

Mobilna platforma kao alat za pomoć osobama s poremećajima učenja

Jakić, Mateja

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:200:644155>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-07**

Repository / Repozitorij:

[Faculty of Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA I

INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA OSIJEK

Sveučilišni studij

**MOBILNA PLATFORMA KAO ALAT ZA POMOĆ OSOBAMA
S POREMEĆAJIMA UČENJA**

Završni rad

Mateja Jakić

Osijek, 2022.

**FERIT**FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK****Obrazac Z1P - Obrazac za ocjenu završnog rada na preddiplomskom sveučilišnom studiju**

Osijek, 23.08.2022.

Odboru za završne i diplomske ispite

**Prijedlog ocjene završnog rada na
preddiplomskom sveučilišnom studiju**

Ime i prezime Pristupnika:	Mateja Jakić
Studij, smjer:	Preddiplomski sveučilišni studij Elektrotehnika i informacijska
Mat. br. Pristupnika, godina upisa:	4212, 22.07.2016.
OIB Pristupnika:	56703955772
Mentor:	Doc. dr. sc. Bruno Zorić
Sumentor:	,
Sumentor iz tvrtke:	
Naslov završnog rada:	Mobilna platforma kao alat za pomoć osobama s poremećajima učenja
Znanstvena grana rada:	Programsko inženjerstvo (zn. polje računarstvo)
Zadatak završnog rad:	U teorijskom dijelu rada potrebno je prikazati poremećaje u učenju. Navesti glavne probleme s kojima se pogođeni njima suočavaju te dati uvid u dostupne postupke njihova ublažavanja pri čemu je posebnu pažnju potrebno posvetiti računalnim alatima. U praktičnom dijelu rada ostvariti programsko rješenje u obliku mobilne aplikacije za platformu <u>Android koje ugrađuje nekoliko pristupa opisanih u teorijskom dijelu</u>
Prijedlog ocjene završnog rada:	Izvrstan (5)
Kratko obrazloženje ocjene prema Kriterijima za ocjenjivanje završnih i diplomskih radova:	Primjena znanja stečenih na fakultetu: 3 bod/boda Postignuti rezultati u odnosu na složenost zadatka: 3 bod/boda Jasnoća pismenog izražavanja: 3 bod/boda Razina samostalnosti: 3 razina
Datum prijedloga ocjene od strane mentora:	23.08.2022.
Datum potvrde ocjene od strane Odbora:	07.09.2022.
Potvrda mentora o predaji konačne verzije rada:	Mentor elektronički potpisao predaju konačne verzije.
	Datum:



FERIT

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, RAČUNARSTVA
I INFORMACIJSKIH TEHNOLOGIJA **OSIJEK**

IZJAVA O ORIGINALNOSTI RADA

Osijek, 08.09.2022.

Ime i prezime studenta:

Mateja Jakić

Studij:

Preddiplomski sveučilišni studij Elektrotehnika i informacijska tehnologija

Mat. br. studenta, godina upisa:

4212, 22.07.2016.

Turnitin podudaranje [%]:

4

Ovom izjavom izjavljujem da je rad pod nazivom: **Mobilna platforma kao alat za pomoć osobama s poremećajima učenja**

izrađen pod vodstvom mentora Doc. dr. sc. Bruno Zorić

i sumentora ,

moj vlastiti rad i prema mom najboljem znanju ne sadrži prethodno objavljene ili neobjavljene pisane materijale drugih osoba, osim onih koji su izričito priznati navođenjem literature i drugih izvora informacija. Izjavljujem da je intelektualni sadržaj navedenog rada proizvod mog vlastitog rada, osim u onom dijelu za koji mi je bila potrebna pomoć mentora, sumentora i drugih osoba, a što je izričito navedeno u radu.

Potpis studenta:

Sadržaj

1. UVOD	1
1.1. Zadatak završnog rada.....	1
2. POREMEĆAJI UČENJA.....	2
2.1. Razumijevanje poremećaja učenja	2
2.2. Zamršeni procesi učenja i čitanja.....	3
2.3. Pregled poremećaja učenja	4
2.3.1. Disleksija.....	5
2.3.2. Disgrafija	6
2.3.3. Diskalkulija	6
2.3.4. Poremećaj hiperaktivnosti i deficita pažnje	7
2.3.5. Dispraksija.....	8
2.4. Česti problemi i mehanizmi pomoći osobama s poremećajima	8
2.5. E-učenje i M-učenje.....	10
2.5.1. Rastuća uloga E-učenja i M-učenja	10
2.5.2. Primjena u poremećajima učenja	11
2.6. Postojeća rješenja koja se oslanjaju na tehnologiju.....	12
2.6.1. Računalni alati	12
2.6.2. Mobilni alati.....	12
Rješenja za disleksiju	13
Rješenja za disgrafiju	14
Rješenja za diskalkuliju.....	15
Rješenja za dispraksiju.....	15
3. PROGRAMSKO RJEŠENJE ZA MOBILNU PLATFORMU ZA POMOĆ OSOBAMA S POREMEĆAJIMA UČENJA	17
3.1. Specifikacija zahtjeva.....	17
3.2. Korištene tehnologije	18
3.2.1. Android Studio	18
Aktivnosti	18
Broadcast Receiver.....	19
RecyclerView i sučelja.....	19
3.2.2. Firebase Authentication i Realtime Database.....	20

