

# Višekorisnički sustav za sinkronu upotrebu mobilnoga uređaja zasnovan na podjeli zaslona

---

Čarapina, Mia

Doctoral thesis / Doktorski rad

2024

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Graphic Arts / Sveučilište u Zagrebu, Grafički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:216:814021>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)





Sveučilište u Zagrebu

Grafički fakultet

Mia Čarapina

**VIŠEKORISNIČKI SUSTAV ZA  
SINKRONU UPOTREBU MOBILNOGA  
UREĐAJA ZASNOVAN NA PODJELI  
ZASLONA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

Grafički fakultet

Mia Čarapina

**VIŠEKORISNIČKI SUSTAV ZA  
SINKRONU UPOTREBU MOBILNOGA  
UREĐAJA ZASNOVAN NA PODJELI  
ZASLONA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Klaudio Pap

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

Faculty of Graphic Arts

Mia Čarapina

**MULTIUSER SYSTEM FOR  
SYNCHRONOUS USE OF MOBILE  
DEVICE BASED ON A SPLIT SCREEN**

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisor: prof. dr. sc. Klaudio Pap

Zagreb, 2024.

**UDK 655:654:004:37**

***Imenovano Povjerenstvo za ocjenu doktorskoga rada:***

1. izv. prof. dr. sc. Miroslav Mikota, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednik
2. doc. dr. sc. Krešimir Dragčević, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, član
3. izv. prof. dr. sc. Maja Rudolf, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, članica
4. prof. dr. sc. Jana Žiljak Gršić, Tehničko veleučilište u Zagrebu, vanjska članica
5. prof. dr. sc. Mario Dumančić, Sveučilište u Zagrebu Učiteljski fakultet, vanjski član

***Imenovano Povjerenstvo za obranu doktorskoga rada:***

1. izv. prof. dr. sc. Miroslav Mikota, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, predsjednik
2. doc. dr. sc. Krešimir Dragčević, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, član
3. izv. prof. dr. sc. Maja Rudolf, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, članica
4. prof. dr. sc. Jana Žiljak Gršić, Tehničko veleučilište u Zagrebu, vanjska članica
5. prof. dr. sc. Mario Dumančić, Sveučilište u Zagrebu Učiteljski fakultet, vanjski član
6. prof. dr. sc. Nikola Mrvac, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet, zamjenski član
7. izv. prof. dr. sc. Krunoslav Hajdek, Sveučilište Sjever, zamjenski vanjski član

***Mentor:***

prof. dr. sc. Klaudio Pap, Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

***Datum obrane doktorskoga rada:*** 30. travnja 2024.

***Mjesto obrane doktorskoga rada:*** Sveučilište u Zagrebu Grafički fakultet

***Povjerenstvo za obranu doktorskoga rada donijelo je sljedeću odluku:***

„Obrabila s ocjenom summa cum laude (*s najvećom pohvalom*) jednoglasnom odlukom Povjerenstva“

## O mentoru

Dr. sc. Klaudio Pap je redoviti profesor na Grafičkom fakultetu. Rođen je 20. ožujka 1963. godine u Zagrebu. Nakon završene matematičke gimnazije u Zagrebu studirao je na Elektrotehničkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu gdje je i diplomirao na smjeru Računarske tehnike 1988. godine. Magistrirao je 1997. godine na istom fakultetu (sada Fakultet elektrotehnike i računarstva) s temom "Simulacija protoka informacija između računala i digitalnog tiskarskog stroja" na smjeru Računarskih znanosti (mentor dr. sc. Gabro Smiljanić). Doktorirao je 25. veljače 2004. na Fakultetu elektrotehnike i računarstva na smjeru Računarskih znanosti s temom: "Simulacija hibridnih i digitalnih sustava sa sučeljima za obradu slikovnih elemenata i rastera" (mentor dr. Vilko Žiljak).

Od 1988. godine do danas zaposlen je na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Na zagrebačkom sveučilištu je izabran u zvanje znanstvenog suradnika 2004. godine u području tehničkih znanosti i polje grafička tehnologija i postaje docent za kolegije Računarski slog i Računarsku grafiku. Na zagrebačkom sveučilištu je izabran u znanstveno zvanje viši znanstveni suradnik, a 2010. godine postaje izvanredni profesor u području tehničkih znanosti, polje grafička tehnologija. Znanstveni savjetnik na Sveučilištu u Zagrebu postaje 2011. godine u području tehničkih znanosti, polje grafička tehnologija. Redoviti profesor na zagrebačkom sveučilištu postaje 2015. godine. Znanstveni savjetnik u trajnom zvanju postaje 2020. godine Postaje član suradnik Akademije tehničkih znanosti hrvatske 2005. godine, a 2017. godine postaje njezin redoviti član. Danas obnaša dužnost tajnika Odjela grafičkog inženjerstva HATZ-a.

U toku svog rada bavi se istraživanjem, razvojem i primjenom računala. Područja rada su: računarska grafika, procesiranje slike i teksta, modeliranje i simuliranje s računalom, web tehnologije, digitalni tisak, grafički programski jezici. Sudjelovao je na uvođenju novih tehnologija o čemu je održavao niz seminara, predavanja i tečajeva. Koautor je pet (5) razvojnih proizvoda, pet (5) softverska paketa. Dobitnik je Državne nagrade za znanost za 2010. u području tehničkih znanosti za znanstveno otkriće „Kreiranje tiskarskih boja za vidljivi i infracrveni spektar“ (Hrvatski sabor 2011.) kao i godišnje nagrade "Rikard Podhorsky" za 2010. godinu od Hrvatske akademije tehničkih znanosti.

Objavio je preko stotinu znanstvenih radova objavljivanih u časopisima, poglavljima knjiga i zbornicima s međunarodnih i domaćih znanstvenih skupova. Dobitnik je preko pedeset nagrada za inovaciju InfrareDesign® na prestižnim sajmovima inovacija po cijelom svijetu.

Član je stručnih društava; ACM, IEEE, Saveza inovatora Zagreba, Udruge inovatora Hrvatske.

*Mami i tati...*

*Ponajprije zahvaljujem mentoru prof. dr. sc. Klaudiju Papu na savjetima, podršci i stručnom vođenju tijekom doktorskog studija i izrade doktorske disertacije.*

*Zahvaljujem i članovima povjerenstva za ocjenu rada na uloženom vremenu i sugestijama.*

*Posebno se zahvaljujem učiteljicama Ivančici Tajsl Dragičević, Kristini Krešić, Luci Plenković Omerso, Jasni Haraminčić Kleščić i Petri Crnjević-Trstenjak na dugogodišnjoj suradnji iz koje je i proizašla inspiracija za ovu doktorsku disertaciju.*

*Zahvaljujem se Dekanici Tehničkog veleučilišta u Zagrebu prof. dr. sc. Jani Žiljak Gršić na podršci koju mi je pružila tijekom studija, kolegama Vesni Uglješić i Ognjenu Staničiću za podršku prilikom dizajna i razvoja programske podrške korištene u istraživanju te kolegama Draganu Saviću i Ani Biloš za podršku i savjete vezane uz upotrebu video opreme tijekom istraživanja. Također, želim se zahvaliti i kolegi Tomislavu Jaguštu s Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu na savjetima i pomoći prilikom provedbe istraživanja u školi. Zahvaljujem se i studentima prijediplomskih i diplomskih studija Tehničkog veleučilišta u Zagrebu Rei Franković, Toniju Paviću, Marici Sokolić, Marinu Sekuli i Jakovu Mučnjaku na doprinosu dizajnu i razvoju komponenti sustava opisanog u radu.*

*Na kraju, neizmjereno hvala mom Miri i sinu Franu te roditeljima, ostatku obitelji i prijateljima na razumijevanju i potpori tijekom studija i izrade disertacije.*



## SAŽETAK

Tehnologija može podržati i potpomoći proces učenja i podučavanja na različite načine, a slijedom ustaljenih praksi i kroz različite inicijative često se za svakog učenika u formalnom obrazovanju nastoji osigurati zasebno računalo za rad. Ipak, zbog ograničenih financijskih mogućnosti ili nedostatka tehnoloških resursa, tehnologijom podržane obrazovne aktivnosti nerijetko se organiziraju na način da više učenika dijeli jedan uređaj pri čemu programska podrška koja se upotrebljava nije prilagođena simultanoj višekorisničkoj interakciji. Nadalje, u današnjem formalnom obrazovanju učenici uglavnom uče i rade samostalno, ali se od njih očekuje da po završetku obrazovanja posjeduju i vještine suradničkog rješavanja problema. Međutim, prilikom provedbe suradničkih aktivnosti učitelji često nailaze na brojne izazove, a različiti pristupi organizaciji i provedbi suradničkog učenja ne jamče efikasnost primjene i dobre rezultate. Adekvatnom primjenom tehnologija može potpomoći organizaciji i provedbi suradničkih aktivnosti.

Ovim doktorskim radom predlaže se novi model podjele radne površine zaslona osjetljivog na dodir na više nezavisnih cjelina, primjenjivog na mobilnom uređaju u svrhu simultane upotrebe kod više kolociranih korisnika za provođenje nezavisnih individualnih obrazovnih aktivnosti i suradničkog učenja. U radu se predlaže i proces suradničke aktivnosti, temeljen na modelu podjele zaslona, neovisan o području učenja i podučavanja. Dodatno, na temelju predloženog modela i definiranog procesa aktivnosti razvijen je model višekorisničkog sustava za podršku suradničkom učenju.

Naposljetku, u radu se istražuje kako predloženi model podjele radne površine mobilnoga uređaja utječe na organizaciju, provedbu i rezultate obrazovnih aktivnosti pojedinca i grupe učenika u ranom osnovnoškolskom obrazovanju. Rezultati znanstvenog istraživanja pokazali su da nema statistički značajne razlike u uspjehu i percipiranom zadovoljstvu učenika između samostalnog rada na tabletu i rješavanja sličnih zadataka dijeljenjem jednog tableta s implementiranom značajkom podjele zaslona te da je primjenom predloženog modela moguće unaprjeđenje organizacije i provedbe suradničkih obrazovnih aktivnosti.

**Ključne riječi:** mobilno učenje, računalom podržano suradničko učenje, višedodirna interakcija, višekorisnički sustav, podjela zaslona

## **EXTENDED ABSTRACT**

Technology can support and assist the learning and teaching process in different ways. In formal education, by following established practices and through various initiatives, it is often attempted to provide a separate computer or digital learning device for each student. Nevertheless, due to limited financial capabilities or insufficient technological resources, educational activities that rely on technology are frequently arranged in a manner where several pupils utilize a single device. The fundamental issue lies in the fact that the software support used is not tailored to support simultaneous multiuser interaction. Moreover, in contemporary formal education, students mostly study and work independently, however, they are expected to demonstrate proficient collaborative problem-solving abilities once finishing their education. Yet, when implementing collaborative activities in education, teachers often encounter numerous challenges, and different approaches to the organization and implementation of collaborative learning do not guarantee the effectiveness of the application. Therefore, technology can support the organization and implementation of collaborative activities.

This Ph.D. thesis presents an original model for splitting a touchscreen into several independent segments suitable for implementation on a mobile device. The goal was to enable numerous users who are physically close to each other to engage simultaneously in both individual and collaborative learning activities. The study also proposes a collaborative activity process that is built on the split screen concept, regardless of the educational subject or domain. In addition, a multiuser system was developed to facilitate collaborative learning, based on the presented model for splitting a touchscreen on a mobile device and defined activity process.

The research undertaken in the dissertation was founded on the premise that by utilizing the proposed model, independent individual educational activities can be carried out without any statistically significant differences compared to the implementation in a 1:1 distribution, where each student has a device of their own. This approach has been favored over a 1:m distribution for a considerable period of time. Among other things, this model would enable a different approach to using mobile technologies in educational institutions with limited technological resources. Furthermore, it was assumed that the proposed model, together with the adjusted educational process, will contribute to the organization and implementation of collaborative learning by encouraging students to actively cooperate by exchanging knowledge with members of the workgroup. Through the designed process of collaborative activity, adapted to the proposed model, an effort was made to ensure that all students actively participate in the

process of group work by nurturing each student's sense of personal responsibility through individual work. It was assumed that the proposed model would lead to the expansion of the individual's knowledge, that is, the willingness to acquire new knowledge in the process of collaborative learning.

The following hypotheses (H) were set and evaluated:

H1: There is no statistically significant difference in students' task performance between the 1:1 distribution and 1:m distribution when implementing the split screen feature on a touchscreen mobile device.

H2: Splitting the touchscreen of a mobile device can enhance the organization and implementation of collaborative educational activities.

Finally, this study examines the impact of the presented model for dividing the work surface on a touchscreen device on the organization, implementation, and outcomes of educational activities for both individuals and groups of students in early elementary school education. The research findings indicate that there is no statistically significant difference in student success and perceived satisfaction when comparing independent tablet use versus collaborative tablet use with a split screen feature. In addition, the results indicate that the suggested model has the potential to enhance the organization and implementation of collaborative educational activities.

The thesis starts with an introductory section that provides an overview of the study topic and elucidates the motivations for doing this doctoral dissertation. The subsequent sections of the chapter outline and explain the research objective, hypotheses, and the scientific contributions that resulted from the study.

The second chapter provides a theoretical overview and definitions of computer supported learning. It includes an overview of mobile learning, computer supported collaborative learning, and collaborative learning supported by mobile technologies, with a particular emphasis on possible device distributions during collaborative educational activities.

The third chapter covers techniques for displaying content by splitting a device's screen, emphasizing contemporary approaches utilized on mobile devices. The chapter concludes by explaining the concept of single display groupware with shared output and providing an overview of current multiuser computer systems in education that apply interface segmentation to enable user interaction.

The fourth chapter describes the proposed design concept for splitting the display into several autonomous segments intended to be applied on a touch screen mobile device. This chapter also delineates the parameters that define the model suitable for performing independent and collaborative tasks.

The fifth chapter provides a detailed description of the activity process designed to facilitate collaborative learning among a group of colocated learners. The components of the educational activity are defined and the three phase activity is described with accompanying examples.

The sixth chapter presents a model of a multiuser system that facilitates collaborative learning. The system components are described, including the client mobile application, which displays educational lessons by dividing the mobile device screen into segments and supports collaborative activity. Also, the client web application, which contains modules for creating lesson content, setting up collaborative activities, and analyzing the results, is described.

The seventh chapter presents the results and analysis of the task performance, perceived satisfaction, and behavior of students completing similar mathematical assignments on paper, tablet in 1:1 (one-per-one), and tablet in 1:m (one-per-many) settings with implemented split screen feature. A comprehensive description of the study methodology, participants, and background is provided. A discussion of the results was given at the end of the chapter, with specific reference to the research questions and hypothesis H1.

The eighth chapter presents the findings and analysis of students' task performance, behavior, and perceived level of collaboration after completing different assignments using the developed system for supporting collaborative learning based on the split screen feature. A comprehensive description of the research methodology, participants, and background is provided. A discussion of the results was given at the end of the chapter, with specific reference to the research questions and hypothesis H2.

The ninth chapter summarizes the entire dissertation and provides guidelines for further research on the topic of study.

In addition, the dissertation includes all the materials used during the research and the data sets on which the analysis was performed.

**Keywords:** mobile learning, computer supported collaborative learning, multitouch interaction, multiuser system, split screen

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Cilj, hipoteze i znanstveni doprinosi istraživanja .....	2
1.2. Pregled poglavlja .....	4
2. RAČUNALOM PODRŽANO UČENJE .....	6
2.1. Mobilno učenje .....	7
2.2. Računalom podržano suradničko učenje .....	8
2.2.1. Suradničko učenje podržano mobilnim tehnologijama.....	11
2.2.2. Distribucija uređaja u suradničkom učenju.....	12
3. PRIKAZ SADRŽAJA PODJELOM ZASLONA RAČUNALA .....	14
3.1. Podrška prikazu sadržaja podjelom ekrana na mobilnim uređajima s operacijskim sustavima Android i iOS.....	15
3.2. Višekorisnički računalni sustavi u obrazovanju s dijeljenim zaslonom .....	18
4. MODEL PODJELE RADNE POVRŠINE NA VIŠE NEZAVISNIH CJELINA PRIMJENJIV NA MOBILNOM UREĐAJU SA ZASLONOM OSJETLJIVIM NA DODIR .....	23
4.1. Veličina i oblik zaslona uređaja.....	24
4.2. Broj korisnika i segmenata .....	26
4.3. Orijehtacija prikaza sadržaja.....	31
4.4. Razmještaj korisnika oko uređaja.....	33
5. PROCES AKTIVNOSTI ZA PROVEDBU SURADNIČKOG UČENJA GRUPE KOLOCIRANIH POJEDINACA PRIMJENOM MODELA PODJELE RADNE POVRŠINE .....	35
5.1. Faze procesa suradničke aktivnosti.....	35
5.2. Model aktivnosti procesa suradničkog učenja.....	38
6. MODEL VIŠEKORISNIČKOG SUSTAVA ZASNOVAN NA PODJELI ZASLONA .	43
6.1. Klijentska mobilna aplikacija za prikaz sadržaja obrazovnih lekcija.....	45
6.2. Podsustav za kreiranje sadržaja lekcija, definiranje postavki izvođenja lekcije i analitiku podataka.....	49
6.2.1. Modul za dizajniranje lekcija.....	49
6.2.2. Modul za dizajniranje aktivnosti.....	50
6.2.3. Modul za analitiku podataka .....	51

6.3.	Poslužitelj za pohranu podataka i komunikaciju klijentskih aplikacija.....	52
7.	ISTRAŽIVANJE I PRIMJENA MODELA PODJELE RADNE POVRŠINE MOBILNOGA UREĐAJA ZA PODRŠKU INDIVIDUALNIM OBRAZOVNIM AKTIVNOSTIMA .....	53
7.1.	Ispitanici i kontekst istraživanja .....	53
7.2.	Programska podrška razvijena u svrhu provedbe istraživanja.....	55
7.3.	Metodologija provedbe istraživanja .....	59
7.4.	Metodologija prikupljanja podataka .....	63
7.5.	Analiza podataka i rezultati istraživanja.....	64
7.5.1.	Uspješnost rješavanja zadataka u različitim tretmanima .....	65
7.5.2.	Zadovoljstvo učenika radom u pojedinim tretmanima .....	67
7.5.3.	Korelacijska analiza između rezultata i percipiranog zadovoljstva .....	70
7.5.4.	Analiza interakcije učenika tijekom rada u distribuciji 1:m .....	71
7.5.5.	Zapažanja učiteljica i analiza specifičnih slučajeva.....	74
7.6.	Diskusija rezultata .....	76
8.	ISTRAŽIVANJE I PRIMJENA MODELA PODJELE RADNE POVRŠINE MOBILNOGA UREĐAJA ZA PODRŠKU SURADNIČKOM UČENJU .....	79
8.1.	Ispitanici i kontekst istraživanja .....	81
8.2.	Metodologija i procedura provedbe istraživanja .....	82
8.3.	Metodologija prikupljanja podataka .....	85
8.4.	Analiza podataka i rezultati istraživanja.....	86
8.4.1.	Uspješnost rješavanja zadataka .....	91
8.4.2.	Analiza samoprocjene rada u grupi.....	94
8.4.3.	Analiza interakcije učenika tijekom rada u grupi na tabletu.....	98
8.5.	Diskusija rezultata .....	101
9.	ZAKLJUČAK .....	106
10.	LITERATURA.....	108
11.	PRILOZI .....	114
	PRILOG 1 – Popis kratica.....	114
	PRILOG 2 – Popis oznaka .....	115
	PRILOG 3 – Popis slika.....	117
	PRILOG 4 – Popis tablica.....	121
	PRILOG 5 – Zadaci iz matematike po razredima .....	123
	PRILOG 5. A – Zadaci iz matematike za prvi razred.....	123

PRILOG 5. B – Zadaci iz matematike za drugi razred.....	124
PRILOG 5. C – Zadaci iz matematike za treći razred .....	124
PRILOG 5. D – Zadaci iz matematike za četvrti razred.....	125
PRILOG 6 – Upitnik samoprocjene zadovoljstva radom u pojedinom tretmanu .....	126
PRILOG 7 – Postotak točnih odgovora i odgovori na upitnik samoprocjene zadovoljstva za sve tretmane te podaci prikupljeni kodiranjem video zapisa .....	127
PRILOG 8 – Upitnik ocjene rada u grupi na tabletu.....	131
PRILOG 9 – Broj točno i netočno riješenih zadataka i vremena zadržavanja u pojedinim fazama aktivnosti .....	132
PRILOG 10 – Odgovori prikupljeni preko upitnika ocjene rada u grupi na tabletu.....	135
12. ŽIVOTOPIS .....	137

## 1. UVOD

Prema dosadašnjim istraživanjima [1], [2], [3], upotreba mobilnih tehnologija u svrhu obrazovanja i učenja (engl. *Mobile learning* – mLearning) pokazala se efikasnom i primjenjivom u različitim kontekstima: od predškolske dobi do visokog obrazovanja, učenju unutar i izvan učionice, učenju u virtualnom okruženju, suradničkom učenju te ostalim oblicima formalnog i neformalnog obrazovanja. Mobilne tehnologije, u današnje vrijeme najviše pametni telefoni i tablet računala, na nekoliko načina mogu potpomoći obrazovni proces omogućujući pokretljivost, interaktivnost te prilagodljivost i personalizaciju obrazovnog sadržaja. Pri tome se uređaji uglavnom upotrebljavaju u distribuciji 1:1 (engl. *one – per – one*), odnosno na način da jedan uređaj upotrebljava samo jedna osoba, ili u distribuciji 1:m (engl. *one – per – many*), odnosno na način da jedan uređaj dijeli više korisnika. Kroz posljednja dva desetljeća, kroz brojne inicijative i znanstvena istraživanja, generalna tendencija bila je tehnologijom podržavati učenje u omjeru 1:1 [4], [5], [6]. Ipak, zbog nedostatka tehnoloških resursa, problema koji je prisutan u brojnim obrazovnim institucijama u svijetu [7], [8], [9], rad učenika često je teško organizirati u distribuciji 1:1. U takvim okolnostima obrazovne aktivnosti ponekad se organiziraju u manjim ili većim grupama u kojima jedan uređaj istovremeno upotrebljava više pojedinaca, odnosno u distribuciji 1:m. S obzirom da postoji vrlo mali broj istraživanja o prirodi učenja u okolnostima u kojima pojedinci dijele mobilni uređaj te s obzirom da je programska podrška koja se pritom upotrebljava najčešće osmišljena za interakciju s isključivo jednim korisnikom, motivacija za ovu doktorsku disertaciju bila je osmisлити dizajn sučelja prilagođen simultanoj višekorisničkoj interakciji grupe kolociranih pojedinaca primjenjiv na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir te istražiti efikasnost njegove primjene u obrazovanju. Disertacijom se predlaže model koji se temelji na podjeli zaslona mobilnoga uređaja osjetljivog na dodir na više nezavisnih segmenata omogućavajući simultanu i nezavisnu interakciju većeg broja korisnika s jednim mobilnim uređajem. Iako je u sklopu rada verifikacija predloženog modela provedena s učenicima nižih razreda osnovnoškolskog obrazovanja, autorica pretpostavlja da je isti model potencijalno primjenjiv i na drugim razinama obrazovanja te u drugim područjima.

Nadalje, s obzirom da, neovisno o upotrebi tehnologije, u današnjem formalnom obrazovanju učenici uglavnom uče i rade samostalno, ali današnja radna mjesta zahtijevaju zaposlenike koji mogu riješiti nerutinske probleme suradnjom i dogovorom s drugima, od učenika se očekuje da nakon završetka obrazovanja posjeduju i vještine suradničkog rješavanja problema. Sukladno



tome, unazad nekoliko desetljeća brojna istraživanja ističu važnost suradničkog učenja, odnosno razvoja suradničkih i socijalnih vještina od najranije dobi [10], [11], [12], ali i problematiku provođenja suradničkih aktivnosti u obrazovanju. Među faktorima koji utječu na ishode suradničkog učenja ističu se motivacija i komunikacijske vještine učenika, kompozicija suradničke grupe te iskustvo nastavnika u organizaciji i osmišljavanju aktivnosti, formiranju suradničkih grupa i upravljanju vremenom za rad na aktivnostima. Među najčešćim problemima prilikom provedbe suradničkih aktivnosti uočeno je da iako nastavnici organiziraju različite kompozicije suradničkih grupa, one ne jamče efikasnu suradnju, da učenici ne sudjeluju podjednako u izvršavanju aktivnosti te da često ne znaju kako međusobno komunicirati i surađivati [13], [14]. Stoga je dodatni motiv za izradu ove doktorske disertacije bio podržati organizaciju i provedbu suradničkog učenja primjenom osmišljenog modela podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjivog na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir.

Slijedom navedenog, istraživanje provedeno u disertaciji vođeno je pretpostavkom da je moguće podržati provedbu individualnih obrazovnih aktivnosti na mobilnim uređajima te da isti model, ali s prilagođenim obrazovnim procesom, može podržati i poticati suradničko učenje. Metodologiju istraživanja odobrilo je Etičko povjerenstvo Sveučilišta u Zagrebu Grafičkog fakulteta u dokumentu urudžbiranom pod brojem 251-80-07-23-9 te ravnateljica osnovne škole (OŠ) OŠ Trnjanska, Nada Šimić, prof., u kojoj se provodilo istraživanje u dokumentu urudžbiranom pod brojem 251-314-23-2. Sve učiteljice uključene u provedbu istraživanja dale su pisani informirani pristanak, kao i svi zakonski skrbnici učenika i sami učenici čiji su rezultati uključeni u analizu prikazanu u ovom radu.

### 1.1. Cilj, hipoteze i znanstveni doprinosi istraživanja

Cilj istraživanja bio je definirati inovativni model podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih cjelina u svrhu simultane primjene grupe kolociranih korisnika za provođenje nezavisnih individualnih obrazovnih aktivnosti i suradničkog učenja.

S obzirom da je uočen manjak istraživanja u području primjene i analize primjene distribucije 1:m u području mobilnog učenja [6], pretpostavljeno je da predloženi model na inovativni način može podržati proces učenja i podučavanja. Istraživanje provedeno u disertaciji vođeno je pretpostavkom da se primjenom predloženog modela mogu provoditi nezavisne individualne

obrazovne aktivnosti bez statistički značajne razlike u odnosu na provedbu u distribuciji 1:1, odnosno kada svaki učenik posjeduje svoj uređaj, a koja je godinama favorizirana u odnosu na distribuciju 1:m. Između ostalog, ovakav model omogućio bi drukčiji pristup upotrebi mobilnih tehnologija u obrazovnim institucijama s ograničenim tehnološkim resursima i budžetom. Također, pretpostavljeno je da će predloženi model zajedno s prilagođenim obrazovnim procesom pridonijeti organizaciji i provedbi suradničkog učenja poticanjem učenika na aktivnu suradnju razmjenom znanja između članova radne skupine. Osmišljenim procesom suradničke aktivnosti, prilagođenog upotrebi s predloženim modelom, nastojalo se osigurati da svi učenici aktivno sudjeluju u procesu grupnog rada njegovanjem osjećaja osobne odgovornosti svakog pojedinca kroz individualni rad. Pretpostavilo se da će predloženi model dovesti do proširenja osobnih spoznaja pojedinca, odnosno spremnosti da se stekne novo znanje u procesu suradničkog učenja.

Prema navedenim pretpostavkama postavljene su i ispitane sljedeće hipoteze (H):

- H1: Ne postoji statistički značajna razlika u provedbi nezavisnih individualnih obrazovnih aktivnosti primjenom distribucije 1:1 (jedan uređaj na jednog korisnika) i provedbi individualnih obrazovnih aktivnosti podjelom radne površine mobilnog uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih cjelina.
- H2: Unaprjeđenje organizacije i provedbe suradničkih obrazovnih aktivnosti moguće je podjelom radne površine mobilnog uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir.

Sukladno postavljenom cilju istraživanja i hipotezama, u okviru rada ostvareni su sljedeći znanstveni doprinosi (D):

- D1: Razvoj nove programske podrške za podjelu radne površine mobilnog uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih radnih cjelina.
- D2: Razvoj modela podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjivih na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir za provedbu nezavisnih individualnih obrazovnih aktivnosti i sinkronih suradničkih aktivnosti grupe kolociranih pojedinaca.

D3: Definiranje procesa aktivnosti koji omogućuje provedbu suradničkog učenja na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir grupe kolociranih pojedinaca primjenom modela podjele radne površine na više nezavisnih cjelina.

## 1.2. Pregled poglavlja

Nakon uvodnog prikaza problematike istraživačke teme i motivacije za izradu ove doktorske disertacije, navedeni su i elaborirani postavljeni cilj istraživanja, hipoteze i ostvareni znanstveni doprinosi.

U drugom poglavlju dan je teorijski pregled i definicije iz područja računalom podržanog učenja zajedno s pregledom područja mobilnog učenja, računalom podržanog suradničkog učenja te suradničkog učenja podržanog mobilnim tehnologijama s posebnim osvrtom na moguće distribucije uređaja tijekom suradničke obrazovne aktivnosti.

Treće poglavlje objašnjava princip prikaza sadržaja podjelom zaslona računala s fokusom na aktualne tehnike koje se primjenjuju na mobilnim uređajima. Na kraju poglavlja objašnjena je paradigma skupne programske podrške s dijeljenim izlazom te je dan pregled postojećih višekorisničkih računalnih sustava u obrazovanju koji primjenjuju princip segmentiranja sučelja u svrhu omogućavanja interakcije većem broju korisnika s jednim računalom.

U četvrtom poglavlju opisan je osmišljeni model podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjiv na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir. U ovom poglavlju opisani su parametri koji definiraju model primjenjiv za provedbu individualnih i suradničkih aktivnosti.

U petom poglavlju detaljno je opisan osmišljeni proces aktivnosti za provedbu suradničkog učenja grupe kolociranih pojedinaca primjenom modela podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjivog na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir. Definirane su komponente obrazovne aktivnosti i opisan je tijek aktivnosti kroz tri faze uz popratne primjere.

Šesto poglavlje daje prikaz modela višekorisničkog sustava za podršku suradničkom učenju zasnovanog na modelu podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih radnih cjelina. Opisane su značajke i način rada komponenti sustava, odnosno klijentska mobilna aplikacija za prikaz obrazovnih lekcija prema modelu podjele radne

površine zaslona mobilnoga uređaja i procesu suradničke aktivnosti te klijentska web aplikacija s pripadnim modulima za kreiranje sadržaja lekcije, definiranje postavki izvršavanja suradničke aktivnosti i prikaz analitike rezultata.

U sedmom poglavlju prikazani su rezultati i analiza istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u kontekstu provedbe individualnih obrazovnih aktivnosti. Detaljno je opisana metodologija istraživanja, ispitanici i kontekst. Na kraju poglavlja provedena je diskusija rezultata s osvrtom na postavljena istraživačka pitanja i hipotezu H1.

U osmom poglavlju prikazani su rezultati i analiza istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu podrške suradničkom učenju. Detaljno je opisana metodologija istraživanja, ispitanici i kontekst. Na kraju poglavlja provedena je diskusija rezultata s osvrtom na postavljena istraživačka pitanja i hipotezu H2.

U devetom poglavlju izneseni su zaključci cjelokupnog rada te smjernice za buduća istraživanja iz područja rada.

Dodatno, u disertaciji su priloženi svi materijali korišteni tijekom provedbe istraživanja primjene osmišljenog modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu podrške individualnim i suradničkim aktivnostima te skupovi podataka nad kojima je provedena analiza.

## 2. RAČUNALOM PODRŽANO UČENJE

Tehnologija je kroz prošlost čovječanstva uvijek bila bitan dio učenja i podučavanja. Danas je svrha njezine primjene u procesu učenja i podučavanja definirana kroz nekoliko različitih termina prepoznatljivih u svijetu, a ono što im je zajedničko je da svaki od njih podrazumijeva upotrebu analogne ili digitalne tehnologije u procesu učenja i podučavanja.

Jedan od najčešće korištenih termina, a s kojim se u vezu dovode tehnologija i učenje, je „tehnologijom poboljšano učenje“ (engl. *Technology Enhanced Learning* – TEL). Često se zbog primjene pridjeva „poboljšano“ (engl. *enhanced*), sadržanog u konstruktivnom terminu, u pitanje dovodi time postavljeni neravnopravni odnos tehnologije i učenja [15] kojim se implicira da je svrha tehnologije poboljšanje učenja, odnosno da je proces učenja nešto što se može poboljšati tehnologijom čime se istovremeno umanjuje važnost pedagoškog aspekta. Ipak, značenje pojma „poboljšano“ često se razlikuje ovisno o interpretaciji pojedinca, znanstvene ustanove ili znanstvene zajednice te za sobom ne povlači nužno negativnu konotaciju. Kako bi definirali što se u procesu učenja i podučavanja nastoji poboljšati upotrebom tehnologije, Kirkwood i Price [16] uvode sljedeće kategorizacije vidljivosti tehnologijom poboljšanog učenja:

1. operativno poboljšanje; primjerice bolja pristupačnost obrazovnog sadržaja ili veća fleksibilnost učenika u procesu učenja,
2. kvantitativna promjena u učenju; primjerice povećanje angažiranosti učenika ili uspjeha učenika mjerljivog kroz postignuća u rezultatima testova, i
3. kvalitativna promjena u učenju; primjerice promicanje dubljeg i boljeg razumijevanja putem reflektivnih praksi gdje odgovornost leži na učeniku, ali ga olakšava sustav ili učitelj.

Umjesto termina TEL često se upotrebljava i termin „tehnologijom podržano učenje“ (engl. *Technology Supported Learning* – TSL). Primjenom pridjeva „podržano“ (engl. *supported*) tehnologija i primjena uvaženih pedagoških procesa stavljaju se u ravnopravni odnos te se tehnologija stavlja u ulogu alata kojim se podržava postojeći obrazovni proces temeljen na pedagoškim metodama [17]. Tehnologija može podržati proces učenja i podučavanja u različitim aspektima. Primjerice, omogućavajući prijenos informacija te provedbu sinkrone ili asinkrone komunikacije između sudionika koji mogu biti fizički udaljenih. Primjenom tehnologije moguće je pratiti napredak učenika i prilagođavati nastavni proces i sadržaj sposobnostima pojedinca ili grupe učenika te povećati produktivnost i angažman učenika.

Jedan od novijih termina koju u vezu dovode tehnologiju i učenje, ističući važnost primjene u praksi, je „tehnologija koja osnažuje“ (engl. *Technology that empowers* – EMPOTECH) [18]. Ono što se naglašava ideologijom EMPOTECH-a je da je čovječanstvo svakim novim izumom, bilo tehnološkim ili drugim, ojačano te da tehnologiju treba promatrati kao sredstvo koje nam omogućuje da ostvarimo više i bolje, ali isto tako da ono što učimo ili radimo treba imati primjenu u praksi.

Danas, računalom podržano učenje (engl. *Computer Assisted Learning* – CAL) predstavlja jedan od najučinkovitijih i najviše dostupnih oblika tehnologijom podržanog učenja te doslovno podrazumijeva upotrebu računala u procesu učenja i podučavanja, ali s naglaskom na tehnološku potporu procesu. Ipak, naše poimanje računala i onoga što se njime može obavljati značajno se promijenilo tijekom prošlog stoljeća, što ujedno znači da je i definicija računala znatno evoluirala zajedno sa definicijom CAL-a. Računalnom podržano učenje danas se primjerice može odnositi na učenje upotrebom mobilnih uređaja, učenje u okvirima virtualne ili proširene stvarnosti, interakciju korisnika sa stolnim ili prijenosnim računalom te primjenu brojnih drugih računalnih tehnologija i uređaja. Računala se mogu upotrebljavati u okviru formalnog obrazovanja (engl. *formal education*) i neformalnog učenja (engl. *informal learning*) u formalnom (npr. predškolska ustanova, osnovna škola ili sveučilište) ili neformalnom (npr. muzej ili priroda) okruženju. Nadalje, posljednja dva desetljeća učenje se može odvijati umreženo (engl. *online*) ili izvanmrežno (engl. *offline*) u kombinaciji s nekom od drugih tehnologija. Svakako, računalom podržano učenje pruža veliki raspon mogućih interpretacija nastavnog sadržaja i doživljava obrazovnog procesa koji inače nisu dostupni učeniku i učitelju.

## 2.1. Mobilno učenje

Pojava mobilnih tehnologija omogućila je grananje domene računalom podržanog učenja u smjeru područja istraživanja primjene mobilnih uređaja u svrhu učenja i podučavanja. Kroz povijest nije postojala jedinstvena definicija mobilnog učenja te se ona mijenjala ovisno o obrazovnom kontekstu i s razvojem tehnologije. Tako je primjerice 2001. godine Quinn [19] među prvima postavio definiciju mobilnog učenja kao učenja koje se odvija kroz informacijske uređaje (engl. *information appliances*) što su prema njegovoj klasifikaciji bili uređaji kao što su dlanovnici (engl. *palm*), Windows CE uređaji i digitalni telefoni (engl. *digital cell phone*). Od tada su se vodile brojne rasprave koji pojmovi trebaju biti uključeni u definiciju mobilnog učenja. O'Malley i suradnici [20] 2005. godine definirali su mobilno učenje kao bilo koji oblik

učenja koje se događa kada učenik nije na unaprijed određenoj i stalnoj lokaciji, ili učenje koje se događa kada učenik koristi prednosti učenja koje pružaju mobilne tehnologije. Nadalje, 2013. godine Crompton u svom radu [21] ističe da je u do tada postojećoj literaturi definicija mobilnog učenja najčešće formirana upotrebom jednog ili većeg broja pojmova iz skupa od četiri konstrukta: pedagogija, tehnološki uređaj, kontekst i socijalna interakcija. Nepostojanjem definicije u kojoj su objedinjena sva četiri pojma Crompton konstruira vlastitu te mobilno učenje definira kao učenje u različitim kontekstima, kroz društvenu interakciju i interakciju sa sadržajem upotrebom osobnog elektroničkog uređaja.

Važno je istaknuti da se pojam mobilnog učenja ne odnosi isključivo na upotrebu mobilnih uređaja, kao što su pametni telefon ili tablet, nego se njime ponajprije ističe mogućnost mobilnosti korisnika. Svakako, mobilni uređaji unose mnoge prednosti u obrazovni proces, a njihova svrsishodna upotreba s primjenom adekvatne programske podrške može ga dodatno obogatiti. Tako se mobilno učenje može odvijati u učionici ili izvan nje te može biti dio formalnog obrazovanja ili neformalni proces. Pritom, sadržaj koji se pregledava može biti generički ili prilagođen pojedinom korisniku ili grupi korisnika. Uređaji se mogu koristiti za pretraživanje dodatnih informacija tijekom učenja ili praćenja posebno osmišljenog sadržaja namijenjenog za prikaz na mobilnim uređajima. Ovisno o kontekstu primjene, istraživanja u području mobilnog učenja obuhvaćaju široki spektar različitih poddomena s primjenom tehnologije u procesu učenja i podučavanja koji nije ovisan o stalnoj lokaciji ili poziciji učenika. Jedno od takvih specifičnih područja primjene je i suradničko učenje.

## 2.2. Računalom podržano suradničko učenje

Termin „računalom podržano suradničko učenje“ (engl. *Computer Supported Collaborative Learning – CSCL*) formiran je tijekom 1980-ih godina. Ipak, istraživanja usmjerena na analizu i primjenu učenja u grupi započela su puno ranije. U postojećoj literaturi moguće je pronaći nekoliko različitih definicija suradničkog učenja ovisno o glagolu koji se upotrebljava u terminologiji na engleskom jeziku, pa je prema nekima potrebno razlikovati kolaboraciju (engl. *collaboration*) od kooperacije (engl. *cooperation*) u ovisnosti o jednoj ili više značajki, npr. načinu podjele rada među članovima grupe ili ciljevima koje je potrebno ostvariti po završetku obrazovne aktivnosti. Tako primjerice Dillenbourg [22] kolaboraciju definira kao situaciju u kojoj dvoje ili više osoba uči ili pokušava nešto naučiti zajedno, dok kooperaciju definira kao proces u kojem je zadatak podijeljen na manje zadatke raspoređene među partnerima koji ih

samostalno rješavaju te naposljetku zajedno organiziraju rezultate pojedinačnog rada u konačni artefakt grupe. Nadalje, Stahl [23] ističe kako je u kolaboraciji učenje rezultat socijalne interakcije, dok se u kooperaciji ono događa individualno. Štoviše, kolaborativne aktivnosti definira kao sinkrone aktivnosti u kojima sudjeluju pojedinci koji grupu nikada ne napuštaju kako bi radili samostalno. Johnson i suradnici [24] kooperativno učenje definiraju kao metodu učenja u manjim grupama u kojima učenici rade zajedno kako bi izvukli maksimum iz vlastitog učenja uz međusobno potpomaganje. Ipak, iako se interpretacija navedenih pojmova često razlikuje ovisno o istraživačkoj struji, u hrvatskom jezičnom području oba termina objedinjena su terminologijom „suradničko učenje“. U okviru ove doktorske disertacije usvojena je definicija da je računalom podržano suradničko učenje grana znanosti koja se bavi proučavanjem kako ljudi uče zajedno uz pomoć računala uz važnost analize na razini i pojedinca i grupe [23].

Dodatno, istraživanje provedeno u okviru doktorske disertacije temelji se na primjeni osnovnog načela suradničkog učenja kroz proces od tri faze „razmisliti – razmijeniti – prezentirati“ (engl. *think – pair – share*), u kojem učenici najprije rade individualno, zatim razmjenjuju rezultate u paru ili manjoj skupini s ciljem uzajamnog dopunjavanja ili ispravljanja i proširivanja vlastitih spoznaja te u konačnici iznose rezultate grupnog rada većoj skupini, odnosno razredu [25]. Navedeno načelo ističe važnost individualnog rada u suradničkom učenju. Smatra se da faza individualnog rada pruža sigurnost mirnijim učenicima koji nerijetko nerado sudjeluju u razrednoj diskusiji. Primjenom načela „razmisliti – razmijeniti – prezentirati“ učenicima se omogućuje razmišljanje i rad u zadanim okvirima pri čemu si članovi grupe mogu međusobno potpomagati. Također, njegovanjem individualnog rada unutar grupe razvija se individualna odgovornost pojedinca za rezultate grupnog rada. Nadalje, istraživanja pokazuju da se kognitivno razumijevanje činjenica produbljuje tijekom komunikacijskog procesa te tako faza razmijene ima pozitivan učinak na učenje. Osim toga kroz proces razmjene razvijaju se komunikacijske sposobnosti učenika, odnosno spremnost na slušanje drugih i postavljanje pitanja.

Prilikom dizajniranja procesa i sustava za podršku suradničkom učenju, Dennen i Hoadley [26] ističu kako u obzir treba uzeti i definirati različite elemente nužne za provedbu računalom podržanog suradničkog učenja od kojih izdvajaju:

- ciljeve učenja,
- premisu suradnje,
- grupni zadatak i kompoziciju grupe,



- uloge dodijeljene pojedincima u grupi ili uloge koje se formiraju tijekom procesa suradnje,
- diskursne norme ili vrijednosti,
- kolaborativne skripte ili sekvencu aktivnosti, i
- metode olakšavanja procesa i motivacijske elemente.

Ciljevi suradničke obrazovne aktivnosti moraju biti jasno postavljeni, jer je bez istih teško dizajnirati ostatak procesa. Pritom fokus treba biti na definiranju ishoda učenja, odnosno rezultata suradničke aktivnosti.

Također, kako bi suradnja bila uspješna učenicima je nužno istaknuti i elaborirati zašto trebaju surađivati, odnosno zašto dio zadataka obavljaju samostalno. Johnson i Johnson [27] tako razlikuju pet premisa suradničkog učenja: pozitivnu međuovisnost, individualnu odgovornost, poticajnu interakciju, grupnu refleksiju i suradničke vještine. Pozitivna međuovisnost je učenikova percepcija povezanosti s ostalim članovima grupe u smislu da njegov uspjeh ovisi o uspjehu drugih. Dizajnom aktivnosti pozitivna međuovisnost može se poticati na nekoliko načina među kojima su dobro definirani ciljevi suradničke aktivnosti, nagrađivanje grupe, a ne pojedinca unutar grupe ili stvaranje zavisnosti pažljivo osmišljenim zadacima pri čemu se često svakom od učenika daju djelići informacija koje je potrebno promatrati kao cjelinu kako bi se zadatak uspješno izvršio. S druge strane, individualna odgovornost pojedinca unutar grupe često se javlja kao posljedica vrednovanja individualnog rad i doprinosa unutar grupe. Na taj način moguće je izbjeći jedan od čestih problema koji se javlja prilikom suradničkog učenja, a to je pojava „šlepanja“ učenika, odnosno pojava kada su pojedini učenici u konačnici nagrađeni za grupne artefakte i rad u kojem nisu aktivno sudjelovali. Stoga je bitno da doprinos pojedinca unutar grupe bude mjerljiv i vidljiv ostalim članovima grupe te učitelju. Nadalje, pozitivna interakcija među članovima grupe u vidu međusobnog potpomaganja ključna je premissa uspješnog suradničkog procesa. Pritom su neki od faktora koji doprinose pozitivnoj interakciji kompozicija grupe (npr. homogena ili heterogena), osobine učenika i osjećaj pripadnosti grupi. I naposljetku, refleksija članova grupe o radu tijekom i nakon aktivnosti te socijalne vještine pojedinca uvelike doprinose uspješnosti provedbe suradničkog procesa.

Prilikom dizajna suradničke aktivnosti u obzir treba uzeti način formiranja grupa, odnosno njihovu veličinu te karakteristike članova (npr. spol ili školski uspjeh). Mnogo je istraživanja provedeno na temu usporedbe suradničkog učenja u različitim kompozicijama te primjene različitih veličina suradničkih grupa i njihove korelacije s ishodima rada grupe. Treba uzeti u

obzir da će zbog kompleksnosti prirode suradničkog učenja u jednom obrazovnom kontekstu jedna kompozicija grupe biti efikasnija nego u nekom drugom kontekstu.

Također, prilikom definiranja kompozicije grupe, s ciljem jasnijeg određivanja raspodjele zadataka unutar grupe, često se mogu definirati i uloge koje svaki od članova ima u grupi (npr. voditelj grupe ili zapisničar). Uloge mogu biti manje ili više egzaktno definirane funkcije, zaduženja i odgovornosti koje određuju ponašanje pojedinaca i reguliraju interakciju unutar grupe. Zapravo, definiranje uloga unutar grupe služi kao svojevrsna dodatna podrška i usmjeravanje (engl. *scaffolding*) u procesu suradničkog učenja [28].

