudes: essays dedicated to Juraj Hromkovič on the occasion of his 60th birthday (str. 497-521).,« *Adventures between lower bounds and higher altitudes: essays dedicated to Juraj Hromkovič on the occasion of his 60th birthday*, pp. 497-521, 2018..

## 8. POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 1 Kućice s brojevima za prvu aktivnost .....	14
Slika 2 Kontinuirana linija pogađanja.....	14
Slika 3 Kartice sa životinjama i brojevima od 1 do 10 .....	15
Slika 4 Iste životinje s različitim brojevima.....	15
Slika 5 Vlakić s brojevima .....	16
Slika 6 Kućice s većim brojevima .....	16
Slika 7 Kartice sa životinja i brojevima od 1 do 15.....	17
Slika 8 Prva i druga grupa vrtića 1 – Aktivnost br. 1 .....	19
Slika 9 Primjer poredanih kartica po redu.....	19
Slika 10 Primjer izmiješanih kartica .....	20
Slika 11 Primjer pokušaja pretrage s izmiješanim karticama.....	20
Slika 12 Prva grupa vrtića 1 – Aktivnost br. 2 .....	21
Slika 13 Druga grupa vrtića 1 – Aktivnost br. 2.....	21
Slika 14 Primjer vlakića bez nekih brojeva.....	22
Slika 15 Primjer vlakića ne sortiranih brojeva .....	22
Slika 16 Primjer provođenja Bubble sort algoritma .....	22
Slika 17 Prva grupa vrtića 1 - Aktivnost br. 3.....	23
Slika 18 Odgovor na pitanje "Koja je njihova adresa?" (vrtić 1) .....	27
Slika 19 Druga grupa vrtića 1 - Rezultati aktivnosti br. 1 .....	28
Slika 20 Vrtić 2 - Rezultati aktivnosti br. 1.....	29
Slika 21 Vrtić 2 - Sortiranje brojeva zatvorenih očiju .....	37
Slika 22 Vrtić 2 - Rezultati sortiranja .....	37

Tablica 1 Raspodjela sudionika po grupama vrtić 1 (grupa 1 i 2) i vrtić 2 (grupa 3 i 4).....	17
Tablica 2 Prikaz provedenih aktivnosti na osnovu postavljenih istraživačkih pitanja .....	25
Tablica 3 Odgovori na pitanje "Na koji broj su zalijepili papirić i zašto baš na taj broj?" – vrtić 1 .....	28
Tablica 4 Odgovori na pitanje "Na koji broj su zalijepili papirić i zašto baš na taj broj?" – vrtić 2 .....	29
Tablica 5 Prikaz rezultata pogađanja brojeva tijekom aktivnosti s prvom grupom vrtića 1	30
Tablica 6 Prikaz rezultata pogađanja brojeva tijekom aktivnosti s drugom grupom vrtića 1 .....	31
Tablica 7 Prikaz rezultata pogađanja brojeva tijekom aktivnosti – vrtić 2 .....	32
Tablica 8 Prikaz strategija pretrage s opisom.....	34
Tablica 9 Provedene aktivnosti s vlakićem vrtića 1 .....	35
Tablica 10 Provedene aktivnosti s vlakićem vrtića 2.....	36

## 9. PRILOZI

### Pronađi moju knjigu

U jednom naselju žive sestra i brat i imaju svoju omiljenu knjigu s pričama. Svake večeri čitaju tu knjigu prije spavanja i ona im je jako draga. Jednog dana, odlučili su posuditi tu knjigu jednom od svojih prijatelja jer su htjeli da i oni uživaju u predivnim pričama. Ali, dogodilo se nešto neobično. Zaboravili su kome su posudili knjigu! Njihov prijatelj živi u jednoj od tih kuća u tom naselju, ali oni se ne mogu sjetiti u kojoj kući. Njihova knjiga je u jednoj od kuća koje su vam podijeljene. Moramo brzo pronaći njihovu knjigu jer sutra idu na putovanje i žele je ponijeti sa sobom.

## Skraćenice

CT

*Computational Thinking*

Računalno razmišljanje