3.3. Slučajevi korištenja.....	21
3.4. Dijagram toka aplikacije	24
3.5. Opis korištenja aplikacije.....	25
3.5.1. Zasloni autentikacije korisnika i odabira aktivnost	25
3.5.2. Kartice za učenje riječi	26
3.5.3. Aktivnost vježbe rukopisa.....	28
3.5.4. Matematički kviz.....	30
3.5.5. Lista obaveza i Pomodoro odbrojavanje	31
3.6. Testiranje aplikacije.....	33
4. ZAKLJUČAK	35
LITERATURA	36
SAŽETAK	44
ABSTRACT.....	45
PRILOZI	46

1. UVOD

Poremećaji učenja su najčešća vrsta nesposobnosti kod djece školske dobi, čineći polovinu svih poremećaja prisutnih u toj populaciji [1]. Prema istraživanju provedenom u Sjedinjenim Američkim Državama, u prosjeku 10% djece ima neki oblik poremećaja učenja, dok se u Republici Hrvatskoj taj broj kreće između 5% i 10% [2, 3]. Poremećaje učenje nije moguće u potpunosti izliječiti pa je potrebno ujediniti sve dostupne pristupe ublažavanja njihovih najvećih poteškoća. U posljednje vrijeme sve veći značaj imaju digitalni alati koji pružaju mogućnosti prilagodbe procesa učenja osobnostima svakog pojedinca. Povećanjem stupnja razvoja mobitela i osobnih računala, raste i mogućnost njihova korištenja u pomoći osobama s poremećajima učenja. Sve više se primjenjuju e-učenje i m-učenje kao alati za stjecanje znanja u interaktivnom okruženju. Iako postoje brojne koristi od ovih pristupa učenju, trenutno se ne ulaže dovoljno u njihov razvoj. Tako je na *Google Play* trgovini za neke od poremećaja učenja objavljeno samo deset do dvadeset aplikacija [4]. Digitalni alati imaju velik potencijal jer mogu stvoriti kvalitativnu razliku u procesu osamostaljenja djece pogođene ovim poremećajima. Zbog toga je i zadaća ovog rada osvijestiti učestalost poremećaja učenja kao i prezentirati kako se stvaranjem prilagođenih mobilnih alata može aktivno sudjelovati u njihovu ublažavanju.

U drugom poglavlju su detaljno opisani poremećaji učenja, problemi koje nose i uloga digitalnih alata u njihovu ublažavanju. U trećem poglavlju su opisane izvedba i rad *Android* aplikacije osmišljene za pomoć u poremećajima učenja i rezultati njezina testiranja. U četvrtom poglavlju su rezimirani ostvareni rezultati, navedena njihova ograničenja i ideje za moguća poboljšanja.

1.1. Zadatak završnog rada

U teorijskom dijelu rada je potrebno prikazati poremećaje učenja i navesti glavne probleme s kojima se pogođeni suočavaju. Zatim dati uvid u dostupne postupke njihova ublažavanja pri čemu je posebnu pažnju potrebno posvetiti računalnim alatima. U praktičnom dijelu rada ostvariti programsko rješenje u obliku mobilne aplikacije za platformu *Android* koja koje ugrađuje nekoliko pristupa opisanih u teorijskom dijelu rada.

2. POREMEĆAJI UČENJA

Neurorazvojni poremećaji koji remete akademske i/ili društvene vještine nazivaju se poremećajima učenja [5, 6]. Njihovo podrijetlo može biti uvjetovano genetskim i okolišnim faktorima rizika, a karakteriziraju ih trajne poteškoće u barem jednoj od tri osnovne vještine: čitanju, pisanju ili matematici. Neurorazvojni poremećaji su genetski uzrokovane varijacije nastale u razvoju mozga koje su neovisne o ozljedama stečenim u kasnom djetinjstvu ili odrasloj dobi [7].

Poremećaji učenja su prvi put kategorizirani šezdesetih godina dvadesetog stoljeća. Tada je disleksija definirana vrstom nesposobnosti učenja, a poremećaji učenja neočekivanim poteškoćama u učenju jedne ili više osnovnih školskih vještina. Prema S. Kirku, poremećaji učenja su procesni problemi koji mogu utjecati na jezične ili akademske performanse osobe svake životne dobi, a uzrokovani su emocionalnim poremećajima, poremećajima ponašanja ili cerebralnim disfunkcionalnostima [8]. Znanstvenici se slažu da je glavna karakteristika modela poremećaja učenja neočekivan ispodprosječan uspjeh osobe [9].