Slijedom navedenog treba naglasiti da suradnja često nije posljedica samog procesa grupiranja pojedinaca u radne skupine nego je dizajnom aktivnosti potrebno jasno naznačiti na koji način se potiče i odvija komunikacija među članovima te na koji način tehnologija može pomoći učiteljima da prate tijek suradničke aktivnosti i na koji način oni mogu dodatno motivirati učenike.

### 2.2.1. Suradničko učenje podržano mobilnim tehnologijama

Od 1980-ih, istraživačka grana računalom podržanog suradničkog učenja evoluirala je zajedno s novim računalnim dodacima i njihovim primjenama, posljedično divergirajući u različite poddomene i spajajući se s drugim istraživačkim područjima kao što su obrazovne igre, proširena i virtualna stvarnost, robotika, digitalno pripovijedanje, sustavi preporučivanja sadržaja i mnoga druga područja. Mobilno učenje tako se spojilo s CSCL-om i odvojilo u vlastitu istraživačku granu, 2004. godine [29] po prvi put nazvanom „suradničko učenje podržano mobilnim tehnologijama“ (engl. *Mobile Computer Supported Collaborative Learning – mCSCL*) budući da se fokusirala na istraživanje primjene mobilnih uređaja kao alata za podršku suradničkom učenju u učionici i izvan nje. Ipak, nadodani pridjev „mobilno“ u nazivlje CSCL-a ponajviše se odnosio na promjene koje su u praksi bile uzrokovane mobilnim tehnologijama, a od kojih se ističu prenosivost (engl. *portability*) i mobilnost (engl. *mobility*), trenutačna dostupnost (engl. *immediate accessibility*) i povezanost (engl. *connectivity*) [30]. Mobilnost se smatra važnim doprinosom suradničkom učenju jer se pokazalo da su učenici spremniji dijeliti sadržaje preko mobilnih uređaja koji im ujedno omogućuju lakšu koordinaciju i interakciju [29], [31]. Mobilne tehnologije i razvoj različitih tehnologija i mrežnih protokola (npr. Bluetooth i Wi-Fi) omogućile su trenutačnu dostupnost, pretraživanje, organizaciju,

objavu i dijeljenje sadržaja što je uvelike promijenilo pristup organizaciji računalom podržanog suradničkog učenja.

S druge strane, (ne)dostupnost i tehnička ograničenja mobilnih tehnologija često određuju mogućnosti njene primjene u suradničkom učenju. Primjerice, prosječna cijena mobilnog uređaja s operacijskim sustavom Android znatno se razlikuje u odnosu na cijenu mobilnog uređaja s operacijskim sustavom iOS. Također, na cijenu utječe i veličina zaslona uređaja, odnosno njegove dijagonale, te su uređaji s većom dijagonalom u pravilu znatno skuplji. Nadalje, veći uređaji, kao što su tableti, teži su i potencijalno nezgrapni za korištenje u pokretu u usporedbi s pametnim telefonima te tako veličina uređaja direktno utječe na razinu mobilnosti učenika. Svakako, odabir adekvatne mobilne tehnologije ovisi o obrazovnom kontekstu i karakteristikama suradničkog procesa.

### 2.2.2. Distribucija uređaja u suradničkom učenju

U suradničkoj obrazovnoj aktivnosti uređaji se upotrebljavaju u dvije osnovne distribucije, odnosno u omjeru 1:1 ili 1:m, te kombiniranoj upotrebi navedene dvije osnovne distribucije. Pritom distribucija 1:1 podrazumijeva upotrebu jednog uređaja po korisniku, pri čemu je svaki učenik dio suradničke grupe, dok distribucija 1:m implicira da se jednim uređajem koristi više učenika koji čine suradničku grupu. Također, suradnička aktivnost može se provoditi u kombinaciji navedenih distribucija ako na primjer svaki učenik radi na zasebnom uređaju, ali dijeli rad na zajedničkom zaslonu (npr. pametnoj ploči, projektorskom platnu) koji služi kao radna površina grupe.

Nadalje, namjena uređaja može biti višestruka te se suradnička aktivnost može provoditi „kroz uređaj” (engl. *through*), „oko uređaja” (engl. *around*) ili u kombinaciji. Aktivnost u kojoj učenici surađuju pomoću uređaja kao infrastrukture putem koje komuniciraju i surađuju klasificira se kao suradnja „kroz uređaj”, dok se aktivnost u kojoj su učenici okupljeni oko uređaja kako bi surađivali klasificira kao suradnja „oko uređaja”. Aktivnost se može provoditi i kao kombinacija dva osnovna načina kada primjerice grupa učenika radi zajedno „oko uređaja”, ali surađuje „kroz uređaj” s drugom grupom koja upotrebljava svoj uređaj.

U dosadašnjoj praksi u računalom podržanim suradničkim aktivnostima najčešće se težilo primjeni distribucije 1:1, kao što primjerice pokazuje istraživanje trendova primjene tehnologije u mobilnom učenju koje je autorica provela prethodno izradi disertacije [6]. Istraživanja su

pokazala da ovakav pristup ima pozitivan učinak na učenikova postignuća, motivaciju i angažman s obzirom na to da svaki učenik posjeduje vlastiti uređaj, odnosno resurs za rad [32]. Također, primjenom distribucije 1:1 učenika se podržava u samostalnom istraživanju sadržaja. Međutim, uočeno je i da posjedovanje vlastitog uređaja prilikom rada u grupi može dovesti do poteškoća u postizanju dogovora unutar grupe zbog naglašene autonomije svakog učenika te da rad u distribuciji 1:m može rezultirati izradom nadmoćnijih artefakta i boljom suradnjom u odnosu na suradničku grupu s distribucijom uređaja 1:1 [33], [34], [35]. Ipak, do današnjeg dana postoji premalo provedenih istraživanja da bi se ustvrdilo koja je distribucija uređaja efikasnija i u kojem kontekstu, kako za podršku grupnim aktivnostima tako i za njegovanje potreba pojedinca unutar grupe [36]. Među najčešćim razlogom primjene distribucije 1:m najčešće se ističe financijski faktor, odnosno nemogućnost nabave zasebne radne jedinice za svakog učenika u razredu ili školi, zbog čega se rad organizira na način da više učenika dijeli jedan uređaj [29], [37], [38], [39].

### 3. PRIKAZ SADRŽAJA PODJELOM ZASLONA RAČUNALA

Metoda podjele zaslona (engl. *split screen*) kroz povijest se primjenjivala u različitim područjima te se ovisno o kontekstu primjene može i različito definirati. Općenito, tehnika podjele zaslona koja se koristi za prezentaciju sadržaja podrazumijeva organizaciju prikaza sadržaja, grafike i/ili teksta, u više susjednih i moguće preklapajućih dijelova, obično kao pravokutnih područja. Tehnika podjele zaslona najčešće se primjenjuje za istovremeni prikaz različitih, ali često sadržajno povezanih, grafičkih i tekstualnih informacija. Već od početka prošlog stoljeća primjenjivala se u filmskoj umjetnosti za istovremeni prikaz dva različita video zapisa ili za postizanje specijalnih efekata te se koristi i danas kao artistska forma. Primjenjivala se u prijenosima sportskih utakmica na televiziji za paralelni prikaz snimke (npr. snimke dodavanja ili gola na utakmici) za vrijeme prijenosa u živo, a danas je mogućnost istovremenog prikaza većeg broja različitog video sadržaja česta značajka televizijskih uređaja. Od 1970-ih tehnika podjele zaslona upotrebljava se u višekorisničkim video igrama kako bi se omogućila istovremena interakcija većeg broja korisnika. Na osobnim računalima često se primjenjuje za istovremeni prikaz različitog sadržaja i simultani rad. Ipak, u prikazu sadržaja na osobnim računalima (engl. *Personal Computer* – PC) tehniku podjele zaslona potrebno je razlikovati od sustava prozora (engl. *window system*) koji se smatra dijelom grafičkog korisničkog sučelja (engl. *Graphical User Interface* – GUI) u kojem se interakcija čovjeka i računala odvija kroz prozore, ikone, izbornike i kursor (engl. *Window, Icon, Menu, Pointing device* – WIMP), odnosno koncept interakcije WIMP. Na slici 1 prikazani su različiti primjeri primjene tehnike podjele zaslona. Primjeri uključuju prikaz primjene u višekorisničkoj video igri, u alatu Microsoft Word za paralelni prikaz sadržaja dva različita tekstualna dokumenta te u filmskoj industriji za paralelni prikaz dva različita video zapisa.

Na mobilnim uređajima, pametnom telefonu i tabletu, ova tehnika primjenjuje se u različite svrhe te je programski podržana na različite načine ovisno o vrsti operacijskog sustava (engl. *Operating System* – OS) i njegovoj verziji. U nastavku su opisane metode koje se primjenjuju u dva najzastupljenija operacijska sustava, Androidu i iOS-u.



Slika 1. Primjer upotrebe tehnike podjele zaslona na dva dijela u videoigri Nintendo Super Mario Kart<sup>1</sup> (gore lijevo), tijekom paralelnog rada u dva tekstualna dokumenta u programu Microsoft Word (gore desno) i za paralelni prikaz dva različita video zapisa u filmu „(500) dana ljubavi“ (engl. (500) Days of Summer) (dolje)

### 3.1. Podrška prikazu sadržaja podjelom ekrana na mobilnim uređajima s operacijskim sustavima Android i iOS

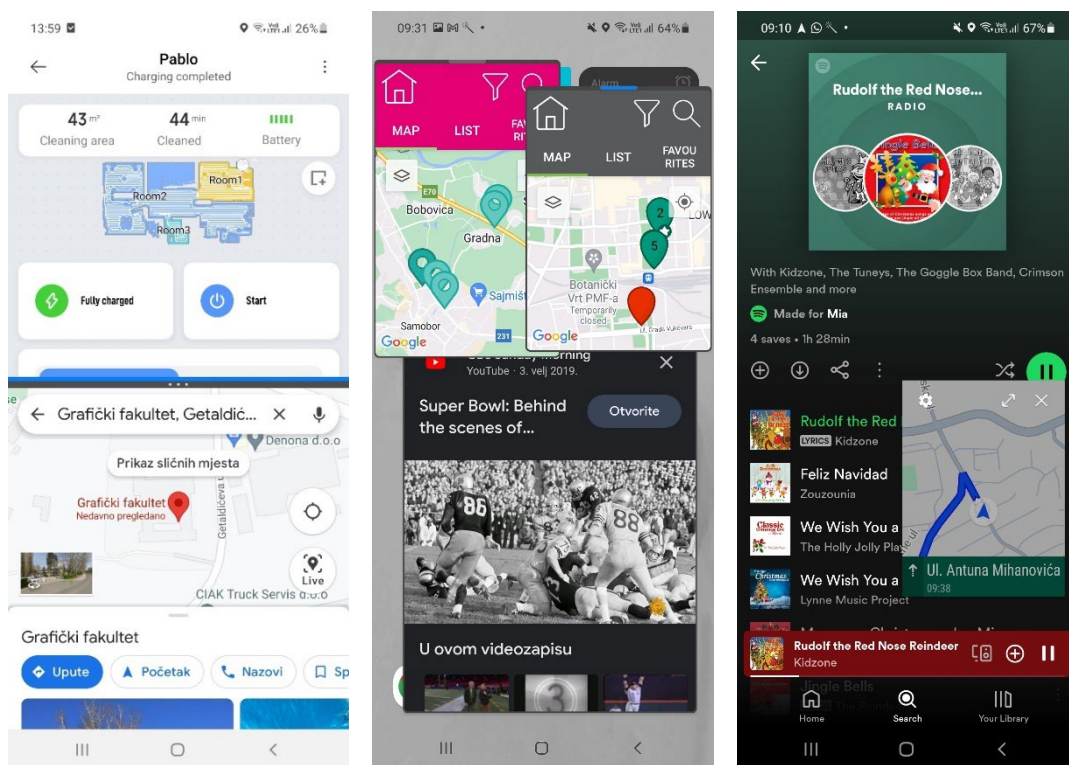
Operacijski sustav Android podržava tri moguće konfiguracije prikaza sadržaja u više prozora (engl. *multi-window mode*) (slika 2), odnosno odvojenih dijelova zaslona [40]:

- podjela zaslona na dva nezavisna dijela (engl. *split-screen mode*),
- slobodna forma (engl. *free-form mode*), i
- slika u slici (engl. *picture-in-picture mode* – PIP).

Tehnika podjele zaslona na dva dijela je podrazumijevana implementacija prikaza sadržaja u više prozora. Način rada u slobodnoj formi omogućava dinamičnu promjenu veličine segmenata i istovremeni prikaz više od jedne aplikacije na zaslonu uređaja, a način rada s prikazom slike u slici omogućava prikaz video sadržaja u odvojenom segmentu uz mogućnost istovremene interakcije korisnika s drugim aplikacijama na uređaju. Android OS podržava primjenu tehnologije podjele zaslona od verzije Android 7.0, odnosno aplikacijskog programskog sučelja (engl. *Application Programming Interface* – API) razine 24. Inicijalno, značajka podjele zaslona bila je podržana na malim uređajima s mogućnošću istovremenog prikaza do dvije horizontalno ili vertikalno raspoređene aplikacije te mogućnosti prikaza video

<sup>1</sup> <https://www.nintendo.co.uk/>

sadržaja unutar izdvojenog segmenta zaslona načinom prikaza slika u slici, ali samo na određenim, uglavnom većim, uređajima. S Android verzijom 8.0 (API razina 26) omogućen je prikaz slike u slici i na manjim uređajima, a s Android verzijom 12 (API razina 31) tehnika podjele zaslona na više segmenata postaje standardnom značajkom sustava. Također, proizvođači uređaja većeg zaslona korisnicima mogu omogućiti korištenje značajke podjele zaslona u proizvoljnoj formi u kojoj je moguće mijenjati veličinu svake Android aktivnosti (engl. *Activity*), odnosno prikaza segmenata. Na većim zaslonima, najmanje širine (engl. *smallest width* – sw) veće ili jednake 600dp (engl. *density-independent pixels* – dp), podržan je prikaz svih aplikacija metodom podjele zaslona na više prozora.

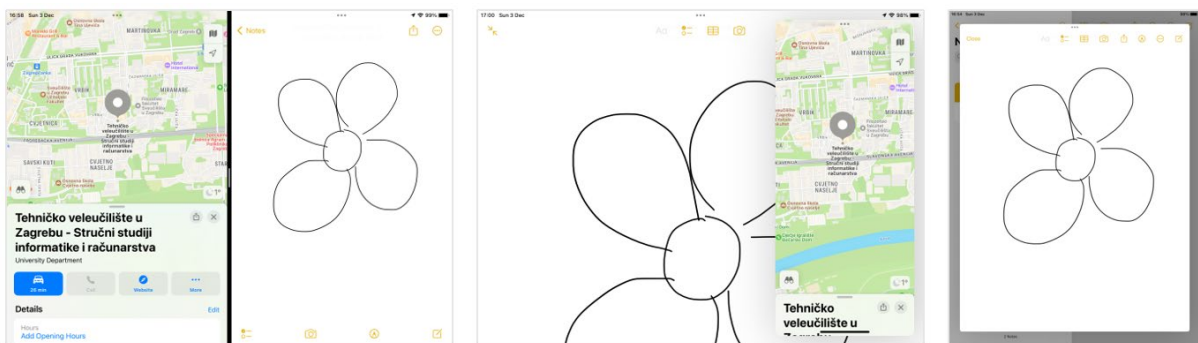


Slika 2. Prikaza sadržaja u više prozora na OS Androidu podjelom zaslona u dva nezavisna dijela (lijevo), prikazom više prozora u slobodnoj formi (sredina) i prikazom slike u slici (desno)

Za razliku od operacijskog sustava Android, gdje je značajka podjele zaslona programski omogućena na nekoliko različitih načina na pametnim telefonima i tabletima, podjela zaslona nije u potpunosti podržana na pametnim telefonima s operacijskim sustavom iOS, odnosno uređajima iz serije iPhone. Ipak, moguć je prikaz podjele zaslona u načinu slika u slici (PIP). S druge strane, na tabletima, odnosno uređajima iz serije iPad s operacijskim sustavom iPadOS, programski je omogućena značajka podjele zaslona kroz tri načina [41]:

- podjela zaslona na dva nezavisna dijela (engl. *split view*),
- klizni prikaz prozora (engl. *slide over*), i
- prikaz u centralnom prozoru (engl. *center window*).

Programski je omogućen paralelni prikaz i interakcija s do dvije aplikacije na uređaju iPad. Također, moguće je mijenjati veličinu pojedinog segmenta. Klizni prikaz prozora omogućava prikaz jedne aplikacije u manjem „lebdećem“ (engl. *floating*) prozoru kojega je moguće pomicati lijevo ili desno unutar zaslona uređaja, a prikaz određenih aplikacija u centralnom prozoru omogućava isticanje specifičnih stavki, kao što je primjerice zabilješka (engl. *note*) (slika 3).



Slika 3. Primjeri prikaza aplikacija u više prozora podjelom zaslona uređaja iPad na dva nezavisna dijela (lijevo), s kliznim prikazom prozora (sredina) i prikazom u centralnom prozoru (desno)

Ipak, neka od uočenih ograničenja značajke podjele zaslona na oba operacijska sustava su:

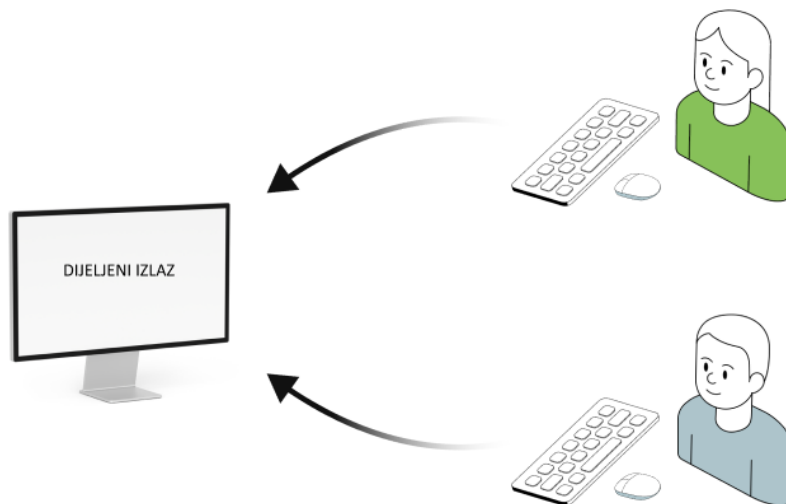
- nemogućnost paralelnog prikaza i simultane upotrebe više od dvije aplikacije na segmentima koji se međusobno ne preklapaju, i
- nemogućnost međusobno nezavisne rotacije i orijentacije segmenata.

Dakle, iako je moguć prikaz različitog sadržaja u više od dva prozora drugim metodama, jedino značajka podjele zaslona omogućava paralelni prikaz aplikacija u nezavisnim segmentima, organiziranim horizontalno ili vertikalno jedan pored drugoga, bez preklapanja u površini prikaza. Također, smjer orijentacije tako prikazanih segmenata uvijek je isti, odnosno nije moguće proizvoljno mijenjati orijentaciju samo jednog od segmenta nego se oni rotiraju zajedno ovisno o orijentaciji prikaza na uređaju koja može biti portretna (engl. *portrait*) ili pejzažna (engl. *landscape*).



### 3.2. Višekorisnički računalni sustavi u obrazovanju s dijeljenim zaslonom

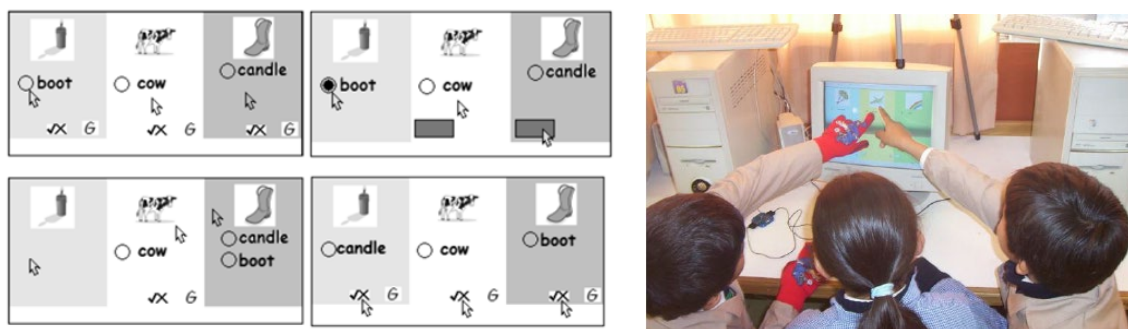
Iako postoje brojni primjeri upotrebe značajke podjele zaslona u svijetu računalnih igrica te aplikacijama namijenjenih uredskom poslovanju i produktivnosti, pregledom postojeće znanstveno istraživačke literature i komercijalnih aplikacija namijenjenih obrazovanju i učenju moguće je pronaći tek manji broj primjera upotrebe. U postojećoj literaturi, najviše primjera računalom podržanog učenja s primjenom značajke podjele zaslona, odnosno segmentiranja korisničkog sučelja na više nezavisnih dijelova, dokumentirano je studijama koje opisuju aktivnosti koje se provode na osobnim računalima. Pritom se interakcija korisnika i računala odvija kroz skupnu programsku podršku s dijeljenim izlazom (engl. *Single Display Groupware* – SDG) koja osobama koje su fizički smještene jedna pored druge, od kojih svaka posjeduje vlastitu ulaznu jedinicu (npr. miša ili tipkovnicu), omogućava simultanu interakciju s jednim zajedničkim izlaznim sučeljem (npr. zaslonom računala) kao što je ilustrirano slikom 4 [42]. Većina sustava temeljenih na paradigmi SDG-a razvijana je s ciljem podrške suradničkom učenju grupe kolociranih korisnika ili je podrška suradnji proizašla kao posljedica primjene koncepta dijeljenog zaslona. Ovakav pristup često se primjenjivao u slučaju financijskih ograničenja i limitiranih tehnoloških resursa obrazovne institucije te u zemljama u razvoju gdje je čest problem omjer broja učenika i dostupnih računala u učionicama.



Slika 4. Koncept skupne programske podrške s dijeljenim izlazom

Jedan od izazova u paradigmi SDG-a je dizajn korisničkog sučelja koji treba biti osmišljen tako da smanji interferenciju simultane interakcije većeg broja korisnika tijekom rada na dijeljenom izlazu. Pritom se interakcija više kolociranih korisnika i jednog računala odvija kroz zajedničko grafičko sučelje [37], [38], [43] ili svaki korisnik upotrebljava vizualno izdvojeni segment sučelja [44], [45].

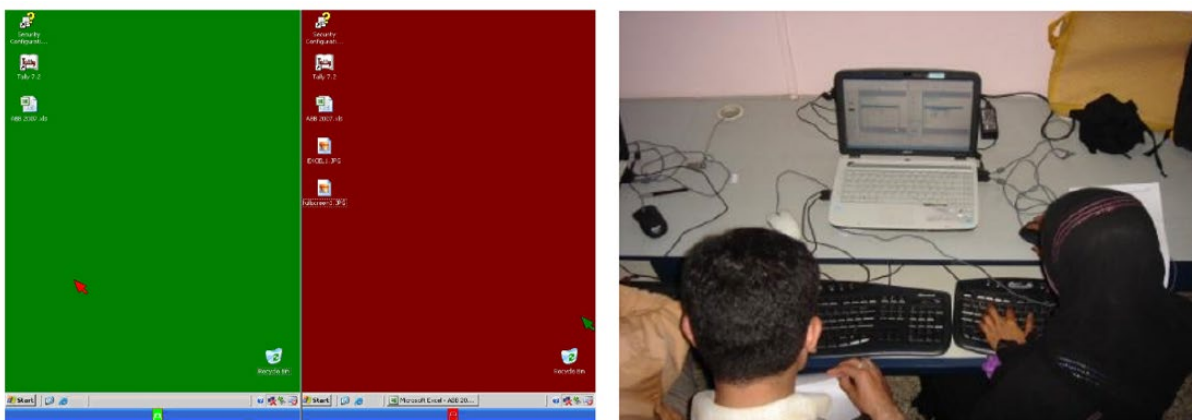
Ipak, postoji tek manji broj računalnih sustava u kojima svaki korisnik radi na nezavisnom segmentu zaslona. Primjerice, Nussbaum i suradnici [44] 2008. godine razvili su sustav naziva Exchange za podršku učenju grupi tri kolocirana učenika od kojih svaki upotrebljava vlastitog miša, ali pritom koriste jedno računalo, odnosno dio interakcije korisnika s računalom odvija se putem dijeljenog zaslona računala koje ima jednu centralnu radnu jedinicu. Sustav je osmišljen na način da je na zaslonu monitora svakom učeniku u zasebnom segmentu zaslona ponuđen par pitanja i odgovora, no pritom ponuđeni odgovor nije nužno i odgovor na postavljeno pitanje. Zadatak grupe učenika je da, međusobnom diskusijom i kroz interakciju svakog pojedinca s računalom putem vlastitog miša, probaju spojiti odgovarajuće parove pitanja i odgovora (slika 5). Iako je pomicanje kursora miša svim učenicima omogućeno cijelom površinom grafičkog korisničkog sučelja, korisnički nezavisno segmentiranje zaslona ostvareno je ograničavanjem djelovanja kursora svakog pojedinog miša isključivo na dio ekrana označenog istom bojom kao što je i boja kursora miša. Rezultati istraživanja primjene osmišljenog principa na grupi učenika osnovnoškolske dobi prilikom rješavanja zadataka iz stranog, odnosno engleskog, jezika pokazali su kako su učenici bili motivirani za rad i suradnju.



Slika 5. Prikaz slijeda aktivnosti aplikacije Exchange (lijevo) i primjer korištenja aplikacije (desno) [44]

Slično, Kumar u svom radu [45] iz 2008. godine opisuje primjenu grafičkog korisničkog sučelja s podijeljenim zaslonom (engl. *Split Screen User Interface – SSUI*) osobnog računala na koji su spojena dva para tipkovnice i miša. Ovako dizajnirano sučelje omogućilo je istovremeno

izvršavanje dvije nezavisne instance operacijskog sustava Windows Server 2003 te nezavisno i simultano korištenje jednog računala od dva korisnika (slika 6). Dodatna značajka sustava bila je mogućnost otključavanja i zaključavanja pojedinog segmenta zaslona čime se korisnika omogućavalo ili onemogućavalo da mišem pristupi segmentu zaslona koji nije njegov. Rezultati primjene sustava prilikom učenja upotrebe alata Microsoft PowerPoint pokazali su da implementirana značajka podjele zaslona ne narušava korisničko iskustvo ukoliko se pritom koriste aplikacije koje ne zahtijevaju horizontalno pomicanje ekrana (engl. *scrolling*) te u aktivnostima u kojima nije bitna privatnost sadržaja.

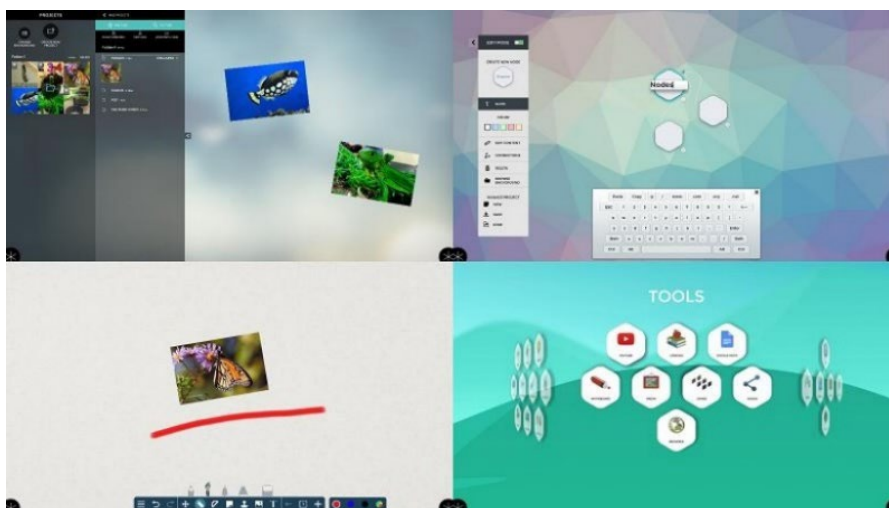


Slika 6. Prikaz sustava s podjelom grafičkog korisničkog sučelja na dva nezavisna dijela (lijevo) i primjer korištenja sustava u grupi od dva učenika (desno) [45]

Na sličan način može se odvijati interakcija korisnika i uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir gdje ulazni i izlazni kanal nisu fizički razdvojeni osim ako se pritom ne upotrebljavaju vanjske ulazne jedinice kao što su tipkovnica ili miš [46]. Od uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir danas se za provedbu obrazovnih aktivnosti najčešće koriste pametni telefoni, tableti, interaktivne ploče i tabletop računala.

Tabletop računala u obrazovanju upotrebljavaju se ponajviše zbog veličine zaslona i mogućnosti simultane višedodirne (engl. *multitouch*) interakcije većeg broja korisnika. Međutim, do danas postoji samo manji broj istraživanja izvan domene učenja i podučavanja [47], [48], u kojima se nad takvim uređajima primjenjuje princip podjele radne površine, odnosno izdvajanja privatnog radnog prostora na zajedničkoj površini.

Od komercijalnih aplikacija za učenje i podučavanje dostupnih na tržištu NUIEQ Snowflake<sup>2</sup> kroz dodatak Zones<sup>3</sup> omogućava podjelu zaslona na dva do četiri nezavisna dijela (slika 7). NUIEQ Snowflake je edukacijsko programsko rješenje s podrškom za stolna računala (engl. *desktop computer*) te se može upotrebljavati i kao web aplikacija (Snowflake.live<sup>4</sup>). Primarna primjena aplikacije su veći uređaji sa zaslonom osjetljivim na dodir, a kroz aplikaciju je moguće koristiti prilagođeni skup obrazovnog sadržaja za individualni ili grupni rad.



Slika 7. NUIEQ Snowflake dodatak Zones<sup>3</sup>

Na nekim interaktivnim pločama, primjerice na ploči SMART<sup>5</sup> s operacijskim sustavom Android i ploči proizvođača BenQ<sup>6</sup> omogućena je podjela zaslona u dva ili više dijela za istovremeni prikaz dvije ili više nezavisne aplikacije.

Ipak, pregledom postojeće literature utvrđeno je da postoji vrlo mali broj istraživanja usmjerenih na mogućnosti i primjenu podjele radne površine zaslona mobilnih uređaja kao što su tablet i pametni telefon, a koja bi mogla omogućiti drukčiji pristup individualnom i grupnom radu. Jedan od primjera je iPad mobilna aplikacija Proportion [49] razvijena s ciljem podrške kolociranom suradničkom učenju u parovima. Kroz aplikaciju učenici trebaju surađivati kako bi riješili niz problemskih zadataka s omjerima. Pritom svaki učenik radi na zasebnom dijelu zaslona mobilnog uređaja te mora podesiti visinu stupca na svom dijelu zaslona na način da

<sup>2</sup> <https://www.nuiteq.com/snowflake>

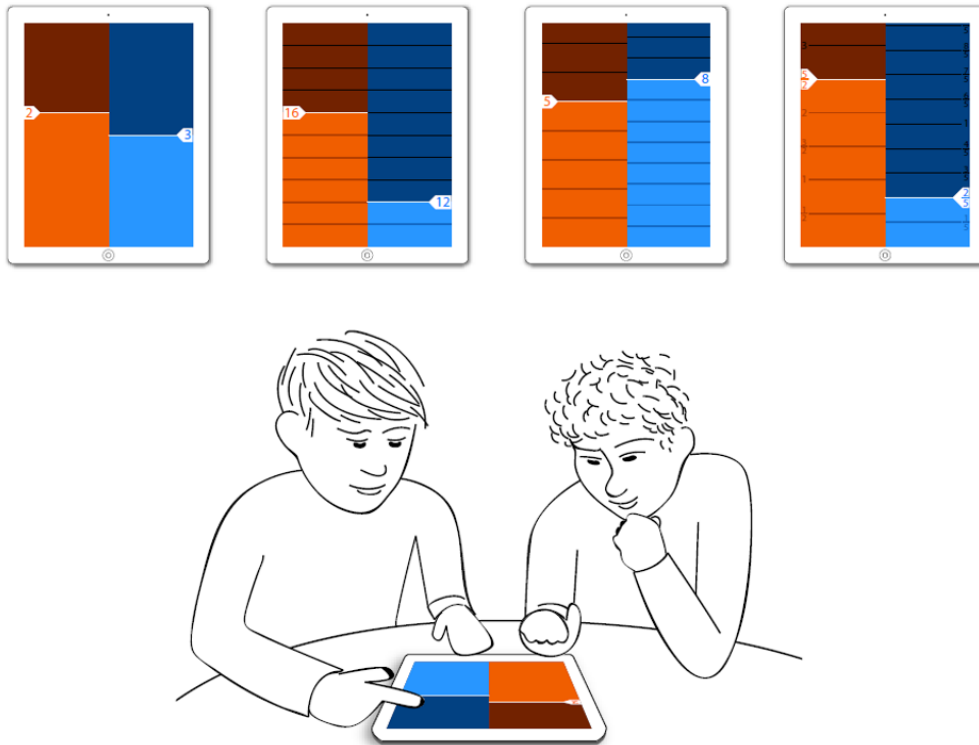
<sup>3</sup> <https://docs.nuiteq.com/nuiteq-snowflake/zones/0/zones>

<sup>4</sup> <https://snowflake.live/>

<sup>5</sup> <https://www.smarttech.com/en/education>

<sup>6</sup> <https://www.benq.com/en-us/education/benq-board-interactive-displays.html>

odgovara zadanom omjeru u zadatku. Dakle, konceptualno je uvjetovano da učenici moraju surađivati kako bi mogli riješiti zadatak, jer svaki od učenika određuje samo jednu vrijednost omjera, odnosno visinu stupca na zaslonu tableta. Aplikacija podržava nekoliko različitih težinskih nivoa od kojih najlakši prikazuje odabrani omjer svakog od učenika unutar rešetkasto podijeljenog zaslona, dok najteži nivo ne nudi podršku (slika 8).



Slika 8. Prikaz četiri različita načina rada mobilne aplikacije *Proportion* od najtežeg prema najlakšem (gore) i ilustracija s prikazom primjene aplikacije (dolje) [49]

#### **4. MODEL PODJELE RADNE POVRŠINE NA VIŠE NEZAVISNIH CJELINA PRIMJENJIV NA MOBILNOM UREĐAJU SA ZASLONOM OSJETLJIVIM NA DODIR**

U ovom poglavlju opisuje se vlastiti model podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjiv na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir. Glavni cilj bio je razviti model koji omogućava simultani i nezavisni rad više korisnika na istom uređaju te organizaciju i provedbu suradničkih aktivnosti grupe kolociranih učenika.

Razvojem modela nastojalo se:

- omogućiti nezavisnu interakciju svakog od kolociranih korisnika s uređajem,
- omogućiti ravnopravnu interakciju svakog od kolociranih korisnika s uređajem, i
- podržati relativnu mobilnost korisnika.

Nezavisna interakcija podrazumijeva upotrebu jednog uređaja od više korisnika na sličan način kao prilikom rada u distribuciji 1:1, odnosno kada jedan uređaj koristi samo jedan korisnik. Premisa na kojoj se temeljio razvoj modela bila je da korisnici mogu upotrebljavati segment zaslona na dijeljenom uređaju bez značajne razlike u percipiranom zadovoljstvu i ostvarenim rezultatima rada kada uređaj upotrebljavaju samostalno.

Ravnopravna interakcija s uređajem svakog od kolociranih korisnika podrazumijeva jednaku pristupačnost radnoj površini uređaja za sve korisnike neovisno o poziciji u odnosu na uređaj. Modelom se nastojalo osigurati da svaki korisnik ima podjednake uvjete rada u aspektima dimenzija korištenog segmenta radne površine i njegove dostupnosti.

S obzirom da je model osmišljen s ciljem simultane uporabe jednog mobilnog uređaja od više kolociranih korisnika, neminovno je smanjenje stupnja mobilnosti korisnika. Odnosno, mobilnost se u kontekstu primjene modela podjele radne površine jednog uređaja nastojala osigurati relativnom mobilnošću grupe korisnika koji dijele uređaj (npr. pozicioniranjem i pomicanjem radne grupe unutar razreda) i pojedinaca unutar grupe (npr. odabirom radne pozicije unutar grupe i mogućnošću promjene orijentacije prikaza sadržaja na segmentu zaslona). Modelom se nastojao osigurati veći stupanj mobilnosti u usporedbi s upotrebom ostalih vrsta uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir, a koji ne pripadaju grupi mobilnih uređaja (npr. tabletop računalo ili interaktivna ploča).

Razvoj modela i definiranje parametara nužnih za podjelu radne površine mobilnoga uređaja temelje se na karakteristikama većih prijenosnih uređaja, odnosno tablet računalima, čija upotreba u usporedbi s uređajima manjih dimenzija, odnosno pametnim telefonima, omogućava podjelu radne površine na veći broj nezavisnih radnih segmenata. Ipak, nastojalo se postići da je osmišljeni model primjenjiv i na uređajima manjih i većih dimenzija uz određene modifikacije osnovnog modela.

Model podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjiv na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir definiran je sljedećim parametrima:

- veličina (engl. *screen size*) i oblik zaslona uređaja,
- broj korisnika i segmenata,
- orijentacija prikaza sadržaja, i
- razmještaj korisnika oko uređaja.

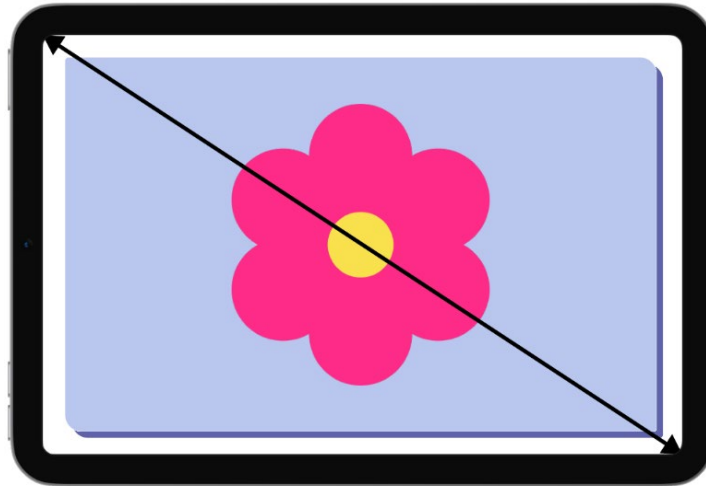
U nastavku poglavlja detaljno su opisani svi parametri modela.

#### 4.1. Veličina i oblik zaslona uređaja

Veličina zaslona mobilnog uređaja definirana je sljedećim parametrima:

- širina zaslona,
- visina zaslona,
- dijagonala zaslona, i
- rezolucija zaslona.

Većina uređaja pravokutnog je oblika te se veličina zaslona uređaja mjeri dijagonalno od gornjeg lijevog kuta do donjeg desnog kuta i iskazuje se u inčima te ne uključuje površinu uređaja izvan površine zaslona (slika 9). Stoga, treba razlikovati fizičku veličinu uređaja od veličine zaslona uređaja. Prilikom specifikacije veličine uređaja navode se njegova širina, visina i debljina, dok se prilikom specifikacije veličine zaslona najčešće ne iskazuju njegova širina i visina, nego duljina dijagonale i rezolucija prikaza.



Slika 9. Prikaz načina određivanja veličine mobilnog uređaja, odnosno dijagonale zaslona

Prema veličini, odnosno duljini dijagonale zaslona, pametni telefoni mogu se svrstati u jednu od sljedeći kategorija:

- veliki (6.5+ inča),
- srednji (od 4.5 do 6.5 inča), i
- mali (do 4.5 inča).

Pametni telefoni s duljinom dijagonale zaslona manjom od 4.5 inča u pravilu se smatraju malim uređajima. Iako postoje uređaji s dijagonalom zaslona manjom od 3 inča, u trenutku pisanja rada dva najzastupljenija proizvođača prema portalu Statcounter Global stats<sup>7</sup>, Apple i Samsung, nudili su uređaje s najmanjom veličinom ekrana od 3.4 inča (Samsung Galaxy Z Flip5<sup>8</sup>) i 5.4 inča (Apple iPhone 13<sup>9</sup>).

Prema veličini, odnosno duljini dijagonale zaslona, tableti mogu biti:

- veliki (12+ inča),
- srednji (10 do 11 inča), i
- mali (7 do 9 inča).

Tableti s duljinom dijagonale iznad 12 inča smatraju se velikim uređajima, oni s dijagonalom između 10 i 11 inča smatraju se tabletima srednje veličine, a uređaji dijagonale 7 do 9 inča smatraju se manjim uređajima. Na većini tableta manje veličine nalazi se operacijski sustav

---

<sup>7</sup> <https://gs.statcounter.com/vendor-market-share/mobile>

<sup>8</sup> <https://www.samsung.com/>

<sup>9</sup> <https://www.apple.com/>



Android, dok je jedini Appleov proizvod iz ove kategorije, odnosno uređaj s operacijskim sustavom iOS, tablet iPad mini. Među tabletima sa srednjom i velikom dijagonalom zaslona moguće je pronaći uređaje s operacijskim sustavom Android, iOS i MS Windows. Iako se većina tableta prodaje kao samostalni uređaj, neki od tableta iz kategorije velikih uređaja mogu se kupiti s vanjskom tipkovnicom. U vrijeme pisanja rada tablet s najvećom dijagonalom zaslona od 14.6", visine 208.6mm, širine 326.4mm i debljine 5.5mm bio je uređaj Samsung Galaxy Tab S9 Ultra<sup>8</sup>.

Prilikom specifikacije veličine zaslona, uz duljinu dijagonale, često se navodi i rezolucija zaslona. Rezolucija zaslona je mjera broja piksela (engl. *pixels*) kojeg sadrži zaslon uređaja. U praktičnom smislu, rezolucija opisuje oštrinu, odnosno jasnoću prikaza. Iskazuje se brojem piksela koji se mogu prikazati horizontalno i vertikalno, a veća rezolucija u korelaciji je s prikazom većeg broja informacija. Rezolucija zaslona ovisi o njegovim fizičkim svojstvima. Tako primjerice, dva zaslona s istom rezolucijom mogu imati različite fizičke dimenzije. Stoga se prilikom specifikacije zaslona često navodi i gustoća piksela po inču (engl. *Pixels Per Inch* – PPI) jer direktno opisuje svojstvo jasnoće prikaza. Primjerice, veliki zaslone s niskom vrijednosti PPI često imaju nejasni prikaz informacija. U vrijeme pisanja rada prema portalu Statcounter Global stats<sup>10</sup> najzastupljenija rezolucija prikaza na tabletima bila je 768 x 1024 piksela.

## 4.2. Broj korisnika i segmenata

Broj mogućih segmenata na zaslonu uređaja, odnosno broj mogućih korisnika, određen je ponajviše oblikom i veličinom zaslona uređaja. S obzirom da je većina postojećih mobilnih uređaja pravokutnog oblika, površina zaslona može se opisati dobro poznatom formulom za izračun površine pravokutnika

$$P = a \times b \tag{1}$$

---

<sup>10</sup> <https://gs.statcounter.com/screen-resolution-stats/tablet/worldwide>

Pritom je jedna stranica na većini uređaja kraća u odnosu na drugu stranicu te njihov odnos možemo promatrati kao  $a \leq b$ . Tako površinu zaslona tableta možemo opisati kao

$$P_t = a_t \times b_t \quad (2)$$

pri čemu vrijedi da je  $a_t \leq b_t$ .

Površina jednog izdvojenog segmenta na tabletu tako je

$$P_s = a_s \times b_s \quad (3)$$

pri čemu vrijedi da je  $a_s \leq b_s$ .

Na zaslonu jednog uređaja moguće je prikazati konačan broj segmenata  $n_s$ , pa za skup segmenata  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_{n_s}\}$  vrijedi  $|S| = n_s$ . Model podjele predviđa upotrebu svakog pojedinog segmenta  $s$  od isključivo jednog korisnika  $k$  te je time i broj mogućih korisnika  $n_k$  koji u isto vrijeme koriste uređaj konačan, pa za skup korisnika jednog uređaja  $K = \{k_1, k_2, \dots, k_{n_k}\}$  vrijedi  $|K| = n_k$  pri čemu je broj segmenata uvijek jednak broju korisnika te se uvodi relacija

$$n_s = n_k \quad (4)$$

Svakom segmentu iz skupa  $S$  dodjeljuje se jedinstveni identifikator  $ID_s$  ovisno o poziciji na uređaju  $p$ . Kako bi se osigurala ravnopravna interakcija svih korisnika s uređajem i ravnopravni prikaz sadržaja, model podrazumijeva da je površina svakog segmenta jednaka, odnosno da vrijedi relacija

$$P_{s_1} = P_{s_2} = \dots = P_{s_{n_s}} \quad (5)$$

Tako se broj mogućih segmenata  $n_s$  na zaslonu uređaja može prikazati matricom dimenzija  $M \times N$ , pri čemu je  $M$  broj redaka matrice, a  $N$  broj stupaca matrice. Prema tome, pozicija  $p$  svakog segmenta  $s$  može se opisati uređenim parom  $(i, j)$ , pri čemu je  $i$  indeks retka, a  $j$  indeks stupca matrice segmenata  $M_s$ . Dakle, pozicija svakog segmenta na zaslonu mobilnog uređaja pravokutnog ili kvadratnog oblika može se predložiti matricom pozicija segmenata

$$M_s = \begin{bmatrix} p_{00} & \cdots & p_{0j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{i0} & \cdots & p_{ij} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Pozicija  $p$  svakog segmenta na zaslonu uređaja određena je jedinstvenim parom  $(i, j)$  te se na temelju njihovih vrijednosti određuje jedinstveni identifikator svakog segmenta na zaslonu uređaja  $ID_s$  prema jednadžbi

$$ID_s = i \times N + j + 1 \quad (7)$$

Također, s obzirom da je uvedena relacija  $n_s = n_k$ , odnosno da je broj segmenata jednak broju mogućih korisnika, uvodi se i relacija

$$ID_s = ID_k \quad (8)$$

pri čemu je  $ID_k$  jedinstveni identifikator pojedinog korisnika. Odnosno, identifikator korisnika istovjetan je vrijednosti identifikatora segmenta na zaslonu uređaja kojeg taj korisnik upotrebljava.