2.1. Razumijevanje poremećaja učenja

Model jednog deficita je prvi model razumijevanja poremećaja učenja koji je predlagao ideju centraliziranosti poremećaja u određenim dijelovima mozga. Taj pristup je istisnut iz znanosti novijim istraživanjima koja upućuju da postoji puno veća povezanost i međuovisnost moždanih centara [5] nego što je to prvobitno smatrano.

Nešto kasnije je razvijen model nekoliko deficita (engl. *multiple deficit model*) koji podržava empirijska otkrića o neurorazvojnim poremećajima, njihovu komorbidnost i individualnu varijabilnost. On predlaže postojanje više faktora rizika za nastanak svakog neurorazvojnog poremećaja i smatra da su neki od njih komorbidni s drugim poremećajima [10]. Komorbidnost je pojam koji opisuje istovremeno prisustvo dvije ili više bolesti ili medicinskih stanja kod pacijenata.

Kao što je prikazano na slici 2.1., model nekoliko deficita pretpostavlja da spora obrada podataka uzrokuje komorbidnost disleksije, diskalkulije i poremećaja hiperaktivnosti i deficita pažnje, a da slabost u jezičnom izražavanju pridonosi komorbidnosti disleksije i diskalkulije. Kakogod, model jednog deficita se ne može u potpunosti odbaciti jer je dokazano da u nekim slučajevima zadovoljavajuće opisuje poremećaje učenja [10].



Slika 2.1. Prikaz moguće istovremene pojave srodnih poremećaja učenja, izrađeno prema [11]

Prema dijagnostičkom i statističkom priručniku za psihičke poremećaje, za dijagnosticiranje poremećaja učenja moraju postojati određeni simptomi. Tijekom školovanja osoba mora imati trajne poteškoće u čitanju, pisanju, aritmetici ili matematičkom rasuđivanju što se očituje kroz netočno, sporo ili otežano čitanje, slabu sposobnost pismenog izražavanja, poteškoće u pamćenju činjenica o brojevima ili neprecizno matematičko rasuđivanje [2]. Ona zaostaje u akademskim sposobnostima u odnosu na vršnjake u vještinama čitanja, pisanja ili rješavanja zadataka.

2.2. Zamršeni procesi učenja i čitanja

Učenje je iskustvom uvjetovano stvaranje trajne unutrašnje reprezentacije ili modifikacije te reprezentacije. Da bi nastala reprezentacija koju je moguće po volji prizvati, mora postojati neka okolišna stimulacija ili percepcija te stimulacije [12]. Na slici 2.2. su prikazani svi dijelovi ljudskog mozga: veliki mozak, mali mozak i moždano deblo. Veliki mozak je centar za učenje jer se u njemu odvijaju zahtjevne operacije poput pamćenja i rasuđivanja. Kroz mrežu neurona, osjetilna informacija se prenosi sinapsama preko neuronskih puteva i pohranjuje privremeno u kratkotrajnom pamćenju [13].



Slika 2.2. Dijelovi ljudskog mozga, izrađeno prema [8]

Kratkotrajno pamćenje obuhvaća sposobnost zadržavanja fragmenata neke trenutne radnje ili misli u svijesti kroz dvadesetak sekundi. Značajno je da osobe s poremećajima učenja uglavnom imaju narušen njegov rad [3]. Kora velikog mozga se sastoji od milijuna malih jedinica od kojih svaka omogućuje odvijanje učenja prema predefiniranoj brzini. Mozak se mijenja učenjem jer se razvija pod kulturološkim i kontekstualnim utjecajima, a promjene nad mozgom mijenjaju proces učenja. Kod osoba s poremećajima učenja, djelovanjem genetičkih ili neurobioloških faktora, rad mozga je promijenjen tako da su narušeni jedan ili više kognitivnih procesa povezanih s učenjem [14].

Čitanje je jedna od najzamršenijih radnji ljudskog mozga. U njoj sudjeluju dijelovi kore velikog mozga zaduženi za vizualno-prostornu analizu slova i njihovih kombinacija, prepoznavanje simbola, obradu simbola određenim redoslijedom i pohranu u kratkotrajnom pamćenju. Kako su čitanje i učenje usko povezani u svojoj ovisnosti o kratkotrajnom pamćenju, tako osobe s poremećajima učenja imaju problema s objema aktivnostima.

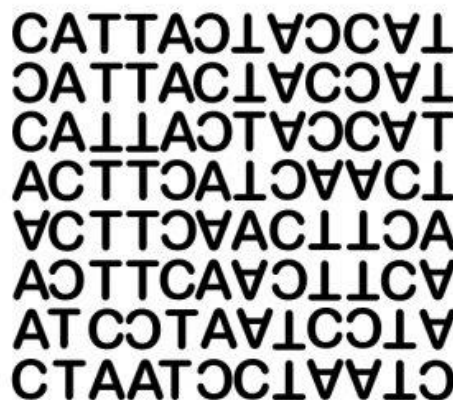
2.3. Pregled poremećaja učenja

Problemi s obradom informacija mogu omesti učenje osnovnih vještina poput čitanja, pisanja ili računanja. Njihov utjecaj se može protegnuti i na zahtjevnije kognitivne vještine poput organizacije vremena, apstraktne prosudbe, dugotrajnog ili kratkotrajnog pamćenja i pozornosti [14]. Pored akademskih izazova, osobe s poremećajima učenja mogu imati poteškoće u ostvarivanju kvalitetnih odnosa s obitelji, prijateljima i suradnicima. U sljedećim poglavljima su detaljno opisani neki od najčešćih poremećaja učenja, a to su: disleksija, disgrafija, diskalkulija, poremećaj hiperaktivnosti i deficita pažnje i dispraksija.

2.3.1. Disleksija

Riječ disleksija potječe od grčke riječi *dys* što znači slab, loš ili neprimjeren i *lexis* koja znači jezik odnosno riječ [3]. Kada se govori o disleksiji najčešće se misli na probleme s čitanjem, ali ona može obuhvaćati i poteškoće u pisanju i matematici.

Disleksija je moždana razlika u postupku obrade informacija, često okarakterizirana poteškoćama u svladavanju čitanja, pisanja i izgovora. To je jezično utemeljen poremećaj obilježen teškoćama u dekodiranju i prepoznavanju pojedinih riječi koje su uzrokovane nedostatnim sposobnostima fonološke obrade [15]. Djeca s disleksijom razmišljaju u mentalnim slikama i imaju problem s povezivanjem zvukova i slova u redosljed u kojem čine riječ. Tako dijete riječ „auto“ može pročitati kao „otua“, pa je za dislektičare čitanje spor i zahtjevan proces. Loša vještina čitanja ometa razumijevanje pročitano, a postoje i problemi manipulacije zvučne strukture izgovorene riječi uključujući foneme, slogove i rime [16, 17]. Trodimenzionalno razmišljanje osoba s disleksijom omogućuje mentalno rotiranje objekta promatranja [18], a problem nastaje kada je potrebno povezati riječ s mentalnom slikom. Tako napisanu riječ *cat* (hrv. mačka) osoba ne povezuje sa slikom mačke nego će smisao pokušati dokučiti razgledajući riječ na sve moguće načine (slika 2.3.).



Slika 2.3. Dislektičareve varijance engleske riječi *cat*, preuzeto iz [18]

Disleksija je izravno vezana za jezik pa se proučava njezina manifestacija u jezicima s različitim znakovnim sustavima [19]. Neobično je što unatoč velikoj učestalosti disleksije u populaciji, njezin razvoj zahtijeva provedbu složenih promjena u mozgu. Istraživanja ukazuju da geni utječu na nastanak disleksije i pretpostavljaju da se neki ljudi rađaju s genetskim predispozicijama za njezin

razvoj. Ako otac ima disleksiju, postoji vjerojatnost od 40% da će ju i sin imati. Prema procjenama stručnjaka u Hrvatskoj 5-10% stanovništva ima disleksiju [3].

2.3.2. Disgrafija

Disgrafija je poremećaj učenja okarakteriziran lošim pravopisom ili deficitom motoričkih sposobnosti nužnih za pisanje. Ona je stabilna nesposobnost djeteta da svlada vještinu pisanja prema pravopisnim načelima jezika, što se očituje u mnogobrojnim, trajnim i tipičnim pogreškama [18]. Te teškoće nisu povezane s neznanjem pravopisa i zastupljene su trajno bez obzira na dovoljan stupanj intelektualnog i govornog razvoja, normalno stanje osjetila sluha i vida te redovito školovanje [3]. Dijete s disgrafijom kontinuirano ima probleme s pisanjem koje ne postaje automatizirano i zbog toga malo kognitivnih resursa ostaje za osmišljavanje i stilsko doradivanje teksta. Smatra se da disgrafiju možemo razumjeti kao rezultat nedovoljnog razvoja pojedinih dijelova sustava pravopisa normalne odrasle osobe. Njega čine: ortografsko dugotrajno pamćenje, subleksički proces pretvorbe iz zvuka u slovo i ortografsko kratkotrajno pamćenje [20]. Izdvajaju se tri osnovne vrste disgrafije: disleksična disgrafija, motorička disgrafija i prostorna disgrafija.

Glavna obilježja disgrafije su: ružan rukopis sa zgusnutim slovima, neobična uporaba praznog prostora, slova različite veličine, izlazak izvan linija te puno obrisanih i prekrivenih dijelova teksta [21]. Ona je rijetko dijagnosticirana zasebno nego je uključena u općenit opis disleksije. Za dijagnozu se koriste testovi inteligencije, vrši se akademska procjena pomoću testova čitanja, pisanja, aritmetike i jezika i provjeravaju se motoričke sposobnosti vezane za pisanje. Prema istraživanjima 1 od 5 djece ima poteškoće u izražavanju pisanjem, a 75% djece s disgrafijom su muškog spola [22].