Slijedom navedenog i s obzirom da se predloženim modelom nastoji osigurati nezavisna i ravnopravna interakcija svih korisnika s tablet uređajima prema svim kategorizacijama ovisno o veličini dijagonale zaslona opisanih u poglavlju 4.1, definirana su sljedeća pravila segmentiranja:

1. ako je površina tableta određena jednadžbom (2), modelom je prema relaciji (5) određeno da se segmentacijom uvijek stvaraju pravokutni dijelovi istih površina, pri čemu se dodatno uvodi da površina svakog novog segmenta  $P_s$  mora zadovoljavati uvjet

$$P_s \leq \frac{P_t}{n_s} \quad (9)$$

Odnosno, površina svakog novog segmenta mora biti manja ili jednaka vrijednosti dobivenoj prema formuli

$$P_s = \frac{P_t}{n_s} \quad (10)$$

gdje je  $P_t$  površina zaslona uređaja, a  $n_s$  broj segmenata koji se želi stvoriti na zaslonu uređaja,

2. segmentacijom se uvijek stvaraju pravokutni dijelovi čija je jedna od stranica duljinom jednaka polovici duljine duže stranice segmenta koji se dijeli,
3. svaki segment  $s$  iz skupa  $S = \{s_1, s_2, \dots, s_{n_s}\}$  uvijek ima veći ili jednaki broj slobodnih stranica  $n_x$  u odnosu na broj međusobno dijeljenih stranica  $n_y$ , odnosno segmentiranje je uvjetovano relacijom

$$n_x \geq n_y \quad (11)$$

4. najveća površina segmenta  $s$  definirana je jednakošću

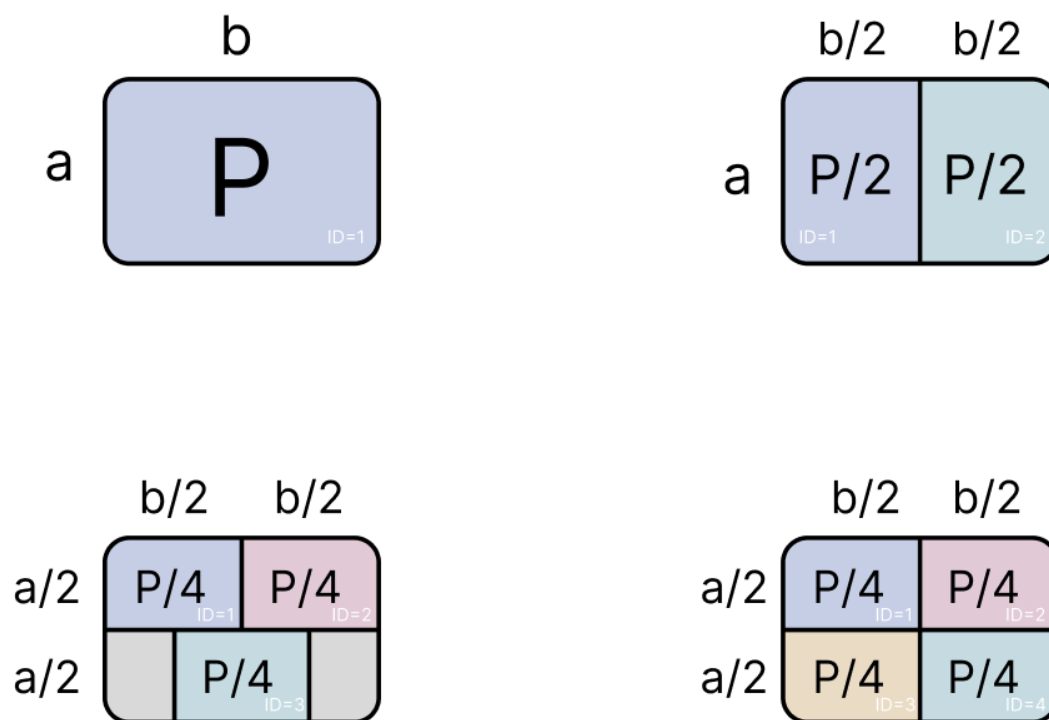
$$P_{smax} = P_t = a_t \times b_t \quad (12)$$

u slučaju da je broj segmenata na zaslonu uređaja  $n_s = 1$ , i

5. za svaki segment  $s$  kojeg je moguće stvoriti određeno je da vrijednost dijagonale  $d_s$  mora biti takva da vrijedi  $d_s \geq 3.5"$ , odnosno  $d_s \geq 8.89cm$  te da je najmanja dozvoljena vrijednost duljine dijagonale  $d_{smin} = 3.5"$ .

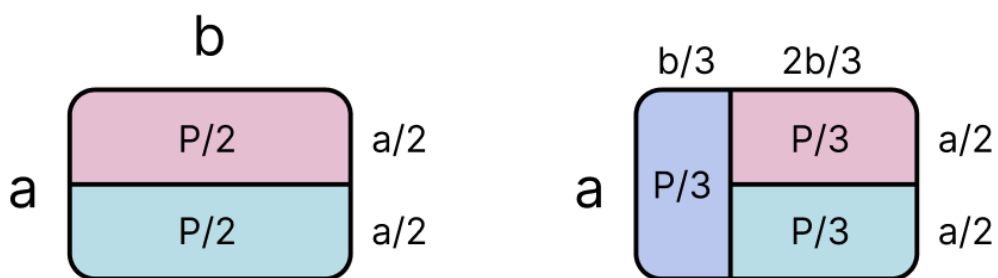
Pravilo segmentiranja navedeno pod rednim brojem 5 određeno je premisom da korisnici mogu upotrebljavati segment zaslona na dijeljenom uređaju bez značajne razlike u percipiranom zadovoljstvu i ostvarenim rezultatima rada kada uređaj upotrebljavaju samostalno. Definirana minimalna duljina dijagonale segmenta  $d_{smin}$  određena je prema aktualnim dimenzijama mobilnih uređaja navedenih u poglavlju 4.1.

Sukladno definiranim pravilima, maksimalni broj segmenata koje je moguće prikazati na tabletu je četiri, odnosno vrijedi da je  $|S| = 4$ , pri čemu se vrijednost jedinstvenog identifikatora pojedinog segmenta  $ID_s$  određuje prema poziciji u matrici segmenata (6) i jednadžbi (7). Nadalje, definiranim pravilima segmentiranja model predviđa segmentaciju isključivo unutar mreže s jednakom raspodjelom redaka i stupaca u matrici dimenzija  $4 \times 4$  kao što je prikazano slikom 10.



Slika 10. Prikaz četiri razine segmentacije prema definiranom modelu podjele: za jednog korisnika (gore lijevo), dva korisnika (gore desno), tri korisnika (dolje lijevo) i četiri korisnika (dolje desno)

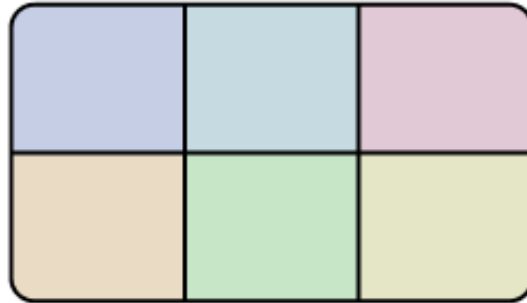
Za alternativnu organizaciju i prikaz neparnog broja segmenata moguća je modifikacija modela izostavljanjem drugog pravila segmentiranja ilustrirano slikom 11.



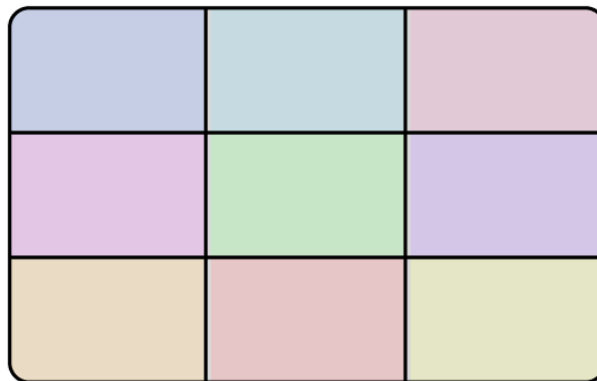
Slika 11. Alternativna organizacija i prikaz segmenata izostavljanjem 2. pravila segmentiranja

Za veće uređaje, primjerice tabletop računala ili veće tablete, moguća je modifikacija modela izostavljanjem trećeg pravila segmentiranja, odnosno omogućavanje upotrebe i središnjih segmenata zaslona čija je barem jedna od stranica slobodna (slika 12). U tom slučaju vrijedi da

broj slobodnih stranica segmenta nije veći od broja dijeljenih stranica, odnosno vrijedi  $n_x \nlessgtr n_y$  sve dok je  $n_x \neq 0$ . Nedoželjeni način segmentiranja ilustriran je slikom 13.



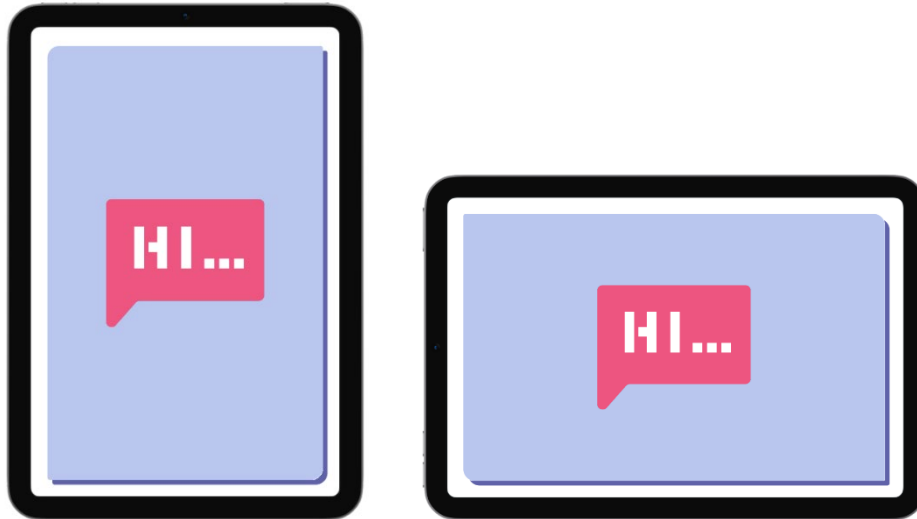
Slika 12. Primjer primjene proširenog modela segmentiranja kada vrijedi relacija  $n_x \nlessgtr n_y$



Slika 13. Primjer nepodržane segmentacije zaslona prema definiranom modelu podjele

### 4.3. Orijentacija prikaza sadržaja

Na mobilnim uređajima orijentacija prikaza može biti primarno portretna ili primarno pejzažna, ovisno o postavkama proizvođača uređaja, vrsti uređaja i operacijskom sustavu. Tako je primjerice za većinu pametnih telefona primarna orijentacija zaslona portretna, dok je za neke tablet uređaje primarna orijentacija pejzažna. Portretna orijentacija podrazumijeva da je širina prikaza manja ili jednaka visini zaslona, dok pejzažna orijentacija podrazumijeva veću širinu prikaza u odnosu na visinu (slika 14).



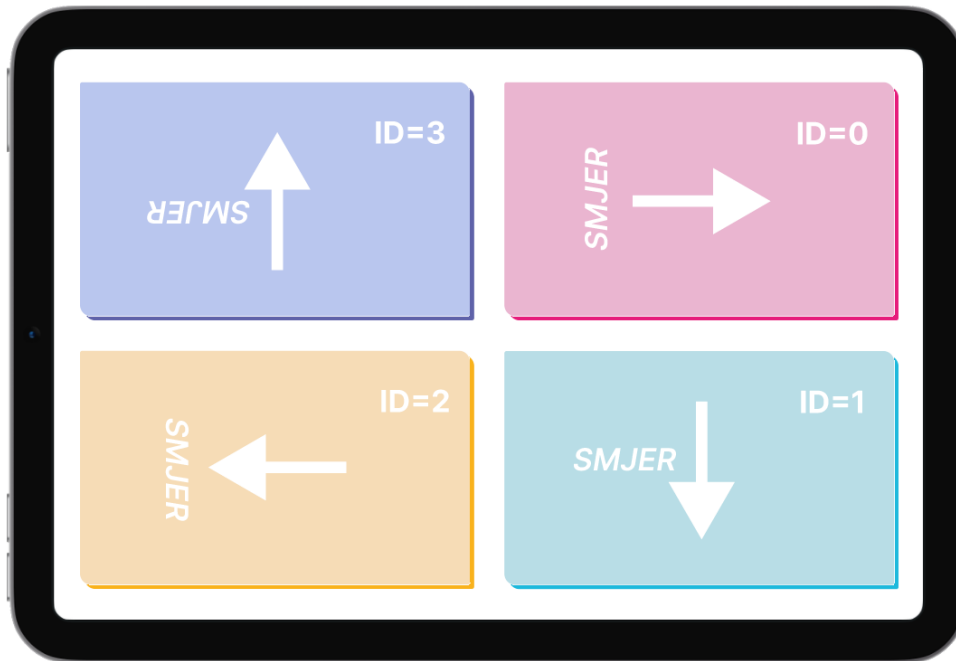
Slika 14. Portretni prikaz (lijevo) i pejzažni prikaz (desno)

Zakretanjem uređaja moguća je rotacija prikaza zaslona za  $90^\circ$  u svim smjerovima. Osmišljenim modelom podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjivog na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir, relativna mobilnost korisnika nastojala se osigurati nezavisnom orijentacijom svakog segmenta za  $90^\circ$  u svim smjerovima.

U svrhu razlikovanja, svakoj orijentaciji prikaza sadržaja na segmentu iz konačnog skupa od četiri moguće orijentacije dodjeljuje se jedinstvena vrijednost identifikatora orijentacije  $ID_o$  kojim je određen smjer prikaza sadržaja na segmentu  $s$ . Pri tome je određeno da orijentacija segmenta  $s$  prikazom sadržaja usmjerenim prema donjem djelu uređaja, na kojem se uglavnom nalazi hardverski ili programski ugrađeni gumb za povrat na početni ekran (engl. *Home button*), bude primarna orijentacija s rotacijom od 0 stupnjeva, odnosno početna orijentacija s vrijednosti identifikatora  $ID_o = 0$ . Određeno je da se identifikacijske vrijednosti ostalih orijentacija inkrementalno uvećavaju u smjeru rotacije kazaljke na satu kao što je prikazano na slici 15. Time su u modelu podjele zaslona definirane četiri moguće vrijednosti identifikatora orijentacije segmenta  $ID_o$  ovisno o stupnju zakretanja:

- $ID_o = 0$  – primarna portretna orijentacija s rotacijom od  $0^\circ$  s prikazom usmjerenim prema donjem dijelu uređaja, odnosno gumbu za povrat na početni ekran,
- $ID_o = 1$  – orijentacija s rotacijom prikaza zakrenutim za  $90^\circ$  u smjeru kazaljke na satu u odnosu na primarnu portretnu orijentaciju  $ID_o = 0$ ,
- $ID_o = 2$  – orijentacija s rotacijom prikaza zakrenutim za  $180^\circ$  u smjeru kazaljke na satu u odnosu na primarnu portretnu orijentaciju  $ID_o = 0$ , i

- $ID_o = 3$  – orijentacija s rotacijom prikaza zakrenutim za  $270^\circ$  u smjeru kazaljke na satu u odnosu na primarnu portretnu orijentaciju  $ID_o = 0$ .



Slika 15. Moguće orijentacije prikaza sadržaja na segmentima s pripadnim vrijednostima identifikatora

#### 4.4. Razmještaj korisnika oko uređaja

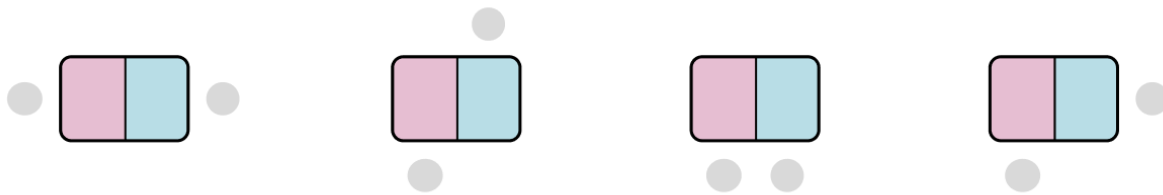
Mogućnošću orijentacije pojedinog segmenta na zaslonu uređaja postavljena je direktna veza između pozicije korisnika oko uređaja i orijentacije prikaza sadržaja prema pojedinom korisniku. Ovisno o poziciji ili promjeni pozicije korisnika moguće je prilagoditi orijentaciju prikaza sadržaja.

Korisnici oko uređaja mogu biti međusobno raspoređeni na tri osnovna načina (slika 16):

- licem u lice (engl. *face to face*),
  - dijagonalno,
- bok uz bok (engl. *side by side*), i
- pod kutom od  $90$  stupnjeva.

Za uređaje s većom dijagonalom zaslona način rada licem u lice može biti se promatrati i kao dijagonalni razmještaj.





*Slika 16. Prikaz primjera mogućih razmještaja dvoje korisnika oko uređaja s lijeva na desno: licem u lice, dijagonalno licem u lice, bok uz bok i pod kutom od 90 stupnjeva*

Negativni aspekt razmještaja licem u lice je slabija vidljivost sadržaja osobe koja se nalazi nasuprot s obzirom da je sadržaj orijentiran prema korisniku. Time je otežana čitljivost i mogućnost praćenja rada drugog korisnika. Ipak, u ovoj poziciji najmanje je izražena prostorna interferencija korisnika.

S druge strane, upotreba uređaja u poziciji bok uz bok omogućava jednaku orijentaciju sadržaja prema oba korisnika, ali bliža pozicija može uzrokovati nelagodu ukoliko korisnici ne vole raditi zajedno ili se ne poznaju.

Razmještaj korisnika pod kutom od 90 stupnjeva predstavlja kompromis između prethodna dva načina te nudi bolju čitljivost sadržaja u odnosu na poziciju licem u lice i više osobnog prostora potrebnog za rad u odnosu na pozicioniranje korisnika bok uz bok.

## **5. PROCES AKTIVNOSTI ZA PROVEDBU SURADNIČKOG UČENJA GRUPE KOLOCIRANIH POJEDINACA PRIMJENOM MODELA PODJELE RADNE POVRŠINE**

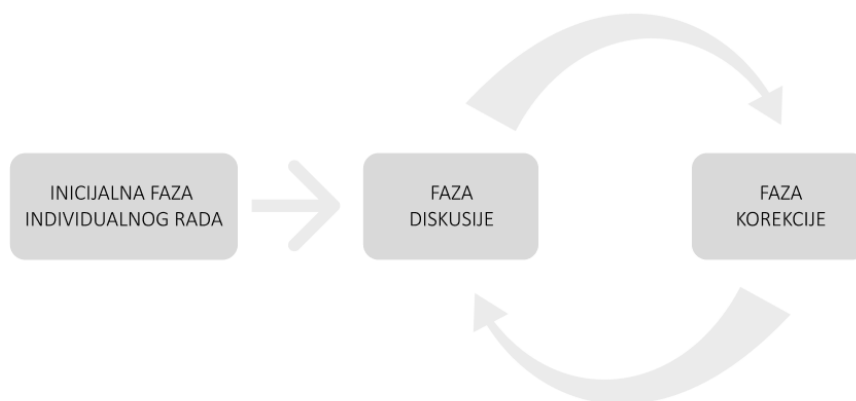
Kako bi se istražila mogućnost primjene osmišljenog modela podjele radne površine zaslona uređaja osjetljivog na dodir na više nezavisnih segmenata za podršku i poticanje suradničkog učenja grupe kolociranih učenika, definiran je proces aktivnosti prilagođen predloženom modelu opisanom u poglavlju 4. U ovom poglavlju opisuje se osmišljeni proces suradničke aktivnosti dizajniran za primjenu i verifikaciju u ranom osnovnoškolskom obrazovanju.

Kroz proces se nastoji potaknuti članove radne grupe na diskusiju i aktivnu suradnju razmjenom znanja primjenom osnovnog načela suradničkog učenja „razmisliti – razmijeniti – prezentirati“. Ipak, treba naglasiti da je u dizajnu aktivnosti izostavljena zadnja faza, odnosno faza prezentacije artefakta grupnog rada pred ostalim grupama, odnosno učenicima u razredu, kako bi se procesom podržala provedba aktivnosti s minimalno jednom grupom učenika koja upotrebljava jedan mobilni uređaj, odnosno tablet. Također, dizajnom aktivnosti nastojala se osigurati univerzalnost primjene u nezavisnosti o obrazovnom području (npr. hrvatski jezik, matematika ili priroda i društvo) i temi (npr. zbrajanje, oduzimanje, množenje ili dijeljenje). Proces suradničke aktivnosti dizajniran je prema smjernicama opisanima u poglavlju 2.2, a osmišljeni proces suradničke aktivnosti namijenjen je radu u parovima, grupi od tri ili grupi od četiri učenika koji koriste jedan mobilni uređaj. Dizajn procesa unaprjeđivan je za vrijeme trajanja doktorskog istraživanja, od inicijalnog prijedloga prvog dizajna i prototipa mobilne aplikacije za podršku suradničkom učenju [50] do funkcionalnog prototipa primijenjenog za verifikaciju postavljene istraživačke hipoteze H2.

### **5.1. Faze procesa suradničke aktivnosti**

Planirani tijek suradničke aktivnosti grupe kolociranih učenika odvija se kroz tri osnovne faze (slika 17):

1. faza inicijalnog individualnog rješavanja zadataka,
2. faza diskusije i razmjene znanja, i
3. faza korekcije odgovora.



Slika 17. Faze procesa suradničke aktivnosti

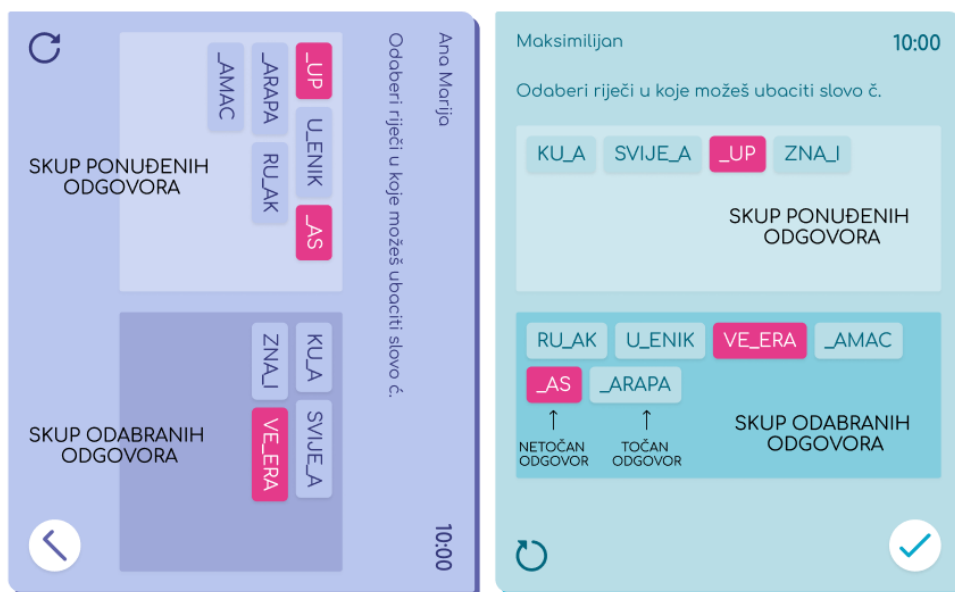
U prvoj fazi učenika se usmjerava na samostalni rad na izdvojenom segmentu zaslona uređaja, odnosno potiče ga se na samostalno razmišljanje o postavljenom zadatku. U ovoj fazi svakom se učeniku predstavlja njegov dio zadatka na kojeg treba odgovoriti. Procesom je predviđeno da se ova faza aktivnosti izvršava uvijek na početku aktivnosti i barem jednom.

Kako bi se u drugoj fazi, odnosno fazi diskusije, članove grupe potaknulo na suradnju i razgovor o rezultatima individualnog rada, procesom je predviđeno da zadaci za svakog učenika u grupi budu različiti, ali međusobno tematski povezani, te da je ponuđeni skup rješenja za svakog učenika isti, ali da su odgovori na svaki zadatak međusobno isključivi. Primjerice, za provedbu aktivnosti u parovima, iz obrazovnog gradiva hrvatskog jezika na temu pisanja riječi sa slovima č i ć, zadatak za jednog učenika bio bi „Odaberi riječi u koje možeš ubaciti slovo ć.“, dok bi zadatak za drugog učenika bio „Odaberi riječi u koje možeš ubaciti slovo č.“. Pritom je dizajnom aktivnosti predviđeno da oba učenika odgovore biraju iz jednakog početnog skupa koji se prikazuje kao zasebni grafički element na segmentu svakog učenika. Dakle, svakom učeniku prikazuje se isti skup mogućih odgovora, ali točni odgovori za zadatak jednog učenika ne mogu biti i točni odgovori za zadatak koji je postavljen drugom učeniku. Konkretno, u navedenom primjeru zadatka u kojima treba odabrati riječi koje se pišu slovima č i ć ne postoji riječ koja se ujedno piše i sa slovom č i sa slovom ć. Dakle, bitna značajka procesa su zadaci s međusobno isključivim odgovorima. Kako bi se učenike potaknulo na diskusiju i razmjenu znanja, nakon prve faze, odnosno inicijalne predaje odgovora, u fazi diskusije učenicima se prikazuju vizualno razlikovani točno odabrani odgovori i diskutabilni, odnosno potencijalno pogrešni odgovori na razini grupe učenika koja dijeli uređaj. Odnosno, ukoliko postoje

nedosljednosti u odgovorima unutar grupe zadataka, takvi odgovori će biti označeni kao diskutabilni na svakoj pojavi na zaslonu uređaja, odnosno na segmentima svih učenika. Pritom se diskutabilnim odgovorom smatra:

- odabrani netočan odgovor, i
- odgovor koji nije odabran iz skupa ponuđenih odgovora.

Primjerice, ako su oba učenika iz opisanog primjera predočenog slikom 18 odabrala ili isti odgovor (npr. „VE\_ERA“) ili je neki od učenika odabrao pogrešan odgovor (npr. „\_AS“) ili odgovor nije odabran (npr. „\_UP“), takav odgovor će biti označen kao diskutabilan (niti točan, niti kriv) na svakoj svojoj pojavi zaslona uređaja u svim segmentima kao što je prikazano na slici 18. Također, kako bi se učenike potaknulo na razgovor o označenim diskutabilnim odgovorima, predviđeno je da u ovoj fazi nije moguća korekcija odgovora.



Slika 18. Primjer faze diskusije s prikazom označenih diskutabilnih odgovora na razini grupe dvoje učenika

U zadnjoj fazi učenicima se daje mogućnost korekcije osobnih odgovora, ali bez vizualnog isticanja diskutabilnih odgovora. Ovako definirani proces može imati unaprijed određen broj ponavljanja faza diskusije i korekcije ili iterirati kroz te dvije faze sve dok svi učenici ne odgovore točno na postavljene zadatke.

Kako bi se mogao kontrolirati vremenski period provedbe aktivnosti, za svaku od faza dizajnom procesa predviđeno je unaprijed definirati vrijeme trajanja čime se osigurava prijelaz na iduću

fazu aktivnosti. S druge strane procesom je predviđena i mogućnost prijevremenog prekida svake od faza, ali pritom svi učenici moraju biti suglasni da pojedina faza završi prije postavljenog vremenskog roka. Dakle, za svaku fazu aktivnosti definira se vrijeme trajanja, dok je ukupno vrijeme aktivnosti određeno vremenom izvršavanja svih faza. Pritom se svaka aktivnost sastoji od barem jedne faze individualnog rada.

## 5.2. Model aktivnosti procesa suradničkog učenja

Za suradničku aktivnost koja se odvija kroz predodređene faze procesa definira se:

- obrazovna lekcija  $l$ , odnosno skup zadataka  $Z$  i skup svih odgovora na zadatke  $C$ ,
- vrijeme trajanja faze inicijalnog rješavanja individualnih zadataka  $t_{ind}$ ,
- broj ponavljanja faza diskusije i korekcije odgovora  $n_f$ , pri čemu je predviđeno minimalno jedno izvršavanje obje faze, odnosno vrijedi da je  $n_{fmin} = 1$ ,
- vrijeme trajanja faze diskusije  $t_{dis}$ , pri čemu je potrebno definirati zasebno vrijeme trajanja svake od faza diskusije predviđene brojem ponavljanja  $n_f$ ,
- vrijeme trajanja faze korekcije odgovora  $t_{kor}$ , pri čemu je potrebno definirati zasebno vrijeme trajanja svake od faza korekcije odgovora predviđene brojem ponavljanja  $n_f$ , i
- broj suradničkih grupa  $n_g$  i skup kompozicija grupa  $R$  ovisno o broju raspoloživih uređaja  $n_t$ , broju učenika  $n_u$  i odabranoj obrazovnoj lekciji  $l$ .

Svaka obrazovna lekcija  $l$  sastoji se od skupa zadataka i skupa vezani odgovora te se može opisati uređenim parom  $(Z, C)$ , gdje je  $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_{n_z}\}$  skup zadataka obrazovne lekcije pri čemu je  $n_z$  broj definiranih zadataka za lekciju  $l$ . Skup svih odgovora na zadatke iz skupa  $Z$  pri čemu je  $C_z$  skup vezanih odgovora na zadatak  $z$  može se prikazati kao

$$C = \bigcup_{i=1}^{n_z} C_{z_i} \quad (13)$$

Model definira da obrazovna lekcija  $l$  može imati maksimalan broj zadataka

$$n_{z_{max}} = n_s = n_k \quad (14)$$

Drugim riječima, najveći broj zadataka  $n_z$  koje je moguće prikazati na zaslonu uređaja jednak je broju segmenata  $n_s$  na zaslonu uređaja, odnosno broju korisnika  $n_k$  koji dijeli jedan uređaj. Prema modelu podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjivog na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir opisanog u poglavlju 4 maksimalni broj zadataka koji je moguće definirati unutar jedne obrazovne lekcije je

$$n_{z_{max}} = n_s = n_k = 4 \quad (15)$$

Minimalni broj zadataka koje je potrebno definirati za jednu obrazovnu lekciju je

$$n_{z_{min}} = n_s = n_k = 2 \quad (16)$$

Minimalni broj zadataka kojeg je potrebno definirati za jednu lekciju određen je premisom da unutar lekcije moraju biti definirana barem dva zadatka s međusobno isključivim odgovorima, odnosno minimalni broj korisnika uređaja za provedbu procesa suradničke aktivnosti mora biti  $n_{k_{min}} = 2$  od kojih se svakom postavlja različiti zadatak. Za svaki zadatak  $z$  potrebno je definirati konačan skup točnih odgovora  $C_z = \{c_1, c_2, \dots, c_{n_o}\}$ . Pritom broj odgovora  $n_o$  za jedan zadatak ne mora biti jednak broju odgovora drugog zadatka, odnosno ne mora biti ispunjen uvjet  $n_{o_i} = n_{o_j}$ . Također, odgovori jednog zadatka ne smiju biti odgovori drugog zadatka, pa vrijedi da su skupovi odgovora disjunktne skupovi te odnos njihovih elemenata možemo prikazati kao

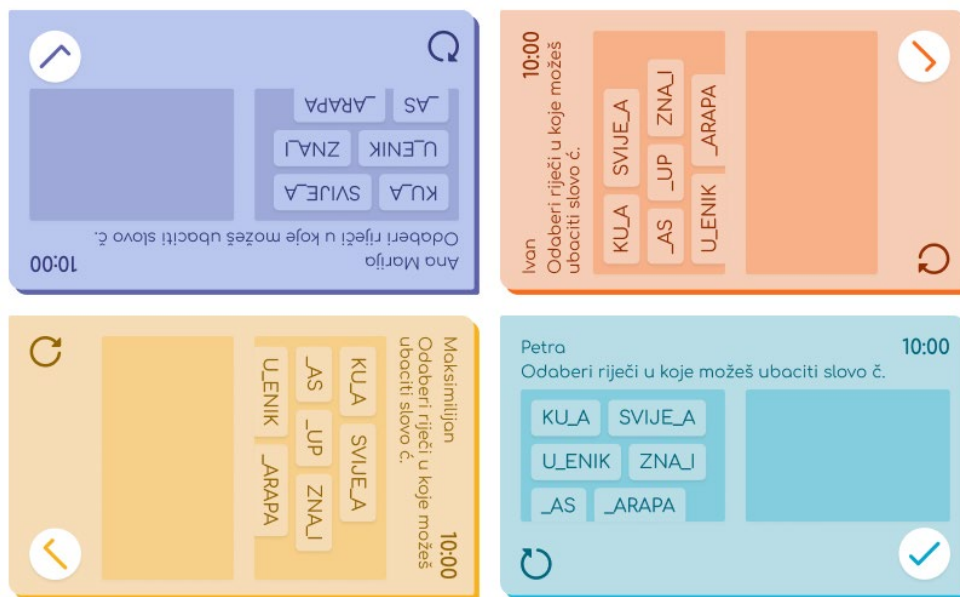
$$C_{z_1} \cap C_{z_2} \cap \dots \cap C_{z_{n_z}} = \emptyset \quad (17)$$

U fazi inicijalnog rješavanja individualnih zadataka svakom korisniku prikazuje se skup svih odgovora iz skupa  $C$  za koji vrijedi jednakost (13), odnosno

$$C = C_{z_1} \cup C_{z_2} \cup \dots \cup C_{z_{n_z}} = \bigcup_{i=1}^{n_z} C_{z_i} \quad (18)$$

Dakle, svakom učeniku prikazuju se isti skup svih odgovora definiranih za sve zadatke. Pritom se svakom učeniku prikazuje samo jedan zadatak iz skupa  $Z$ . Drugim riječima, uz svakog

učenika koji koristi jedan segment zaslona  $s$  veže se jedan zadatak  $z$  iz skupa  $Z$ . Ukoliko je broj definiranih zadataka  $n_z$  za lekciju  $l$  manji od broja korisnika  $n_k$  koji dijeli uređaj, odnosno ako vrijedi da je  $n_z < n_k$ , zadaci se prikazuju višestruko i isti zadatak može biti vezan uz više učenika. Primjerice, dva zadatka definirana u sklopu lekcije pisanja riječi sa slovima č i ć iz primjera opisanog u poglavlju 5.1 moguće je prikazati i u grupi od tri ili četiri učenika kao što je prikazano na slici 19.



Slika 19. Višestruki prikaz istih zadataka

Faza inicijalnog rješavanja zadataka odvija se samo jednom, na početku aktivnosti, u definiranom vremenu  $t_{ind}$ . Ukoliko su svi učenici suglasni, vrijeme rada u ovoj fazi može biti i kraće od definiranog. Aktivnost se završava ukoliko u slučaju da je po završetku inicijalne individualne faze rada skup odabranih odgovora na segmentu zaslona pojedinog korisnika  $C_o$  jednak skupu odgovora  $C_z$  za postavljeni zadatak  $z$ , odnosno ukoliko vrijedi

$$C_o = C_z \quad (19)$$

U tom slučaju ukupno vrijeme trajanja aktivnosti  $t_a$  jednako je vremenu trajanja inicijalne individualne aktivnosti i vrijedi

$$t_a = t_{ind} \quad (20)$$

U slučaju da postoje nedosljednosti u odgovorima, odnosno ukoliko neki od odgovora nije pridružen odgovarajućem skupu odgovora definiranog za zadatak ili ukoliko je odgovor pridružen skupu odgovora čiji nije član, aktivnost prelazi u fazu diskusije te se svaki od odgovora koji zadovoljava prethodno navedene uvjete označava kao diskutabilan (slika 18). U ovoj fazi nije moguća korekcija odgovora. Faza diskusije odvija se u definiranom vremenu  $t_{dis}$ , ali je moguć i prijevremeni prijelaz na fazu korekcije ukoliko se svi članovi grupe suglase.

Faza korekcije odgovora ima predefiniрано vrijeme trajanja  $t_{kor}$  i slična je fazi inicijalnog individualnog rada, ali s razlikom da na nju utječe faze diskusije. U ovoj fazi učenici mogu korigirati odgovore. Također, ovu fazu moguće je završiti i prije definiranog vremena ukoliko su svi učenici suglasni. Zajedno s fazom diskusije može se ponavljati proizvoljan broj puta te je tako ukupno vrijeme provedbe aktivnosti  $t_a$  definirano kao

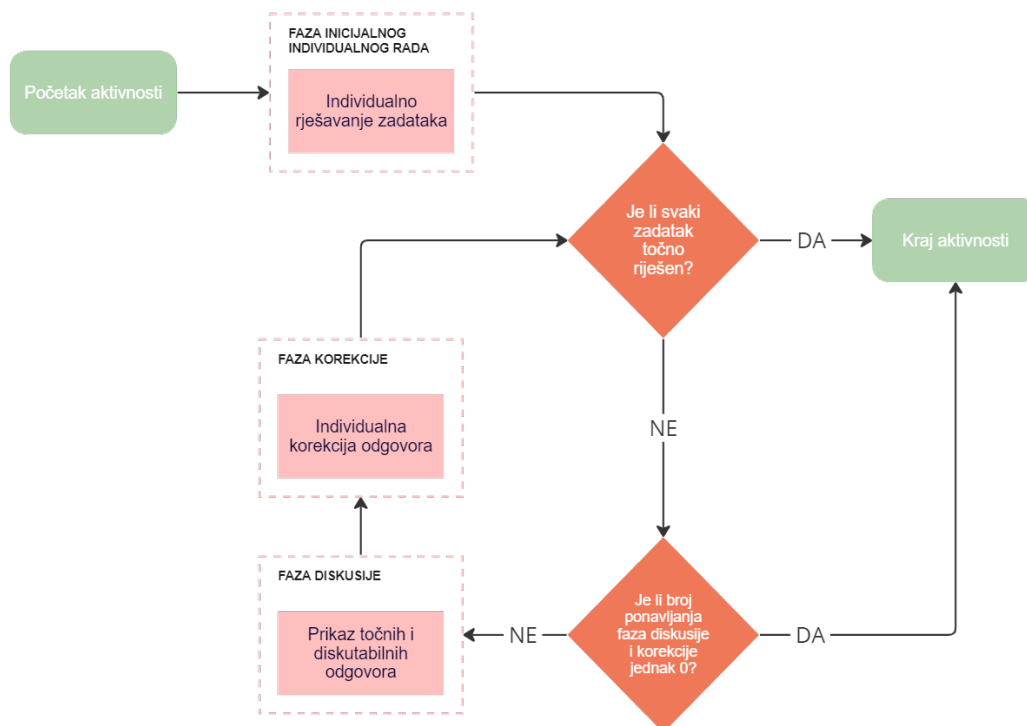
$$t_a = t_{ind} + \sum_{k=1}^{n_f} (t_{dis_k} + t_{kor_k}) \quad (21)$$

gdje je  $n_f$  broj iteracija faza diskusije i korekcije.

Kao što je prethodno napisano, svaka aktivnost može se provoditi nad minimalno jednom suradničkom grupom minimalne veličine dvoje učenika, odnosno  $n_{s_{min}} = 2$ . Ipak, aktivnost se može provoditi na većem broju uređaja  $n_t$ , odnosno s većim brojem suradničkih grupa  $n_g$ . Dakle, na razini razreda aktivnost je skup svih instanci aktivnosti  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_{n_g}\}$  koje se prema definiranim postavkama provode nad konačnim brojem suradničkih grupa  $n_g$ . Pritom se u svakoj grupi provodi ista obrazovna lekcija  $l$ .

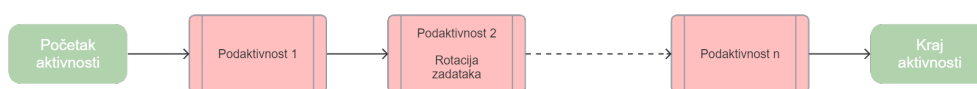
Dijagram opisanog procesa aktivnosti za poticanje suradničkog učenja na zaslonu jednog mobilnog uređaja podijeljenog na više nezavisnih segmenata prikazan je na slici 20.





Slika 20. Dijagram procesa aktivnosti za poticanje suradničkog učenja

Osmišljeni proces aktivnosti moguće je proširiti definiranjem većeg broja podaktivnosti, primjerice ponavljanjem obrazovne lekcije rotacijom zadataka među članovima grupe. Dakle, obrazovna aktivnost  $a$  grupe učenika  $g$  u proširenom modelu može se definirati kao konačan skup podaktivnosti pri čemu svaka podaktivnost može sadržavati isti, različiti ili dio skupa zadataka  $Z$ . Primjerice, u prvoj podaktivnosti par učenika može rješavati dva zadatka iz lekcije za koju je definirano ukupno četiri zadatka. U drugoj podaktivnosti zadaci se mogu zamijeniti na način da svaki od učenika rješava zadatak koji je drugi učenik rješavao tijekom prve podaktivnosti. U tom slučaju učenici rješavaju isti skup zadataka. Ako bi se u drugoj podaktivnosti učenicima zadala preostala dva zadatka iz skupa zadataka definiranih za obrazovnu lekciju u tom slučaju učenici bi rješavali različite zadatke za istu lekciju u usporedbi sa zadacima iz prve podaktivnosti. Prošireni proces suradničke aktivnosti prikazan je na slici 21.



Slika 21. Prikaz proširenog procesa aktivnosti za poticanje suradničkog učenja

## 6. MODEL VIŠEKORISNIČKOG SUSTAVA ZASNOVAN NA PODJELI ZASLONA

U ovom poglavlju opisan je vlastiti model višekorisničkog sustava zasnovan na modelu podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih radnih cjelina opisanog u poglavlju 4. Sustav je primarno razvijen<sup>11</sup> za podršku i organizaciju suradničkih aktivnosti čiji su ciljani korisnici učenici i učitelji, odnosno nastavnici. Razvijeni sustav simbolično je nazvan CoCo, skraćenicom sastavljenom od riječi kolocirano (engl. *Colocated*) i kolaboracija (engl. *Collaboration*) čime se indicira namjena sustava, odnosno podrška organizaciji i provedbi suradničkih aktivnosti grupe kolociranih učenika.

Osnovne komponente sustava su:

- klijentska mobilna aplikacija za prikaz sadržaja obrazovne lekcije,
- klijentska web aplikacija za kreiranje sadržaja obrazovnih lekcija, definiranje postavki izvođenja lekcije i praćenje analitike podataka prikupljenih tijekom provođenja obrazovne aktivnosti, i
- poslužitelj s bazom podataka.

Osnovna funkcionalnost klijentske mobilne aplikacije je prikaz obrazovnog sadržaja učenicima primjenom modela podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjivog na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir opisanog u poglavlju 4, a prema definiranom procesu suradničke aktivnosti opisanom u poglavlju 5. Ova komponenta sustava konceptualno je odvojena od dijela sustava namijenjenog kreiranju digitalnog sadržaja i praćenju analitike provedenih aktivnosti.

Web aplikacija organizirana je kroz tri modula: dizajner lekcija, dizajner aktivnosti i modul za analitiku. Kroz klijentsku web aplikaciju učitelji su u mogućnosti kreirati sadržaj koji će se prikazivati u mobilnoj aplikaciji, odrediti postavke provođenja aktivnosti (npr. koliko učenika će koristiti jedan uređaj i trajanje aktivnosti) i analizirati podatke prikupljene preko mobilne aplikacije. Sustav omogućuje kreiranje sadržaja neovisno o području poučavanja te ima mogućnost prilagodbe prikaza sadržaja dinamičnom okruženju u kojem se nalaze učenici i učitelji. Odnosno, jedna od značajki sustava je mogućnost prilagodbe načina provođenja

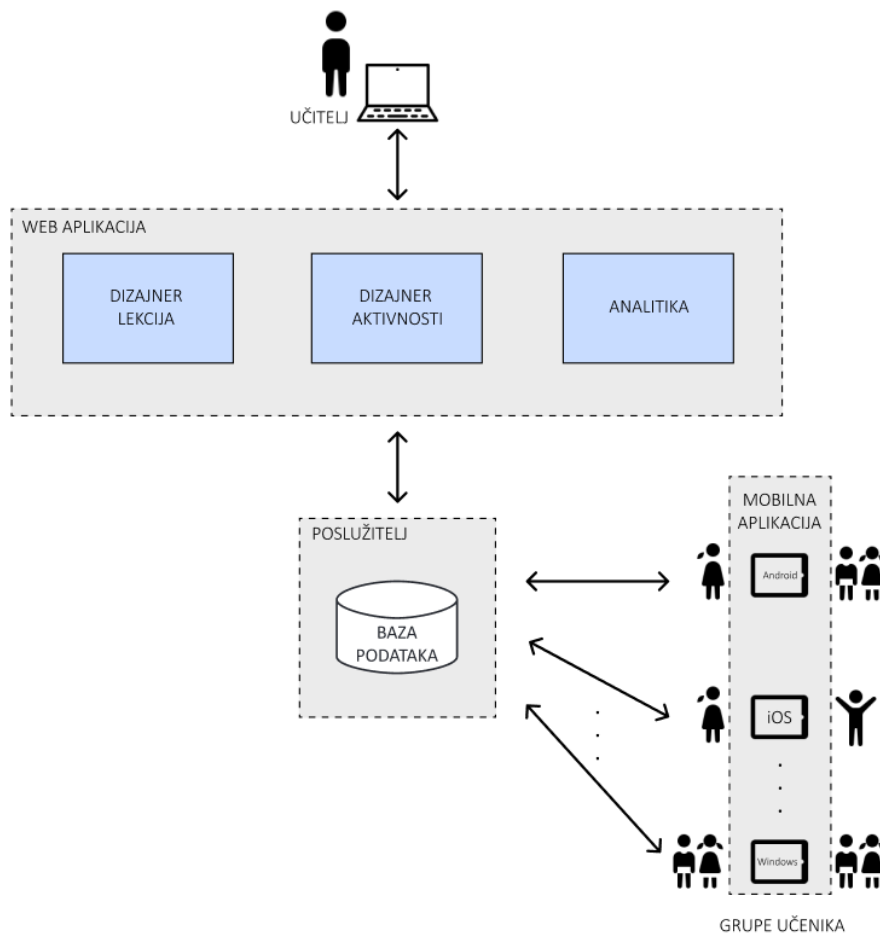
---

<sup>11</sup> Razvoj sustava uključivao je doprinose više studenata stručnog prijediplomskog i stručnog diplomskog studija Tehničkog veleučilišta u Zagrebu. Autorica je kao mentor ili komentor davala smjernice, nadzirala i sudjelovala u razvoju modula sustava koje su u svom završnom ili diplomskom radu dokumentirali studenti Rea Franković [57], Marica Sokolić [58], Marin Sekula [59] i Jakov Mučnjak [60].

aktivnosti ovisno o broju dostupnih uređaja i broju učenika prisutnih u razredu u trenutku kada učitelj želi primijeniti digitalne obrazovne lekcije.

Poslužitelj je spona između klijentske web i mobilne aplikacije te služi za dohvat i pohranu podataka bitnih za funkcioniranje sustava kao cjeline.

U nastavku poglavlja detaljno su opisane sve komponente sustava, a osmišljeni sustav predložen je slikom 22.



Slika 22. Prikaz sustava za podršku suradničkom učenju

Modularnim dizajnom sustava nastojala se osigurati relativna neovisnost komponenti u pogledu daljnjeg razvoja i izbora tehnologije za implementaciju pojedine komponente. Drugim riječima, svaka komponenta sustava osmišljena je kao zasebni podsustav koji je prema izboru tehnologije razvoja neovisan o ostalim komponentama sustava. Tako se primjerice komunikacija mobilne aplikacije s ostalim komponentama sustava, odnosno s poslužiteljem, događa isključivo

prilikom pokretanja mobilne aplikacije, kada se preuzimaju radne postavke, te po završetku provedbe suradničke aktivnosti kada se šalju prikupljeni podaci bitni za analitiku učenja. Prema tome, dizajnom sustava predviđeno je da klijentska mobilna aplikacija može biti implementirana u bilo kojoj tehnologiji (npr. nativno za Android i iOS ili u nekoj od tehnologija višepatformskog razvoja) te na jednostavan način pripojena sustavu. Štoviše, arhitektura sustava podržava spajanje većeg broja različitih klijentskih mobilnih aplikacija koje je moguće simultano upotrebljavati tijekom provođenja aktivnosti. Pritom je moguće da se klijentska mobilna aplikacija pokreće na različitim vrstama uređaja s različitim operacijskim sustavima.

Mobilna aplikacija razvijena u sklopu konceptualnog modela opisanog u radu izrađena je primjenom nativne tehnologije razvoja za operacijski sustav Android<sup>12</sup>, dok su moduli web aplikacije razvijeni upotrebom razvojnog okvira Angular<sup>13</sup>. Za pohranu podataka korištena je baza Firestore, odnosno kao komunikacijska spona između web i mobilnih aplikacija korištena je platforma Google Firebase<sup>14</sup>.

## 6.1. Klijentska mobilna aplikacija za prikaz sadržaja obrazovnih lekcija

Klijentska mobilna aplikacija koju koriste učenici zasniva se na primjeni modela podjele površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir za podršku suradničkim aktivnostima prema procesu aktivnosti opisanom u poglavlju 5 te podržava sljedeće glavne funkcionalnosti:

- dohvat postavki izvođenja aktivnosti s poslužitelja,
- dohvat sadržaja lekcije s poslužitelja,
- registracija korisnika unosom imena,
- prikaz lekcije korisnicima primjenom modela podjele zaslona, i
- slanje podataka na poslužitelj na kraju izvođenja lekcije.

Svi podaci potrebni za provedbu aktivnosti dohvaćaju se s poslužitelja prilikom pokretanja mobilne aplikacije. Dohvaća se sadržaj obrazovne lekcije s pitanjima i bazom odgovora, konfiguracija u kojoj je potrebno pokrenuti rad aplikacije na uređaju, odnosno broj segmenata koje je potrebno instancirati, te ostali podaci kao što su trajanje svake pojedine komponente

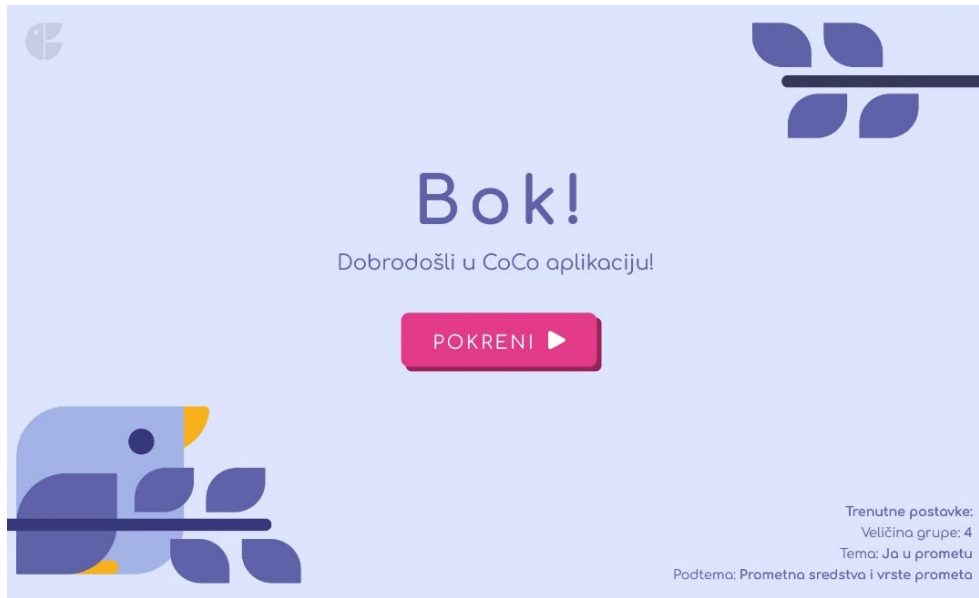
---

<sup>12</sup> <https://www.android.com/>

<sup>13</sup> <https://angular.io/>

<sup>14</sup> <https://firebase.google.com/>

aktivnosti. Na početnom zaslonu aplikacije prikazuje se pozdravna poruka učenicima te dohvaćene postavke aktivnosti i podaci o obrazovnoj lekciji (slika 23).



Slika 23. Početni ekran klijentske mobilne aplikacije za učenike s prikazom preuzetih postavki s poslužitelja

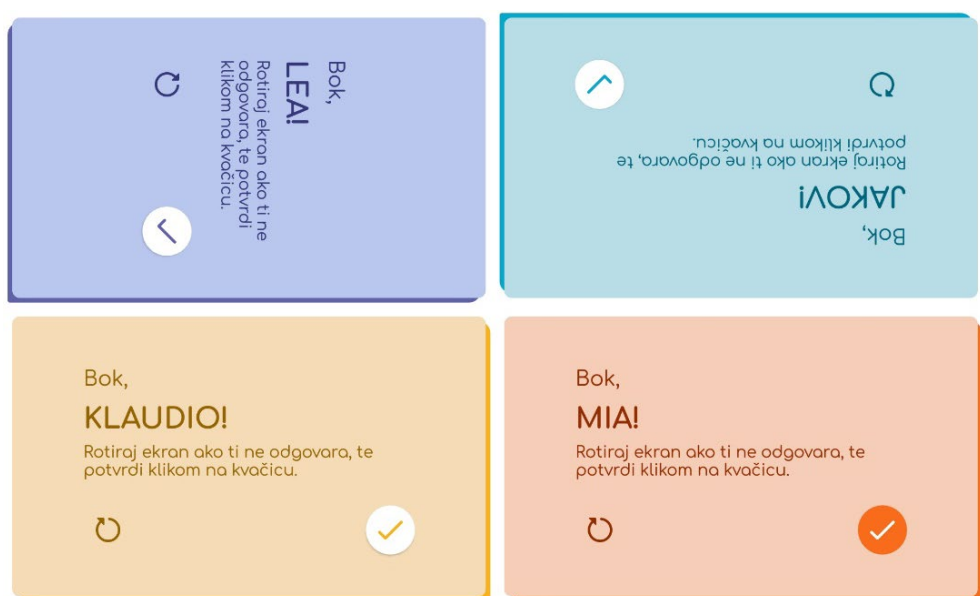
Prema definiranom modelu podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjivog na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir i opisanog u poglavlju 4, na jednom uređaju moguće je podržati suradničku aktivnost za do četiri kolocirana korisnika. Također, predviđena je mogućnost simultanog rada većeg broj suradničkih grupa koje sudjeluju u obrazovnoj aktivnosti. Kako bi se to omogućilo, kroz web aplikaciju nastavniku je omogućena konfiguracija radnog okruženja definiranjem broja uređaja i učenika koji će sudjelovati u aktivnosti te svaka mobilna aplikacija prilikom pokretanja s poslužitelja preuzima jedinstveni identifikator i postavke prema kojima se pridružuje aktivnosti.

Nakon preuzimanja konfiguracijskih postavki s poslužitelja, kroz mobilnu aplikaciju učenike se traži unos imena u svrhu personalizacije segmenata (slika 24), ali i u svrhu praćenja rezultata svakog od učenika iz grupe koja dijeli uređaj. Pregled rezultata moguć je kroz web modul za analitiku podataka.



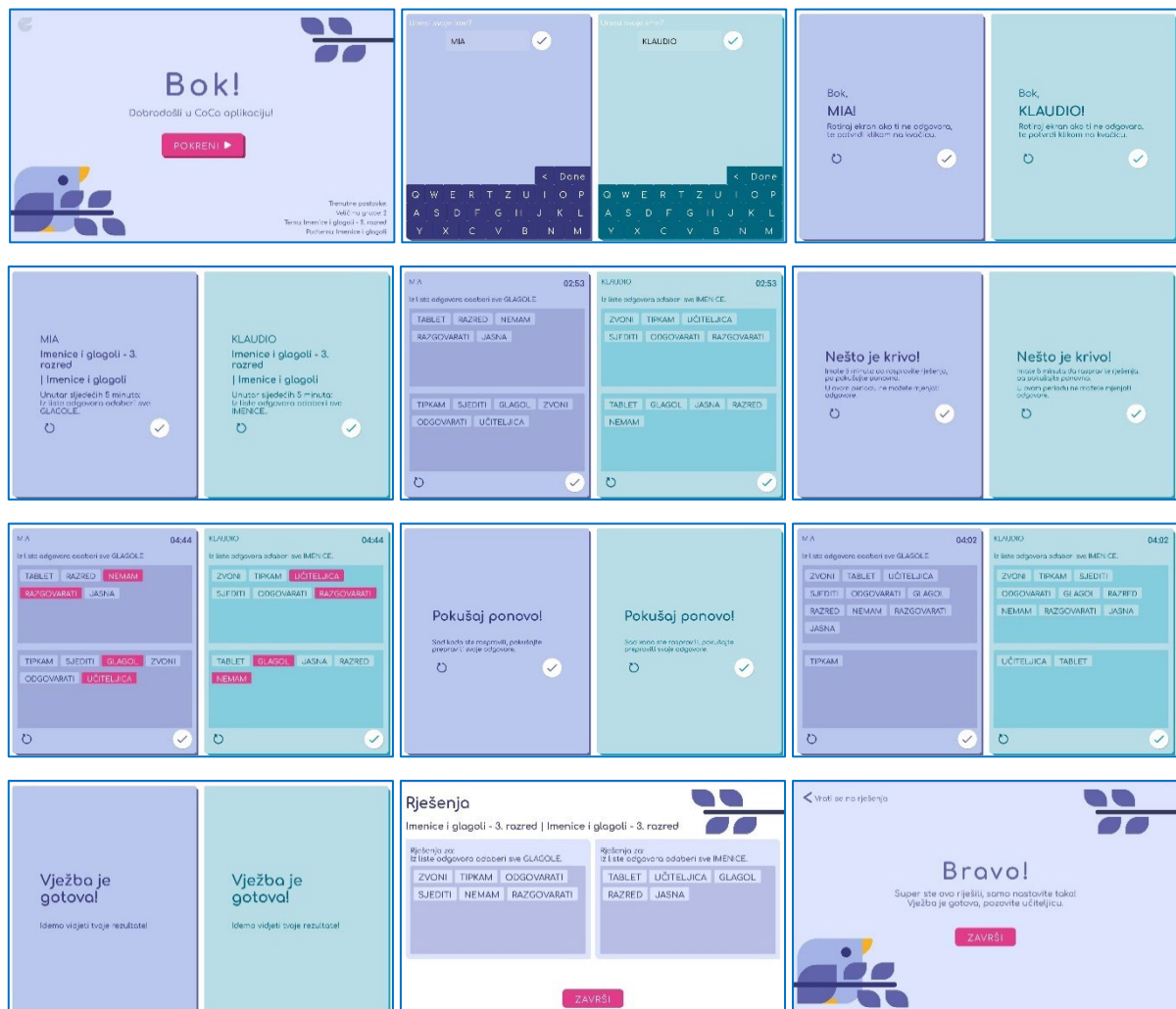
Slika 24. Ekran za personalizaciju segmenata unosom imena svakog učenika iz grupe

Kako bi se omogućila relativna mobilnost i pozicioniranje učenika oko uređaja u aplikaciji je implementirana značajka rotacije svakog segmenta tijekom cijelog trajanja aktivnosti prema modelu podjele zaslona opisanom u poglavlju 4. Također, u aplikaciji je implementirana i značajka potvrde suglasnosti za prijelaz na iduću fazu aktivnosti s ciljem stvaranja grupne međuovisnosti. Odnosno, na iduću fazu u ciklusu prelazi se prije isteka vremenskog roka samo ukoliko su svi članovi grupe suglasni, ili po isteku unaprijed definiranog vremena trajanja pojedine faze aktivnosti. Ekran klijentske mobilne aplikacije s prikazom značajki rotacije i potvrde suglasnosti prikazani su na slici 25.



Slika 25. Prikaz upotrebe značajke rotacije segmenata i značajke suglasnosti za prijelaz na iduću fazu aktivnosti

Suradnička obrazovna aktivnost zatim se izvršava u načinu rada s podijeljenim zaslonom prema procesu opisanom u poglavlju 5. Po završetku aktivnosti na poslužitelj se šalju rezultati svakog učenika, vrijeme trajanja svake faze aktivnosti i drugi podaci bitni za praćenje rada učenika na tabletu. Svaka faza suradničkog procesa realizirana je kao zasebni ekran u sklopu mobilne aplikacije implementirane za tablete s operacijskim sustavom Android. Ciklus jedne aktivnosti, bez ponavljanja faza, za dvoje učenika prikazan je slijedom ekrana na slici 26.



Slika 26. Prikaz slijeda ekrana suradničke aktivnosti mobilne aplikacije za par učenika

## 6.2. Podsustav za kreiranje sadržaja lekcija, definiranje postavki izvođenja lekcije i analitiku podataka

Podsustav za kreiranje i izvođenje digitalnih obrazovnih lekcija zamišljen je kao samostalna web aplikacija koja se sastoji od tri modula od kojih je jedan namijenjen izradi obrazovnog sadržaja, drugi služi za konfiguraciju postavki nužnih za pokretanje i izvršavanje obrazovne aktivnosti, dok je svrha trećeg modula analitika i vizualizacija podataka prikupljenih tijekom i po završetku provedbe aktivnosti. U sklopu konceptualnog modela sustava ovaj podsustav realiziran je kao web aplikacija, međutim moguće ga je dodatno realizirati i u formi klijentske mobilne aplikacije. U nastavku je detaljno opisan svaki od pripadnih modula podsustava.

### 6.2.1. Modul za dizajniranje lekcija

Dizajner lekcija primarno služi definiranju sadržaja obrazovne suradničke aktivnosti te podržava sljedeće funkcionalnosti:

- kreiranje sadržaja nove lekcije,
- pregled i pretraživanje postojećih lekcija,
- modifikacija sadržaj postojećih lekcija,
- brisanje postojećih lekcija, i
- prikaz postojećih lekcija u prozoru za pretpregled (engl. *preview*), odnosno simulacija prikaza kreiranog sadržaja na tabletu.

Lekcije za suradničke aktivnosti kreiraju se prema procesu aktivnosti opisanom u poglavlju 5 te podrazumijevaju definiranje teme i podteme aktivnosti, pripadnih zadataka i vezanih odgovora. Pritom je predviđeno da odgovori na zadatke, odnosno pitanja u sklopu aktivnosti, mogu biti ili tekstualni ili grafički. Za svaku lekciju moguće je definirati i dodatne parametre kao što su obrazovno područje i razina podučavanja, odnosno razred u kojem će se provoditi aktivnost. Dio modula, odnosno web obrazac s poljima za kreiranje nove lekcije prikazan je na slici 27.



Nova lekcija

Tema  
Ja u prometu

Predmet  
Priroda i društvo

Podtema  
Prometna sredstva i vrste prometa

Razred  
2.

Tekst zadatka 1  
Odaberi sve fotografije koje povezujemo s VODENIM PROMETOM.


Tekst zadatka 2  
Odaberi sve fotografije koje povezujemo sa ZRAČNIM PROMETOM.

Tekst zadatka 3  
Odaberi sve fotografije koje povezujemo s KOPNENIM PROMETOM.

Dodaj zadatak

Tip odgovora  
Slika

Točni odgovori za zadatak 1



Dodaj odgovor

Slika 27. Modul za dizajniranje lekcija s prikazom obrasca za unos nove lekcije

## 6.2.2. Modul za dizajniranje aktivnosti

Dizajner aktivnosti upotrebljava se za postavljanje vrijednosti parametara nužnih za provedbu procesa suradničke aktivnosti prema procesu opisanom u poglavlju 5. Odnosno, u modulu za dizajniranje aktivnosti određuje se način na koji će se kreirani sadržaj prikazivati na mobilnim uređajima tijekom obrazovne aktivnosti u učionici. Konceptualno je predviđeno da se jedna aktivnost provodi u jednom razrednom odjelu, pri čemu u trenutku provedbe može biti dostupan jedan ili više mobilnih uređaja. Također, konfiguraciju podjele zaslona na dostupnim uređajima moguće je prilagoditi broju prisutnih učenika u razredu i željenom broju grupa. Ovim pristupom nastojala se postići neovisnost kreiranja sadržaja o stanju u učionici u trenutku provedbe aktivnosti, jer omjer broja dostupnih uređaja i broja prisutnih učenika u razredu nije vremenski konzistentan. Primjerice, u trenutku provođenja aktivnosti može se dogoditi da neki od uređaja nisu na raspolaganju zbog prazne baterije ili da netko od učenika taj dan nije prisutan u školi.

Slijedom navedenog modul za dizajniranje aktivnosti podržava sljedeće funkcionalnosti:

- odabir obrazovne lekcije iz liste kreiranih lekcija,
- definiranje vremena trajanja svake faze aktivnosti,
- definiranje broja ponavljanja faza diskusije i faze korekcije odgovora,
- definiranje broja dostupnih uređaja,

- definiranje broja učenika koji će sudjelovati u aktivnosti, i
- odabir broja i kompozicija grupa ovisno o broju dostupnih uređaja.

U sklopu modula implementirana je značajka adaptivnog grupiranja ovisno o broju dostupnih uređaja i učenika koji sudjeluju u aktivnosti što omogućava prilagodbu prikaza sadržaja lekcije i provedbu aktivnosti prema zatečenom stanju u učionici, a prema modelu podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjivog na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir i opisanog u poglavlju 4. Primjer upotrebe modula prilikom definiranja parametara aktivnosti za jednu odabranu lekciju prikazan je na slici 28.

Slika 28. Modul za dizajniranje aktivnosti

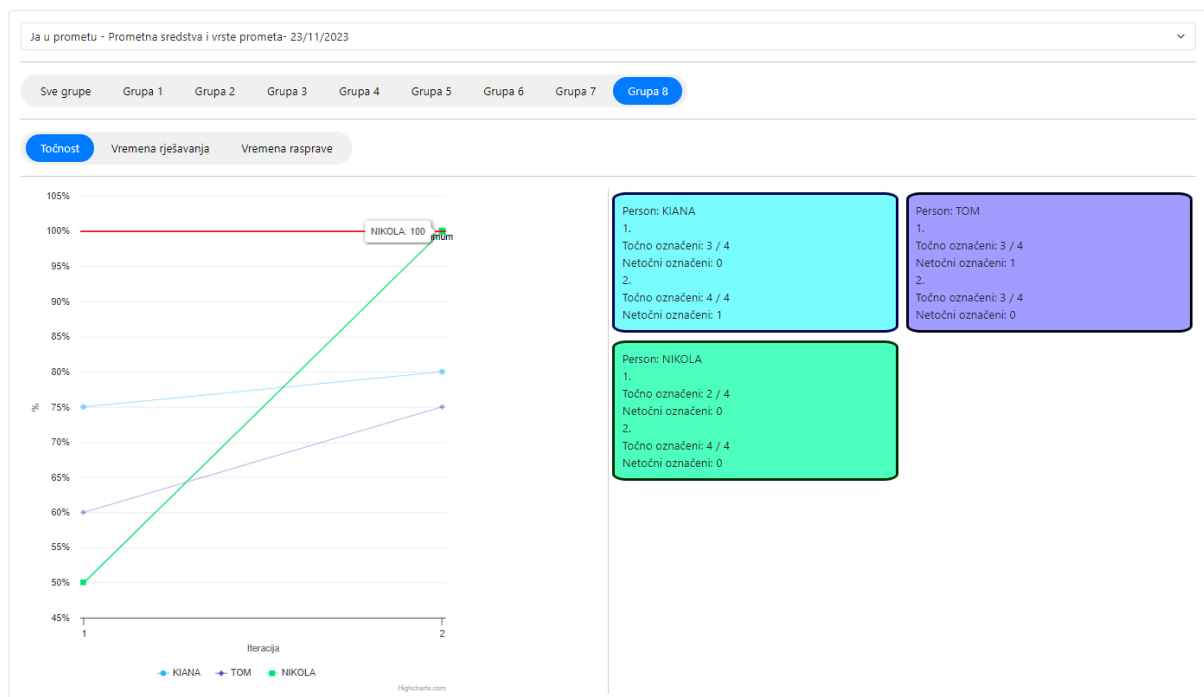
### 6.2.3. Modul za analitiku podataka

Modul za analitiku podataka osmišljen je s ciljem praćenja i vizualizacije napretka rada učenika (slika 29). U svaku aktivnost može biti uključena jedna ili više suradničkih grupa te je svrha ovog modula praćenje rada pojedinaca unutar pojedine grupe i prikaz rezultata svih grupa koje sudjeluju u aktivnosti.

Osnovne funkcionalnosti podržane modulom su:

- prikaz rezultata za svakog učenika unutar radne grupe,
- prikaz rezultata svakog pojedinog učenika na razini aktivnosti, i
- prikaz vremena zadržavanja u pojedinoj komponenti aktivnosti za svakog učenika.

Progres rada svakog učenika moguće je pratiti kroz svaku od faza aktivnosti. Za fazu inicijalnog individualnog rješavanja zadatka i fazu korekcije moguć je uvid u broj točnih i netočnih odgovora te statistiku vremena zadržavanja u svakoj fazi za svakog učenika. Također, modul prikazuje i vremena zadržavanja članova grupe u fazi diskusije.



Slika 29. Modul za analitiku rezultata aktivnosti na razini grupe

### 6.3. Poslužitelj za pohranu podataka i komunikaciju klijentskih aplikacija

Poslužitelj služi kao spona između klijentske mobilne i klijentske web aplikacije te uključuje bazu podataka za pohranu sadržaja obrazovnih lekcija, postavki izvođenja aktivnosti i pohranu rezultata učenika. Osmišljenom arhitekturom u komunikaciji klijentskih aplikacija i poslužitelja mrežom se razmjenjuje samo nužni skup podataka. Odnosno, podaci potrebni za definiranje i izvođenje suradničke aktivnosti te prikaz rezultata učenika.

## **7. ISTRAŽIVANJE I PRIMJENA MODELA PODJELE RADNE POVRŠINE MOBILNOGA UREĐAJA ZA PODRŠKU INDIVIDUALNIM OBRAZOVNIM AKTIVNOSTIMA**

Istraživanje primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti opisano je u znanstvenom radu koje je prethodilo izradi doktorske disertacije [51] te je vođeno postavljenom hipotezom H1:

Ne postoji statistički značajna razlika u provedbi nezavisnih individualnih obrazovnih aktivnosti primjenom distribucije 1:1 (jedan uređaj na jednog korisnika) i provedbi individualnih obrazovnih aktivnosti podjelom radne površine mobilnog uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih cjelina.

Hipoteza se temelji na pretpostavci da se predloženi model, opisan u poglavlju 4, može primijeniti u obrazovnim aktivnostima bez negativne korelacije između manje radne površine korištene na zajedničkom uređaju, u usporedbi s veličinom radne površine kada uređaj koristi jedan učenik, i uspješnosti i zadovoljstva učenika. S obzirom na složenost postavljene hipoteze, istražile su se razlike u rezultatima, percipiranom zadovoljstvu i ponašanju učenika koji su rješavali sličan skup zadataka, podjednake težine, u distribuciji 1:1 i distribuciji 1:m sa značajkom podijeljenog zaslona. Stoga, definirana su sljedeća istraživačka pitanja:

1. Postoji li statistički značajna razlika u rezultatima učenika između distribucije 1:1 i distribucije 1:m sa značajkom podijeljenog zaslona?
2. Kako učenici percipiraju rad u distribuciji 1:m sa značajkom podijeljenog zaslona?
3. Koji obrasci ponašanja učenika se uočavaju prilikom rada u distribuciji 1:m sa značajkom podijeljenog zaslona?

### **7.1. Ispitanici i kontekst istraživanja**

Istraživanje primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti provedeno je u suradnji s učiteljicama razredne nastave (Luci Plenković Omerso – 1. razred, Jasna Haraminčić Kleščić – 2. razred, Petra Crnjević Trstenjak – 3. razred, Ivančica

Tajsl Dragičević – razredni odjel 4.a i Kristina Krešić – razredni odjel 4.b) i osnovnom školom Trnjanska iz Zagreba. Tijekom dva tjedna u svibnju 2023. godine proveden je niz intervencija primjene razvijene programske podrške za podršku individualnim obrazovnim aktivnostima, po jedna u svakom od ukupno pet odjeljenja razredne nastave. U istraživanju je sudjelovalo ukupno 80 učenika, od čega 20 učenika prvog razreda, 21 učenik drugog razreda, 16 učenika trećeg razreda i 23 učenika koji pohađaju četvrti razred s time da je 11 učenika bilo iz razrednog odjeljenja 4.a, a 12 učenika iz razrednog odjeljenja 4.b. Učenici su bili dobi od 7 do 10 godina, a sudjelovalo je 35 učenica i 45 učenika različitih sposobnosti.

Sudjelovanje u istraživanju bilo je dobrovoljno, a učenici i njihovi skrbnici dali su pisani informirani pristanak, kao i sve učiteljice. Manji broj učenika prisutnih na dan intervencije nije dao pristanak za sudjelovanje u istraživanju ( $n = 14$ ). Dodatno, jedna učenica iz razreda 4.a nije sudjelovala u istraživanju zbog dijagnoze Downovog sindroma (DS). Demografija i broj sudionika prikazani su u tablici 1.

*Tablica 1. Demografija i broj sudionika uključenih u istraživanje primjene modela podjele radne površine mobilnog uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti [51]*

Razredni odjel	Broj prisutnih učenika u razredu koji nije sudjelovao u istraživanju	Broj učenika u razredu koji je sudjelovao u istraživanju (% od ukupnog broja)	Spol učenika koji su sudjelovali u istraživanju	
			M	Ž
1. razred	0	20 (16)	11	9
2. razred	4	21 (16.8)	15	6
3. razred	9	16 (12.8)	6	10
4.a razred	1 (DS)	11 (8.8)	6	5
4.b razred	1	12 (9.6)	7	5
Ukupno	15	80	45	35

Prije provedenog istraživanja, učenici su već imali prethodnog iskustva u korištenju tableta na nastavi, no ovo je bio prvi put da su ih koristili u distribuciji 1:m sa značajkom podjele zaslona uređaja na više segmenata. U svakom od razreda tijekom istraživanja bila je prisutna razredna učiteljica koju učenici poznaju i koja im predaje skupinu predmeta tijekom prva četiri razreda osnovnoškolskog obrazovanja. Primjeri istraživačkog okruženja u svim razrednim prikazani su na slici 30.



Slika 30. Prikaz provedbe istraživanja u svim razrednim odjeljenjima: u 1. razredu (gore lijevo), 2. razredu (gore desno), 3. razredu (sredina lijevo), 4.a razredu (sredina desno) i 4.b razredu (dolje)

## 7.2. Programska podrška razvijena u svrhu provedbe istraživanja

U svrhu ispitivanja postavljene hipoteze i pronalaženja odgovora na postavljena istraživačka pitanja, dizajnirana je i razvijena mobilna aplikacija za Apple iPad uređaje<sup>15</sup>. Za potrebe istraživanja na raspolaganju je bilo ukupno 11 tablet računala, od čega 9 uređaja iPad mini sa zaslonom dijagonale 7.9 inča te 2 uređaja iPad sa zaslonom dijagonale 9.7 inča. Dizajn i razvoj grafičkog sučelja aplikacije bili su prilagođeni dimenzijama navedenih uređaja usporedno prikazanih slikom 31.

<sup>15</sup> Razvoj mobilne aplikacije uključivao je doprinose studenata stručnog prijediplomskog i stručnog diplomskog studija Tehničkog veleučilišta u Zagrebu. Autorica je kao mentor ili komentor davala smjernice, nadzirala i sudjelovala u razvoju aplikacije koju su u svom završnom ili diplomskom radu dokumentirali studenti Rea Franković [57] i Toni Pavić [61].



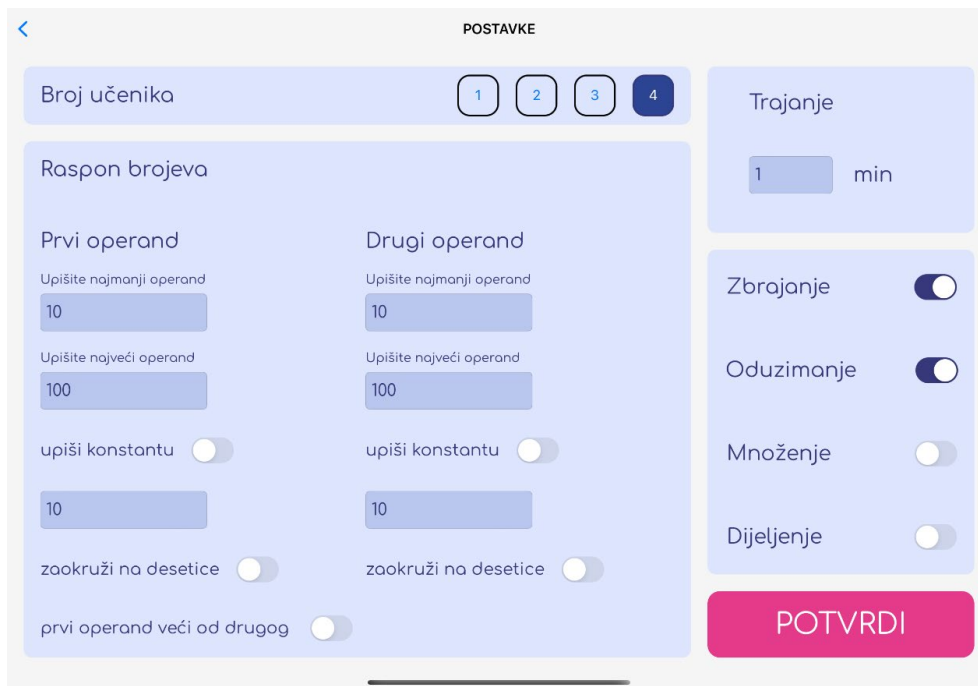
*Slika 31. Usporedni prikaz uređaja iPad mini i iPad korištenih u istraživanju<sup>16</sup>*

Razvijena aplikacija generira matematičke zadatke za jednu ili odabrani skup matematičkih operacija (zbrajanje, oduzimanje, množenje i dijeljenje) te definirani raspon cijelih brojeva. Pritom je moguće odrediti da prvi operand bude veći od drugog kako bi se postiglo da generirani zadaci nemaju rješenja s negativnim predznakom te se tako mogu prilagoditi ciljnoj skupini korisnika uključenih u istraživanje, odnosno učenicima razredne nastave. Također, aplikacija omogućava podešavanje vremena trajanja aktivnosti u minutama te definiranje broja učenika koji će dijeliti jedan tablet uređaj. Primjenom značajke podjele zaslona dizajnom je predviđeno da aplikaciju na jednom tabletu istovremeno može upotrebljavati do maksimalno četiri korisnika. Prije pokretanja matematičke aktivnosti, sve navedene parametre nužne za izvođenje aktivnosti potrebno je definirati u zasebnom ekranu aplikacije namijenjenom unosu postavki izvršavanja aktivnosti (slika 32).

---

<sup>16</sup> <https://www.apple.com/>





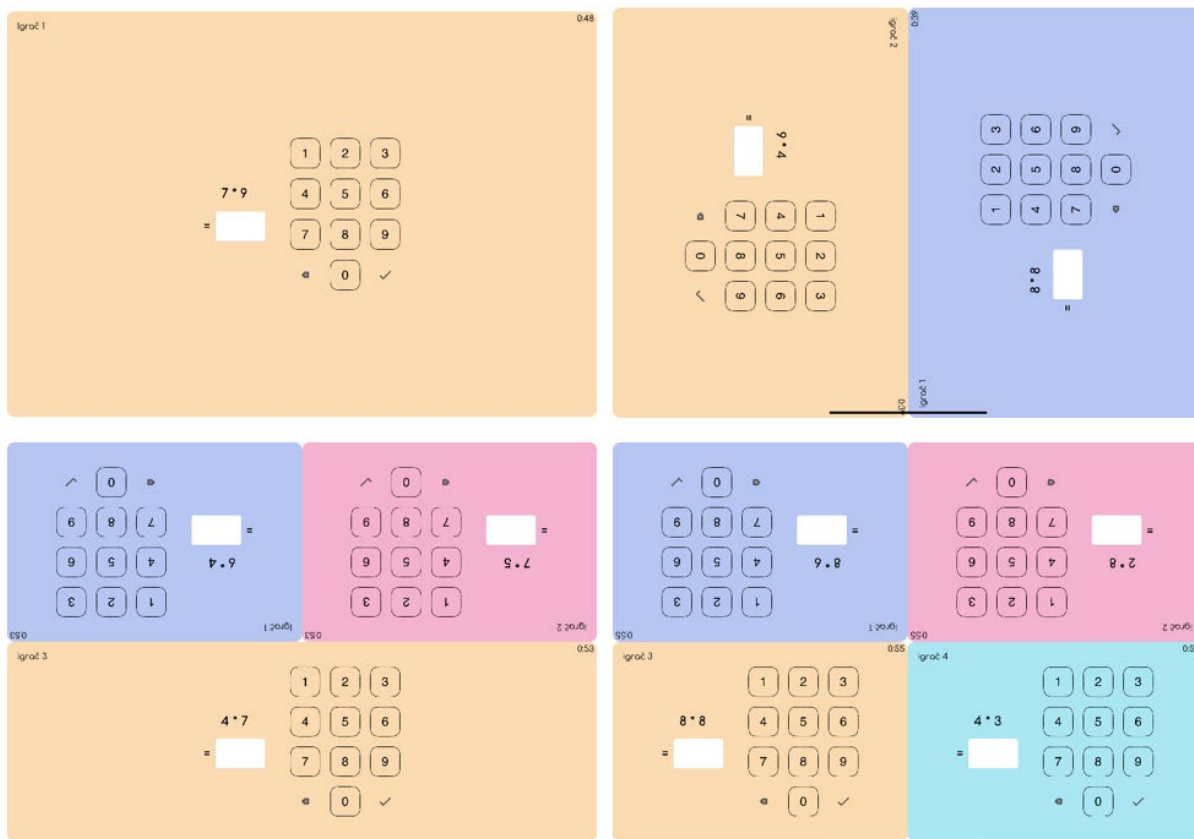
Slika 32. Ekran iPad mobilne aplikacije za unos postavki matematičke aktivnosti

Pokretanjem matematičke aktivnosti, aplikacija za svakog učenika stvara neovisnu instancu matematičke aktivnosti s jedinstvenim skupom zadataka. Radni segment svakog učenika vizualno je odvojen od ostalih segmenata jedinstvenom bojom pozadine te orijentacijom sadržaja prilagođenom korisniku koji koristi taj segment.

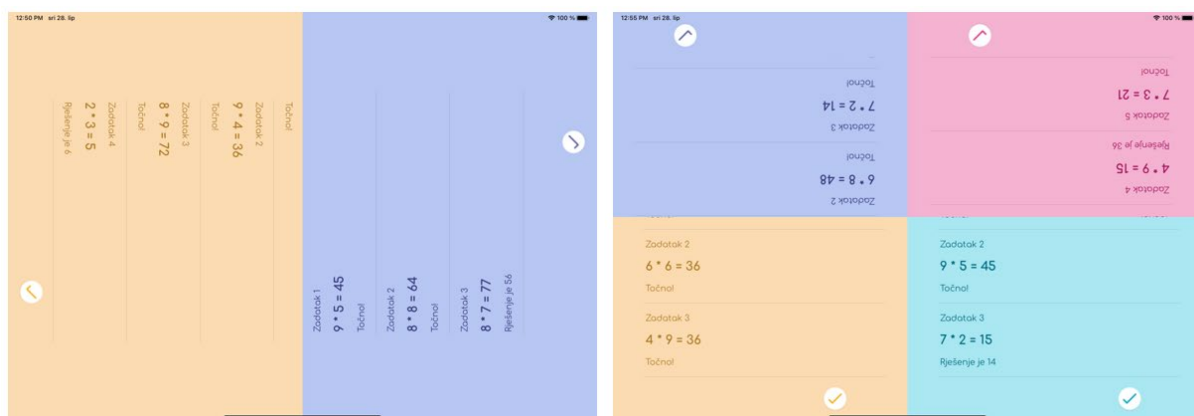
Treba napomenuti da je u mobilnoj aplikaciji razvijenoj za iOS orijentacija segmenata bila unaprijed definirana i korisnici je nisu bili u mogućnosti mijenjati. Odnosno, značajka nezavisne rotacije svakog pojedinog segmenta nije bila omogućena. Predefinirana konfiguracija orijentacije segmenata za svaku od mogućih distribucija prikazana je na slici 33.

Orijentacija prikaza sadržaja tijekom samostalnog rada bila je pejzažna, odnosno upotrijebila se orijentacija  $ID_o = 1$  prema modelu podjele površine zaslona uređaja opisanom u poglavlju 4.3. Za rad u parovima prikaz sadržaja za učenika koji upotrebljava segment bio je organiziran orijentacijom  $ID_o = 2$ , dok je za drugog korištena orijentacija  $ID_o = 1$ . Rad u grupi od troje učenika podržan je orijentacijom  $ID_o = 3$  za dvoje učenika koji su radili bok uz bok, dok se sadržaj trećem učeniku koji je sjedio nasuprot njih prikazivao u orijentaciji  $ID_o = 1$ . Grupa od četiri učenika imala je predefinirane orijentacije za jedan par učenika prema  $ID_o = 3$ , a za drugo dvoje prema  $ID_o = 1$ . Za više detalja o identifikatorima orijentacije segmenata i prikaza sadržaja vidjeti poglavlje 4.3. Po završetku aktivnosti, svakom učeniku prikazali su se rezultati aktivnosti unutar vlastitog segmenta na zaslonu uređaja (slika 34).





Slika 33. Prikaz podjele zaslona za jednog učenika, odnosno distribuciju 1:1 (gore lijevo), rad u distribuciji 1:2 (gore desno), grupu od tri učenika i rad u distribuciji 1:3 (dolje lijevo) i grupu od četiri učenika i rad u distribuciji 1:4 (dolje desno) [51]



Slika 34. Primjer prikaza rezultata matematičke aktivnosti po završetku rada u distribuciji 1:2 (lijevo) i u distribuciji 1:4 (desno)

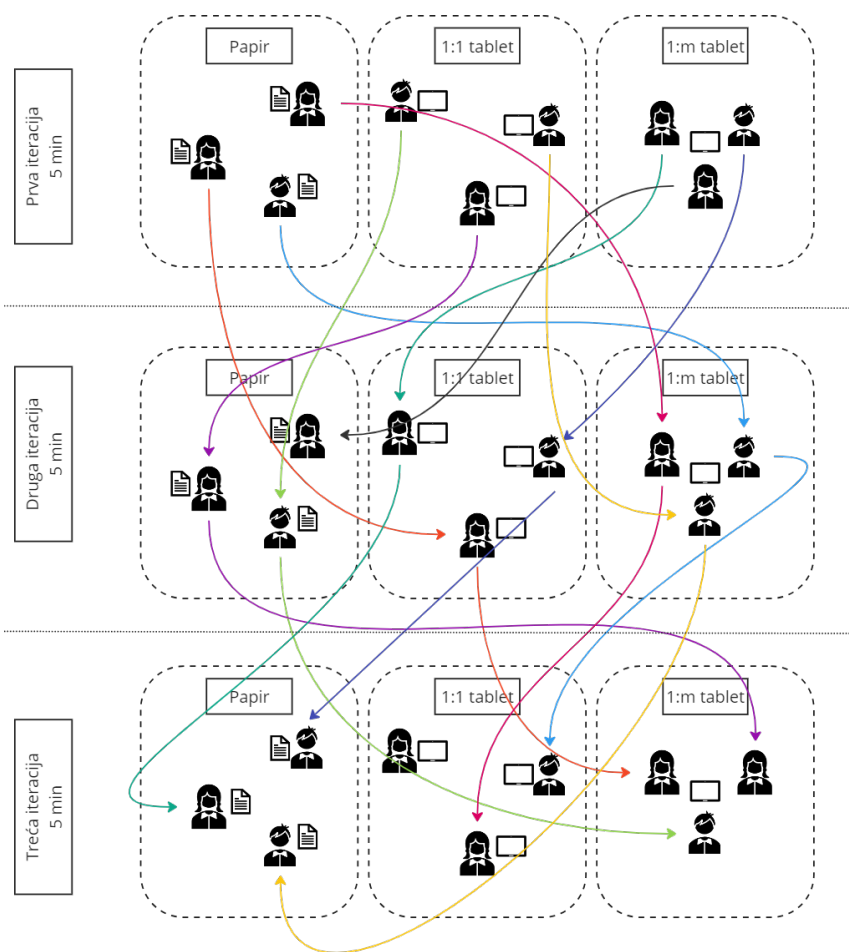
### 7.3. Metodologija provedbe istraživanja

S obzirom na prosječan broj učenika u jednom razredu i broj dostupnih uređaja, istraživanje je provedeno po principu nacrtu ponovljenih mjerenja (engl. *repeated-measures design*) unutar grupe (engl. *within-subjects design*) u kojem su svi učenici rješavali sličan skup matematičkih zadataka kroz tri različita tretmana: 1) rješavanje zadataka na papiru, 2) rješavanje zadataka na tabletu u distribuciji 1:1 i 3) rješavanje zadataka na tabletu u distribuciji 1:m s primjenom značajke podjele zaslona prema modelu podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjivog na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir opisanog u poglavlju 4. Iako je glavni cilj istraživanja bio analizirati moguće razlike između distribucije 1:1 i distribucije 1:m, zbog ograničenog broja tableta dostupnih za provedbu istraživanja učenici su zadatke rješavali i na papiru kako bi se osigurala zaokupljenost učenika tijekom intervencije te time smanjila pojava neželjenih interakcija među učenicima, a koje nisu povezane s istraživanjem. Primjeri rada učenika u različitim tretmanima prikazani su na slici 35.



Slika 35. Primjeri rada učenika rješavanjem zadataka na papiru i samostalno na tabletu (gore lijevo), na tabletima u parovima (gore desno), na tabletu u distribuciji 1:3 (dolje lijevo) i na tabletu u distribuciji 1:4 (dolje desno)

U svakom razredu intervencija se provodila tijekom jednog školskog sata u trajanju od 45 minuta. Svaki učenik sudjelovao je samo jednom u svakom od tretmana kroz tri uzastopna vremenska bloka u trajanju od 5 minuta. Redoslijed kojim su učenici raspoređeni u različite tretmane bio je nasumičan kako bi se smanjile varijacije u podacima koji se prikupljaju (engl. *systematic variation*) uzrokovane rješavanjem sličnih zadataka kroz sva tri tretmana (engl. *practice effects*) te mogućnošću da učenik preostala dva tretmana smatra dosadnima zbog sličnosti (engl. *boredom effect*). Na slici 36 prikazan je primjer nasumičnog raspoređivanja učenika unutar razreda kroz sva tri tretmana.



Slika 36. Primjer nasumičnog raspoređivanja učenika po tretmanima kroz tri iteracije [51]

Dodatno, tijekom provedbe istraživanja nastojalo se uravnotežiti primjenu različitih distribucija 1:m kako bi se u konačnici dobila približno jednaka zastupljenost svih omjera uređaja i učenika. Uređaji iPad koristili su se samo u grupama od 3 i 4 učenika, odnosno u distribuciji 1:m, a uređaji iPad mini koristili su se za rad u parovima u distribuciji 1:m i tijekom samostalnog rada u distribuciji 1:1. Time se nastojala osigurati slična veličina segmenata zaslona u različitim distribucijama. Detaljni prikaz raspodjele učenika po uređajima kroz iteracije i tretmane te za svaki razred zasebno, prikazan je u tablici 2. Na primjer, tijekom prve iteracije učenici prvog razreda bili su podijeljeni u dvije grupe 1:m od kojih su 4 učenika u jednoj i 3 učenika u drugoj grupi dijelili iPad, dok je u isto vrijeme 6 učenika koristilo uređaj iPad mini u načinu rada 1:1, a 7 učenika je zadatke rješavalo na papiru.