2.3.3. Diskalkulija

Diskalkulija je pojam koji se koristi za opis osoba s posebnim poteškoćama u matematici i smatra se matematičkim ekvivalentom disleksije. Predstavlja specifične i trajne poteškoće razumijevanja brojeva što dovodi do širokog opsega poteškoća u matematici [23, 24]. Razlikuje se od drugih problema s matematikom po težini shvaćanja brojeva zbog lošeg razumijevanja subitizacije, simbolike, usporedbe nesimboličke kvalitete i poretka [25]. Postoji više vrsta diskalkulije poput verbalne koju karakterizira otežano razumijevanje matematičkog rječnika i praktičnostičke u kojoj

je izražena nesposobnost mentalnog manipuliranja stvarnim ili naslikanim objektima. Vrijedi spomenuti i druge vrste poput leksičke, grafičke, ideognostičke i operacijske diskalkulije.

Osobe s diskalkulijom se ne razlikuju po inteligenciji od vršnjaka, poučavani su na isti način i sudjeluju u istim matematičkim aktivnostima, a ipak imaju problem svladati osnove matematičkog razmišljanja. One mogu imati dobre rezultate u nekim matematičkim domenama, a u drugim ispoljavati znatne poteškoće [23]. Neki od prvih znakova koji ukazuju na diskalkuliju su: nerazumijevanje odnosa između brojeva, otežano prepoznavanje brojeva, nemogućnost mentalnog dodavanja dva jednoznamenkasta broja i mali kapacitet kratkotrajnog pamćenja. Dijete s diskalkulijom može imati poteškoće u brojanju unatrag i otežano se prisjećati osnovnih matematičkih činjenica unatoč satima vježbe. Česti su problemi nerazumijevanja uloge nule u arapskom brojevnom sustavu i nesposobnost procjene je li dobiveni rezultat točan ili približno točan [24].

Iako znanstvenici nisu sigurni što uzrokuje diskalkuliju, pojedina istraživanja ukazuju na povezanost između genetskog markera rs133885 i sposobnosti usporedbe brojeva [26]. Za dijagnozu se koriste numerički zadaci ili standardizirani matematički testovi koje mogu uključivati provjere logičkog razlučivanja i razumijevanja teksta. Procjenjuje se da oko 6% populacije ima razvojnu diskalkuliju i da pri tome nema razlike među spolovima [26].

2.3.4. Poremećaj hiperaktivnosti i deficita pažnje

Poremećaj hiperaktivnosti i deficita pažnje (engl. *attention deficit hyperactivity disorder*, ADHD) je neurobiološki poremećaj često popraćen bihevioralnim i emocionalnim poremećajima ili poremećajima učenja koji otežavaju čitanje, pisanje, računanje [27, 28]. Osobe s ovim poremećajem učenja karakterizira kratkotrajna pažnja i hiperaktivna impulzivnost koje ometaju razvoj ili rad. Mogući simptomi su: nestrpljivost, očigledna dosada na početku zadatka, odgađanje obaveza, suprotstavljanje društvenim normama i zaboravljivost. Provođenjem difuzne magnetske rezonance su uočene anomalije u strukturnoj međupovezanosti bijelih moždanih stanica osoba s ADHD-om [29]. Pretpostavlja se da imaju i nedovoljan broj neuroprijenosnika koji su zaduženi za slanje električnih signala između moždanih stanica.

Smatra se da je ADHD nasljedan i da se manifestira u vidu različite strukture ili kemijskih svojstava mozga. Teško je zaključiti jesu li njegovi uzroci okolišnog ili genetskog karaktera, ali je izgledno su

oba utjecaja zastupljena. Učestalost ADHD-a se kreće između 1 – 5% u stanovništvu, a češći je kod dječaka nego djevojčica [27].

2.3.5. Dispraksija

Dispraksija je neurološki poremećaj otežanog motoričkog planiranja koji je prisutan od rođenja [30]. To je medicinski pojam koji označava djelomično odsustvo sposobnosti iniciranja i izvršavanja vještog pokreta. Smatra se da dispraksija nastaje zbog nepotpunog razvoja dijelova motoričkog korteksa mozga koji zatim onemogućuju efektivan prijenos poruka u tijelo [31, 32]. Postoji više podvrsta dispraksije poput oralne dispraksije s kojom osoba ne može ponoviti pokrete usta i verbalne dispraksije koju karakterizira otežano proizvođenje zvukova ili formiranje riječi iz zvukova. Motorička dispraksija onemogućuje djetetu izvođenje pokreta na isplaniran način. Za djecu s dispraksijom, aktivnosti poput udaranja ili hvatanja lopte koje zahtijevaju istovremenu koordinaciju više dijelova tijela mogu biti frustrirajuće [33].