Tablica 2. Distribucija učenika i uređaja po iteracijama i tretmanima [51]

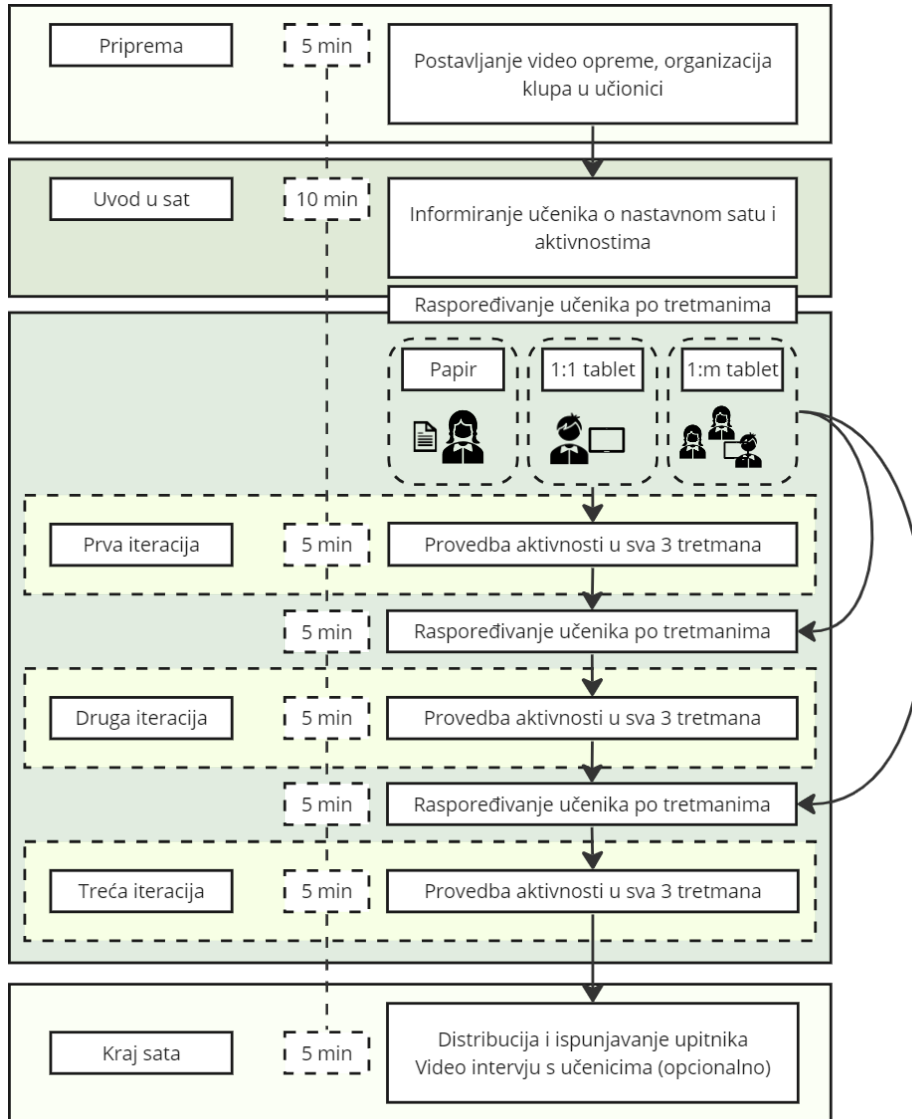
Razred	Tretman	1. iteracija			2. iteracija			3. iteracija			Ukupno (1:m)		
		1:m	1:1	Papir	1:m	1:1	Papir	1:m	1:1	Papir	1:2	1:3	1:4
1. razred	Broj učenika po uređaju	4 + 3	6	7	4 + 2	7	7	3 + 2 + 2	7	6	3	2	2
2. razred		4 + 3	7	7	4 + 3	7	7	3 + 2 + 2	7	7	2	3	2
3. razred		3 + 2	6	5	3 + 2	5	6	4 + 2	5	5	3	2	1
4.a razred		2 + 2	4	3	2 + 2	4	3	3	3	5	4	1	0
4.b razred		4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	3
	Broj distribucija 1:m										12	8	8

\* x + y znači: x učenika dijeli 1. uređaj, a y učenika dijeli 2. uređaj

Zadaci za svaki razred bili su prilagođeni aktualnom nastavnom planu i programu te su služili za ponavljanje nedavno naučenog gradiva iz matematike. Učenici prvog razreda rješavali su zadatke oduzimanja brojeva iz raspona od 10 do 20 brojevima iz raspona od 1 do 9. Učenici drugog razreda rješavali su zadatke množenja brojeva iz raspona od 2 do 9. Učenici trećeg razreda dijelili su dvoznamenkaste brojeve brojevima iz raspona od 2 do 9, a učenici četvrtih razreda dijelili su troznamenkaste brojeve brojevima iz raspona od 2 do 9. Kako bi se postiglo da učenici rješavaju matematičke zadatke jednake težine i sličnosti kroz sve tretmane, zadaci koje su učenici rješavali na papiru sastavljeni su generiranjem zadataka putem razvijene mobilne aplikacije za iPad. Zadaci za rad na papiru koji su korišteni u istraživanju dostupni su u prilogu 5.

Na početku sata učenicima je detaljno opisan planirani način rada u različitim distribucijama na tabletima. Informirani su o vrsti zadataka koje će rješavati tijekom nastavnog sata te su im objašnjeni uvjeti za uspješno izvršavanje zadataka. Učenicima je naglašeno da zadaci služe za ponavljanje i da se neće ocjenjivati. Pri uvodnim napomenama izostavljeno je eksplicitno objašnjenje cilja istraživanja, odnosno da se radom kroz različite tretmane nastoji istražiti razlika između distribucija 1:1 i 1:m. Učenicima je naglašeno da je broj zadataka na papiru povelik i da se vrlo vjerojatno ne može riješiti u zadanom vremenu od 5 minuta te su upućeni da zadatke rješavaju odozgo prema dole, bez preskakanja zadataka koje ne znaju ili smatraju težim. Naglašeno im je da će svaki preskočeni zadatak biti označen kao pogrešno riješen. Ovime se nastojala ostvariti sličnost s tretmanima u kojima se koristio tablet s obzirom da se kroz mobilnu aplikaciju učeniku istovremeno prikazivao samo jedan zadatak te ukoliko je isti preskočen, odnosno neodgovoren, u sustavu je zabilježen kao netočan. Nadalje, zadaci na papiru provjereni su dugo nakon intervencije, odnosno prilikom obrade podataka istraživanja, te učenici nisu dobili uvid u rezultate nakon rješavanja, dok su na tabletima mogli vidjeti

rezultate odmah po završetku. Detaljni proces provedbe intervencije u jednom razredu prikazan je na slici 37.



Slika 37. Proces provedbe intervencije u jednom razredu

#### 7.4. Metodologija prikupljanja podataka

Podaci vezani uz rad na tabletima pohranjivali su se u bazu podataka, gdje se zapis za svakog učenika sastojao od imena učenika, identifikatora (engl. *identification* – ID) uređaja, postavke konfiguracije tableta (1:1 ili 1:m), vremenske oznake početka i kraja aktivnost, trajanja

aktivnosti u minutama, broja riješenih zadataka, broja točnih zadataka i broja netočnih zadataka. Primjer zapisa podataka u bazi prikazan je u tablici 3.

Tablica 3. Primjeri dva zapisa za istog učenika u bazi podataka

ID zapisa	Broj netočnih odgovora	Broj točnih odgovora	ID uređaja	Ime učenika	1:1 ili 1:m	Kraj	Početak	Ukupno zadataka	Vrijeme
hMys5M XhTP2gZ Fp654Ld	2	51	FC011B4 5-6F35- 4CE6- ACAD- 270115D CDBBA	Učenik_1	1:01	23.5.2023 11:20	23.5.2023 11:15	53	5
xEulAvm 7c7rUDII DDQPs	0	56	2F86B213 -5264- 4568- 91E4- FFAC24A A37D2	Učenik_1	1:03	23.5.2023 10:59	23.5.2023 10:54	56	5

Osim prikupljanja podataka putem mobilne aplikacije za tablete i odgovora predanih na papiru, rad svih učenika u distribuciji 1:m sniman je video kamerom kako bi se upotpunili kvantitativni podaci, stekao dublji uvid u verbalnu i fizičku interakciju između učenika koji su dijelili uređaj te izdvojili mogući problemi s kojima su se susreli. Dodatno, prikupljena su zapažanja učiteljica te dodatne informacije o učenicima (npr. ocjena iz matematike i stav prema matematici).

Na kraju sata učenici su zamoljeni da ispune jednostavan upitnik zadovoljstva radom u pojedinom tretmanu. Na Likertovoj ljestvici s tri stupnja trebali su zaokružiti Smješka (engl. *Smiley face*) (tužan, neutralan, sretan) koji odgovara percipiranoj razini zadovoljstva rada na papiru, samostalnog rada na tabletu i rada u distribuciji 1:m (prilog 6). U upitniku, učenici su bili u mogućnosti dodatno pismeno obrazložiti svoj odabir. Iako se od učenika zahtijevalo obavezno rangiranje svakog od tretmana, dodatno obrazloženje njihovog odabira nije bilo obavezno. Osim upitnika, učenici su na kraju sata mogli dati i kratku dobrovoljnu video izjavu.

## 7.5. Analiza podataka i rezultati istraživanja

Prilikom inicijalne analize prikupljenih podataka uočeno je nekoliko značajnih odstupanja u rezultatima zadataka koje su učenici rješavali na papiru. Daljnja analiza pokazala je da je za nekoliko učenika ( $n = 9$ ) broj zadataka riješenih na papiru bio za više od 30% veći nego na tabletima. Nesrazmjer u rezultatima vjerojatno je uzrokovan metodologijom mjerenja vremena rješavanja zadataka na papiru. Naime, dok je vrijeme rada na tabletima bilo regulirano mobilnom aplikacijom te se aktivnost automatski prekidala po isteku definiranog vremena,

početak i kraj rješavanja zadataka na papiru kontrolirao se od strane učiteljice i istraživača. Uočeno je da su sporni rezultati vezani uz učenike koji su zadatke na papiru rješavali tijekom iste iteracije te je moguće je da su radni listovi tih učenika prikupljeni nešto kasnije od predviđenog vremena. Odlučeno je da se broj riješenih zadataka za sporne učenike izmijeni tako da bude jednak najvećem broju riješenih zadataka koje je pojedini učenik postigao u jednom od druga dva načina rada, odnosno na tabletu.

Dodatno, primijećeno je da se zapisi u bazi podataka za dva učenika ( $n = 2$ ) znatno razlikuju od zapisa ostalih učenika po broju riješenih zadataka na tabletu. Broj odgovora ovih učenika u tretmanima s tabletima bio je vrlo visok (više od 300% iznad prosjeka razreda). Ujedno, za ove učenike postotak točnih odgovora ostvaren rješavanjem zadataka na papiru uvelike se razlikovao od broja odgovora na tabletima (više od 60%). Budući da je daljnjom analizom videozapisa utvrđeno da dotični učenici nisu konstruktivno rješavali zadatke na tabletu, nego su tijekom aktivnosti kontinuirano pritiskali gumb za predaju rješenja pojedinog zadatka bez unosa odgovora, podaci tih učenika isključeni su iz analize uspješnosti rješavanja zadataka i percipiranog zadovoljstva radom u pojedinim tretmanima.

Nakon testiranja normalnosti, t-test nezavisnih uzoraka (engl. *independent-samples t-test*) nije pokazao statistički značajnu razliku između dva četvrta razreda (4.a i 4.b) u pogledu postotka točnih odgovora ostvarenih rješavanjem zadataka na papiru [ $t(20) = -0.282$ ,  $\mu d = -3.93250$ ,  $p = 0.232$  ], u distribuciji 1:1 na tabletu [ $t(20) = 0.225$ ,  $\mu d = 3.22883$ ,  $p = 0.991$ ] te u distribuciji 1:m na tabletu [ $t(20) = 0.768$ ,  $\mu d = 11.15050$ ,  $p = 0.459$ ]. Stoga je odlučeno da će se rezultati dva četvrta razreda (4.a i 4.b) koji su sudjelovali u istraživanju analizirati kao jedna skupina budući da su učenici oba razreda rješavali istu vrstu zadataka s istim postavkama na tabletima.

### 7.5.1. Uspješnost rješavanja zadataka u različitim tretmanima

Kako bi se utvrdilo postoje li statistički značajne razlike između srednjih vrijednosti rezultata tri tretmana, na podacima uzorka istraživanja ( $n = 78$ ) provedena je jednosmjerna analiza varijance zavisnih uzoraka (engl. *one-way repeated-measures analysis of variance – ANOVA*). Uspješnost učenika u rješavanju zadatka u različitim tretmanima analizirana je kao postotak točnih odgovora, odnosno omjer broja točnih odgovora i ukupnog broja odgovora pojedinog učenika, čime je dobivena jedinstvena ljestvica uspješnosti za sva četiri razreda. Deskriptivna statistika za sva četiri razreda s prikazom postotka točnih odgovora prikazana je u tablici 4.



Tablica 4. Deskriptivna statistika prikaza postotka točnih odgovora svih sudionika kroz tretmane [51]

Tretman	Medijan	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	N
Papir	90.2850	83.1018	22.73057	78
1:1	84.9550	76.4773	25.64186	78
1:m	81.6500	72.6471	25.88564	78
1:2	81.4800	72.2013	26.26963	23
1:3	86.9600	80.5617	22.16564	23
1:4	70.9150	67.2788	27.37823	32

Mauchlyjev test sferičnosti pokazao je da pretpostavka sferičnosti nije narušena,  $\chi^2(2) = 2.840$ ,  $p = 0.242$ , a test učinka unutar ispitanika (engl. *within-subjects effects*) pokazao je da je postotak točnih odgovora bio statistički značajno različit u različitim uvjetima tijekom intervencije [ $F(2, 154) = 10.997$ ,  $p < 0.001$ , parcijalni  $\eta^2 = 0.125$ ]. Daljnja post hoc analiza s Bonferronijevom korekcijom (tablica 5) otkrila je značajne razlike u postotku točnih odgovora između rezultata ostvarenih rješavanjem zadataka na papiru i rezultata ostvarenih tijekom samostalne uporabe tableta u distribuciji 1:1 ( $p = 0.008$ ). Značajne razlike u rezultatima otkrivene su i u rezultatima rješavanja zadataka na papiru i rada u distribuciji 1:m ( $p < 0.001$ ). Također, analizom rezultata uočeno je da su učenici zadatke na papiru riješili oko 10% točnije u usporedbi s rezultatima samostalnog rada na tabletu ( $\mu_d = 6.624$ ) ili dok su dijelili tablet s drugim učenicima ( $\mu_d = 10.455$ ). Ipak, nije otkrivena značajna razlika u postotku točnih odgovora postignutih radom u distribuciji 1:1 i radom u distribuciji 1:m ( $p = 0.242$ ).

Tablica 5. Pregled izlaznih rezultata razlika u postotku točnih odgovora za sve ispitanike [51]

(I)	(J)	Razlika aritmetičkih sredina (I-J)	Std. pogreška razlike a. s.	Sig.	Interval 95% pouzdanosti razlika a. s.	
					Donja granica	Gornja granica
Papir	1:1	6.624*	2.126	0.008	1.422	11.827
	1:m	10.455*	2.461	<0.001	4.431	16.478
1:1	Papir	-6.624*	2.126	0.008	-11.827	-1.422
	1:m	3.830	2.165	0.242	-1.469	9.129
1:m	Papir	-10.455*	2.461	<0.001	-16.478	-4.431
	1:1	-3.830	2.165	0.242	-9.129	1.469

\* $p < 0.05$

Budući je svaki učenik sudjelovao u samo jednoj od tri distribucije 1:m (1:2, 1:3, i 1:4), kako bi se ispitale moguće razlike između postotka točnih odgovora provedena je jednosmjerna analiza varijance nezavisnih uzoraka (engl. *one-way ANOVA*). Leveneov test jednakosti varijanci (engl. *Levene's test of equality of variances*) potvrdio je homogenost varijanci grupa ( $p = 0.267$ ). Iako je utvrđena najveća srednja vrijednost postotka točnih odgovora za skupine učenika koje su radile u kompoziciji 1:3 ( $M = 80.5617$ ,  $SD = 22.16564$ ) u usporedbi s

distribucijom 1:2 ( $M = 72.2013$ ,  $SD = 26.26963$ ) te distribucijom 1:4 ( $M = 67.2788$ ,  $SD = 27.37823$ ), navedene razlike pokazale su se statistički nevažnima [ $F(2, 75) = 1.804$ ,  $p = 0.172$ ].

Navedeni rezultati podupiru postavljenu hipotezu H1, odnosno potvrđuju pretpostavku da nema značajne razlike u uspješnosti učenika, odnosno postotku točno riješenih zadataka, između samostalnog rada na tabletu u distribuciji 1:1 i rješavanja zadataka na tabletu u distribuciji 1:m s implementiranom značajkom podijeljenog zaslona.

### 7.5.2. Zadovoljstvo učenika radom u pojedinim tretmanima

Ukupni rezultati percipiranog zadovoljstva učenika prikupljeni putem upitnika ( $n = 78$ ) prikazani su u tablici 6. Pregled statističkih rezultata sugerira da su učenici generalno bili zadovoljni radom u svim tretmanima, jer su ih u najvećem postotku ocijenili sa sretnim Smješkom. Nekoliko učenika prvog, drugog i četvrtog razreda ocijenilo je rad na papiru tužnim Smješkom (14.1%), ali samo dvoje učenika četvrtih razreda ocijenilo je rad na tabletu u distribucijama 1:1 i 1:4 tužnim Smješkom. Kako bi se dublje analizirali prikupljeni rezultati nad njima je proveden Friedmanov test. Rezultati su otkrili statistički značajne razlike među odgovorima za različite tretmane [ $\chi^2(2) = 43.986$ ,  $p < 0.001$ ] te je provedena usporedba po parovima (engl. *pairwise comparisons*) s Bonferronijevom korekcijom za višestruke usporedbe (tablica 7). Rezultati analize otkrili su statistički značajne razlike između rezultata odgovora o zadovoljstvu radom na papiru i samostalnim radom na tabletu u distribuciji 1:1 ( $p < 0.001$ ) te između rezultata odgovora o zadovoljstvu radom na papiru i radom na tabletu u distribuciji 1:m ( $p = 0.001$ ). Međutim, nije otkrivena statistički značajna razlika u rezultatima odgovora o zadovoljstvu radom između tretmana 1:1 i 1:m ( $p = 1.000$ ). Nadalje, iako deskriptivna statistika odgovora indicira da su učenici koji su radili u omjeru 1:3 bili najviše zadovoljni ( $M = 2.91$ ,  $SD = 0.288$ ), zatim učenici koji su radili u paru ( $M = 2.83$ ,  $SD = 0.388$ ), a da su najmanje zadovoljni bili oni učenici koji su radili u distribuciji 1:4 ( $M = 2.72$ ,  $SD = 0.581$ ), Kruskal-Wallisov test nezavisnih uzoraka (engl. *independent samples Kruskal-Wallis test*) nije pokazao statistički značajnu razliku u ocjenama između distribucija 1:m ( $p = 0.401$ ).

Prema svim dobivenim podacima može se zaključiti da su učenici bili zadovoljniji prilikom rješavanja zadataka na tabletu u odnosu na rješavanje sličnih zadataka na papiru.

Tablica 6. Deskriptivna statistika samoprocjene zadovoljstva učenika [51]

Razred	Tretman	Omjer 1:m	Tužni Smješko (%)	Neutralni Smješko (%)	Sretni Smješko (%)	Srednja vrijednost	Standardna devijacija
Svi razredi	Papir		11 (14.1)	30 (38.5)	37 (47.4)	2.33	0.715
		1:1	1 (1.3)	8 (10.3)	69 (88.5)	2.87	0.373
		1:m	2 (2.6)	11 (14.1)	65 (83.3)	2.81	0.457
		1:2	0	4 (17.4)	19 (82.6)	2.83	0.388
		1:3	0	2 (8.7)	21 (91.3)	2.91	0.288
		1:4	2 (6.3)	5 (15.6)	25 (78.1)	2.72	0.581
1. razred	Papir		3 (15.0)	4 (20.0)	13 (65.0)	2.50	0.761
		1:1	0	1 (5.0)	19 (95.0)	2.95	0.224
		1:m	0	2 (10.0)	18 (90.0)	2.90	0.308
		1:2	0	1 (16.7)	5 (83.3)	2.83	0.408
		1:3	0	0	6 (100.0)	3.00	0.000
		1:4	0	1 (12.5)	7 (87.5)	2.88	0.354
2. razred	Papir		3 (15.0)	12 (60.0)	5 (25.0)	2.10	0.641
		1:1	0	1 (5.0)	19 (95.0)	2.95	0.224
		1:m	0	4 (20.0)	16 (80.0)	2.80	0.410
		1:2	0	2 (50.0)	2 (50.0)	2.50	0.577
		1:3	0	0	8 (100.0)	3.00	0.000
		1:4	0	2 (25.0)	6 (75.0)	2.75	0.463
3. razred	Papir		0	7 (43.8)	9 (56.3)	2.56	0.512
		1:1	0	1 (6.3)	15 (93.8)	2.94	0.250
		1:m	0	1 (6.3)	15 (93.8)	2.94	0.250
		1:2	0	0	6 (100.0)	3.00	0.000
		1:3	0	1 (16.7)	5 (83.3)	2.83	0.408
		1:4	0	0	4 (100.0)	3.00	0.000
4. razred	Papir		5 (22.7)	7 (31.8)	10 (45.5)	2.23	0.813
		1:1	1 (4.5)	5 (22.7)	16 (72.7)	2.68	0.568
		1:m	2 (9.1)	4 (18.2)	16 (72.7)	2.64	0.658
		1:2	0	1 (14.3)	6 (85.7)	2.86	0.378
		1:3	0	1 (33.3)	2 (66.7)	2.67	0.577
		1:4	2 (16.7)	2 (16.7)	8 (66.7)	2.50	0.798

Tablica 7. Tablica usporedbe po parovima za rezultate provedene ankete samoprocjene zadovoljstva učenika [51]

Uzorak 1 - Uzorak 2	Pokazatelj testa	Std. pogreška	Std. pokazatelj testa	Sig.	Prilagođeni Sig.
Papir - 1:1	-0.667	0.160	-4.163	<0.001	0.000
Papir - 1:m	-0.583	0.160	-3.643	<0.001	0.001
1:m - 1:1	0.083	0.160	0.520	0.603	1.000

Osim kvantitativnih podataka, upitnikom su prikupljeni i kvalitativni podaci koji se odnose na samoprocjenu zadovoljstva učenika, odnosno neobavezni pisani komentari. Većina učenika prvog razreda (80%) nije napisala komentar, no dvoje učenika koji su rad na papiru ocijenili tužnim i neutralnim Smješkom, a rad s tabletima s veselim Smješkom, u upitniku su komentirali da ne vole pisati. Jedan od dvoje učenika koji su ocijenili zadovoljstvo radom u svim tretmanima sa sretnim Smješkom, u upitniku je komentirao "Volim matematiku.", "Volim učiti." i "Volim učiti s drugima.", dok je drugi učenik napisao komentar "Zato što volim biti na tabletu."

Neki učenici drugog razreda u komentarima su istaknuli kako im se nije svidio rad na papiru jer bilo previše zadataka. Uz to, nekolicina ih je napisala da je rješavanje zadataka na papiru bilo dosadno. Suprotno tome, jedan učenik je napisao su zadaci na papiru bili prelagani te je zadovoljstvo radom na papiru ocijenio s neutralnim Smješkom dok je preostale tretmane ocijenio sretnim Smješkom. Prema pisanim komentarima, najistaknutiji razlog zbog kojeg su učenici preferirali samostalni rad na tabletu u odnosu na rad u distribuciji 1:m može se objasniti komentarom da ih drugi nisu ometali dok su sami radili na tabletu. Ipak, neki od njih su istaknuli i kako im je rad u grupi bio zabavan i lakši jer su međusobno surađivali. Jedna učenica, koja je samostalni rad na tabletu ocijenila sretnim Smješkom, a rad u paru neutralnim Smješkom, istaknula je da bi bila sretnija da je dijelila tablet sa svojim prijateljem. S druge strane, jedan učenik koji je rad u distribucijama 1:1 i 1:3 ocijenio sa sretnim Smješkom, napisao je komentar *“Samo se ne obazirem na druge i pobijedim tako što imam najviše zadataka i najviše točno.”*.

Neki od učenika trećih razreda istaknuli su da im se svidjelo raditi u distribuciji 1:m jer su postigli najbolji ili drugi najbolji rezultat u grupi. Drugi su istaknuli da im se svidjelo dijeliti tablet jer im je bilo zabavno. Primjerice, jedan učenik koji je zadovoljstvo radom u distribuciji 1:3 ocijenio neutralnim Smješkom napisao je *“Bio sam drugi jer sam imao jedan bod manje.”*, a samostalni rad na tabletu ocijenio je sretnim Smješkom te komentirao *„Imao sam sve točno.“* Nadalje, jedna učenica koja je samostalni rad s tabletom ocijenila neutralnim Smješkom napisala je *“Neke zadatke nisam znala!”*. Ista učenica ostale načine rada ocijenila je sretnim Smješkom te je za rad na papiru komentirala *„Bilo mi je zabavno!”*, a za rad u grupi u distribuciji 1:4 napisala je komentar *„Bilo mi je super!”*.

Učenici četvrtog razreda komentirali su da im se nije svidjelo rješavati zadatke na papiru uglavnom zato što je bilo dosadno i nije bilo zabavno. S druge strane, istaknuli su da je dijeljenje tableta bilo najbolje ili zabavno, a jedna učenica napisala je *“Ovo mi je bilo super jer je svatko imao svoj zadatak, ali smo svejedno bili u grupi.”*. Dva učenika koji su ocjenom preferirali samostalni rad na tabletu u odnosu na rad u distribuciji 1:m komentirali su da više vole raditi sami. Učenici koji su bili zadovoljniji radom u grupi u distribuciji 1:m nego samostalnim radom na tabletu u distribuciji 1:1 komentirali su da im je bilo teže kad su radili sami i da su ostvarili bolji rezultat radom u grupi te da im je bilo zabavnije. [51]

### 7.5.3. Korelacijska analiza između rezultata i percipiranog zadovoljstva

Kako bi se otkrili mogući razlozi koji utječu na percipirano zadovoljstvo učenika, provedena je korelacijska analiza (engl. *correlation analysis*) (tablica 8) između odgovora danih u upitniku samoprocjene zadovoljstva i uspješnosti rješavanja zadatka temeljene na postotku točnih odgovora. Iako je utvrđena negativna korelacija između postotka točnih odgovora ostvarenih rješavanjem zadataka na papiru i percipiranog zadovoljstva rada s papirom ( $r_s = -0.029$ ), rezultat se nije pokazao statistički značajnim ( $p = 0.801$ ). S druge strane, primijećena je statistički značajna pozitivna korelacija između uspješnosti rješavanja zadatka i percipiranog zadovoljstva tijekom samostalnog rada na tabletu [ $r_s = 0.291$ ,  $p = 0.010$ ], kao i između uspješnosti rješavanja zadatka i percipiranog zadovoljstva prilikom dijeljenja tableta s drugima [ $r_s = 0.279$ ,  $p = 0.013$ ]. Ovi rezultati mogu ukazivati na to da je zadovoljstvo radom na tabletu blago povezano s ostvarenim rezultatima. Primjerice, jedan od dvoje učenika koji su ocijenili rad u distribuciji 1:m tužnim Smješkom, točnije distribuciju 1:4, imao je stopu pogreške od čak 82.61% u rezultatima rada u tretmanu 1:m. Isti student ocijenio je samostalni rad s tabletom sa sretnim Smješkom, a u toj distribuciji učenik je imao stopu pogreške od samo 7.69%. Također, spomenuti učenik nije imao grešaka u rezultatima na papiru, ali je rad u tom tretmanu ocijenio neutralnim Smješkom i u upitniku napisao komentar da je rad na papiru bio dosadan. Međutim, ovaj učenik je također napisao i komentar "*Više volim raditi sam.*" kao objašnjenje zašto je rad u distribuciji 1:m ocijenio s tužnim Smješkom. Nadalje, drugi učenik koji je način rada u distribuciji 1:4 ocijenio tužnim Smješkom ocijenio je i sve ostale tretmane s tužnim Smješkom te napisao dodatni komentar "*Nije mi se sviđelo.*" za svaki uvjet. Ono što je važno istaknuti je činjenica da je navedeni učenik u sva tri tretmana ostvario ispodprosječne rezultate sa stopom pogreške većom od 76%.

Rezultati analize pokazali su da postoji i umjerena pozitivna korelacija između postotka točnih odgovora postignutih radom na papiru i radom na tabletu u distribuciji 1:1 [ $r_s = 0.541$ ,  $p < 0.001$ ], postotka točnih odgovora postignutih radom na papiru i radom na tabletu u distribuciji 1:m [ $r_s = 0.461$ ,  $p < 0.001$ ], kao i umjerena pozitivna korelacija između tretmana 1:1 i 1:m [ $r_s = 0.667$ ,  $p < 0.001$ ]. Navedeni rezultati ukazuju na činjenicu da su učenici koji su ostvarili dobar rezultat u jednom tretmanu također ostvarili dobar rezultat i u ostala dva tretmana. [51]

Tablica 8. Korelacijska analiza postotka točnih odgovora i odgovora upitnika samoprocjene zadovoljstva rada u pojedinim tretmanima [51]

	Postotak točnih odgovora na papiru	Postotak točnih odgovora u distribuciji 1:1	Postotak točnih odgovora u distribuciji 1:m	Zadovoljstvo radom na papiru	Zadovoljstvo radom u distribuciji 1:1	Zadovoljstvo radom u distribuciji 1:m
Postotak točnih odgovora na papiru	1.000	0.541**	0.461**	-0.029	0.105	0.128
Postotak točnih odgovora u distribuciji 1:1		<0.001	<0.001	0.801	0.362	0.265
Postotak točnih odgovora u distribuciji 1:m		1.000	0.667**	0.220	0.291**	0.275*
Zadovoljstvo radom na papiru			<0.001	0.053	0.010	0.015
Zadovoljstvo radom u distribuciji 1:1			0.000	0.162	0.200	0.279*
Zadovoljstvo radom u distribuciji 1:m				0.155	0.079	0.013

\*p < 0.05, \*\*p < 0.01.

#### 7.5.4. Analiza interakcije učenika tijekom rada u distribuciji 1:m

Osim analize kvantitativnih podataka, pregledano je i kodirano 135 minuta video zapisa kako bi se stekao dublji uvid u dinamiku rada u grupi u distribuciji 1:m te uočili izazovi s kojima su se učenici susreli. U analizu su bili uključeni svi učenici (n = 80), a pregledano je ukupno 28 radnih grupa, odnosno 12 parova, 8 grupa sastavljenih od tri učenika te 8 grupa od četiri učenika (tablica 2). Dinamika grupe analizirana je kroz fizički i verbalni aspekt te su za svaku skupinu učenika zasebno kodirani podaci kao što su položaj članova grupe tijekom aktivnosti (npr. sjedenje, stajanje ili naginjanje prema uređaju), pojava uzurpacije uređaja (npr. povlačenje uređaja prema sebi rukom) i priroda verbalne interakcije s članovima grupe (npr. svađanje, traženje pomoći ili pomaganje drugima).

Rezultati analize pokazali su iznenađujuće mali postotak uzurpacija uređaja (7 od 80 učenika, ili 8.75%) s prosječno 1.43 povlačenja uređaja prema pojedinom učeniku. Ipak treba naglasiti kako je navedeni broj uzurpacija relativno mali s obzirom na duljinu trajanja aktivnosti (5 minuta) te se može zaključiti kako tablet nije bio pomican većinu vremena, bez obzira na uočene eventualne razlike u položaju učenika oko uređaja. U 15 od 28 skupina (53.57%) uočena je nejednaka udaljenost između uređaja i članova grupe, pri čemu je uređaj obično bio postavljen bliže jednom od učenika iz skupine. Uočena je neravnomjerna udaljenosti između učenika i tableta podjednake frekvencije u svim distribucijama 1:m. Također, u 6 od 15 grupa s nejednakom udaljenošću između uređaja i učenika uočeno je da neki od učenika kleče na stolici ili stoje (slika 38). Većina tih učenika bili su učenici prvog razreda (4 grupe). Također, uočeno je da su učenici prvih razreda bili fizički aktivniji tijekom aktivnosti u odnosu na više razrede. Samo jedan učenik iz četvrtog razreda je radio zadatak tako što je većinu vremena klečao na stolici.



*Slika 38. Primjeri učenika koji stoje ili kleče tijekom rada u grupi u distribuciji 1:3 (lijevo) i 1:4 (desno) [51]*

Nadalje, rezultati analize ukazali su na razlike u frekvenciji verbalne interakcije s obzirom na omjer uređaja i učenika u grupi te se pokazalo da je komunikacija unutar grupe bila najčešća u grupama koje su radile u distribuciji 1:3 (36.36%) i distribuciji 1:4 (63.64%). Primjeri interakcije prikazani su na slici 39.



*Slika 39. Primjeri verbalne komunikacije između članova grupe u distribuciji 1:3 (lijevo) i distribuciji 1:4 (desno)*



Verbalna interakcija među parovima učenika bila je zamjetno vrlo niska ili nepostojeća, osim jednog primjera međugrupne interakcije parova koji su dijelili stol (slika 40). Navedeni rezultati sugeriraju da bi rad u parovima mogao biti sličniji radu u distribuciji 1:1 u usporedbi s ostalim distribucijama 1:m.



Slika 40. Verbalna interakcija između članova dvije grupa parova [51]

Većina verbalne interakcije unutar grupe odnosila se na traženje ili pružanje pomoći te raspravu o mogućim rješenjima. S pozitivne strane, uočen je samo jedan trenutak svađe između dva učenika prvog razreda u kojem je jedan rekao drugome *“Ne prepisuj!”*. Međutim, potrebno je naglasiti da se za svakog učenika generirao zasebni skup zadataka te stoga nije postojala mogućnost "prepisivanja". Također, uočene su dvije različite situacije u kojima je jedan učenik pokušavao motivirati drugog učenika (slika 41). Primjerice, nakon što je primijetila da član u njezinoj grupi ne rješava zadatke na tabletu, učenica prvog razreda ga je pokušala motivirati, odnosno angažirati, pitanjem *“Radiš li ti uopće zadatak?”*. U drugoj situaciji učenica četvrtog razreda pokušala je potaknuti člana svoje grupe na rad molbom *„Daj barem jedan riješi.“*





Slika 41. Situacije u kojima je jedan učenik pokušava motivirati drugog učenika: učenica pokušava angažirati učenika koji kleči pitanjem "Radiš li ti uopće zadatak?" (lijevo) i učenica pokušava motivirati učenika komentarom „Daj barem jedan riješi.“

#### 7.5.5. Zapažanja učiteljica i analiza specifičnih slučajeva

Učiteljice nisu bile obvezne dati svoja zapažanja, stoga su njihovi komentari korišteni isključivo za dublje razumijevanje rezultata dobivenih statističkom analizom te uočenih obrazaca ponašanja i interakcije učenika proizašlih iz analize video zapisa rada u distribuciji 1:m.

Jedan od komentara koji je dala učiteljica drugog razreda bio je da jednog učenika s prosječnim sposobnostima rješavanja zadataka iz matematike percipira motiviranijim za rad dok je rješavao zadatke u grupi u distribuciji 1:4. Ovo zapažanje moguće je povezati s odgovorom upitnika samoprocjene zadovoljstva radom u kojem je navedeni učenik rad u grupi ocijenio sretnim Smješkom te dodatno komentirao da je razlog zbog kojeg mu se sviđjelo dijeliti tablet bio "Zato što učim, a u isto vrijeme se družim s prijateljima.". Zanimljivo je da je ovaj učenik tijekom rada u grupi riješio oko 40% manje zadataka s oko 40% više netočnih odgovora u odnosu na rad i distribuciji 1:1. Međutim, s obzirom na to da je ovaj učenik prvo sudjelovao u radu u grupi, nakon čega je uslijedio rad na papiru te nakraju samostalni rad na tabletu, moguće je da ga je grupni način rada motivirao na efikasniji rad u ostalim tretmanima. S druge strane, učiteljica je također primijetila da je jedan učenik s prosječnim sposobnostima rješavanja zadataka iz matematike bio zbunjen dok je radio u distribuciji 1:3. Iako je ovaj učenik sve tretmane u upitniku samoprocjene zadovoljstva ocijenio sretnim Smješkom, napisao je nezanemariv komentar "Bolje rješavam kad sam sam na tabletu.". Međutim, rezultati ovog učenika bili su približno slični u svim tretmanima. Osim dva slučaja koje je istaknula učiteljica, podaci,

odnosno rezultati, jednog učenika iz drugog razreda morali su biti isključeni iz analize zbog toga što učenik nije konstruktivno sudjelovao u radu kao što je opisano u poglavlju 7.5. Zanimljivo je da je u upitniku samoprocjene zadovoljstva ovaj student napisao komentare da su zadaci bili lagani i da je mobilna aplikacija laka za korištenje te je rad na tabletu ocijenio sretnim Smješkom, a rad na papiru neutralnim Smješkom.

Učiteljica trećeg razreda izdvojila je četiri učenika koji u matematici ostvaruju bolji uspjeh od razrednog prosjeka. Jedan od tih učenika ocijenio je rad u distribuciji 1:3 neutralnim Smješkom i napisao komentar "*Bio sam drugi jer sam imao jedan bod manje.*". Preostala dva tretmana ocijenio je sretnim Smješkom te dodatno komentirao samostalni rad na tabletu "*Imao sam sve točno.*" i rad na papiru "*Jer sam bio brz i bilo je zabavno.*". Moguće je da je razlog manjeg zadovoljstva radom u grupi razočaranje zbog slabijeg rezultata.

Učiteljica iz razreda 4.a napomenula je da je u razredu jedna učenica s vrlo lošim rezultatima iz matematike. Ova učenica ostvarila je i vrlo loše rezultate u svim tretmanima, sa stopom pogreške od 100%. U upitniku zadovoljstva učenica je rad na papiru ocijenila tužnim Smješkom i komentirala "*Nije mi bilo dobro.*", a preostala dva načina rada ocijenila je neutralnim Smješkom te dodatno komentirala rad u distribuciji 1:1 "*Nije bilo toliko loše.*" i rad u parovima "*Nije mi se baš svidjelo.*". Treba uzeti u obzir da je učenica napisala i dodatni komentar „*Nisam baš dobro rješavala jer sam mislila na alergiju.*“, što je dodatno moglo utjecati na njezine rezultate i zadovoljstvo. S druge strane, prema informaciji učiteljice, u razredu je bio jedan nadareni učenik. Prema provedenim testovima, sposobnosti i znanje ovog učenika jednaki su onima prosječnog učenika sedmog razreda. Zanimljivo je da su rezultati navedenog učenika morali biti isključeni iz analize zbog nekonstruktivnog rješavanja zadataka na tabletu kako je opisano u poglavlju 7.5, a što je rezultiralo stopom pogreške od 99%. Ovaj student ocijenio je sve načine rada sretnim Smješkom i dodatno komentirao ocjenu rad na papiru i ocjenu samostalnog rada s tabletom "*Jer je dobro.*" i ocjenu rada u grupi "*Jer je dobro raditi zajedno.*".

U 4.b razredu učiteljica je istaknula tri učenika s iznadprosječnim sposobnostima. Jedan od navedenih učenika rad u grupi u distribuciji 1:4 ocijenio je tužnim Smješkom te napisao komentar "*Jer većinom volim sam.*". U rezultatima se može uočiti kako je stopa pogreške ovog učenika bila oko 80% veća tijekom rada u grupi u usporedbi s druga dva načina rada. Osim toga, student je rad na papiru ocijenio neutralnim Smješkom, objašnjavajući da mu je bilo dosadno, a samostalni rad s tabletom ocijenio je sretnim Smješkom te je komentirao kako je bilo lako i uzbudljivo.

Navedena zapažanja i analiza specifičnih slučajeva ukazuju na moguće korelacije između rezultata i zadovoljstva, sposobnosti učenika u određenom predmetu, osobina ličnosti i drugih čimbenika. Također, dodatno naglašavaju složenost obrazovnog procesa i čimbenike koji utječu na ishode. [51]

## 7.6. Diskusija rezultata

U ovom poglavlju provedena je diskusija rezultata istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti.

Rezultati uspješnosti rješavanja zadataka nisu pokazali statistički značajne razlike između distribucija 1:1 i 1:m s implementiranom značajkom podijeljenog zaslona na više nezavisnih segmenata. Također, nisu uočene ni statistički značajne razlike između različitih distribucija 1:m, odnosno postotka točnih odgovora ostvarenih radom u parovima, grupi od tri učenika i grupi od četiri učenika. Time navedeni rezultati podupiru postavljenu hipotezu H1, odnosno potvrđuju pretpostavku da nema značajne razlike u uspješnosti učenika, odnosno postotku točno riješenih zadataka, između samostalnog rada na tabletu u distribuciji 1:1 i rješavanja zadataka na tabletu u distribuciji 1:m s implementiranom značajkom podijeljenog zaslona. Ipak, budući da su u istraživanju kombinirane tri različite distribucije 1:m, predlažu se dodatna istraživanja s većim uzorkom u svakoj pojedinoj distribuciji, kako bi se učinkovito uočile moguće razlike.

Prema analiziranim rezultatima upitnika samoprocjene zadovoljstva radom u pojedinim tretmanima, studenti su bili podjednako zadovoljni radom s tabletima u distribuciji 1:1 i 1:m i zadovoljstvo radom s tabletima uglavnom su ocijenili sretnim Smješkom. Štoviše, nisu uočene niti statistički značajne razlike između različitih distribucija 1:m. Rezultati kvantitativne analize sugeriraju da je percipirano zadovoljstvo učenika radom na tabletima blago povezano s rezultatima rada, odnosno postotkom točno riješenih zadataka. Ovu pretpostavku potvrđuju i neobavezni komentari učenika napisani u upitniku. Nadalje, većina učenika koji su preferirali samostalno raditi na tabletu u odnosu na rad u grupi objasnili su svoju ocjenu komentarom da nisu bili prekidani kada su sami radili na tabletu u usporedbi s dijeljenjem uređaja. S druge strane, razlog zbog kojeg su napisali da im se svidio rad u grupi je taj što im je bilo zabavno i svidjelo im se surađivati s drugima iako je svaki učenik morao riješiti jedinstveni skup zadataka.

Navedena zapažanja sugeriraju da je model podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjiv na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir manje prikladan za provedbu individualnih zadataka u kojima je učenik orijentiran na postizanje dobrog osobnog rezultata, npr. kroz testove, a više prikladan za istraživačko učenje i poticanje suradnje među članovima grupe. Međutim, analiza rezultata upitnika samoprocjene zadovoljstva i komentari učiteljica sugeriraju da su i razni drugi parametri mogli utjecati na zadovoljstvo učenika. Primjerice, način na koji percipiraju rad u grupi (npr. natjecanje, suradnja), s kime dijele tablet (npr. prijateljima, učenicima sa slabijim ili boljim rezultatima), koja su njihova postignuća u gradivu koje se obrađuje (npr. ispodprosječna, prosječna), kako se osjećaju tijekom aktivnosti (npr. zabrinuti su zbog nečega, tužni, sretni) te drugi čimbenici. Slična zapažanja moguće je pronaći i u drugim studijama koje istražuju moguće faktore koji utječu na obrazovne rezultate učenika i percipirano zadovoljstvo grupnim radom [52], [53]. Osim toga, prema komentarima napisanima u upitniku, neki su učenici rad u grupi doživjeli kao natjecanje te ih je vidno motivirao njihov vlastiti uspjeh. Dodatno, učenicima je naglašeno da rad na satu, tijekom intervencije, služi za ponavljanje gradiva i da zadatke neće ocjenjivati učiteljica što je moglo utjecati na njihovu motivaciju za sudjelovanjem. Potonje bi moglo objasniti rezultate dvaju učenika čiji su rezultati isključeni iz analize budući da nisu konstruktivno sudjelovali u svim zadacima, već su umjesto toga tijekom rada na tabletu predali veći broj neriješenih zadataka.

U analiziranim video zapisima uočena je vrlo niska frekvencija pojave negativnih obrazaca ponašanja (npr. uzurpacija uređaja ili svađanje) tijekom rada u distribuciji 1:m. Suprotno tome, opažena je visoka učestalost verbalnih interakcija unutar pojedinih grupa, odnosno uočeno je da učenici traže pomoć ili pomažu drugima. S obzirom na pojavu samoinicijativnih diskusija unutar grupa, navedeno opažanje ukazuje na potencijal primjene osmišljenog modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u suradničkim aktivnostima. Nadalje, uočena je češća pojava verbalne interakcije između učenika koji su radili u grupama od tri ili četiri učenika, dok je učestalost interakcije među parovima bila minimalna. Navedeno opažanje sugerira da je veća vjerojatnost da će se učenici uključiti u raspravu u manjim grupama, odnosno grupi od tri, četiri ili pet učenika, nego u paru. Nadalje, navedeni rezultati sugeriraju da je rad na tabletu u distribuciji 1:1 sličniji radu u paru nego drugim distribucijama 1:m. Ipak, budući da postoji vrlo mali broj studija koje istražuju razlike između različitih distribucija 1:m, kako bi se potvrdila navedena pretpostavka potrebno je provesti dodatna istraživanja o razlikama rada učenika u različitim distribucijama 1:m, odnosno tabletima s implementiranom značajkom podijeljenog zaslona.

Također, uočeno je da učenici veći dio vremena tijekom aktivnosti nisu pomicali tablet, bez obzira na razlike u pozicijama i udaljenosti učenika od uređaja. To ukazuje da iako su učenici zadatke rješavali na izdvojenom segmentu na zajedničkom dijeljenom zaslonu uređaja, nisu iskazivali fizičku potrebu za približavanjem tableta kako bi obavili zadatak, odnosno zapažanja sugeriraju da su bili u mogućnosti koristiti uređaj kao da ga koriste sami.

Video analiza pokazala je da su učenici prvog razreda bili fizički aktivniji i u prosjeku više nagnuti tijelom prema tabletu tijekom rješavanja zadataka u grupi u odnosu na učenike viših razreda koji su sudjelovali u istraživanju. Kako bi se dublje istražila moguća korelacija između uočene izraženije fizičke aktivnosti djece ranog osnovnoškolskog uzrasta i uspjeha u rješavanju zadataka potrebno je dublje istražiti primjenu tableta s implementiranom značajkom podjele zaslona na većem uzorku učenika prvog razreda te učenicima viših razreda iz većeg broja škola.

## **8. ISTRAŽIVANJE I PRIMJENA MODELA PODJELE RADNE POVRŠINE MOBILNOGA UREĐAJA ZA PODRŠKU SURADNIČKOM UČENJU**

Istraživanje primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu podrške suradničkom učenju vođeno je postavljenom hipotezom H2:

Unaprjeđenje organizacije i provedbe suradničkih obrazovnih aktivnosti moguće je podjelom radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir.

Hipoteza se temelji na pretpostavci da je predloženi model primjenjiv za provedbu suradničkih obrazovnih aktivnosti te da će doprinijeti organizaciji nastavnog procesa. Kao što je opisano u poglavlju 2, vidljivosti primjene tehnologije u procesu učenja i podučavanja može se očitovati u operativnom poboljšanju, kvantitativnoj i kvalitativnoj promjeni u učenju [16]. S obzirom na postavljenu hipotezu definirana su sljedeća istraživačka pitanja:

1. Je li moguće organizirati suradničke aktivnosti neovisno o području podučavanja te prilagodljivo broju raspoloživih uređaja i broju učenika?
2. Postoji li statistički značajna razlika u rezultatima učenika na početku aktivnosti i na kraju aktivnosti?
3. Dolazi li do suradnje između učenika tijekom provedbe aktivnosti?

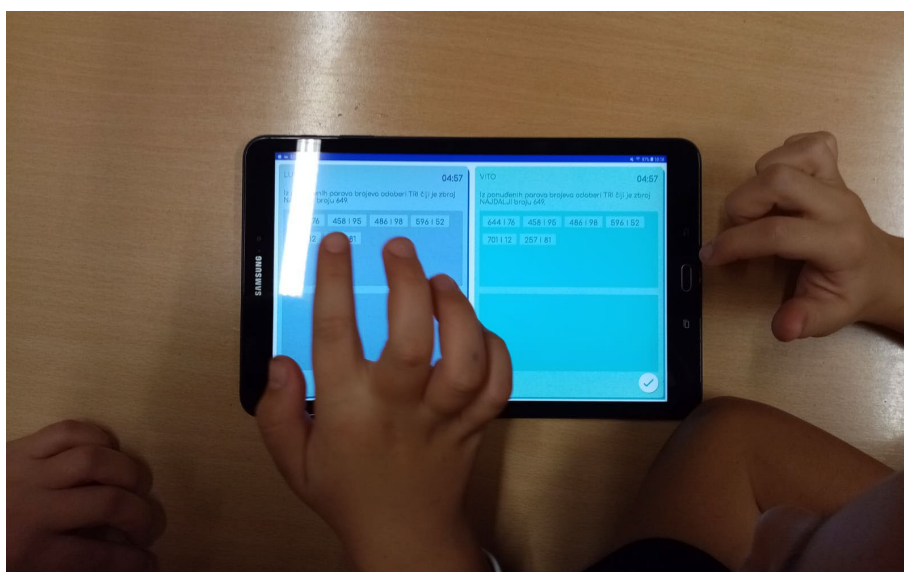
Kako bi se potvrdilo unaprjeđenje organizacije suradničkih aktivnosti, istraživanjem su određeni i izmjereni vidljivi pokazatelji operativnog poboljšanja obrazovnog procesa. Istraženo je postoji li mogućnost organizacije postojećeg nastavnog sadržaja prema predloženom modelu podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir opisanog u poglavlju 4 i osmišljenom procesu suradničke aktivnosti opisanog u poglavlju 5 neovisno o području podučavanja. Također, ispitana je mogućnost prilagodbe organizacije aktivnosti prema broju dostupnih mobilnih uređaja i broju učenika. Kako bi se ustvrdilo postoji li kvantitativna promjena u učenju, odnosno dolazi li do boljeg razumijevanja gradiva među pojedincima, mjereni su rezultati svakog učenika na početku i na kraju aktivnosti. Kako bi se ustvrdilo podržava li definirani proces i u kojoj mjeri suradnju između učenika ispitani su

stavovi i percepcija učenika o provedenoj aktivnosti. Dodatno, rad učenika sniman je video kamerom.

U svrhu ispitivanja postavljene hipoteze i odgovaranja na postavljena istraživačka pitanja, prema modelu podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir opisanog u poglavlju 4 i procesu suradničke aktivnosti definiranom u poglavlju 5 dizajnirana je i razvijena prilagođena programska podrška opisana u poglavlju 6. Primjer upotrebe razvijene web aplikacije za kreiranje i definiranje postavki suradničke aktivnosti prikazan je na slici 42, a primjer upotrebe razvijene mobilne aplikacije u stvarnom okruženju prikazan je na slici 43.



*Slika 42. Upotreba web aplikacije za kreiranje i definiranje postavki suradničke aktivnosti u istraživačkom okruženju u 3. razredu*



*Slika 43. Upotreba mobilne aplikacije u istraživačkom okruženju u 3. razredu*

## 8.1. Ispitanici i kontekst istraživanja

U istraživanju je sudjelovalo 89 učenika iz ukupno pet različitih razrednih odjela: dva prva razreda 1.a ( $n_{1a} = 13$ ) i 1.b ( $n_{1b} = 11$ ), jedan drugi razred ( $n_2 = 20$ ), jedan treći razred ( $n_3 = 25$ ) i jedan četvrti razred ( $n_4 = 19$ ) te 5 učiteljica razredne nastave (Ivančica Tajsl Dragičević – razredni odjel 1.a, Vana Cecić – razredni odjel 1.b, Luci Plenković Omerso – 2. razred, Jasna Haraminčić Kleščić – 3. razred i Petra Crnjević Trstenjak – 4. razred) iz Osnovne škole Trnjanska u Zagrebu, u Hrvatskoj. Od ukupnog broja učenika dobi od 7 do 10 godina, sudjelovalo je 44 učenica i 45 učenika različitih sposobnosti. U svakom od razreda tijekom istraživanja bila je prisutna razredna učiteljica koju učenici poznaju i koja im predaje skupinu predmeta tijekom prva četiri razreda osnovnoškolskog obrazovanja. Prije provedenog istraživanja učenici svih razrednih odjela, osim prvih razreda, imali su prethodnog iskustva u korištenju tableta u nastavi te su sudjelovali i u istraživanju opisanom u poglavlju 7.

Istraživanje se provodilo u listopadu i studenom 2023. godine, kroz nekoliko intervencija u svakom razredu. Sudjelovanje u istraživanju bilo je dobrovoljno, a učenici i njihovi skrbnici dali su pisani informirani pristanak, kao i sve učiteljice. Manji broj učenika prisutnih u razredima tijekom intervencija nije dao pristanak za sudjelovanje u istraživanju ( $n = 7$ ) te su ti učenici bili izdvojeni u zasebni dio prostorije. Primjeri istraživačkog okruženja prikazani su na slici 44.





Slika 44. Provedba istraživanja primjene modela podjele ekrana za podršku suradničkom učenju u 1.a razredu (gore lijevo), u 1.b razredu (gore desno), u 2. razredu (sredina lijevo), u 3. razredu (sredina desno) i u 4. razredu (dolje)

## 8.2. Metodologija i procedura provedbe istraživanja

Kao i u prethodno provedenom istraživanju primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti opisanom u poglavlju 7, dizajn metodologije istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnog uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu podrške suradničkom učenju osmišljen je s nastojanjem da

se minimalizira utjecaj istraživanja na predviđeni školski kurikulum i regularni nastavi proces. Stoga su zadaci za svaki razred bili prilagođeni aktualnom nastavnom planu i programu. Učenici prvih razreda sudjelovali su u jednoj intervenciji tijekom koje su rješavali zadatak iz matematike, odnosno usporedbe brojeva do pet, većinskim radom u parovima i jednoj grupi od tri učenika. Učenici drugog razreda sudjelovali su u dvije vremenski odvojene intervencije. U prvoj intervenciji rješavali su zadatak iz matematike, odnosno zbrajanja i oduzimanja dvoznamenkastih brojeva s jednoznamenkastima, a u drugoj intervenciji rješavali su dva različita zadatka iz prirode i društva na temu prometnih sredstava i vrsta prometa. Zadatak iz matematike rješavali su u parovima, a zadatke iz prirode i društva rješavali su u parovima, grupama od tri i grupama od četiri učenika. Dodatno, odgovori jednog od zadataka bili su grafički. Pritom su jedan od zadataka iz prirode i društva s dva definirana pitanja rješavali u grupi od četiri učenika, odnosno s dva para istih pitanja. Učenici trećeg razreda kroz tri intervencije rješavali su najprije zadatak iz matematike, odnosno zbrajanja i oduzimanja troznamenkastih brojeva dvoznamenkastima, zatim zadatak iz hrvatskog jezika na temu razlikovanja imenica i glagola, dok su u zadnjoj iteraciji rješavali zadatak iz prirode i društva na temu obilježja i vrsti zavičaja. Pritom su učenicima za zadatak iz prirode i društva bile ponuđene slike kao odgovori. Zadatak iz matematike rješavali su većinskim radom u parovima i jednoj grupi od tri učenika, zadatak iz hrvatskog jezika rješavali su u parovima, a zadatak iz prirode i društva rješavali su radom u parovima, grupama od tri i četiri učenika. Učenici četvrtog razreda u istraživanju su sudjelovali kroz dvije intervencije, prvo rješavajući zadatak iz prirode i društva na temu susjednih država Republike Hrvatske, a drugi put rješavajući dva različita zadatka iz hrvatskog jezika na temu razlikovanja imenica, glagola i pridjeva te razlikovanja broja i roda imenica. U prvoj intervenciji učenici su radili u parovima, grupama od tri i četiri učenika. U drugoj intervenciji, zadatke su rješavali u parovima i grupama od tri učenika.

Potrebno je napomenuti da se prikaz broja zadataka na pojedinom uređaju prilagođavao odabranim kombinacijama kompozicija za provedbu aktivnosti ovisno o broju učenika u razredu. Primjerice, iako je obrazovna lekcija inicijalno osmišljena kao zadatak s tri pitanja, takav zadatak koristio se i u grupama parova, a prema principu opisanom u poglavlju 5. Detaljan pregled intervencija prikazan je u tablici 9.

Tablica 9. Prikaz detalja provedbe istraživanja primjenom modela podjele zaslona za podršku suradničkom učenju

Razred	Iteracija (razred-iteracija u razredu-ukupno)	Uključeno u analizu rezultata	Uključeno u video analizu	Predmet	Tema	Broj pitanja u zadatku	Tip odgovora	Kompozicija grupe	Broj grupa	Ukupan broj učenika
1.a razred	1.a-1-1	NE	NE	Matematika	Uspoređivanje brojeva do 5	2	Brojevi (tekst)	2+3	5+1	13
1.b razred	1.b-1-2	NE	NE	Matematika	Uspoređivanje brojeva do 5	2	Brojevi (tekst)	2	6	12
2. razred	2-1-3	NE		Matematika	Zbrajanje i oduzimanje dvoznamenkastih brojeva s jednoznamenkastim	2	Brojevi (tekst)	2	10	20
	2-2-4	DA	DA	Priroda i društvo	Prijevozna sredstva i vrste prometa	3	Slika	2+3	5+3	19
	2-2-5	NE	DA	Priroda i društvo	Prijevozna sredstva i vrste prometa	2	Tekst	3+4	1+4	19
3. razred	3-1-6	NE		Matematika	Zbrajanje i oduzimanje troznamenkastih brojeva s dvoznamenkastima	2	Brojevi (tekst)	2+3	9+1	21
	3-2-7	NE	DA	Hrvatski jezik	Imenice i glagoli	2	Tekst	2	12	24
	3-3-8	DA	DA	Priroda i društvo	Obilježja i vrste zavičaja	4	Slika	2+3+4	1+1+5	25
4. razred	4-1-9	NE		Priroda i društvo	Republika Hrvatska i susjedne države	2	Tekst	2+3+4	1+3+2	18
	4-2-10	DA	DA	Hrvatski jezik	Broj i rod imenica	3	Tekst	2+3	5+3	19
	4-2-11	NE	DA	Hrvatski jezik	Imenice, glagoli i pridjevi	3	Tekst	2+3	5+3	19

U svakom razredu intervencija se provodila tijekom jednog školskog sata u trajanju od 45 minuta. Na početku svakog sata učenicima je objašnjen slijed faza aktivnosti te princip rada i koncept zadataka koji se prikazuju grupi učenika koja dijeli tablet. Odnosno, objašnjen im je osmišljeni proces suradničke aktivnosti opisan u poglavlju 5. Aktivnost se provodila samo s jednom fazom inicijalnog individualnog rada, jednim periodom diskusije i jednom fazom korekcije odgovora kako bi se mogli usporediti pojedinačni rezultati učenika na početku i na kraju procesa. Odnosno, kako bi se mogla analizirati razlika u znanju pojedinog učenika na početku aktivnosti i na kraju aktivnosti po završetku provedbe intervencije. Definirano trajanje svake od faza aktivnosti bilo je 5 minuta. Ipak, ukoliko su svi učenici bili suglasni da se pojedina faza završi prije isteka predviđenog vremena mogli su prijeći na iduću fazu aktivnosti. Na početku nastavnog sata naglašeno im je da smiju međusobno komunicirati i da je poželjno da tijekom provedbe aktivnosti raspravljaju o postavljenim zadacima i mogućim odgovorima. Na kraju sata javno su pohvaljene grupe s najboljim rezultatom, odnosno grupe u kojima je na kraju faze korekcije broj točno odabranih odgovora bio najveći, a broj netočno odabranih odgovora najmanji.

Manji broj učenika koji nije sudjelovao u istraživanju tijekom intervencija bio je fizički izdvojen u drugi dio razreda te su za vrijeme intervencije rješavali zadatke iz radne bilježnice kako ne bi utjecali na rezultate ispitanika.

Za potrebe istraživanja na raspolaganju je bilo ukupno 8 tablet računala Samsung Galaxy Tab A T580 dijagonale 10.1 inča s operacijskim sustavom Android.

### 8.3. Metodologija prikupljanja podataka

Podaci vezani uz rad svakog pojedinog učenika na tabletima pohranjivali su se u bazu podataka na poslužitelju. Pritom su se pohranjivali broj točno i broj netočno riješenih zadataka u svakoj fazi aktivnosti, vrijeme zadržavanja u svakoj fazi aktivnosti te kompozicija grupe u kojoj je učenik radio (1:2, 1:3, 1:4) sa zapisom imena svih članova grupe.

Nakon svake intervencije, odnosno nakon rješavanja svakog od zadataka ukoliko ih je bilo više tijekom intervencije, učenici su zamoljeni da ispune anonimni upitnik Likertovog tipa s ljestvicom od tri stupnja zadovoljstva predloženom Smješkom (tužan, neutralan, sretan) i veznim tekstualnim opisom (nimalo, tako-tako, puno) kojim su kroz šest postavljenih tvrdnji ocijenili rad u grupi (prilog 8). Na četiri tvrdnje od učenika se na direktan način tražila

samoprocjena stupnja involviranosti u proces suradnje, odnosno ispitivalo se u kojoj mjeri smatraju da su slušali prijedloge drugih iz grupe, pomagali drugima da pronađu točan odgovor te kao grupa razgovarali o zadacima i odgovorima i smatraju li da su zajedno i suradnjom ispravili pogrešne odgovore. Jednim pitanjem indirektno se pokušalo doznati smatraju li da je sudjelovanje u osmišljenom procesu aktivnosti dovelo novih spoznaja, odnosno u kojoj mjeri smatraju da su naučili nešto novo. Također, upitnikom se nastojao steći uvid u to koliko im je bilo zanimljivo gradivo, odnosno postavljeni zadaci. Iako nije bilo obavezno, u upitniku su učenici bili u mogućnosti dodatno pismeno obrazložiti što im se sviđjelo tijekom aktivnosti, a što nije. Upitnik je bio anonimn s namjerom da se učenike potakne na iskreno odgovaranje na postavljena pitanja.

Dodatno, rad nekih od grupa je sniman video kamerom kako bi se upotpunili kvantitativni podaci i stekao dublji uvid u proces provedbe aktivnosti, odredila razina suradnje između članova grupe te izdvojili mogući problemi s kojima su se učenici susreli s ciljem formiranja smjernica za daljnji razvoj i unaprjeđenje razvijene programske podrške, predloženog modela podjele zaslona mobilnoga uređaja i osmišljenog procesa suradničke aktivnosti.

#### 8.4. Analiza podataka i rezultati istraživanja

U svakom razrednom odjelu, osim u prvim razredima, provedene su barem dvije intervencije s tri različita zadatka u različitim distribucijama 1:m s različitim brojem uređaja i sudionika kako je predočeno tablicom 9. Prva intervencija u svakom razredu provodila se s ciljem inicijalnog upoznavanja učenika s načinom rada mobilne aplikacije opisane u poglavlju 6. Pritom su uočeni određeni obrasci ponašanja učenika koji su rezultirali daljnjim izuzećem prikupljenih rezultata rješavanja zadataka putem tableta i preko upitnika samoprocjene rada u grupi na tabletu po završetku prve intervencije. Iako su učenici drugog, trećeg i četvrtog razreda sudjelovali u istraživanju provedenom prethodne školske godine u svibnju 2023. godine (poglavlje 7) te su imali prethodnog iskustva u radu s tabletima u nastavi, tijekom prve intervencije u svakom razredu uočeno je da je većina učenika pod dojmom drukčijeg načina provedbe nastavnog sata te da su očekivali zabavnije i jednostavnije zadatke. Odnosno, primijećeno je da većina učenika tablet percipira kao sredstvo za razonodu, a ne kao alat s kojim će raditi ono što i inače rade na nastavi. Primjerice, učenici drugog i trećeg razreda rješavali su slične zadatke iz matematike iz gradiva zbrajanja i oduzimanja brojeva (slika 45 i slika 46) te je tijekom prve intervencije uočeno da većina učenika iz oba razreda ne sudjeluje aktivno u rješavanju zadatka. Konkretnije,

pokazalo se da učenici drugog razreda ne čitaju zadatke te da se više fokusiraju na interakciju s uređajem ispraznim „klikanjem“ nego na aktivno rješavanje predstavljenog problemskog zadatka. Iako ih se tijekom intervencije pokušalo uputiti da zadatak ne mogu riješiti ukoliko ga ne pročitaju pažljivo, zapaženo je da većina učenika samo htjela da se nešto događa na zaslonu uređaja kada pritisnu neki od elemenata grafičkog sučelja. Dodatno, video analiza zapisa prve intervencije u drugom razredu ukazala je i na ograničavajuće sposobnosti čitanja postavljenog zadatka, a koje su bile nužne da se zadatak uspješno obavi. Odnosno, uočeno je da neki učenici čitaju sporije te da im ono predstavlja izazov. Stoga, zadaci za učenike drugog razred u sljedećim intervencijama prilagođeni su učenicima upotrebom slikovnih ili kratkih tekstualnih odgovora.



Slika 45. Prikaz zadataka za 2. razred tijekom prve intervencije



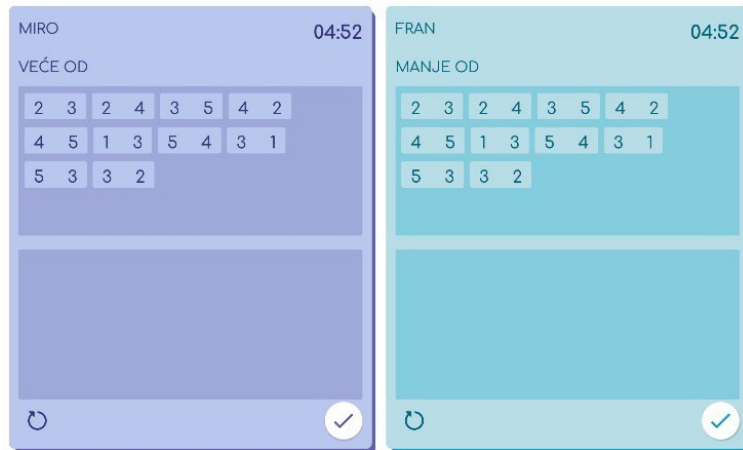
Slika 46. Prikaz zadataka za 3. razred tijekom prve intervencije

Slično, tijekom prve intervencije učenici trećeg razreda su zbog kompleksnosti zadatka trebali riješiti skup od nekoliko podzadataka unutar zadanog pojedinačnog zadatka kako bi mogli odabrati odgovore. Pritom ih se savjetovalo da rješenja svakog od podzadataka zapišu na papir, jer je bilo vjerojatno da ih neće moći zapamtiti. Međutim, tijekom intervencije zapaženo je da je samo manji broj učenika aktivno rješavao zadatke dok ih je većina samo htjela „klikati“ po tabletu.

Također, i učenici četvrtog razreda su tijekom prve intervencije bili pod dojmom što će upotrebljavati tablet uređaje. Na početku nastavnog sata nisu bili koncentrirani na upute o načinu provedbe aktivnosti i funkcioniranja mobilne aplikacije, odnosno nisu pažljivo slušali upute o provedbi aktivnosti. Dodatno, inzistirali su da sami biraju s kim će raditi u grupi te su radili u različitim 1:m distribucijama s time da je osmišljeni zadatak bio predviđen za rad u parovima. Sve navedeno uzrokovalo je da učenici četvrtog razreda u konačnici nisu u potpunosti razumjeli što trebaju raditi.

Nadalje, iako su zadaci bili prilagođeni očekivanoj razini znanja (slika 47), intervencija u prvim razredima pokazala je prevelike razlike u ponašanju i konceptualnom shvaćanju aplikacije u usporedbi s višim razredima te su učenici prvih razreda izostavljeni iz daljnjeg istraživanja. Iako im je na početku sata objašnjen način rada aplikacije i faze aktivnosti, većini učenika upotreba aplikacije nije bila intuitivna. Također, nakon što bi završili sa svojim zadatkom većina učenika htjela je sudjelovati i u aktivnostima učenika koji su još uvijek rješavali zadatak (slika 48). Dodatan razlog isključenja učenika prvih razreda iz daljnjih faza istraživanja je bio i taj što nisu ispunjavali upitnik samoprocjene rada u grupi jer nisu mogli pročitati sadržaj upitnika.





Slika 47. Zadaci koje su učenici 1. razreda rješavali tijekom intervencije



Slika 48. Interakcija učenika 1.a razreda (lijevo) i učenika 1.b razreda (desno) koji su završili aktivnost s drugim učenicima koji još rade u distribuciji 1:2

Kako bi se odgovorilo na istraživačka pitanja rezultati istraživanja analizirani su na nekoliko razina. Napravljena je analiza rezultata prikupljenih preko tablet uređaja na početku i na kraju aktivnosti. Analizirani su odgovori anonimnog upitnika samoprocjene rada u grupi na tabletu i video zapisi nasumično odabranih grupa. Rezultati prvih razreda izostavljeni su iz analize zbog prevelikih razlika u razini znanja i sposobnostima učenika te su tako analizom obuhvaćeni rezultati, odgovori na upitnik i video zapisi drugog, trećeg i četvrtog razreda.

S obzirom na opisane probleme prilikom prve intervencije odlučeno je da u analizu rezultata uspješnosti rješavanja zadataka i samoprocjene rada u grupi na tabletu budu uključeni podaci prikupljeni isključivo tijekom posljednje intervencije u svakom razredu. Ukoliko su tijekom intervencije učenici rješavali više zadataka u analizu su uključeni samo rezultati prvog zadatka. Rezultati drugog zadatka su izostavljeni kako bi se smanjio učinak zasićenja i dosade. Pregled svih aktivnosti uključenih u analizu, zajedno sa pripadnim identifikatorom iteracije, prikazan je



u tablici 9. U analizu uspješnosti rješavanja zadataka i samoprocjene rada u grupi u konačnici je uključeno ukupno 63 učenika, od čega 29 učenica i 34 učenika (tablica 10), koji su radili u različitim distribucijama 1:m (tablica 11).

Tablica 10. Demografija ispitanika uključenih u analizu uspješnosti i samoprocjene rada u grupi

	Razred			Spol	
	2. razred	3. razred	4. razred	Ženski	Muški
N	19	25	19	29	34
%	30.2	39.7	30.2	46	54

Tablica 11. Deskriptivna statistika prema korištenim distribucijama 1:m tijekom intervencija uključenih u analizu uspješnosti rješavanja zadataka i samoprocjene rada u grupi

1:m	Broj kompozicija	Broj kompozicija (%)	Broj učenika	Broj učenika (%)
1:2	11	47.83	22	34.92
1:3	7	30.43	21	33.33
1:4	5	21.74	20	31.75
Ukupno	23		63	

Kao što je spomenuto, u zadnjoj intervenciji, koja je uključena u analizu, učenici drugog razreda rješavali su zadatak iz predmeta Priroda i društvo na temu „Prometna sredstva i vrste prometa“ (slika 49), učenici trećeg razreda također su rješavali zadatak iz predmeta Priroda i društvo na temu „Obilježja zavičaja“ (slika 50), a učenici četvrtog razreda rješavali su zadatak iz predmeta „Hrvatski jezik“ na temu „Rod i broj imenica“ (slika 51).



Slika 49. Zadaci koje su rješavali učenici 2. razreda, a koji su uključeni u analizu uspješnosti i samoprocjene rada u grupi



Slika 50. Zadaci koje su rješavali učenici 3. razreda, a koji su uključeni u analizu uspješnosti i samoprocjene rada u grupi



Slika 51. Zadaci koje su rješavali učenici 4. razreda, a koji su uključeni u analizu uspješnosti i samoprocjene rada u grupi

### 8.4.1. Uspješnost rješavanja zadataka

Kako bi se utvrdilo utječu li osmišljeni model podjele zaslona mobilnoga uređaja na više nezavisnih segmenata (poglavlje 4) i osmišljeni proces suradničke aktivnosti (poglavlje 5) na rezultate učenika, odnosno dolazi li do kvantitativne promjene u učenju, uspoređeni su rezultati učenika po završetku faze inicijalnog rješavanja zadataka te po završetku faze korekcije odgovora. Analiziran je postotak odabranih točnih odgovora, postotak odabranih netočnih

odgovora te postotak uspješnosti izračunat kao omjer zbroja točno odabranih odgovora i broja netočnih odgovora koji nisu odabrani te ukupnog broja odgovora. Time su dobivene jedinstvene ljestvice za sva tri razreda. Deskriptivna statistika s prikazom postotaka točnih i netočnih odgovora te uspješnosti rješavanja zadataka na početku i kraju aktivnosti prikazana je u tablici 12. Pregled podataka ukazuje da su učenici nakon faze korekcije u prosjeku imali nešto manje netočnih odgovora (10.89%) nego nakon inicijalne faze (15.41%). S obzirom da su u prosjeku imali veći postotak točnih odgovora u inicijalnoj fazi (65.71%) nego na kraju faze korekcije odgovora (72.62%), uspješnost rješavanja zadataka na razini ispitanika je bila nešto bolja na kraju faze korekcije (83.76%) u odnosu na inicijalnu fazu (78.33%).

Tablica 12. Deskriptivna statistika s prikazom postotaka točni i netočnih odgovora te postotka uspješnosti rješavanja zadataka u fazi inicijalnog individualnog rada i nakon faze korekcije odgovora

	Medijan	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	N
Točni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%)	75.0000	65.7143	28.39606	63
Netočni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%)	10.0000	15.4100	19.22860	63
Uspješnost u fazi inicijalnog individualnog rada (%)	86.6700	78.3330	20.06362	63
Točni odgovori nakon faze korekcije (%)	75.0000	72.6190	27.01339	63
Netočni odgovori nakon faze korekcije (%)	8.3300	10.8862	12.98169	63
Uspješnost nakon faze korekcije (%)	87.5000	83.7568	16.66951	63

Analiza trajanja pojedinih faza aktivnosti (tablica 13) pokazuje da su učenici u prosjeku najviše vremena provodili u inicijalnoj fazi aktivnosti (84.97 sekundi) i otprilike podjednako vremena u fazi diskusije (33.51 sekundi) i fazi korekcije odgovora (29.78 sekundi). S obzirom da je postavljeno predviđeno vrijeme rada za svaku fazu bilo 5 minuta, može se uočiti kako su učenici u iduću fazu prelazili puno prije predviđenog trajanja za pojedinu fazu aktivnosti. Najveće odstupanje u trajanju faza između pojedinih učenika uočeno je za inicijalnu fazu aktivnosti (SD = 42.237) pri čemu je najkraće zabilježeno trajanje bilo 23 sekunde, a najduže 238 sekundi, odnosno 3 minute i 58 sekundi. Također, zanimljivo je da je najkraće vrijeme zadržavanja grupe u fazi diskusije bilo samo 4 sekunde. Ipak, u ovoj fazi učenici su se u prosjeku zadržavali 3.73 sekunde duže nego u fazi korekcije odgovora, ali čak 51.46 sekundi kraće nego u inicijalnoj fazi individualnog rada.

Tablica 13. Frekvencije trajanja pojedinih faza aktivnosti u sekundama

	Aritmetička sredina (sek.)	Standardna devijacija (sek.)	Min. (sek.)	Maks. (sek.)	N
Trajanje inicijalne faze individualnog rada	84.97	42.237	23	238	63
Trajanje faze diskusije	33.51	20.985	4	70	63
Trajanje faze korekcije odgovora	29.78	24.352	1	112	63

Kako bi se utvrdilo postoje li statistički značajne razlike između aritmetičkih sredina rezultata aktivnosti na podacima uzorka istraživanja (n = 63) provedena je procedura t-testa zavisnih

uzoraka prije faze diskusije, odnosno nakon inicijalnog individualnog rada, i poslije faze diskusije, odnosno nakon faze korekcije odgovora. Rezultati t-testa zavisnih uzoraka za tri para varijabli ukazali su na postojanje dvije statistički značajne razlike (tablica 14). Rezultati su pokazali statistički značajnu razliku između postotka odabranih točnih odgovora u fazi inicijalnog individualnog rada i postotka odabranih točnih odgovora nakon faze korekcije odgovora,  $t(62) = -2.010$ ,  $p = 0.049$ . Postotak ukupno odabranih točnih odgovora na kraju aktivnosti bio je za 6.9% (SD = 27.25963) veći u odnosu na početak aktivnosti. Također, statistički značajna razlika u rezultatima uočena je u mjeri uspješnosti rješavanja zadatka u fazi inicijalnog individualnog rješavanja i nakon faze korekcije odgovora,  $t(62) = -2.586$ ,  $p = 0.012$ . Uspješnost rješavanja zadataka u fazi korekcije odgovora bila je za 5.42% (SD = 16.64691) veća u odnosu na inicijalnu fazu individualnog rada. Iako su učenici imali 4.52% (SD = 18.91795) manje netočnih odgovora nakon faze diskusije, ovaj podatak ne može se interpretirati kao statistički značajan.

Tablica 14. Pregled izlaznih rezultata t-testa zavisnih uzoraka

	Razlika parova varijabli					Interval 95% pouzdanosti za razliku a. s.		Sig.
	Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Standardna pogreška a. s.	Donja granica	Gornja granica	t	df	Dvosmjerni test p
Točni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Točni odgovori nakon faze korekcije (%)	-6.90476	27.25963	3.43439	-13.77001	-0.03951	-2.010	62	0.049
Netočni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Netočni odgovori nakon faze korekcije (%)	4.52381	18.91795	2.38344	-0.24061	9.28823	1.898	62	0.062
Uspješnost u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Uspješnost nakon faze korekcije (%)	-5.42381	16.64691	2.09731	-9.61628	-1.23134	-2.586	62	0.012

Daljnjom analizom rezultata na razini različitih distribucija 1:m (tablica 11) primjenom procedure t-testa zavisnih uzoraka zapažena su određena značajna odstupanja u uspješnosti učenika na početku i na kraju aktivnosti (tablica 15). Statistički značajna razlika u aritmetičkoj sredini uočena je u rezultatima na početku i na kraju aktivnosti u distribuciji 1:2, odnosno prilikom rada u parovima. Ovi rezultati indiciraju da je rad u parovima rezultirao najvećom razlikom u rezultatima na početku i kraju aktivnosti u sve tri promatrane varijable. Radom u parovima, postotak odabranih točnih odgovora porastao je za statistički značajnih 13.86% [SD = 27.77168,  $t(21) = -2.341$ ,  $p = 0.029$ ]. Broj odabranih netočnih odgovora smanjio se za 12.05% [SD = 25.71173,  $t(21) = 2.197$ ,  $p = 0.039$ ], a ukupna uspješnost rješavanja zadataka porasla je za 12.95% [SD = 19.89012,  $t(21) = -3.055$ ,  $p = 0.006$ ]. Rad učenika u grupi od tri i grupi od

četiri učenika pokazuje pozitivan trend u ostvarenim rezultatima. Ipak, uočava se da su učenici koji su radili u grupi od četiri učenika bili manje uspješni na kraju aktivnosti nego na početku, odnosno rezultati ukazuju da su imali veći broj netočnih odgovora na kraju aktivnosti nego na početku. Ipak, navedeni rezultati ne mogu se smatrati statistički značajnima.

Tablica 15. Pregled izlaznih rezultata t-testa zavisni uzoraka na razini različitih distribucija 1:m

1:m		Razlika parova varijabli						Sig.	
		Aritmetička sredina	Standardna devijacija	Standardna pogreška a. s.	Interval 95% pouzdanosti za razliku a. s.		t	df	Dvosmjerni test p
					Donja granica	Gornja granica			
1:2	Točni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Točni odgovori nakon faze korekcije (%)	-13.86364	27.77168	5.92094	-26.17691	-1.55036	-2.341	21	0.029
	Netočni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Netočni odgovori nakon faze korekcije (%)	12.04545	25.71173	5.48176	0.64551	23.44540	2.197	21	0.039
	Uspješnost u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Uspješnost nakon faze korekcije (%)	-12.95455	19.89012	4.24059	-21.77333	-4.13576	-3.055	21	0.006
1:3	Točni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Točni odgovori nakon faze korekcije (%)	-7.38095	18.54852	4.04762	-15.82414	1.06223	-1.824	20	0.083
	Netočni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Netočni odgovori nakon faze korekcije (%)	2.14286	12.04901	2.62931	-3.34179	7.62750	0.815	20	0.425
	Uspješnost u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Uspješnost nakon faze korekcije (%)	-3.89048	10.26527	2.24007	-8.56317	0.78222	-1.737	20	0.098
1:4	Točni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Točni odgovori nakon faze korekcije (%)	1.25000	32.92236	7.36166	-14.15814	16.65814	0.170	19	0.867
	Netočni odgovori u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Netočni odgovori nakon faze korekcije (%)	-1.25000	13.32220	2.97893	-7.48498	4.98498	-0.420	19	0.679
	Uspješnost u fazi inicijalnog individualnog rada (%) - Uspješnost nakon faze korekcije (%)	1.25000	15.52269	3.47098	-6.01484	8.51484	0.360	19	0.723

#### 8.4.2. Analiza samoprocjene rada u grupi

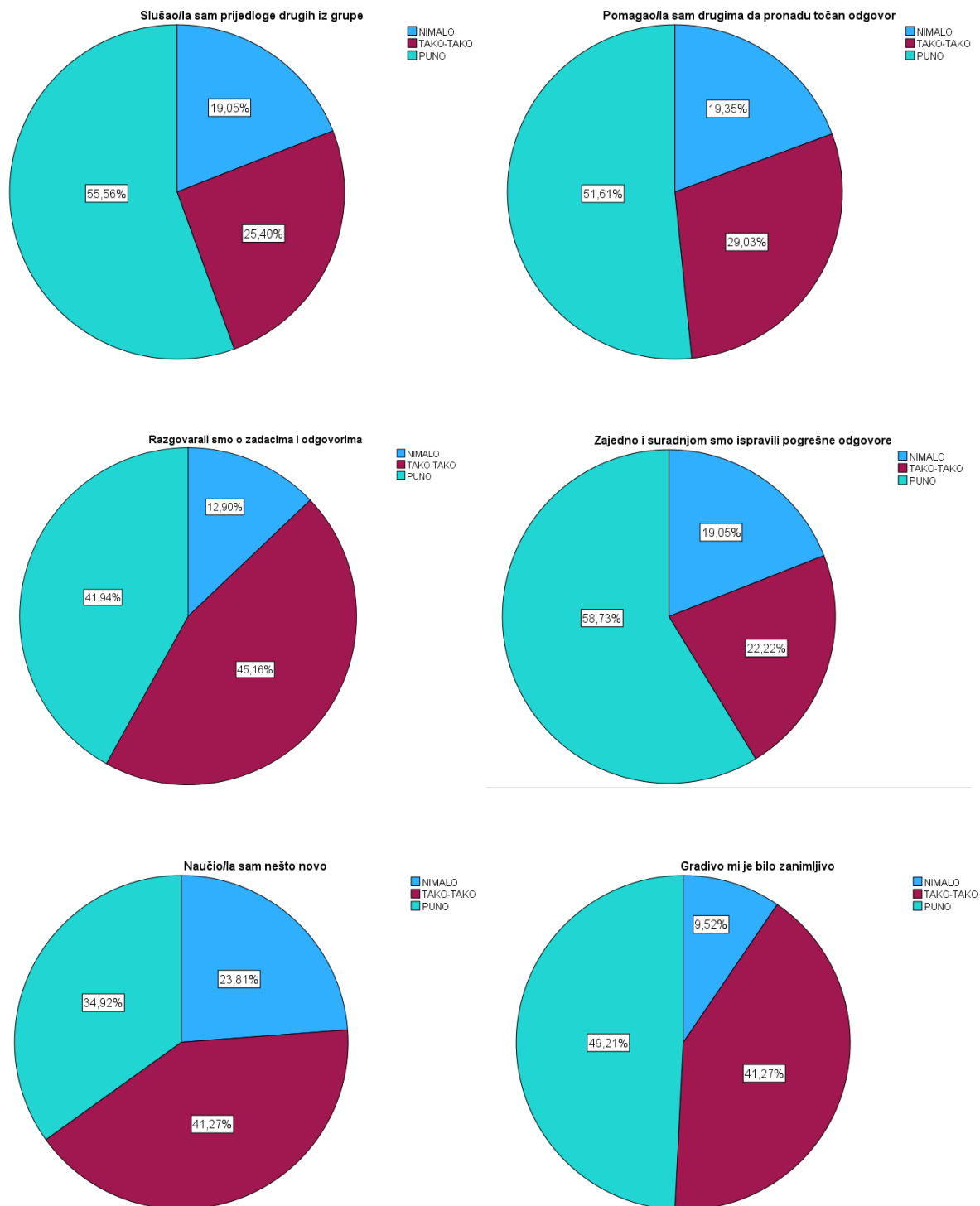
Kako bi se utvrdilo jesu li učenici komunicirali i surađivali prilikom dijeljenja jednog uređaja te da li smatraju da su pritom stekli novo znanje, analizirani su rezultati anonimne ankete

Likertovog tipa sa skalom od tri stupnja. Obradeni su prikupljeni odgovori učenika na upitnik samoprocjene po završetku aktivnosti analiziranih u poglavlju 8.4.1, odnosno odgovori na upitnike prikupljene nakon provedbe aktivnosti uključenih u analizu rezultata rješavanja zadataka (tablica 9). Prilikom inicijalne obrade podataka uočeno je da jedan učenik nije odgovorio na dvije postavljene tvrdnje te su odgovori tog učenika u analizu uključeni parcijalno (tablica 16).

Tablica 16. Statistika prikupljenih odgovora putem anonimnog upitnika

N		Slušao/la sam prijedloge drugih iz grupe	Pomagao/la sam drugima da pronađu točan odgovor	Razgovarali smo o zadacima i odgovorima	Zajedno i suradnjom smo ispravili pogrešne odgovore	Naučio/la sam nešto novo	Gradivo mi je bilo zanimljivo
	Valjani odgovori	63	62	62	63	63	63
	Odgovori koji nedostaju	0	1	1	0	0	0

Analiza odgovora na upitnik ocjene rada u grupi (slika 52) pokazala je da je otprilike isti postotak učenika izjavio da nisu slušali prijedloge drugih iz grupe (19.05%) ili da nisu pomagali drugima da pronađu točan odgovor (19.35%). Navedeni rezultati podudaraju se s postotkom učenika koji su u upitniku izjavili da unutar grupe nije bilo razgovora o zadacima i mogućim odgovorima (12.90%) te da nisu zajedno ispravljali pogrešne odgovore (19.05%). Prema tome rezultati indiciraju da je većina učenika slušala prijedloge drugih iz grupe (80.96%) od čega je 55.56% učenika zaokružilo sretnog Smješka za tvrdnju „Slušao/la sam prijedloge drugih iz grupe“. Također, većina učenika pomagala je drugima da pronađu točan odgovor (80.64%) od čega je njih 51.61% zaokružilo sretnog Smješka za tvrdnju „Pomagao/la sam drugima da pronađu točan odgovor.“. Nešto manje od polovice učenika (41.94%) izjavilo je da se unutar grupe puno razgovaralo o postavljenim zadacima i odgovorima, a nešto više od polovice učenika (58.73%) složilo se s tvrdnjom da su zajedno i suradnjom ispravili pogrešne odgovore. Većini učenika gradivo je bilo osrednje (41.27%) do jako (49.21%) zanimljivo, a 23.81% ih smatra da nisu naučili nešto novo ili je na tu tvrdnju odgovorilo neutralnim Smješkom (41.27%).



Slika 52. Grafikoni s prikazom statistike odgovora na tvrdnje upitnika ocjene rada u grupi

Kako bi se ispitaio stupanj, odnosno smjer i snaga, linearne povezanosti tvrdnji ispitivanih upitnikom provedena je korelacijska analiza. Treba naglasiti da se procedurom korelacijske analize ne utvrđuje utjecaj jedne varijable na drugu nego se utvrđuje postojanje korelacije. Rezultati analize prikazani su u tablici 17 te je na temelju izračuna statističke značajnosti i Pearsonova koeficijenta korelacije  $r$  vidljivo da postoji statistički značajna slaba do umjerena

pozitivna povezanost između skoro svih ispitanih parova tvrdnji. Odnosno, ukoliko se vrijednost jedne varijable povećava ili smanjuje, povećava se ili smanjuje i vrijednost druge varijable.

Tablica 17. Pearsonova korelacijska analiza rezultata na postavljene tvrdnje upitnika ocjene rada u grupi

		Pomagao/la sam drugima da pronađu točan odgovor	Razgovarali smo o zadacima i odgovorima	Zajedno i suradnjom smo ispravili pogrešne odgovore	Naučio/la sam nešto novo	Gradivo mi je bilo zanimljivo
Slušao/la sam prijedloge drugih iz grupe	r	0.420**	0.561**	0.666**	0.440**	0.182
	Sig. (dvosmjerni)	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.154
	N	62	62	63	63	63
Pomagao/la sam drugima da pronađu točan odgovor	r		0.493**	0.453**	0.276*	0.261*
	Sig. (dvosmjerni)		< 0.001	< 0.001	0.030	0.041
	N		62	62	62	62
Razgovarali smo o zadacima i odgovorima	r			0.600**	0.384**	0.182
	Sig. (dvosmjerni)			< 0.001	0.002	0.158
	N			62	62	62
Zajedno i suradnjom smo ispravili pogrešne odgovore	r				0.431**	0.187
	Sig. (dvosmjerni)				< 0.001	0.142
	N				63	63
Naučio/la sam nešto novo	r					0.422**
	Sig. (dvosmjerni)					< 0.001
	N					63

\*\* Korelacija je statistički značajna na razini 0.01 (dvosmjerno).

\* Korelacija je statistički značajna na razini 0.05 (dvosmjerno).

Osim obaveznog odgovaranja na postavljene tvrdnje u upitniku učenici su imali i mogućnost dodatno navesti što im se sviđjelo, a što nije, tijekom aktivnosti.

Dvoje učenika drugog razreda specifično je navelo „Sviđjelo mi se što smo surađivali.“ te je sve stavke u upitniku ocijenilo sretnim Smješkom. Neki učenici naveli su da im se sviđjela težina zadataka i gradivo. Primjerice, jedan učenik napisao je „Sviđjelo mi se kako sam znao iz zračnog prometa.“, drugi „Gradivo mi se sviđjelo.“, treći je napisao da mu se sviđjelo to „Što sam dobio vodeni promet.“, a četvrti „Što je bilo lagano.“. Jedna učenica napisala je da joj se rad u grupi sviđio jer je bilo zabavno. Također, dvoje učenika istaknulo je da im se rad sviđio „Zato jer smo bili na tabletu.“ i općenito da su im se sviđjeli „Tableti i pitanja.“. S druge strane, jedan učenik kao razlog što mu se rad u grupi na tabletu nije sviđio naveo je „To što moram raditi s učenikom\_1 i učenikom\_2.“, a drugi učenik naveo je „Vrijeme mi se nije sviđjelo.“.

Dodatni odgovori učenika trećeg razreda nisu bili brojni te je samo troje učenika komentiralo što im se sviđjelo, a što nije. Tako je jedan učenik napisao „Bilo je zabavno.“, ali „Nije mi se sviđjelo što je bila priroda i društvo. I zato što sam bio s učenikom\_3.“. Drugi učenik dao je općeniti komentar „Sve mi se sviđjelo.“, a treći je napisao da mu se nije sviđjelo to što je bilo „Jako malo zadataka.“



Četiri učenika četvrtog razreda komentiralo je da im se sve sviđjelo, dvoje učenika eksplicitno je navelo da im se sviđjelo to što su radili na tabletima, dvoje učenika je navelo da im se sviđjelo gradivo, a jedan učenik je napisao da mu se sviđjelo to „Što smo surađivali.“. S druge strane, jedan učenik napisao je „Većinu toga. Jer nismo pobijedili.“ kao napomenu što mu se nije sviđjelo, a drugi „To što sam se zbunila i sad me to zbunjuje.“.

Dodatno je analizirano postoje li grupe učenika u kojima su svi učenici nakon inicijalne faze individualnog rada odabrali sve točne odgovore i niti jedan netočan odgovor kako bi se utvrdio stupanj utjecaja na tvrdnju „Zajedno i suradnjom smo ispravili pogrešne odgovore“. Naime, dizajnom aktivnosti predviđeno je da se faza diskusije i faza korekcije odgovora ne provode ukoliko je stopa uspješnosti nakon inicijalne faze individualnog rada za sve učenike u grupi maksimalna. U slučaju da postoje takve grupe učenika njihov odgovor na navedenu tvrdnju mogao bi biti pristran. Međutim, analiza rezultata pokazala je da niti jedna grupa u inicijalnoj fazi nije imala stopostotnu uspješnost u rješavanju zadataka.