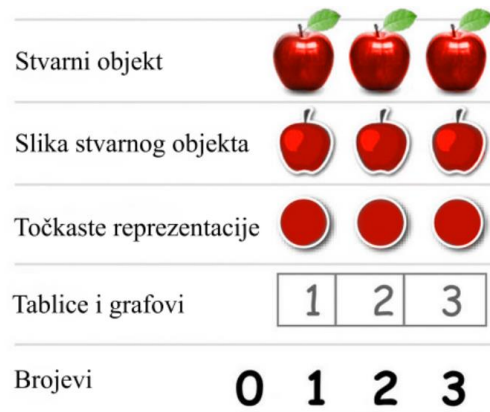
Američka udruga psihijatarata je 1994. godine postavila pet kriterija za dijagnozu dispraksije, a to su: izraženo oštećenje u razvoju motoričke koordinacije, oštećenje koje značajno ometa akademska postignuća ili aktivnosti iz svakidašnjeg života, poteškoće s koordinacijom koji ne proizilaze iz zdravstvenih problema, stanje neuzrokovano pervazivnim razvojnim poremećajem i očigledna zaostalost u razvoju popraćena velikim brojem motoričkih poteškoća [32]. Prema istraživanju, 8 - 10% djece ima neki oblik dispraksije, od kojih 2% imaju težak oblik poremećaja. Omjer dječaka i djevojčica s dispraksijom je 4/5:1, ali djevojčice uglavnom imaju teže simptome.

2.4. Česti problemi i mehanizmi pomoći osobama s poremećajima

Djeca s disleksijom imaju poteškoće u razdvajanju izgovorenih riječi u zasebne zvukove što može prouzrokovati velike probleme u učenju fonema i izgovora. Česti problemi su i teško prisjećanje riječi ili imenovanje svakodnevnih predmeta. Oni uglavnom imaju loše rezultate u testovima računanja, informiranosti i pamćenja brojeva, dok su im rezultati testova pronalaženja sličnosti, razumijevanja i sastavljanja predmeta vrlo dobri [33, 34]. Pozitivni učinci u poučavanju djeteta s disleksijom se mogu postići uključivanjem nekoliko osjetila u proces učenja. Tako se korištenjem kartica s riječima, stvarnih objekata ili marioneta mozak stimulira na više načina i pojačava se moć pamćenja [35].

Djeca s disgrafijom često razviju otpor ili mržnju prema pisanju zbog frustracije uzrokovane težinom izvođenja pravilne koordinacije pokreta [36]. Preporučuje im se koristiti pisana slova koja su međusobno više povezana, a od pomoći može biti i snimanje predavanja kako bi se umanjilo vrijeme provedeno pišući.

Četiri su tipa matematičkih teškoća karakterističnih za diskalkuliju: teškoće u logici, teškoće u planiranju, ustrajnost neodgovarajućih postupaka i nesposobnost obavljanja jednostavnih računskih operacija [3]. Često se događa da kada učenik s diskalkulijom provjerava rješenje zadatka, svaki put dobije drugačiji rezultat. To je frustrirajuće i zbog toga dijete nerijetko potpuno odustane od postupka provjere. Napredak u procjeni brojeva se može ostvariti poticanjem na zaokruživanje, tako na primjer da se umnožak $378 * 42$ napiše kao $400 * 40$. Korisni su i šalabahteri s osnovnim matematičkim pojmovima i šarolike tablice množenja. Jedna od ključnih karakteristika diskalkulije je otežano shvaćanje apstraktnih matematičkih koncepata. Zbog toga je najbolje poučavanje započeti sa stvarnim objektima i slikovnim reprezentacijama i postepeno prijeći na apstraktne reprezentacije [37]. Jedan primjer takvog procesa je prikazan na slici 2.4. gdje se od jabuke (predmeta iz stvarnog svijeta) u nekoliko koraka dolazi do broja (apstraktnog koncepta).



Slika 2.4. Prijedlog poučavanja osoba s diskalkulijom, izrađeno prema [37]

Budući da djeca s ADHD-om često imaju probleme s organizacijom vremena, roditeljima se preporučuje napraviti raspored tako da dijete svaki dan piše zadaću u isto vrijeme. Oni trebaju biti što manje izloženi vanjskim distrakcijama poput buke, vrata ili prozora [38, 39]. Neki od korisnih alata su: planer aktivnosti i kalendar (za podjelu projekata na manje cjeline), privjesak za ključeve s kutijom za lijekove (kratkotrajna pažnja često dovodi do zaborava) i Pomodoro tehnika učenja (učenje se dijeli na kraće, lako izvodive vremenske intervale).

Iako za dispraksiju nema brzog i konačnog rješenja, treba voditi računa o položaju tijela tijekom pisanja jer nepravilno sjedenje loše utječe na rukopis i motoričke vještine [40].

Postoji velik broj alata koji mogu olakšati učenje osobama s poremećajima učenja, a njihova djelotvornost ovisi od osobe do osobe. Potrebno je analizirati glavne probleme s kojima se dijete suočava, a onda pokušati pronaći rješenje koje popravlja tu specifičnu situaciju.

2.5. E-učenje i M-učenje

2.5.1. Rastuća uloga E-učenja i M-učenja

Razvoj tehnologije je probudio zanimanje i inicijativu za razvoj mobilnih igara, programskih prilagodbi i aplikacija kao novih instrumenata poučavanja koji bi pružili individualiziranu pomoć učenicima s poremećajima učenja. Među mnoštvom korisnih aspekata koje uporaba tehnologije nudi, jedna od najvažnijih je moguća interaktivnost takvih alata. Dokazano je da obilje vizualnih stimulansa poput slika, crteža, animacija, govora i zvukova pojačava sposobnosti učenja i zapažanja [41]. Informacije se pomoću digitalnih alata mogu prenijeti na različite načine. Tako *Microsoft PowerPoint* kombinira nekoliko oblika izražavanja (slike, tekst i animacije), dok je *Word* najpogodniji za tekstualne dokumente. Istraživanja ukazuju da je učenicima lakše pristupiti i proučavati materijale u elektroničkom obliku. Razvoj hiperveza ili poveznica je revolucionarizirao pristup resursima i omogućio jednostavno povezivanje slika, videa i zvukova u multimedijском okruženju [42].

Značajnu ulogu imaju i e-knjige čijim čitanjem djeca ostvaruju značajan akademski napredak, osobito što se tiče fonološke svjesnosti, rječnika i razumijevanja. Njihovim uvođenjem u škole je zamijećeno da velik broj djece preferira e-knjige naspram tiskanih knjiga [43]. Bitan alat su i kognitivne mape kojima se stvaraju vizualne reprezentacije koncepata, ideja i informacija. Njihova izrada osobito pomaže učenicima s poremećajima učenja u organizaciji informacija [44, 45]. Uz to, čine pamćenje trajnijim i korisne su za efikasno planiranje, a mogu se izraditi na papiru ili u računalnim programima.

Naglasak u ovom radu je na mobilnim rješenjima jer danas učenici više vremena provode na mobitelima nego na računalima [43]. Mobiteli s trenutnim stupnjem razvoja (uzevši u obzir rasprostranjenost 4G mreže) predstavljaju cjelovit alat kojim se može pristupiti različitim video i

zvukovnim materijalima. Omogućuju bolju edukaciju i stvaraju okruženje koje promovira aktivno učenje.

2.5.2. Primjena u poremećajima učenja

Pomoć djeci s disleksijom mogu biti interaktivne igre dopunjavanja teksta, otkrivanja slika i bojanja koje kroz multimedijску interakciju nadograđuju kognitivni kapacitet. Napredak se može ostvariti i uporabom programa i aplikacija s aktivnostima ciljanim na prepoznavanje slogova i fonema, njihovu usporedbu i rekombinaciju [46]. Za pomoć u čitanju se mogu koristiti programi za sintezu zvuka kojima se iz teksta generira umjetni zvuk. Dokazano je da osobe s disleksijom lakše čitaju tekst s većom veličinom fonta, smanjenim kontrastom i povećanim razmakom između riječi i redova [47]. Na sreću, većina računalnih programa za obradu teksta pruža mogućnost takvih prilagodbi, a postoje i brojne mobilne aplikacije koje prate ta načela.

Tehnologija daje osobama s disgrafijom mogućnost olakšanog zapisivanja bilješki tipkanjem u tekstualnim programima na računalu ili tabletu. Korisni su programi za pretvorbu govora u tekst i aplikacije za digitalno skeniranje dokumenata [48] kojima se zaobilazi prepisivanje teksta. Programi obrade riječi olakšavaju prepravljanje teksta i predlažu riječi tijekom pisanja. Pogotovo su korisni alati za provjeru gramatike i pravopisa koji nakon analize teksta nude ispravke pogrešno napisanih riječi. Dobra strana ovih alata je to što potiču korištenje težih riječi za koje osoba nije sigurna kako se pišu.

Kalkulator je temeljni digitalni alat za pomoć u rješavanju matematičkih problema učenika s diskalkulijom. Postoje čak i kalkulatori s naprednim opcijama poput čitanja naglas brojeva, simbola, operacija i rezultata. Učenici mogu koristiti i računalne programe za organizaciju i rješavanje matematičkih zadataka. Postoje i mobilne aplikacije poput *Mental Math* [49] čiji je cilj osnažiti vještine učenika s diskalkulijom da mentalno izvode matematičke operacije. Slike korištene u aplikacijama za diskalkuliju moraju biti jasne i ne smiju se preklapati. Preporučuje se koristiti blage boje za pozadinu [50] jer jake boje narušavaju koncentraciju.

Uključenje hipermedije i multimedije u proces učenja pomaže osobama s ADHD-om održati pažnju. Učenici s ovim poremećajem učenja su izrazito osjetljivi na nagradu [51] zbog čega se interes održava nagrađivanjem nakon svakog uspjeha. Mobilnom proširenom stvarnošću (engl. *mobile augmented reality*) se učenje riječi kombinira sa slikama i videima čime se pojačava pažnja i

efikasnost učenika s ADHD-om [52]. Rezultati istraživanja ukazuju da ovim načinom učenja osobe uspijevaju bolje zapamtiti, pisati i čitati riječi i da ih poslije koriste u svakodnevnom životu.