#### 8.4.3. Analiza interakcije učenika tijekom rada u grupi na tabletu

Osim analize kvantitativnih podataka iz posljednjih intervencija u svakom razredu, pregledano je ukupno 47 minuta video zapisa rada u grupama kako bi se stekao dublji uvid u proces rada u grupi u distribuciji 1:m te utvrdilo dolazi li do konstruktivnog diskursa među članovima grupe, odnosno dolazi li do suradnje. S obzirom da je tijekom jedne intervencije sniman manji broj grupa (jedna do dvije grupe ovisno o kompoziciji), odlučeno je da u analizu interakcije učenika tijekom rada u grupi na tabletu budu uključeni su svi video zapisi osim onih iz prve intervencije (tablica 9). Dakle, u analizu video zapisa uključen je samo dio učenika ( $n = 19$ ), a pregledani su video zapisi ukupno 7 radnih grupa, odnosno 2 para, 3 grupe sastavljene od tri učenika te 2 grupe od četiri učenika (tablica 18).

Tablica 18. Pregled karakteristika grupa uključenih u analizu video zapisa

Razred	Oznaka intervencije	Kompozicija grupe	Spol učenika	
			Ženski	Muški
2. razred	2-2-4	3	1	2
2. razred	2-2-5	4	4	0
3. razred	3-2-7	2	2	0
3. razred	3-2-7	2	1	1
3. razred	3-3-8	4	1	3
4. razred	4-2-10	3	0	3
4. razred	4-2-11	3	3	0
Ukupno			12	9

Pregledom video zapisa uočeni su sljedeći obrasci koji su se pojavljivali u svakoj promatranoj grupi:

- u fazi inicijalnog individualnog rada učenici su uglavnom bili fokusirani na samostalno rješavanje zadatka s povremenom interakcijom s drugim članovima grupe ili bez izražene međusobne interakcije,
- ukoliko bi ranije završili s prvom fazom aktivnosti učenici bi čekali ostale da završe bez izražene namjere da im pomognu ili da sa njima diskutiraju o zadacima i odgovorima,
- kod većine grupa faza diskusije s prikazom diskutabilnih odgovora trajala je kratko (manje od 15 sekundi) te nije uočena aktivna diskusija o zadacima i odgovorima, i
- aktivna diskusija među svim članovima ili dijelom članova grupe uočena je tijekom faze korekcije odgovora.

Dodatno:

- u fazi diskusije uočen je manji broj interakcija učenika (1 od 19 učenika) sa segmentom zaslona drugog učenika, a s ciljem potvrde suglasnosti za prijelaz u sljedeću fazu aktivnosti, i
- u fazi korekcije odgovora uočen je manji broj kraćih (1 do 2 sekunde) interakcija učenika sa segmentom drugog učenika (2 od 19 učenika), a s ciljem korekcije odgovora.

Neovisno o kompoziciji grupe, odnosno o distribuciji 1:m, na početku aktivnosti u fazi inicijalnog individualnog rada uočeno je da se učenici većinu vremena fokusiraju na svoj segment zaslona uređaja i njima postavljeni zadatak. Također, uočeno je da su učenici koji su s prvom fazom završili prije ostalih učenika iz grupe uglavnom čekali ostale da završe bez namjere da im pomognu da riješe zadatak. Uočeno je da se učenici u fazi predviđenoj za diskusiju diskutabilnih odgovora na razini grupe zadržavaju iznimno kratko (prema analiziranim video zapisima u ovoj fazi zadržavali su se u prosjeku do 15 sekundi) i da im ona služi kako bi vidjeli koji odgovori su označeni kao diskutabilni fokusirajući se pritom najviše na svoj segment zaslona. Iako je u ovoj fazi interakcija sa sučeljem bila onemogućena, većina učenika htjela je korigirati odgovore već u ovoj fazi te je nekim učenicima i dalje bilo nejasno zašto to ne mogu napraviti, bez obzira što aplikaciju nisu upotrebljavali prvi put i iako im je bilo naglašeno da u toj fazi ne mogu mijenjati odgovore. Dakle, uočeno je kako je većina učenika htjela što prije prijeći u iduću fazu, odnosno fazu korekcije u kojoj mogu mijenjati odgovore. U toj fazi uočeno je i znatno povećanje pojave konstruktivne interakcije među članovima grupe u pogledu aktivne diskusije o tome koji odgovor pripada kojem pitanju,

odnosno zadatku pojedinog učenika iz grupe, traženja pomoći od ostalih članova te pomaganja drugima prije i nakon što su predali svoj dio zadatka. Također, uočene su i dvije situacije u kojima su dva različita učenika radila na segmentu zaslona koji nije njihov s nastojanjem da kao grupa riješe sve zadatke. Opisana zapažanja predložena su video isječcima iz prikupljenih video zapisa (slika 53, slika 54, slika 55, slika 56 i slika 57).

U jednoj grupi u četvrtom razredu (slika 56) tijekom faze korekcije odgovora uočena je situacija u kojoj dvoje od troje učenika iz grupe aktivno raspravlja o točnosti odgovora i zadacima, ali bez postizanja konsenzusa oko odgovora što upućuje na važnost pravovremenog usmjeravanja učenika s ciljem postizanja predviđenih ishoda aktivnosti.



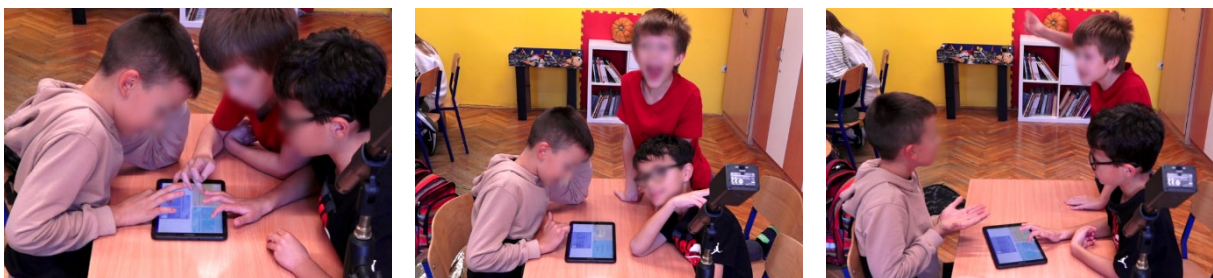
*Slika 53. Primjer rada grupe od četiri učenice iz 2. razreda tijekom intervencije 2-2-5: učenici su fokusirani na samostalno rješavanje u inicijalnoj fazi (lijevo), rasprava o nepoznatim pojmovima i odgovorima u inicijalnoj fazi (sredina) i dvije učenice koje su završile s fazom korekcije pomažu ostalim učenicama (desno)*



*Slika 54. Primjer rada para iz 3. razreda tijekom intervencije 3-2-7: izražen individualni rad na početku aktivnosti (gore lijevo), jedan učenik čeka drugu učenicu da završi prvu fazu (gore sredina), učenici raspravljaju prije faze diskusije (gore lijevo), učenici pokušavaju korigirati odgovore u fazi diskusije (dolje lijevo), učenica radi na segmentu drugog učenika u fazi korekcije (dolje sredina) i učenici korigiraju odgovore na svom segmentu u fazi korekcije (dolje desno)*



*Slika 55. Primjer rada grupe od 4 učenika iz 3. razreda tijekom intervencije 3-2-8: učenici međusobno komentiraju pojedinačne zadatke u fazi inicijalnog rada (lijevo), učenici pregledavaju pogrešne odgovore u fazi diskusije te učenica odabire gumb suglasnosti na segmentu drugog učenika (sredina) i dvoje učenika koji su završili s fazom korekcije diskutiraju s trećim učenikom o odgovorima vezanim uz njegov zadatak (desno)*



*Slika 56. Primjer rada grupe od tri učenika iz 4. razreda tijekom intervencije 4-2-10: individualni rad učenika tijekom prve faze uz razmišljanje naglas (lijevo), dvoje učenika čeka trećeg učenika da završi rad u prvoj fazi (sredina) i dvoje učenika u aktivnoj raspravi tijekom faze korekcije (desno)*



*Slika 57. Primjer rada grupe od tri učenice iz 4. razreda tijekom intervencije 4-2-11: individualni rad učenica tijekom prve faze uz povremeno komentiranje zadataka (lijevo), brzi pregled odgovora bez konstruktivne rasprave u fazi diskusije (sredina) i aktivno diskutiranje u fazi korekcije (desno)*

## 8.5. Diskusija rezultata

U ovom poglavlju provedena je diskusija rezultata istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu podrške suradničkom učenju.

U sklopu istraživanja u trajanju od dva mjeseca organizirano je ukupno 11 različitih aktivnosti kroz 8 vremenski odvojenih intervencija u 5 različitih razrednih odjela u sklopu regularne razredne nastave u jednoj osnovnoj školi. Pritom su obrazovne lekcije pokrivala pitanja iz područja matematike, prirode i društva i hrvatskog jezika, a odgovori na pitanja bili su u formatu teksta ili slike. Učenici su radili u različitim kompozicijama 1:m ovisno o definiranom sadržaju obrazovne lekcije (broju zadataka), broju raspoloživih uređaja (na raspolaganju u sklopu istraživanja bilo je 8 tableta) i broju prisutnih učenika na dan intervencije. Prema navedenom i prikazanim rezultatima, provedeno istraživanje pokazalo je da je moguća organizacija i provedba aktivnosti neovisno o području podučavanja te ovisno o broju raspoloživih uređaja i broju prisutnih učenika. U tom aspektu potvrđena je postavljena hipoteza H2, odnosno da je unaprjeđenje organizacije i provedbe suradničkih obrazovnih aktivnosti moguće podjelom radne površine mobilnog uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir.

Kako bi se odgovorilo na drugo istraživačko pitanje postoji li statistički značajna razlika u rezultatima učenika na početku aktivnosti i na kraju osmišljene suradničke aktivnosti, analizirani su prikupljeni podaci uspješnosti rješavanja zadatka na tabletu. Rezultati su pokazali statistički značajne pozitivne razlike u rezultatima na početku i na kraju aktivnosti, odnosno u fazi inicijalnog individualnog rada i na kraju faze korekcije odgovora. Ovi rezultati mogu indicirati da su definirani model podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir opisan u poglavlju 4 i osmišljeni proces suradničke aktivnosti opisan u poglavlju 5 doveli do kvantitativne promjene u rezultatima učenika. U tom aspektu potvrđena je postavljena hipoteza H2, odnosno da je došlo do unaprjeđenja organizacije i provedbe suradničkih obrazovnih aktivnosti primjenom modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir.

Međutim, treba uzeti u obzir da je do pozitivne promjene u rezultatima moglo doći i zbog samostalnog promišljanja pojedinca nakon uvida u moguće pogrešne odgovore u fazi diskusije. Ipak, analiza video zapisa ukazuje na to da je tijekom faze korekcije odgovora između članova grupe dolazilo do konstruktivne diskusije o postavljenim zadacima i odgovorima. Predlaže se provedba daljnjeg iscrpnijeg istraživanja s fokusom na video dokumentiranje provedbe aktivnosti u izdvojenim kontroliranim uvjetima i nad većim brojem ispitanika. S obzirom da je utjecaj vokalne interferencije ostalih učenika iz razreda bio previsok da se iz prikupljenih video zapisa izdvoje egzaktni transkripti diskursa učenika iz grupe, predlaže se provedba istraživanja u kojima će promatrana suradnička grupa biti izdvojena od ostatka razreda kako bi se smanjili vanjski utjecaji na kvalitetu video zapisa (buka u razredu, utjecaj svjetla na kadar i slično).



Nadalje, rezultati istraživanja pokazali su da su parovi učenika zadatke rješavali s najvećom i statistički značajnom razlikom u uspješnosti na početku i na kraju aktivnosti u usporedbi s ostalim distribucijama 1:m. Ipak, iako je sustav konceptualno osmišljen da se u svrhu provođenja aktivnosti na tabletima prilagodi zatečenom stanju u učionici ovisno o broju dostupnih uređaja i prisutnih učenika, predlažu se daljnja istraživanja primjene predloženog modela podjele radne površine zaslona mobilnog uređaja i osmišljenog procesa suradničke aktivnosti izdvajanjem i analiziranjem različitih distribucija uređaja 1:m kako bi se istražila korelacija pojedine kompozicije na uspješnost rješavanja zadataka.

Rezultati podataka prikupljenih kroz razvijenu programsku podršku pokazali su da dolazi do pozitivne promjene u uspješnosti rješavanja zadataka na početku i na kraju aktivnosti te ukazuju na mogućnost da je ona uzrokovana međusobnom suradnjom članova grupe. Međutim, sam rad u grupi ne jamči bolje rezultate jer na kvalitetu suradnje utječu psihološki procesi i socijalna interakcija između članova grupe. Stoga je zbog kompleksnosti procesa nemoguće potvrditi povezanost uspjeha i suradnje isključivo temeljem prikupljenih kvantitativnih podataka preko tablet računala. Prema Dillenbourgu [22] suradničko učenje je situacija u kojoj učenici međusobno komuniciraju te se ističe nekoliko kriterija koji definiraju suradničku interakciju: interaktivnost, sinkronu komunikaciju i pregovaranje. Pritom stupanj interakcije između korisnika nije određen frekvencijom interakcija nego mjerom koliko te interakcije utječu na kognitivni proces članova grupe. Ipak, Dillenbourg naglašava da je stupanj isprepletenosti rasuđivanja i interakcije teško operativno definirati. Nadalje, obilježje suradničke interakcije je da se odvija sinkrono te da u odnosu između sudionika nije izražena hijerarhija nego da svaka tvrdnja treba biti argumentirana, a ne nametnuta. Stoga, kako bi se utvrdilo dolazi li do interakcije između učenika tijekom procesa suradničke aktivnosti te kako je ona okarakterizirana, uz kvantitativne podatke prikupljene preko tableta analizirani su i odgovori prikupljeni putem anonimnog upitnika ocjene rada u grupi te video zapisi rada pojedinih grupa.

Većina učenika u anonimnom upitniku izjavila je da je slušala savjete drugih ili da je pomagala drugima da pronađu točan odgovor, a polovica ispitanika navela je kako se unutar grupe puno razgovaralo i da su zajedno i suradnjom ispravili pogrešne odgovore. Ovi rezultati indiciraju postojanje interakcije između članova radne skupine. Ipak, u obzir treba uzeti pristranost učenika prilikom odgovaranja na pojedine tvrdnje s obzirom da su odgovori bazirani na samoprocjeni. Također, s obzirom da je upitnik bio anonimniji nemoguće je povući korelaciju s ostvarenim uspjehom i video zapisima provedenih aktivnosti.

Dodatno, slično kao i u istraživanju primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti neobavezni komentari učenika napisani u upitniku sugeriraju da na zadovoljstvo i angažman učenika u grupi utječu mnogi faktori, primjerice s kime rade u grupi, kakva su njihova postignuća iz predmeta i gradiva koje se obrađuje u sklopu zadatka te drugi čimbenici.

Video zapisi analizirani su s ciljem nadopune kvantitativnih rezultata te pružanja dubljeg uvida u prirodu interakcije među učenicima. Pritom je uočeno da su učenici uglavnom radili samostalno tijekom inicijalne faze aktivnosti. U fazi predviđenoj za diskusiju zadržavali su se kratko i uglavnom bez interakcije i diskusije po pitanju zašto su pojedini odgovori označeni kao diskutabilni. Također, u ovoj fazi uočeno je da učenici žele modificirati odgovore no međutim to nije bilo predviđeno osmišljenim modelom interakcije i procesom aktivnosti. Ipak, s obzirom da je opaženo kako su učenici u svim promatranim grupama tijekom faze korekcije odgovora diskutirali o postavljenim zadacima i odgovorima, pretpostavlja se da se sličan proces odvijao i u ostalim grupama koje nisu bile snimane. Ova zapažanja indiciraju kako je između sudionika dolazilo do suradničke interakcije, ponajviše tijekom faze korekcije odgovora.

Primjena razvijene programske podrške, konkretno klijentske mobilne aplikacije, ukazala je na moguća poboljšanja osmišljenog procesa suradničke aktivnosti opisanog u poglavlju 5. Primjerice, suprotno očekivanome učenici su se u fazi predviđenoj za diskusiju rezultata zadržavali kratko (u prosjeku oko pola minute), a analiza video zapisa pokazala je da u toj fazi među učenicima najčešće nije dolazilo do diskusije o postavljenim zadacima i odgovorima. Dodatno, uočeno je da su učenici očekivali da u ovoj fazi mogu korigirati odgovore koje aplikacija prikazuje kao diskutabilne te su nastojali prijeći u fazu korekcije u kojoj mogu mijenjati odgovore. Prema uočenoj, predlaže se modifikacija modela interakcije spajanjem faza diskusije i korekcije odgovora te daljnji razvoj predloženog procesa suradničke aktivnosti kroz dizajn vođen istraživanjem (engl. *design based research*) [54].

Također, iako je kroz mobilnu aplikaciju bio implementiran slijed ekrana s uputama za rad u svakoj pojedinoj fazi, predlaže se unaprjeđenje scenarija usmjeravanja učenika kroz proces aktivnosti i načina poticanja učenika na aktivnu interakciju s ciljem smanjenja razlike u obrazovnim ishodima pojedinaca unutar grupe. Generalno, u CSCL-u proces usmjeravanja smatra se iznimno važnim doprinosom uspjehu suradničkog učenja te se može implementirati na različite načine [55], [56]. Također, predlaže se provedba istraživanja primjene osmišljenog procesa suradničke aktivnosti među ispitanicima različite dobi kako bi se utvrdile razlike u

percepciji i prirodi interakcije prema definiranom procesu aktivnosti ovisno o dobi učenika te definirale smjernice daljnjeg razvoja.



## 9. ZAKLJUČAK

U doktorskoj disertaciji predložen je inovativni model podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih cjelina u svrhu simultane primjene grupe kolociranih korisnika za provođenje nezavisnih individualnih obrazovnih aktivnosti i suradničkog učenja. Glavni motiv za provedbu istraživanja prikazanog u radu bila je pretpostavka da predloženi model može podržati provedbu individualnih digitalnih obrazovnih aktivnosti u okruženjima s ograničenim financijskim mogućnostima ili nedostatkom raspoloživih tehnoloških resursa. Istraživanje je vođeno hipotezom da ne postoji statistički značajna razlika u rezultatima učenika koji rješava sličan skup zadataka u distribuciji 1:1 i u distribuciji 1:m s implementiranom značajkom podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih cjelina. Nadalje, drugi dio istraživanja prikazan u radu vođen je hipotezom da je primjenom osmišljenog modela podjele radne površine mobilnoga uređaja moguće unaprjeđenje organizacije i provedbe suradničkih obrazovnih aktivnosti grupe kolociranih učenika.

U početnim poglavljima rada dan je kraći teorijski pregled područja računalom podržanog učenja s osvrtom na domene mobilnog i računalom podržanog suradničkog učenje. Analizirane su moguće distribucije i način rada s uređajima tijekom suradničke aktivnosti. Opisane su sistemski implementirane mogućnosti podjele zaslona i primjeri upotrebe na dva najzastupljenija operacijska sustava na mobilnim uređajima, Androidu i iOS-u. Nadalje, prikazani su postojeći višekorisnički sustavi u obrazovanju koji koriste princip podjele zaslona jednog uređaja na više nezavisnih cjelina, s naglaskom na klasifikaciju prema korištenoj tehnologiji, uređaju te podršci različitim pristupima učenju.

Predložen je i opisan model podjele radne površine na više nezavisnih cjelina primjenjiv na mobilnom uređaju sa zaslonom osjetljivim na dodir te proces suradničke aktivnosti prilagođen predloženom modelu. Definirani model temelji se na upotrebi većih prijenosnih uređaja, odnosno tablet računala. Nadalje, predložen je i opisan model višekorisničkog sustava zasnovan na modelu podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih radnih cjelina i osmišljenom procesu suradničke aktivnosti.

U cilju verifikacije postavljenih hipoteza istraživanja, razvijena su dva neovisna prototipa prilagođene programske podrške te primijenjena u nizu intervencija koje su uključivale učenike prva četiri razreda osnovne škole. Jedan prototip razvijen je kao iPad mobilna aplikacija za

podršku provedbi neovisnih individualnih aktivnosti kolociranih učenika koji dijele jedan uređaj, dok se drugi prototip koristio za podršku organizaciji i provedbi suradničke aktivnosti.

Istraživanje primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti potvrdilo je postavljenu hipotezu istraživanja da nema statistički značajne razlike u uspješnosti rješavanja zadataka i percipiranom zadovoljstvu kada učenik radi sam na tabletu i kada sličan skup zadataka rješava dijeleći uređaj s jednim ili više učenika. Odnosno, rezultati istraživanja ukazuju da rad u grupi s tabletom primjenom modela podjele zaslona na manje neovisne segmente može biti jednako učinkovit kao i način rada u distribuciji 1:1. Međutim, budući da je istraživanje provedeno kombiniranjem manjeg broja različitih distribucija 1:m predlaže se detaljnije ispitivanje učinka različitih omjera broja uređaja i učenika na uspjeh i percipirano zadovoljstvo učenika. Dodatno, s obzirom da rezultati istraživanja proizlaze iz aktivnosti rješavanja zadataka iz matematike u nižim razredima osnovne škole, predlažu se da buduća istraživanja primjene osmišljenog modela podijele zaslona u različitim obrazovnim kontekstima, kao što su drugi predmeti i viši razredi.

Istraživanje primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu podrške suradničkom učenju ukazuje na mogućnosti primjene osmišljenog modela u kontekstu podrške grupnom radu. Rezultati istraživanja ukazuju da je unaprjeđenje organizacije i provedbe suradničkih obrazovnih aktivnosti moguće podjelom radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir, da postoje statistički značajne pozitivne razlike u rezultatima na početku i na kraju aktivnosti te da pritom dolazi do pozitivne interakcije i suradnje između članova radne skupine. Međutim, temeljem zapažanja prilikom analize interakcije učenika s razvijenom prototipom mobilne aplikacije predlaže se modifikacija modela interakcije te daljnji razvoj osmišljenog procesa suradničke aktivnosti kroz dizajn vođen istraživanjem. Također, s obzirom da je istraživanje provedeno s grupom ispitanika rane osnovnoškolske razine, predlaže se provedba istraživanja primjene osmišljenog procesa suradničke aktivnosti među ispitanicima starije dobi kako bi se utvrdile razlike u percepciji i prirodi interakcije prema definiranom procesu aktivnosti ovisno o dobi učenika te definirale smjernice daljnjeg razvoja.

## 10. LITERATURA

- [1] K. N. Chee, N. Yahaya, N. Ibrahim, and M. Hasan, "Review of mobile learning trends 2010-2015: A meta analysis," *Educational Technology & Society*, vol. 20, pp. 113–126, Apr. 2017.
- [2] T. Talan, "The effect of mobile learning on learning performance: A meta-analysis study," *Educational Sciences: Theory & Practice*, vol. 20, pp. 79–103, Jan. 2020, doi: 10.12738/jestp.2020.1.006.
- [3] Y.-T. Sung, J.-M. Yang, and H.-Y. Lee, "The effects of mobile-computer-supported collaborative learning: Meta-analysis and critical synthesis," *Rev Educ Res*, vol. 87, no. 4, pp. 768–805, Apr. 2017, doi: 10.3102/0034654317704307.
- [4] J. Richardson, S. Mcleod, K. Flora, N. Sauers, S. Kannan, and M. Sincar, "Large-scale 1:1 computing initiatives: An open access database," *The International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology*, vol. 9, pp. 4–18, Jul. 2013.
- [5] A. Balanskat, D. Bannister, B. Hertz, E. Sigillò, and R. Vuorikari, "Overview and analysis of 1:1 learning initiatives in Europe," Luxembourg, Jul. 2013. doi: 10.2791/20333.
- [6] M. Čarapina and I. Botički, "Technology trends in mobile computer supported collaborative learning in elementary education from 2009 to 2014," in *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile Learning 2015*, Madeira, Portugal: IADIS Press, 2015, pp. 139–143.
- [7] C. Buabeng-Andoh, "Factors influencing teachers' adoption and integration of information and communication technology into teaching: A review of the literature," *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, vol. 8, pp. 136–155, Jan. 2012.
- [8] C. Gray and L. Lewis, "Use of educational technology for instruction in public schools: 2019–20," Nov. 2021. [Online]. Available: <https://nces.ed.gov/pubs2021/2021017.pdf>
- [9] European Commission, "2nd Survey of Schools: ICT in Education," 2019. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/euodp/data/storage/f/2019-03-19T084831/FinalreportObjective1-BenchmarkprogressinICTinschools.pdf>
- [10] A. Tolmie *et al.*, "Social effects of collaborative learning in primary schools," *Learn Instr*, vol. 20, pp. 177–191, Jun. 2010, doi: 10.1016/j.learninstruc.2009.01.005.

- [11] M. A. Veldman, S. Doolaard, R. J. Bosker, and T. A. B. Snijders, “Young children working together. Cooperative learning effects on group work of children in Grade 1 of primary education,” *Learn Instr*, vol. 67, p. 101308, 2020.
- [12] R. M. Gillies and A. F. Ashman, “Teaching collaborative skills to primary school children in classroom-based work groups,” *Learn Instr*, vol. 6, no. 3, pp. 187–200, 1996, doi: [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(96\)00002-3](https://doi.org/10.1016/0959-4752(96)00002-3).
- [13] X. Wang and T. Wang, “The mutability of pedagogical practice and space use: a case study of collaborative learning and classroom space in a Chinese primary school,” *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, vol. 52, no. 5, pp. 729–747, Jul. 2022, doi: 10.1080/03057925.2020.1811640.
- [14] H. Le, J. Janssen, and T. Wubbels, “Collaborative learning practices: teacher and student perceived obstacles to effective student collaboration,” *Cambridge Journal of Education*, vol. 48, pp. 1–20, Jan. 2017, doi: 10.1080/0305764X.2016.1259389.
- [15] S. Bayne, “What’s the matter with ‘technology-enhanced learning’?,” *Learn Media Technol*, vol. 40, no. 1, pp. 5–20, Jan. 2015, doi: 10.1080/17439884.2014.915851.
- [16] A. Kirkwood and L. Price, “Technology-enhanced learning and teaching in higher education: what is ‘enhanced’ and how do we know? A critical literature review,” *Learn Media Technol*, vol. 39, no. 1, pp. 6–36, Jan. 2014, doi: 10.1080/17439884.2013.770404.
- [17] V. Ahmed and A. Opoku, “Technology supported learning and pedagogy in times of crisis: the case of COVID-19 pandemic,” *Educ Inf Technol (Dordr)*, vol. 27, no. 1, pp. 365–405, 2022, doi: 10.1007/s10639-021-10706-w.
- [18] M. Prensky, *EMPOWERED!: Re-framing ‘Growing Up’ for a New Age*. EAI Press, 2022.
- [19] C. Quinn, “mLearning: Mobile, Wireless, In-Your- Pocket Learning,” Jul. 2001.
- [20] C. O’Malley, G. Vavoula, J. Glew, M. Sharples, and P. Lefrere, “Guidelines for learning/teaching/tutoring in a mobile environment,” Jan. 2005.
- [21] H. Crompton, “A historical overview of mobile learning: Toward learner-centered education,” in *Handbook of Mobile Learning*, 2013, pp. 3–14.
- [22] P. Dillenbourg, “What do you mean by ‘collaborative learning’?,” *Collaborative learning Cognitive and computational approaches*, vol. 1, no. 6, pp. 1–15, 1999.
- [23] G. Stahl, T. Koschmann, and D. Suthers, “Computer-supported collaborative learning : An historical perspective,” *Cambridge handbook of the learning sciences*, vol. 2006, no. 3, pp. 409–426, 2006.

- [24] D. W. Johnson and R. T. Johnson, *Cooperative learning*. Wiley Online Library, 2008.
- [25] L. Brüning and T. Saum, *Suradničkim učenjem do uspješne nastave*. Naklada Kosinj d.o.o., 2008.
- [26] V. Dennen and C. Hoadley, “The design of collaborative learning through computer support,” 2013, pp. 389–402. doi: 10.4324/9780203837290.ch22.
- [27] D. W. Johnson and R. T. Johnson, “Making cooperative learning work,” *Theory Into Practice*, vol. 38, no. 2. pp. 67–73, 1999.
- [28] J.-W. Strijbos, R. L. Martens, W. M. G. Jochems, and N. J. Broers, “The effect of functional roles on perceived group efficiency during computer-supported collaborative learning: a matter of triangulation,” *Comput Human Behav*, vol. 23, no. 1, pp. 353–380, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2004.10.016>.
- [29] G. Zurita and M. Nussbaum, “Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers,” *Comput Educ*, vol. 42, no. 3, pp. 289–314, Apr. 2004, doi: 10.1016/j.compedu.2003.08.005.
- [30] C.-K. Looi, L.-H. Wong, and Y. Song, “Mobile computer supported collaborative learning,” *The international handbook of collaborative learning*, vol. 420, 2013.
- [31] H.-J. So, P. Seow, and C. K. Looi, “Location matters: leveraging knowledge building with mobile devices and Web 2.0 technology,” *Interactive Learning Environments*, vol. 17, no. 4, pp. 367–382, Dec. 2009, doi: 10.1080/10494820903195389.
- [32] L.-H. Wong and C.-K. Looi, “What seams do we remove in mobile-assisted seamless learning? A critical review of the literature,” *Comput Educ*, vol. 57, pp. 2364–2381, Dec. 2011, doi: 10.1016/j.compedu.2011.06.007.
- [33] C. Wang, J. Wang, Z. Shi, and F. Wu, “Comparison of the effects of 1:1 and 1:m CSCL environments with virtual manipulatives for scientific inquiry-based learning: a counterbalanced quasi-experimental study,” *Interactive Learning Environments*, pp. 1–18, Jul. 2021, doi: 10.1080/10494820.2021.1948431.
- [34] C. Wang and S. Yu, “Tablet-to-student ratio matters: Learning performance and mental experience of collaborative inquiry,” *Journal of Research on Technology in Education*, pp. 1–17, Dec. 2021, doi: 10.1080/15391523.2021.2015018.
- [35] C.-P. Lin, L.-H. Wong, and Y.-J. Shao, “Comparison of 1:1 and 1:m CSCL environment for collaborative concept mapping,” *J Comput Assist Learn*, vol. 28, no. 2, pp. 99–113, Apr. 2012, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2011.00421.x>.

- [36] B. Haßler, L. Major, and S. Hennessy, “Tablet use in schools: A critical review of the evidence for learning outcomes.,” *J Comput Assist Learn*, vol. 32, no. 2, pp. 139–156, 2016, doi: 10.1111/jcal.12123.
- [37] E. Szewkis *et al.*, “Collaboration within large groups in the classroom,” *Int J Comput Support Collab Learn*, vol. 6, no. 4, pp. 561–575, 2011, doi: 10.1007/s11412-011-9123-y.
- [38] U. S. Pawar, J. Pal, R. Gupta, and K. Toyama, “Multiple Mice for Retention Tasks in Disadvantaged Schools,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, in CHI ’07. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2007, pp. 1581–1590. doi: 10.1145/1240624.1240864.
- [39] J. Pal, U. S. Pawar, E. A. Brewer, and K. Toyama, “The Case for Multi-User Design for Computer Aided Learning in Developing Regions,” in *Proceedings of the 15th International Conference on World Wide Web*, in WWW ’06. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2006, pp. 781–789. doi: 10.1145/1135777.1135896.
- [40] “Multi-window support,” Android Developers. [Online]. Available: <https://developer.android.com/guide/topics/large-screens/multi-window-support>
- [41] “Use multitasking on your iPad,” Apple Support. [Online]. Available: <https://support.apple.com/en-lamr/102576>
- [42] J. Stewart, B. B. Bederson, and A. Druin, “Single display groupware: A model for co-present collaboration,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, in CHI ’99. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 1999, pp. 286–293. doi: 10.1145/302979.303064.
- [43] K. Heimerl, J. Vasudev, K. Buchanan, T. Parikh, and E. Brewer, “Metamouse: Improving multi-user sharing of existing educational applications,” in *ICTD ’10: Proceedings of the 4th ACM/IEEE International Conference on Information and Communication Technologies and Development*, London, UK, Dec. 2010. doi: 10.1145/2369220.2369237.
- [44] M. Nussbaum *et al.*, “Collaborative 1:1 with emerging markets available ICTs,” in *Proceedings - ICCE 2008: 16th International Conference on Computers in Education*, Taipei, Taiwan, 2008, pp. 609–616.
- [45] D. Kumar, “Study of split screen in shared-access scenarios- optimizing value of PCs in resource-constrained classrooms in developing countries.,” UC San Diego, 2008. [Online]. Available: <https://escholarship.org/uc/item/7x8081jw>

- [46] E. Hornecker, P. Marshall, N. Dalton, and Y. Rogers, "Collaboration and interference: Awareness with mice or touch input," in *Proceedings of the ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW*, San Diego, CA, USA, Nov. 2008, pp. 167–176. doi: 10.1145/1460563.1460589.
- [47] E. Tse, C. Shen, J. Barnwell, S. Shipman, D. Leigh, and S. Greenberg, "Multimodal split view tabletop interaction over existing applications," in *Second Annual IEEE International Workshop on Horizontal Interactive Human-Computer Systems (TABLETOP'07)*, 2007, pp. 129–136. doi: 10.1109/TABLETOP.2007.21.
- [48] R. Lissermann, J. Huber, M. Schmitz, J. Steimle, and M. Mühlhäuser, "Permulin: Mixed-focus collaboration on multi-view tabletops," in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, in CHI '14. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2014, pp. 3191–3200. doi: 10.1145/2556288.2557405.
- [49] J. Rick, "Proportion: A tablet app for collaborative learning," in *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children*, in IDC '12. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2012, pp. 316–319. doi: 10.1145/2307096.2307155.
- [50] M. Čarapina and K. Pap, "The prototype of a tablet split-screen application for collaborative learning," in *17th International Technology, Education and Development Conference*, 2023, pp. 1437–1444. doi: 10.21125/inted.2023.0415.
- [51] M. Čarapina and K. Pap, "Exploring colocated synchronous use of tablets based on split screen feature," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 123418–123432, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3329478.
- [52] P.-C. Muñoz-Carril, N. Hernández-Sellés, E.-J. Fuentes-Abeledo, and M. González-Sanmamed, "Factors influencing students' perceived impact of learning and satisfaction in Computer Supported Collaborative Learning," *Comput Educ*, vol. 174, p. 104310, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104310>.
- [53] S. Mahenthiran and P. Rouse, "The impact of group selection on student performance and satisfaction," *Sakthi Mahenthiran*, vol. 14, Oct. 2000, doi: 10.1108/09513540010348043.
- [54] S. Barab and K. Squire, "Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground," *Journal of the Learning Sciences*, vol. 13, no. 1, 2004, doi: 10.1207/s15327809jls1301\_1.

- [55] Y. Shin, D. Kim, and D. Song, "Types and timing of scaffolding to promote meaningful peer interaction and increase learning performance in computer-supported collaborative learning Environments," *Journal of Educational Computing Research*, vol. 58, no. 3, pp. 640–661, Sep. 2019, doi: 10.1177/0735633119877134.
- [56] I. Kollar, C. Wecker, and F. Fischer, *Scaffolding and scripting (computer-supported) collaborative learning*. 2018.
- [57] R. Franković, "Dizajn vizualnog identiteta edukacijske aplikacije za djecu niže osnovnoškolske dobi," Završni rad, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, 2023.
- [58] M. Sokolić, "Razvoj web aplikacije za učitelje razredne nastave pomoću radnog okvira Angular," Diplomski rad, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, 2023.
- [59] M. Sekula, "Web aplikacija za upravljanje podacima za podršku suradničkom učenju na tablet računalima," Diplomski rad, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, 2023.
- [60] J. Mučnjak, "Izrada Android aplikacije za podršku suradničkom učenju," Diplomski rad, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, 2023.
- [61] T. Pavić, "Matematička mobilna aplikacija za razrednu nastavu," Diplomski rad, Tehničko veleučilište u Zagrebu, Zagreb, 2024.



## 11. PRILOZI

### PRILOG 1 – Popis kratica

ANOVA	Analysis of variance
API	Application Programming Interface
CAL	Computer Assisted Learning
CSCL	Computer Supported Collaborative Learning
dp	density-independent pixels
EMPOTECH	Technology that empowers
GUI	Graphical User Interface
ID	Identification
mCSCL	Mobile Computer Supported Collaborative Learning
mLearning	Mobile learning
OS	Operating System
OŠ	osnovna škola
PC	Personal Computer
PIP	Picture In Picture
PPI	Pixels Per Inch
SDG	Single Display Groupware
SSUI	Split Screen User Interface
sw	smallest width
TEL	Technology Enhanced Learning
TSL	Technology Supported Learning
WIMP	Window, Icon, Menu, Pointing device

## PRILOG 2 – Popis oznaka

$a$	suradnička aktivnost na jednom tabletu
$a_s$	duljina kraće stranice segmenta na zaslonu tableta
$a_t$	duljina kraće stranice tableta
$A$	skup svih suradničkih aktivnosti iste obrazovne lekcije koje se paralelno provode na više tableta
$b_s$	duljina duže stranice segmenta na zaslonu tableta
$b_t$	duljina duže stranice tableta
$c$	jedan točan odgovor na zadatak jedne obrazovne lekcije suradničke aktivnosti
$C$	skup svih točnih odgovora na zadatke jedne obrazovne lekcije suradničke aktivnosti
$C_o$	skup svih odabranih odgovora jednog učenika za zadatak suradničke aktivnosti
$C_z$	skupu odgovora jednog zadatka lekcije suradničke aktivnosti
$d_s$	duljina dijagonale segmenta
$g$	suradnička grupa koja dijeli jedan tablet
$ID_k$	jedinstveni identifikator pojedinog korisnika
$ID_o$	jedinstveni identifikator orijentacije segmenta
$ID_s$	jedinstveni identifikator segmenta
$k$	korisnik segmenta na zaslonu tableta
$K$	skup korisnika jednog uređaja
$l$	obrazovna lekcija suradničke aktivnosti
$M_s$	matrica pozicija segmenata
$n_f$	broj ponavljanja faza diskusije i korekcije odgovora suradničke aktivnosti
$n_g$	broj suradničkih grupa suradničke aktivnosti
$n_k$	broj korisnika jednog uređaja
$n_o$	broj točnih odgovora na zadatak suradničke lekcije
$n_s$	broj segmenata na zaslonu tableta
$n_t$	broj raspoloživih uređaja za provedbu suradničke aktivnosti
$n_u$	broj učenika koji sudjeluje u suradničkoj aktivnosti

$n_x$	broj slobodnih stranica segmenta
$n_y$	broj dijeljenih stranica segmenta
$n_z$	broj definiranih zadataka za lekciju suradničke aktivnosti
$p$	pozicija segmenta na tabletu
$P_s$	površina jednog segmenta na zaslonu tableta
$P_t$	površina zaslona tableta
$R$	skup svih kompozicija suradničkih grupa uključenih u suradničku aktivnost
$s$	segment na zaslonu tableta
$S$	skup segmenata na zaslonu tableta
$t_a$	ukupno vrijeme trajanja suradničke aktivnosti
$t_{dis}$	vrijeme trajanja faze diskusije suradničke aktivnosti
$t_{ind}$	vrijeme trajanja faze inicijalnog rješavanja individualnih zadataka suradničke aktivnosti
$t_{kor}$	vrijeme trajanja faze korekcije odgovora suradničke aktivnosti
$z$	zadatak jedne obrazovne lekcije suradničke aktivnosti
$Z$	skup zadataka jedne obrazovne lekcije suradničke aktivnosti

## PRILOG 3 – Popis slika

Slika 1. Primjer upotrebe tehnike podjele zaslona na dva dijela u videoigri Nintendo Super Mario Kart (gore lijevo), tijekom paralelnog rada u dva tekstualna dokumenta u programu Microsoft Word (gore desno) i za paralelni prikaz dva različita video zapisa u filmu „(500) dana ljubavi“ (engl. (500) Days of Summer) (dolje).....	15
Slika 2. Prikaza sadržaja u više prozora na OS Android podjelom zaslona u dva nezavisna dijela (lijevo), prikazom više prozora u slobodnoj formi (sredina) i prikazom slike u slici (desno).....	16
Slika 3. Primjeri prikaza aplikacija u više prozora podjelom zaslona uređaja iPad na dva nezavisna dijela (lijevo), s kliznim prikazom prozora (sredina) i prikazom u centralnom prozoru (desno).....	17
Slika 4. Koncept skupne programske podrške s dijeljenim izlazom.....	18
Slika 5. Prikaz slijeda aktivnosti aplikacije Exchange (lijevo) i primjer korištenja aplikacije (desno) .....	19
Slika 6. Prikaz sustava s podjelom grafičkog korisničkog sučelja na dva nezavisna dijela (lijevo) i primjer korištenja sustava u grupi od dva učenika (desno) .....	20
Slika 7. NUI TEQ Snowflake dodatak Zones .....	21
Slika 8. Prikaz četiri različita načina rada mobilne aplikacije Proportion od najtežeg prema najlakšem (gore) i ilustracija s prikazom primjene aplikacije (dolje) .....	22
Slika 9. Prikaz načina određivanja veličine mobilnog uređaja, odnosno dijagonale zaslona ..	25
Slika 10. Prikaz četiri razine segmentacije prema definiranom modelu podjele: za jednog korisnika (gore lijevo), dva korisnika (gore desno), tri korisnika (dolje lijevo) i četiri korisnika (dolje desno) .....	30
Slika 11. Alternativna organizacija i prikaz segmenata izostavljanjem 2. pravila segmentiranja .....	30
Slika 12. Primjer primjene proširenog modela segmentiranja kada vrijedi relacija $n_x \neq n_y$ . 31	
Slika 13. Primjer nepodržane segmentacije zaslona prema definiranom modelu podjele .....	31
Slika 14. Portretni prikaz (lijevo) i pejzažni prikaz (desno).....	32
Slika 15. Moguće orijentacije prikaza sadržaja na segmentima s pripadnim vrijednostima identifikatora.....	33
Slika 16. Prikaz primjera mogućih razmjesta dvoje korisnika oko uređaja s lijeva na desno: licem u lice, dijagonalno licem u lice, bok uz bok i pod kutom od 90 stupnjeva....	34

Slika 17. Faze procesa suradničke aktivnosti.....	36
Slika 18. Primjer faze diskusije s prikazom označenih diskutabilnih odgovora na razini grupe dvoje učenika .....	37
Slika 19. Višestruki prikaz istih zadataka .....	40
Slika 20. Dijagram procesa aktivnosti za poticanje suradničkog učenja .....	42
Slika 21. Prikaz proširenog procesa aktivnosti za poticanje suradničkog učenja .....	42
Slika 22. Prikaz sustava za podršku suradničkom učenju .....	44
Slika 23. Početni ekran klijentske mobilne aplikacije za učenike s prikazom preuzetih postavki s poslužitelja.....	46
Slika 24. Ekran za personalizaciju segmenata unosom imena svakog učenika iz grupe .....	47
Slika 25. Prikaz upotrebe značajke rotacije segmenata i značajke suglasnosti za prijelaz na iduću fazu aktivnosti.....	47
Slika 26. Prikaz slijeda ekrana suradničke aktivnosti mobilne aplikacije za par učenika .....	48
Slika 27. Modul za dizajniranje lekcija s prikazom obrasca za unos nove lekcije.....	50
Slika 28. Modul za dizajniranje aktivnosti.....	51
Slika 29. Modul za analitiku rezultata aktivnosti na razini grupe .....	52
Slika 30. Prikaz provedbe istraživanja u svim razrednim odjeljenjima: u 1. razredu (gore lijevo), 2. razredu (gore desno), 3. razredu (sredina lijevo), 4.a razredu (sredina desno) i 4.b razredu (dolje).....	55
Slika 31. Usporedni prikaz uređaja iPad mini i iPad korištenih u istraživanju .....	56
Slika 32. Ekran iPad mobilne aplikacije za unos postavki matematičke aktivnosti .....	57
Slika 33. Prikaz podjele zaslona za jednog učenika, odnosno distribuciju 1:1 (gore lijevo), rad u distribuciji 1:2 (gore desno), grupu od tri učenika i rad u distribuciji 1:3 (dolje lijevo) i grupu od četiri učenika i rad u distribuciji 1:4 (dolje desno) .....	58
Slika 34. Primjer prikaza rezultata matematičke aktivnosti po završetku rada u distribuciji 1:2 (lijevo) i u distribuciji 1:4 (desno) .....	58
Slika 35. Primjeri rada učenika rješavanjem zadataka na papiru i samostalno na tabletu (gore lijevo), na tabletima u parovima (gore desno), na tabletu u distribuciji 1:3 (dolje lijevo) i na tabletu u distribuciji 1:4 (dolje desno).....	60
Slika 36. Primjer nasumičnog raspoređivanja učenika po tretmanima kroz tri iteracije.....	61
Slika 37. Proces provedbe intervencije u jednom razredu .....	63
Slika 38. Primjeri učenika koji stoje ili kleče tijekom rada u grupi u distribuciji 1:3 (lijevo) i 1:4 (desno) .....	72

Slika 39. Primjeri verbalne komunikacije između članova grupe u distribuciji 1:3 (lijevo) i distribuciji 1:4 (desno).....	72
Slika 40. Verbalna interakcija između članova dvije grupa parova.....	73
Slika 41. Situacije u kojima je jedan učenik pokušava motivirati drugog učenika: učenica pokušava angažirati učenika koji kleči pitanjem “Radiš li ti uopće zadatak?” (lijevo) i učenica pokušava motivirati učenika komentaram „Daj barem jedan riješi.“.....	74
Slika 42. Upotreba web aplikacije za kreiranje i definiranje postavki suradničke aktivnosti u istraživačkom okruženju u 3. razredu.....	80
Slika 43. Upotreba mobilne aplikacije u istraživačkom okruženju u 3. razredu.....	80
Slika 44. Provedba istraživanja primjene modela podjele ekrana za podršku suradničkom učenju u 1.a razredu (gore lijevo), u 1.b razredu (gore desno), u 2. razredu (sredina lijevo), u 3. razredu (sredina desno) i u 4. razredu (dolje).....	82
Slika 45. Prikaz zadataka za 2. razred tijekom prve intervencije.....	87
Slika 46. Prikaz zadataka za 3. razred tijekom prve intervencije.....	87
Slika 47. Zadaci koje su učenici 1. razreda rješavali tijekom intervencije .....	89
Slika 48. Interakcija učenika 1.a razreda (lijevo) i učenika 1.b razreda (desno) koji su završili aktivnost s drugim učenicima koji još rade u distribuciji 1:2.....	89
Slika 49. Zadaci koje su rješavali učenici 2. razreda, a koji su uključeni u analizu uspješnosti i samoprocjene rada u grupi.....	90
Slika 50. Zadaci koje su rješavali učenici 3. razreda, a koji su uključeni u analizu uspješnosti i samoprocjene rada u grupi.....	91
Slika 51. Zadaci koje su rješavali učenici 4. razreda, a koji su uključeni u analizu uspješnosti i samoprocjene rada u grupi.....	91
Slika 52. Grafikoni s prikazom statistike odgovora na tvrdnje upitnika ocjene rada u grupi ..	96
Slika 53. Primjer rada grupe od četiri učenice iz 2. razreda tijekom intervencije 2-2-5: učenici su fokusirani na samostalno rješavanje u inicijalnoj fazi (lijevo), rasprava o nepoznatim pojmovima i odgovorima u inicijalnoj fazi (sredina) i dvije učenice koje su završile s fazom korekcije pomažu ostalim učenicama (desno).....	100
Slika 54. Primjer rada para iz 3. razreda tijekom intervencije 3-2-7: izražen individualni rad na početku aktivnosti (gore lijevo), jedan učenik čeka drugu učenicu da završi prvu fazu (gore sredina), učenici raspravljaju prije faze diskusije (gore lijevo), učenici pokušavaju korigirati odgovore u fazi diskusije (dolje lijevo), učenica radi na	

- segmentu drugog učenika u fazi korekcije (dolje sredina) i učenici korigiraju odgovore na svom segmentu u fazi korekcije (dolje desno)..... 100
- Slika 55. Primjer rada grupe od 4 učenika iz 3. razreda tijekom intervencije 3-2-8: učenici međusobno komentiraju pojedinačne zadatke u fazi inicijalnog rada (lijevo), učenici pregledavaju pogrešne odgovore u fazi diskusije te učenica odabire gumb suglasnosti na segmentu drugog učenika (sredina) i dvoje učenika koji su završili s fazom korekcije diskutiraju s trećim učenikom o odgovorima vezanim uz njegov zadatak (desno) ..... 101
- Slika 56. Primjer rada grupe od tri učenika iz 4. razreda tijekom intervencije 4-2-10: individualni rad učenika tijekom prve faze uz razmišljanje naglas (lijevo), dvoje učenika čeka trećeg učenika da završi rad u prvoj fazi (sredina) i dvoje učenika u aktivnoj raspravi tijekom faze korekcije (desno)..... 101
- Slika 57. Primjer rada grupe od tri učenice iz 4. razreda tijekom intervencije 4-2-11: individualni rad učenica tijekom prve faze uz povremeno komentiranje zadataka (lijevo), brzi pregled odgovora bez konstruktivne rasprave u fazi diskusije (sredina) i aktivno diskutiranje u fazi korekcije (desno) ..... 101

## PRILOG 4 – Popis tablica

Tablica 1. Demografija i broj sudionika uključenih u istraživanje primjene modela podjele radne površine mobilnog uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti .....	54
Tablica 2. Distribucija učenika i uređaja po iteracijama i tretmanima.....	62
Tablica 3. Primjeri dva zapisa za istog učenika u bazi podataka .....	64
Tablica 4. Deskriptivna statistika prikaza postotka točnih odgovora svih sudionika kroz tretmane.....	66
Tablica 5. Pregled izlaznih rezultata razlika u postotku točnih odgovora za sve ispitanike ....	66
Tablica 6. Deskriptivna statistika samoprocjene zadovoljstva učenika .....	68
Tablica 7. Tablica usporedbe po parovima za rezultate provedene ankete samoprocjene zadovoljstva učenika .....	68
Tablica 8. Korelacijska analiza postotka točnih odgovora i odgovora upitnika samoprocjene zadovoljstva rada u pojedinim tretmanima .....	71
Tablica 9. Prikaz detalja provedbe istraživanja primjenom modela podjele zaslona za podršku suradničkom učenju .....	84
Tablica 10. Demografija ispitanika uključenih u analizu uspješnosti i samoprocjene rada u grupi .....	90
Tablica 11. Deskriptivna statistika prema korištenim distribucijama 1:m tijekom intervencija uključenih u analizu uspješnosti rješavanja zadataka i samoprocjene rada u grupi .....	90
Tablica 12. Deskriptivna statistika s prikazom postotaka točni i netočnih odgovora te postotka uspješnosti rješavanja zadataka u fazi inicijalnog individualnog rada i nakon faze korekcije odgovora.....	92
Tablica 13. Frekvencije trajanja pojedinih faza aktivnosti u sekundama.....	92
Tablica 14. Pregled izlaznih rezultata t-testa zavisnih uzoraka.....	93
Tablica 15. Pregled izlaznih rezultata t-testa zavisni uzoraka na razini različitih distribucija 1:m .....	94
Tablica 16. Statistika prikupljenih odgovora putem anonimnog upitnika .....	95
Tablica 17. Pearsonova korelacijska analiza rezultata na postavljene tvrdnje upitnika ocjene rada u grupi .....	97



Tablica 18. Pregled karakteristika grupa uključenih u analizu video zapisa..... 98

## PRILOG 5 – Zadaci iz matematike po razredima

U prilogu je pregled svih zadataka iz matematike koje su učenici rješavali na dvostrano ispisanom papiru formata A4 u okviru istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti opisanog u poglavlju 7.

### PRILOG 5. A – Zadaci iz matematike za prvi razred

Oduzimanje brojeva iz raspona od 10 do 20 brojevima iz raspona od 1 do 9.

IME I PREZIME: \_\_\_\_\_  
RAZRED: \_\_\_\_\_

PO REDU (odozgo prema dolje) oduzmi i upiši rezultat:

14 – 3 =	10 – 9 =
18 – 4 =	15 – 6 =
10 – 3 =	11 – 2 =
15 – 5 =	14 – 5 =
12 – 1 =	18 – 1 =
16 – 1 =	19 – 7 =
13 – 4 =	12 – 3 =
12 – 1 =	19 – 5 =
10 – 9 =	17 – 2 =
17 – 3 =	20 – 3 =
18 – 9 =	14 – 3 =
11 – 3 =	17 – 3 =
17 – 4 =	20 – 7 =
14 – 7 =	15 – 3 =
14 – 4 =	13 – 2 =
20 – 4 =	12 – 9 =
12 – 8 =	20 – 5 =
18 – 2 =	11 – 3 =
17 – 6 =	12 – 9 =
12 – 3 =	14 – 4 =
18 – 1 =	13 – 5 =
11 – 4 =	19 – 2 =
13 – 2 =	14 – 6 =
14 – 1 =	16 – 1 =

17 – 7 =	11 – 4 =
16 – 3 =	13 – 7 =
19 – 3 =	12 – 5 =
13 – 4 =	17 – 9 =
16 – 4 =	16 – 7 =
19 – 5 =	14 – 7 =
16 – 3 =	10 – 4 =
12 – 4 =	15 – 7 =
11 – 3 =	11 – 9 =
17 – 5 =	14 – 9 =
14 – 1 =	18 – 9 =
18 – 1 =	13 – 7 =
12 – 4 =	17 – 3 =
19 – 1 =	14 – 5 =
15 – 9 =	12 – 2 =
18 – 3 =	20 – 3 =
18 – 2 =	16 – 3 =
11 – 9 =	17 – 9 =
17 – 9 =	20 – 4 =
14 – 7 =	15 – 5 =
14 – 5 =	13 – 7 =
20 – 3 =	12 – 4 =
12 – 6 =	20 – 2 =
18 – 3 =	11 – 7 =
12 – 6 =	12 – 8 =
16 – 3 =	15 – 4 =
11 – 1 =	15 – 5 =
13 – 4 =	16 – 2 =
11 – 2 =	14 – 4 =

PRILOG 5. B – Zadaci iz matematike za drugi razred

Množenje brojeva iz raspona od 2 do 9.

IME I PREZIME: \_\_\_\_\_  
 RAZRED: \_\_\_\_\_

PO REDU (odozgo prema dolje) pomnoži i upiši rezultat:

8 * 8 =	4 * 3 =
8 * 6 =	3 * 4 =
5 * 5 =	3 * 8 =
4 * 5 =	6 * 5 =
7 * 9 =	2 * 5 =
6 * 8 =	4 * 2 =
8 * 2 =	9 * 4 =
3 * 4 =	8 * 4 =
9 * 8 =	8 * 7 =
7 * 2 =	2 * 7 =
9 * 6 =	4 * 9 =
5 * 3 =	9 * 8 =
4 * 8 =	9 * 9 =
6 * 6 =	4 * 2 =
3 * 6 =	9 * 7 =
5 * 6 =	3 * 2 =
7 * 5 =	3 * 5 =
5 * 7 =	5 * 3 =
3 * 4 =	7 * 6 =
8 * 5 =	3 * 9 =
5 * 9 =	4 * 8 =
2 * 4 =	2 * 2 =
5 * 4 =	9 * 7 =
9 * 6 =	7 * 7 =

7 * 9 =	7 * 4 =
5 * 5 =	4 * 6 =
7 * 6 =	9 * 2 =
9 * 5 =	8 * 9 =
9 * 3 =	2 * 5 =
4 * 7 =	3 * 6 =
3 * 3 =	4 * 2 =
5 * 8 =	9 * 3 =
3 * 2 =	8 * 8 =
2 * 6 =	8 * 6 =
8 * 2 =	2 * 9 =
3 * 5 =	3 * 6 =
8 * 9 =	2 * 2 =
5 * 2 =	3 * 2 =
3 * 3 =	9 * 8 =
9 * 5 =	7 * 4 =
9 * 3 =	2 * 4 =
4 * 4 =	6 * 4 =
9 * 4 =	8 * 3 =
8 * 7 =	7 * 2 =
3 * 2 =	8 * 6 =
2 * 3 =	8 * 6 =
5 * 9 =	2 * 6 =
5 * 3 =	7 * 9 =
8 * 8 =	8 * 9 =
5 * 2 =	5 * 5 =
2 * 5 =	4 * 4 =
6 * 8 =	5 * 6 =
3 * 7 =	4 * 5 =

PRILOG 5. C – Zadaci iz matematike za treći razred

Dijeljenje dvoznamenkastih brojeva brojevima iz raspona od 2 do 9.

IME I PREZIME: \_\_\_\_\_  
 RAZRED: \_\_\_\_\_

PO REDU (odozgo prema dolje) podijeli i upiši rezultat:

93 : 3 =	66 : 3 =
10 : 5 =	28 : 7 =
99 : 9 =	18 : 2 =
60 : 3 =	14 : 2 =
78 : 3 =	86 : 2 =
48 : 6 =	50 : 5 =
90 : 3 =	35 : 5 =
38 : 2 =	96 : 3 =
15 : 5 =	93 : 3 =
72 : 3 =	45 : 5 =
54 : 9 =	15 : 5 =
95 : 5 =	90 : 2 =
32 : 2 =	70 : 2 =

50 : 5 =	84 : 6 =
85 : 5 =	78 : 2 =
15 : 5 =	32 : 4 =
28 : 7 =	45 : 3 =
39 : 3 =	18 : 6 =
90 : 9 =	35 : 7 =
96 : 3 =	93 : 3 =
84 : 2 =	36 : 2 =
40 : 8 =	42 : 3 =
78 : 3 =	96 : 3 =
25 : 5 =	12 : 4 =
72 : 8 =	12 : 2 =
90 : 2 =	98 : 2 =
63 : 9 =	36 : 9 =
70 : 2 =	52 : 2 =

## PRILOG 5. D – Zadaci iz matematike za četvrti razred

Dijeljenje troznamenkastih brojeva brojevima iz raspona od 2 do 9.

IME I PREZIME: \_\_\_\_\_  
RAZRED: \_\_\_\_\_

PO REDU (odozgo prema dolje) podijeli i upiši rezultat:

225 : 3 =	637 : 7 =
390 : 5 =	834 : 6 =
315 : 9 =	144 : 4 =
790 : 2 =	207 : 3 =
680 : 5 =	240 : 4 =
324 : 9 =	840 : 5 =
985 : 5 =	140 : 7 =
596 : 2 =	591 : 3 =
810 : 3 =	738 : 6 =
420 : 2 =	678 : 2 =
300 : 3 =	760 : 2 =
207 : 9 =	486 : 9 =
416 : 8 =	384 : 4 =

504 : 8 =	104 : 4 =
104 : 4 =	126 : 3 =
195 : 5 =	861 : 7 =
369 : 3 =	453 : 3 =
444 : 6 =	918 : 2 =
522 : 9 =	180 : 4 =
936 : 3 =	584 : 4 =
496 : 8 =	152 : 4 =
384 : 4 =	539 : 7 =
723 : 3 =	915 : 5 =
345 : 5 =	369 : 9 =
300 : 4 =	219 : 3 =
114 : 2 =	902 : 2 =
430 : 5 =	455 : 5 =
150 : 6 =	486 : 6 =








## PRILOG 6 – Upitnik samoprocjene zadovoljstva radom u pojedinom tretmanu

Upitnik zadovoljstva radom u pojedinom tretmanu u okviru istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti opisanog u poglavlju 7.

IME I PREZIME: \_\_\_\_\_

RAZRED: \_\_\_\_\_

### Ocijeni zadovoljstvo radom u pojedinim aktivnostima tijekom sata (ZAOKRUŽI SMAJLIĆA):

1.	RAD NA PAPIRU			
Molimo te pojasni nam svoj odgovor...				
2.	SAMOSTALNI RAD NA TABLETU			
Molimo te pojasni nam svoj odgovor...				
3.	DIJELJENJE TABLETA S DRUGIMA			
Molimo te pojasni nam svoj odgovor...				

Ako nam želiš još nešto reći napiši u kućicu ispod:

**PRILOG 7 – Postotak točnih odgovora i odgovori na upitnik samoprocjene zadovoljstva za sve tretmane te podaci prikupljeni kodiranjem video zapisa**

Svaki redak u tablici predstavlja zapis za jednog učenika te prikazuje ostvareni postotak točnih odgovora (T) u svim tretmanima (P – papir, 1:1, 1:m) i odgovore na pitanja (P) upitnika samoprocjene rada u pojedinom tretmanu korištenih u analizi podataka u sklopu istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu provođenja individualnih obrazovnih aktivnosti opisanog u poglavlju 7. Dodatno, za svakog studenta navedeni su razred, identifikator grupe u kojoj je radio u distribuciji 1:m, identifikator klupe u razredu na kojoj je radio, pozicija učenika u odnosu na uređaj, broj situacija u kojima učenik prisvaja uređaj te frekvencija i priroda verbalne interakcije s ostalim učenicima.

Učenik ID	Razred	T_P (%)	T_1:1 (%)	T_1:m (%)	P1	P2	P3	1:m	Grupa ID	Radna klupa ID	Pozicija u odnosu na uređaj	Broj uzurpacija uređaja	Broj pozitivnih verbalnih interakcija s članovima grupe	Broj negativnih verbalnih interakcija s članovima grupe	Broj verbalnih interakcija izvan grupe
1	1	93.55	97.87	92.45	3	3	3	4	2	2	1	1	0	1	0
2	1	97.73	81.82	73.17	2	3	3	4	2	2	3	0	1	0	0
3	1	100.00	100.00	71.43	3	3	3	2	7	6	1	0	0	0	0
4	1	88.57	94.44	88.46	3	3	3	2	4	4	1	0	0	0	0
5	1	96.88	90.63	86.67	3	2	3	3	1	1	1	0	1	0	0
6	1	7.14	8.18	7.41	3	3	3	3	1	1	2	0	0	0	0
7	1	100.00	96.55	77.78	3	3	3	4	3	3	2	0	0	0	0
8	1	80.65	85.29	73.08	3	3	3	4	2	2	3	0	0	0	0
9	1	81.48	20.00	62.50	1	3	3	2	4	4	1	0	0	0	0
10	1	88.89	59.09	81.48	3	3	3	2	6	6	1	0	0	0	1
11	1	75.00	75.00	66.67	3	3	3	4	3	3	2	1	1	0	0

12	1	73.53	82.61	58.06	3	3	3	2	6	6	1	0	0	0	0
13	1	85.71	76.47	66.67	1	3	2	4	2	2	2	0	1	0	0
14	1	95.24	57.14	91.67	3	3	3	4	3	3	1	1	1	0	0
15	1	88.89	85.29	81.25	3	3	3	3	5	5	1	0	1	0	0
16	1	96.00	100.00	88.00	2	3	3	3	1	1	2	0	1	0	0
17	1	72.73	40.91	57.89	3	3	3	4	3	3	1	1	0	0	0
18	1	94.74	93.33	73.91	1	3	2	2	7	6	1	2	0	0	0
19	1	96.77	90.00	96.30	2	3	3	3	5	5	2	0	1	0	0
20	1	96.00	90.48	87.88	2	3	3	3	5	5	1	0	1	0	0
21	2	83.33	92.86	100.00	3	3	3	4	8	7	1	0	1	0	0
22	2	97.14	97.06	94.29	2	3	3	3	11	10	2	0	0	0	0
23	2	60.00	56.00	68.75	2	3	2	4	8	7	1	0	0	0	0
24	2	91.67	92.00	86.67	2	3	3	3	11	10	1	0	0	0	0
25	2	87.50	64.00	62.50	2	3	3	4	10	9	1	0	1	0	0
26	2	80.00	74.00	57.14	2	3	3	4	8	7	1	1	1	0	0
27	2	85.29	70.83	58.33	2	3	3	3	9	8	2	0	0	0	0
28	2	47.62	50.00	68.42	1	3	3	4	10	9	1	0	1	0	0
29	2	93.33	53.57	64.71	1	3	3	4	10	9	1	0	1	0	0
30	2	89.47	87.50	66.67	2	3	2	2	13	11	1	0	0	0	0
31	2	100.00	96.23	100.00	3	3	3	3	9	8	1	0	0	0	0
32	2	97.37	95.56	92.06	2	3	3	3	14	12	1	0	0	0	0
33	2	86.36	78.79	88.89	3	3	2	2	13	11	1	0	0	0	0
34	2	100.00	96.77	94.29	3	3	3	3	9	8	1	0	0	0	0
35	2	100.00	44.44	81.82	1	3	3	4	10	9	1	0	1	0	0
36	2	92.31	70.00	32.00	2	3	3	2	12	11	1	0	0	0	0
37	2	94.12	78.95	93.75	2	3	2	4	8	7	1	0	1	0	0
38	2	80.95	83.33	81.82	3	3	3	3	11	10	1	0	0	0	0
39	2	72.73	10.58	16.25	2	3	3	3	14	12	1	0	0	0	0
40	2	87.23	91.30	77.78	2	3	3	3	14	12	1	0	0	0	0
41	2	94.74	92.00	97.30	2	2	3	2	12	11	1	0	0	0	0

42	3	92.00	100.00	96.67	2	3	3	3	18	16	1	0	1	0	0
43	3	100.00	100.00	100.00	3	3	3	2	15	13	1	0	0	0	0
44	3	100.00	100.00	100.00	2	3	3	3	18	16	1	0	0	0	0
45	3	93.48	93.75	86.96	2	3	3	3	16	14	1	0	1	0	0
46	3	95.45	88.89	90.00	3	3	3	4	20	18	1	0	0	0	0
47	3	93.75	84.62	83.33	3	3	3	2	15	13	1	0	0	0	0
48	3	89.66	90.91	100.00	2	3	3	2	17	15	1	0	0	0	0
49	3	100.00	100.00	90.00	3	3	3	2	17	15	1	0	0	0	0
50	3	100.00	100.00	92.31	2	3	3	4	20	18	1	0	0	0	0
51	3	62.50	81.82	53.85	3	3	3	3	16	14	1	0	1	0	0
52	3	100.00	100.00	91.30	2	3	3	2	19	17	1	0	0	0	0
53	3	80.00	100.00	91.67	3	3	3	2	19	17	1	0	0	0	0
54	3	77.78	93.75	100.00	3	3	3	3	16	14	1	0	1	0	0
55	3	100.00	70.00	82.35	3	2	3	4	20	18	1	0	0	0	0
56	3	94.44	88.89	57.69	3	3	2	3	18	16	1	0	1	0	0
57	3	100.00	92.31	95.24	2	3	3	4	20	18	1	0	0	0	0
58	4	91.67	0.99	0.77	3	3	3	2	24	20	1	3	0	0	1
59	4	83.33	66.67	100.00	3	3	2	3	25	21	1	0	0	0	0
60	4	80.00	100.00	75.00	3	3	3	3	25	21	1	0	0	0	0
61	4	83.33	82.35	81.82	2	3	3	2	22	19	1	0	0	0	0
62	4	60.00	40.00	16.67	3	3	3	2	21	19	1	0	0	0	0
63	4	0.00	0.00	0.00	1	2	2	2	23	20	1	0	0	0	1
64	4	84.62	81.82	50.00	2	3	3	2	24	20	1	0	0	0	1
65	4	83.33	90.00	75.00	3	3	3	2	22	19	1	0	0	0	0
66	4	77.78	20.00	50.00	3	2	3	3	25	21	1	0	0	0	0
67	4	37.50	91.67	90.91	2	3	3	2	23	20	1	0	0	0	0
68	4	90.91	76.92	69.23	3	3	3	2	21	19	1	0	0	0	0
69	4	100.00	80.00	33.33	1	2	3	4	26	22	1	0	1	0	0
70	4	100.00	92.31	17.39	2	3	1	4	26	22	1	0	1	0	0
71	4	100.00	100.00	100.00	3	3	3	4	28	24	1	0	1	0	0



72	4	23.08	6.25	23.81	1	1	1	4	27	23	1	0	1	0	0
73	4	50.00	50.00	40.00	2	3	3	4	28	24	2	0	0	0	0
74	4	100.00	40.00	0.00	2	3	2	4	26	22	1	0	0	0	0
75	4	62.50	50.00	63.64	1	3	3	4	28	24	1	0	1	0	0
76	4	100.00	100.00	83.33	3	3	3	4	26	22	1	0	0	0	0
77	4	100.00	69.23	84.62	2	3	3	4	27	23	1	0	1	0	0
78	4	42.86	75.00	61.54	3	3	3	4	28	24	1	0	0	0	0
79	4	85.71	77.78	88.89	1	2	3	4	27	23	1	0	0	0	0
80	4	0.00	0.00	0.00	3	2	2	4	27	23	1	0	1	0	0

## PRILOG 8 – Upitnik ocjene rada u grupi na tabletu

Upitnik samoprocjene rada u grupi u okviru istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu podrške suradničkom učenju opisanog u poglavlju 8.

### OCIJENI RAD U GRUPI NA TABLETU:

(ZAOKRUŽI SMAJLIJA)

1.	SLUŠAO/LA SAM PRIJEDLOGE DRUGIH IZ GRUPE	NIMALO 	TAKO-TAKO 	PUNO 
2.	POMAGAO/LA SAM DRUGIMA DA PRONAĐU TOČAN ODGOVOR	NIMALO 	TAKO-TAKO 	PUNO 
3.	RAZGOVARALI SMO O ZADACIMA I ODGOVORIMA	NIMALO 	TAKO-TAKO 	PUNO 
4.	ZAJEDNO I SURADNJOM SMO ISPRAVILI POGREŠNE ODGOVORE	NIMALO 	TAKO-TAKO 	PUNO 
5.	NAUČIO/LA SAM NEŠTO NOVO	NIMALO 	TAKO-TAKO 	PUNO 
6.	GRADIVO MI JE BILO ZANIMLJIVO	NIMALO 	TAKO-TAKO 	PUNO 



Što mi se svidjelo:  
(NIJE OBAVEZNO)

---

---

---

---



Što mi se NIJE svidjelo:  
(NIJE OBAVEZNO)

---

---

---

---

## PRILOG 9 – Broj točno i netočno riješenih zadataka i vremena zadržavanja u pojedinim fazama aktivnosti

Svaki redak u tablici predstavlja zapis za jednog učenika te prikazuje spol (0 – ženski, 1 – muški), razred, ID grupe u kojoj je učenik radio, distribuciju 1:m, statistiku točnih (T) i (N) netočnih odgovora s prikazom ukupnog broja odgovora (UK) u prvoj fazi aktivnosti (F1), fazi diskusije (F2) i fazi korekcije odgovora (F3) te vrijeme zadržavanja (t) u svakoj fazi prikazano u sekundama. Podaci su analizirani u istraživanju primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu podrške suradničkom učenju opisanog u poglavlju 8.

Učenik ID	Spol	Raz.	Grupa ID	1:m	T_UK	T_F1	T_F1_%	N_UK	N_F1	N_F1_%	U_F1	C_F2	C_F2_%	N_F2	N_F2_%	U_F2	F1_t	F2_t	F3_t
1	1	3	1	2	4	2	50.00	4	1	25.00	62.50	3	75.00	1	25.00	75.00	63	7	22
2	0	3	1	2	4	1	25.00	4	2	50.00	37.50	2	50.00	1	25.00	62.50	40	7	17
3	1	3	2	3	4	2	50.00	8	3	37.50	58.33	2	50.00	2	25.00	66.67	150	53	83
4	1	3	2	3	4	1	25.00	8	4	50.00	41.67	2	50.00	1	12.50	75.00	91	53	28
5	1	3	2	3	4	2	50.00	8	3	37.50	58.33	2	50.00	3	37.50	58.33	149	53	86
6	1	3	3	4	4	2	50.00	12	0	0.00	87.50	2	50.00	1	8.33	81.25	61	14	22
7	0	3	3	4	4	3	75.00	12	2	16.67	81.25	2	50.00	2	16.67	75.00	58	14	44
8	1	3	3	4	4	2	50.00	12	1	8.33	81.25	2	50.00	2	16.67	75.00	62	14	39
9	1	3	3	4	4	2	50.00	12	2	16.67	75.00	2	50.00	2	16.67	75.00	53	14	26
10	0	3	4	4	4	4	100.00	12	2	16.67	87.50	3	75.00	1	8.33	87.50	139	20	29
11	0	3	4	4	4	3	75.00	12	1	8.33	87.50	2	50.00	3	25.00	68.75	207	20	36
12	0	3	4	4	4	2	50.00	12	3	25.00	68.75	2	50.00	0	0.00	87.50	141	20	7
13	0	3	4	4	4	1	25.00	12	2	16.67	68.75	2	50.00	2	16.67	75.00	238	20	20
14	1	3	5	4	4	3	75.00	12	3	25.00	75.00	2	50.00	2	16.67	75.00	132	17	34
15	1	3	5	4	4	3	75.00	12	0	0.00	93.75	3	75.00	0	0.00	93.75	73	17	8
16	1	3	5	4	4	2	50.00	12	1	8.33	81.25	3	75.00	1	8.33	87.50	145	17	6
17	1	3	5	4	4	3	75.00	12	1	8.33	87.50	1	25.00	1	8.33	75.00	71	17	26

18	1	3	6	4	4	4	100.00	12	0	0.00	100.00	2	50.00	4	33.33	62.50	102	35	49
19	1	3	6	4	4	1	25.00	12	6	50.00	43.75	4	100.00	4	33.33	75.00	84	35	27
20	1	3	6	4	4	3	75.00	12	1	8.33	87.50	1	25.00	3	25.00	62.50	98	35	84
21	1	3	6	4	4	1	25.00	12	1	8.33	75.00	3	75.00	2	16.67	81.25	88	35	30
22	1	3	7	4	4	2	50.00	12	2	16.67	75.00	2	50.00	1	8.33	81.25	93	38	38
23	0	3	7	4	4	1	25.00	12	2	16.67	68.75	2	50.00	1	8.33	81.25	105	38	112
24	1	3	7	4	4	2	50.00	12	1	8.33	81.25	3	75.00	0	0.00	93.75	60	38	50
25	1	3	7	4	4	3	75.00	12	0	0.00	93.75	3	75.00	2	16.67	81.25	97	38	43
26	1	4	8	2	5	4	80.00	5	0	0.00	90.00	5	100.00	0	0.00	100.00	96	4	1
27	1	4	8	2	5	5	100.00	5	1	20.00	90.00	5	100.00	0	0.00	100.00	93	4	2
28	0	4	9	2	5	4	80.00	5	3	60.00	60.00	4	80.00	0	0.00	90.00	131	50	30
29	0	4	9	2	5	5	100.00	5	1	20.00	90.00	3	60.00	0	0.00	80.00	133	50	29
30	0	4	10	2	5	4	80.00	5	0	0.00	90.00	5	100.00	0	0.00	100.00	24	4	9
31	0	4	10	2	5	4	80.00	5	1	20.00	80.00	5	100.00	0	0.00	100.00	35	4	8
32	0	4	11	2	5	5	100.00	5	0	0.00	100.00	5	100.00	0	0.00	100.00	106	36	32
33	0	4	11	2	5	1	20.00	5	5	100.00	10.00	3	60.00	0	0.00	80.00	95	36	58
34	0	4	12	2	5	4	80.00	5	1	20.00	80.00	5	100.00	0	0.00	100.00	135	61	6
35	0	4	12	2	5	5	100.00	5	1	20.00	90.00	5	100.00	1	20.00	90.00	135	61	6
36	0	4	13	3	5	4	80.00	10	0	0.00	93.33	4	80.00	0	0.00	93.33	48	59	14
37	0	4	13	3	5	4	80.00	10	2	20.00	80.00	4	80.00	1	10.00	86.67	53	59	14
38	0	4	13	3	5	5	100.00	10	0	0.00	100.00	5	100.00	0	0.00	100.00	73	59	13
39	0	4	14	3	5	4	80.00	10	0	0.00	93.33	4	80.00	0	0.00	93.33	23	24	3
40	0	4	14	3	5	4	80.00	10	1	10.00	86.67	4	80.00	1	10.00	86.67	63	24	5
41	0	4	14	3	5	3	60.00	10	0	0.00	86.67	5	100.00	1	10.00	93.33	114	24	16
42	1	4	15	3	5	4	80.00	10	0	0.00	93.33	4	80.00	1	10.00	86.67	46	16	22
43	1	4	15	3	5	4	80.00	10	1	10.00	86.67	5	100.00	2	20.00	86.67	52	16	23
44	1	4	15	3	5	4	80.00	10	0	0.00	93.33	5	100.00	1	10.00	93.33	65	16	24
45	1	2	16	2	4	0	0.00	4	0	0.00	50.00	4	100.00	0	0.00	100.00	46	45	84
46	0	2	16	2	4	4	100.00	4	0	0.00	100.00	4	100.00	0	0.00	100.00	73	45	84
47	1	2	17	2	4	1	25.00	4	1	25.00	50.00	0	0.00	2	50.00	25.00	62	33	7

48	1	2	17	2	4	0	0.00	4	2	50.00	25.00	0	0.00	2	50.00	25.00	87	33	29
49	0	2	18	2	4	3	75.00	4	0	0.00	87.50	4	100.00	0	0.00	100.00	55	18	69
50	1	2	18	2	4	1	25.00	4	1	25.00	50.00	3	75.00	1	25.00	75.00	57	18	24
51	0	2	19	2	4	3	75.00	4	0	0.00	87.50	3	75.00	0	0.00	87.50	35	6	4
52	1	2	19	2	4	4	100.00	4	1	25.00	87.50	4	100.00	0	0.00	100.00	26	6	9
53	1	2	20	2	4	4	100.00	4	0	0.00	100.00	4	100.00	0	0.00	100.00	75	17	17
54	0	2	20	2	4	3	75.00	4	0	0.00	87.50	4	100.00	0	0.00	100.00	90	17	17
55	0	2	21	3	4	3	75.00	8	1	12.50	83.33	4	100.00	0	0.00	100.00	38	70	38
56	1	2	21	3	4	4	100.00	8	0	0.00	100.00	3	75.00	0	0.00	91.67	38	70	24
57	1	2	21	3	4	0	0.00	8	4	50.00	33.33	0	0.00	3	37.50	41.67	40	70	41
58	1	2	22	3	4	3	75.00	8	1	12.50	83.33	3	75.00	0	0.00	91.67	99	68	5
59	0	2	22	3	4	4	100.00	8	0	0.00	100.00	3	75.00	1	12.50	83.33	90	68	18
60	0	2	22	3	4	4	100.00	8	0	0.00	100.00	4	100.00	0	0.00	100.00	96	68	13
61	0	2	23	3	4	3	75.00	8	0	0.00	91.67	4	100.00	1	12.50	91.67	73	61	41
62	1	2	23	3	4	3	75.00	8	1	12.50	83.33	3	75.00	0	0.00	91.67	60	61	37
63	1	2	23	3	4	2	50.00	8	0	0.00	83.33	4	100.00	0	0.00	100.00	93	61	34

## PRILOG 10 – Odgovori prikupljeni preko upitnika ocjene rada u grupi na tabletu

Svaki redak u tablici predstavlja zapis za jednog učenika te prikazuje pripadni razred i odgovore (1 – nimalo, 2 – tako-tako, 3 – puno) na tvrdnje (T) ispitivane upitnikom u sklopu istraživanja primjene modela podjele radne površine mobilnoga uređaja sa zaslonom osjetljivim na dodir na više nezavisnih segmenata u svrhu podrške suradničkom učenju opisanog u poglavlju 8.

Učenic ID	Razred	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	4	3	3	2	3	2	2
2	4	3	3	3	3	1	2
3	4	3	2	3	3	2	3
4	4	2	3	1	1	2	3
5	4	3	3	3	3	3	2
6	4	3	3	3	3	1	3
7	4	3	2	2	3	3	3
8	4	1	3	2	2	2	2
9	4	2	3	3	3	2	2
10	4	3	3	3	3	3	3
11	4	3	3	3	3	3	3
12	4	3	2	3	3	2	2
13	4	3	3	3	3	2	3
14	4	3	2	3	3	2	2
15	4	3	3	3	3	2	2
16	4	3	3	3	3	3	2
17	4	3	2	2	2	1	1
18	4	3	3	2	3	1	1
19	4	3	3	3	3	3	2
20	3	3	3	2	3	3	3
21	3	3	2	3	3	2	2
22	3	2	2	2	1	2	2
23	3	2	2	2	1	2	1
24	3	2	2	2	1	2	2
25	3	2	2	2	1	3	2
26	3	1	3	2	2	1	3
27	3	2	3	2	3	1	2
28	3	3	3	2	3	2	3
29	3	3	3	3	2	2	3
30	3	3	1	2	2	1	1
31	3	2	3	2	2	1	1
32	3	3	2	2	3	2	2
33	3	1	1	1	2	1	1
34	3	1	2	3	2	2	3
35	3	2	1	2	3	2	2

36	3	2	3	2	3	3	3
37	3	1	1	2	3	2	2
38	3	2	2	2	2	1	2
39	3	3	3	3	3	3	3
40	3	2	2	2	2	2	2
41	3	3	2	3	3	3	3
42	3	1	1	2	2	3	2
43	3	2	2	2	2	2	2
44	3	3	2	3	3	2	3
45	2	3	1	1	3	3	3
46	2	1	2	1	1	1	3
47	2	2	3	2	3	3	2
48	2	3	-	-	3	3	3
49	2	3	3	3	3	3	3
50	2	3	3	3	3	3	3
51	2	3	3	3	3	3	3
52	2	3	3	3	3	3	3
53	2	1	1	1	1	2	2
54	2	3	1	1	2	2	3
55	2	1	1	2	1	1	3
56	2	1	1	2	1	1	2
57	2	3	3	3	2	3	3
58	2	2	3	2	3	2	3
59	2	3	3	3	3	3	3
60	2	1	3	1	1	1	3
61	2	1	1	2	1	1	2
62	2	3	3	3	3	3	3
63	2	2	1	1	1	2	3

## 12. ŽIVOTOPIS

Mia Čarapina rođena je 1982. godine u Zagrebu. Diplomirala je 2009. godine na Sveučilištu u Zagrebu Fakultetu elektrotehnike i računarstva te se iste godine zapošljava na Tehničkom veleučilištu u Zagrebu kao vanjski suradnik asistent. U nastavno zvanje i radno mjesto predavača iz područja tehničkih znanosti i polja računarstvo izabrana je 2014. godine, a u nastavno zvanje i radno mjesto višeg predavača izabrana je 2019. godine. Sudjelovala je u izvođenju nastave iz niza kolegija iz područja programiranja i programskog inženjerstva, razvoja web aplikacija, razvoja mobilnih aplikacija, operacijskih sustava te organizacije i upravljanja obrazovanjem na daljinu. Od 2018. do 2019. godine radila je na Veleučilištu Velika gorica kao predavač i vanjski suradnik te nositelj kolegija iz područja interakcije čovjeka i računala te razvoja mobilnih aplikacija.

Doktorski studij prvi put upisuje 2011. godine na Sveučilištu u Zagrebu Fakultetu elektrotehnike i računarstva u polju računarstva te kao doktorandica od 2014. do 2016. godine sudjeluje u znanstvenom projektu „Otvaranje obrazovanja kroz učenje unutar i izvan škola i kolaboraciju na mobilnim tablet računalima“ Hrvatske zaklade za znanost. Od 2017. godine doktorski studij nastavlja na Grafičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u polju grafičke tehnologije.

Bila je suradnik i voditelj na nekoliko projekata iz područja primjene računala u obrazovanju i razvoja programske podrške za učenje i podučavanje. Od 2015. do 2019. godine bila je voditelj i mentor studentskog natjecanja u izradi web, mobilnih i IoT aplikacija TVZ Mobile Challenge Cup.

Njezin znanstveni interes uključuje istraživanja u područjima računalom podržanog obrazovanja i suradničkog učenja, poticanja algoritamskog razmišljanja u djece predškolske i rane osnovnoškolske dobi te interakcije čovjeka i računala. Autor je stručnih i znanstvenih radova iz navedenih područja.



## POPIS OBJAVLJENIH RADOVA AUTORA

### Prilog u časopisu

#### Izvorni znanstveni rad

1. Čarapina, Mia; Pap, Klaudio

Exploring Colocated Synchronous Use of Tablets Based on Split Screen Feature // IEEE Access, 11 (2023), 123418-123432. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3329478

### Prilog sa skupa (u zborniku)

#### Izvorni znanstveni rad

1. Franković, Rea; Čarapina, Mia; Uglješić, Vesna

Dizajn vizualnog identiteta edukacijske aplikacije za djecu niže osnovnoškolske dobi // Tiskarstvo i dizajn 2023. Zagreb: Akademija tehničkih znanosti Hrvatske (HATZ), 2023

2. Čarapina, Mia; Pap, Klaudio

The prototype of a tablet split-screen application for collaborative learning // INTED2023 Proceedings. Valencia: International Academy of Technology, Education and Development (IATED), 2023. str. 1437-1444 doi: 10.21125/inted.2023

3. Čarapina, Mia

The DigEdu-2022 project: Digitization and digitalization of preschool and primary education through mobile applications // INTED2023 Proceedings. Valencia: International Academy of Technology, Education and Development (IATED), 2023. str. 1431-1435 doi: 10.21125/inted.2023

4. Ilić, Ana; Čarapina, Mia; Uglješić, Vesna

Istraživanje izazova i problema suradnje dizajnera i razvojnih programera tijekom procesa razvoja digitalnog proizvoda // 2023 46th ICT and Electronics Convention (MIPRO). Rijeka: Croatian Society for Information, Communication and Electronic Technology - MIPRO, 2023. str. 2001-2003

5. Čarapina, Mia; Pap, Klaudio

Višekorisnički računalni sustavi u obrazovanju s dijeljenim zaslonom // Tiskarstvo i dizajn 2023. Zagreb: Akademija tehničkih znanosti Hrvatske (HATZ), 2023. str. 38-38

6. Vranić, Miroslav; Čarapina, Mia; Stipaničev, Ive

Cross-platform mobile application for learning physics // 14th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN22). International Academy of Technology, Education and Development (IATED), 2022. str. 2515-2520 doi: 10.21125/edulearn.2022

7. Kuš, Elena; Čarapina, Mia

TuneHop: The mobile application for learning musical instruments // ICERI proceedings.

2022. str. 4429-4436 doi: 10.21125/iceri.2022

8. Čarapina, Mia; Labura, Lucija; Mišić, Mate; Zerec, Monika; Živković, Stjepan  
The DigEdu-2021 project: Digitization and digitalization of elementary education through mobile applications // EDULEARN22 Proceedings. Palma: IATED, 2022. str. 2506-2514 doi: 10.21125/edulearn.2022

9. Čulig, Filip; Čarapina, Mia  
Pisanka: The mobile application for learning how to write uppercase letters // ICERI proceedings. 2022. str. 4639-4646 doi: 10.21125/iceri.2022

10. Čobić, Ana; Čarapina, Mia  
Web Application for Time Telling // 40th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO 2017). 2017. str. 959-962

11. Uzelac, Nino; Botički, Ivica; Čarapina, Mia  
Dynamic Groups for Digital Content for Collaborative Learning // Proceedings of the 8th International Conference on Collaboration Technologies (CollabTech 2016). Kanazawa, 2016. str. 88-91

12. Pović, Tea; Veleglavac, Katarina; Čarapina, Mia; Jaguš, Tomislav; Botički, Ivica  
The application of information and communication technology in primary and secondary schools in Croatia // Proceedings of the Carnet User Conference 2015 (CUC2015). Zagreb: Hrvatska akademska i istraživačka mreža – CARNet, 2015

13. Čarapina, Mia; Botički, Ivica  
Exploring technology supported collaborative and cooperative group formation mechanisms // Proceedings of 12th International Conference Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA2015). Dublin: International Association for Development of the Information Society (IADIS), 2015. str. 377-378

14. Čarapina, Mia; Mekterović, Igor; Jaguš, Tomislav; Drljević, Neven; Baksa, Jelena; Kovačević, Petar; Botički, Ivica  
Developing a multiplatform solution for mobile learning // Proceedings of the 23rd International Conference on Computers in Education (ICCE 2015) / Ogata, H. et al. (ur.). Nomi: ICCE, 2015. str. 384-389

15. Botički, Ivica; Čarapina, Mia; Baksa, Jelena; Seow, Peter; Looi, Chee-Kit  
The Potential of Collaborative Mobile Learning: Experiences from a Design-Based Research Cycle in Singapore Schools // Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Collaborative Learning. Gothenburg, 2015. str. Str. 2-x

16. Čarapina, Mia; Botički, Ivica  
Technology trends in mobile computer supported collaborative learning in elementary education from 2009 to 2014 // Proceedings of the 11th International Conference on Mobile Learning 2015. International Association for Development of the Information Society (IADIS), 2015. str. 139-143

17. Duk, Sanja; Bjelobrk, Dunja; Čarapina, Mia  
SEO in e-commerce: Balancing between white and black hat methods // 36th International Convention on Information & Communication Technology Electronics & Microelectronics (MIPRO 2013). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2013. str. 806-810
18. Nožica, Bojan; Širanović, Željko; Čarapina, Mia  
Primjena testova s bodovanjem zasnovanim na sigurnosti ispitanika u ispravnost odgovora // MIPRO 2013 Proceedings of the 36th International Convention / Biljanović, Petar (ur.). Rijeka: Hrvatska udruga za informacijsku i komunikacijsku tehnologiju, elektroniku i mikroelektroniku - MIPRO, 2013. str. 1041-1045
19. Kolarec, Josip; Čarapina, Mia; Bajić, Milan; Jandrić, Petar  
Building social capital through social networking: strategy or coincidence? // INTED 2013 Proceedings 6th International Technology, Education and Development Conference / Chova, Gómez L. ; Martínez, López A. ; Torres, Candel I. (ur.). Valencia: International Association of Technology, Education and Development (IATED), 2013. str. 4733-4742
20. Čarapina, Mia; Staničić, Ognjen; Nožica, Bojan  
The semantic Web technologies and their integration within e- learning systems: an overview // ICERI2013 Proceedings. 2013. str. 3796-3801
21. Čarapina, Mia; Bjelobrk, Dunja; Duk, Sanja  
Web 2.0 tools in Croatian higher education: An overview // 36th International Convention on Information & Communication Technology Electronics & Microelectronics (MIPRO 2013). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), 2013. str. 443-448
22. Nožica, Bojan; Čarapina, Mia; Staničić, Ognjen  
Certainty Based Marking: the use of modified grading schema in multiple choice quizzes // ICERI2013 Proceedings. International Academy of Technology, Education and Development (IATED), 2013. str. 2160-2165
23. Božurić, Mario; Čarapina, Mia; Jandrić, Petar  
Uvođenje fleksibilnog učenja u srednjoškolsko strukovno obrazovanje: komparativna studija dvije škole // Zbornik radova CUC 2011 - Svi putevi vode na Internet. Zagreb: Hrvatska akademska i istraživačka mreža - CARNet, 2012
24. Čarapina, Mia; Jandrić, Petar; Božurić, Mario  
Flexible learning approach in secondary technical education // INTED2012 Proceedings 6th International Technology, Education and Development Conference / Chova, Gómez L. ; Martínez, López A. ; Torres, Candel I. (ur.). Valencia: International Association of Technology, Education and Development (IATED), 2012. str. 3885-3893
25. Jandrić, Petar; Božurić, Mario; Čarapina, Mia  
Flexible Learning Approach and Curricula Education towards the Labour Market in Secondary Technical Education : A Case Study // Conference Proceedings of 22nd Central European Conference on Information and Intelligent Systems / Hunjak, Tihomir ; Lowenčić, Sandra ; Tomičić, Igor (ur.). Varaždin: Fakultet organizacije i informatike Sveučilišta u Zagrebu, 2011. str. 65-70

26. Šimec, Alen; Duk, Sanja; Čarapina, Mia  
RSS as medium for information and communication technology // MIPRO 2011. Opatija,  
2011. str. 291-294

**Druge vrste radova**  
**Skripta**

1. Smilevski, Mirko; Nožica, Bojan; Slamić, Miroslav; Čarapina, Mia  
Osnove programiranja u C-u: e-priručnik s pripremama za laboratorijske vježbe. Zagreb:  
Tehničko veleučilište u Zagrebu, 2014. 63.