Za pomoć djeci s dispraksijom se mogu koristiti igre koje primjenjuju proširenu stvarnost [53]. Tako se dijete u isto vrijeme zabavlja igrom, ali i odrađuje fizički trening izvođenjem preciznih motoričkih pokreta. Na ovom principu je razvijena igra *Cars Racing* [54] u kojoj se kontrola ostvaruje dodirivanjem cijelog ekrana čime se omogućuje djeci s lošim motoričkim sposobnostima jednostavno kontroliranje vozila.

Uz tehnologije koje moderno doba nudi, važno je za svakog učenika s poremećajem učenja odabrati alate koji odgovaraju njegovim sposobnostima i potrebama.

2.6. Postojeća rješenja koja se oslanjaju na tehnologiju

2.6.1. Računalni alati

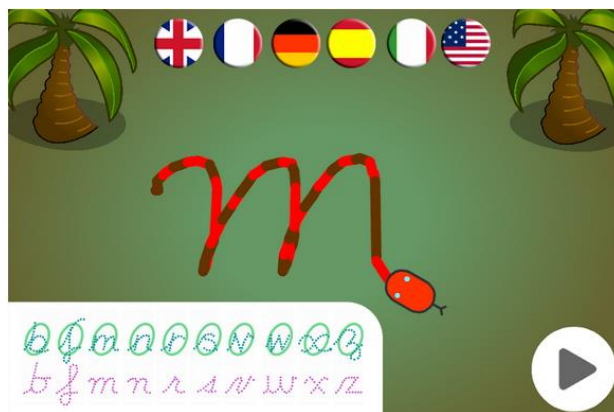
Iako je u ovom radu naglasak na mobilnim aplikacijama, postoje i brojni računalni programi koji mogu pomoći osobama s poremećajima učenja u savladavanju akademskih izazova. Programi za obradu riječi predstavljaju jednostavnu alternativu pisanju na papir i mogu koristiti učenicima s različitim poremećajima učenja, od disleksije do disgrafije i dispraksije. To su popularni programi poput *Microsoft Word*-a i *Microsoft OneNote*-a i neki manje poznati poput *Evernote*-a, *Pages* i *DraftPad*-a. Od programa za pretvorbu teksta u zvuk se izdvajaju *Speak it!* i *Text2Speech* [55] čije su inačice dostupne i u računalnim i u mobilnim verzijama.

2.6.2. Mobilni alati

Zadnjih nekoliko godina se sve više ulaže u razvoj mobilnih aplikacija za pomoć učenicima s poremećajima učenja zbog iznimne fleksibilnosti, dostupnosti i rastuće popularnosti mobitela. Aplikacija koja može koristiti učenicima s bilo kojim poremećajem učenja je *myHomework* [56]. Budući da ti učenici često imaju poteškoće u organizaciji vremena i planiranju obaveza, pomoću ove aplikacije mogu pratiti školske obaveze i zadaće. Dostupna je i na *Google Play* i *Apple* trgovinama, a dok su neke funkcionalnosti besplatne, drugima se može pristupiti kupovinom.

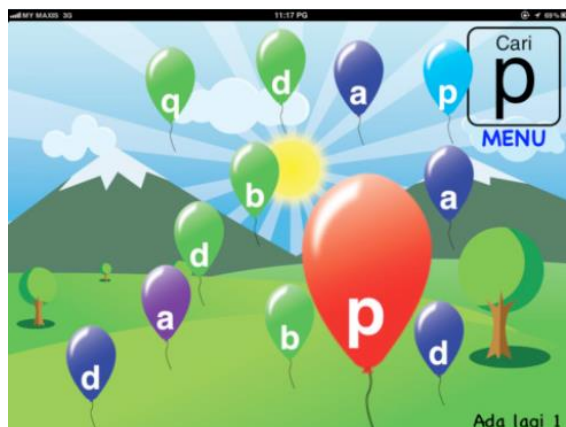
Rješenja za disleksiju

Od aplikacija za pomoć djeci s disleksijom ističe se *Crazy Cursive Letters*. Osmišljena je u svrhu poboljšanja vještina pisanja slova i riječi, a karakteriziraju ju šarolike i zabavne pozadine i zvučni efekti [57]. Korisnik prstom prelazi preko riječi ili slova, a zadatak se ponavlja ako je prisutno veliko odstupanje od predloška. Na slici 2.5. je prikazan zaslon vježbe pisanja slova m. Dostupna je na *Apple* i *Google Play* trgovinama u plaćenju i besplatnoj *Lite* verziji.



Slika 2.5. Jedan od zaslona aplikacije *Crazy Cursive Letters*, preuzeto iz [58]

Znanstvenici na malezijskom sveučilištu su izradili aplikaciju *Dyslexia Baca* čija je svrha naučiti djecu s disleksijom prepoznati i razlikovati slova p, q, b, d, m i w [59]. Ova slova su odabrana zato što su većini osoba s disleksijom slična i često ih miješaju. Prozor aplikacije u kojem je zadatak odabrati balone koji prikazuju slovo p je prikazan na slici 2.6. Sučelje aplikacije je na malajskom jeziku i objavljena je na *Apple* trgovini.

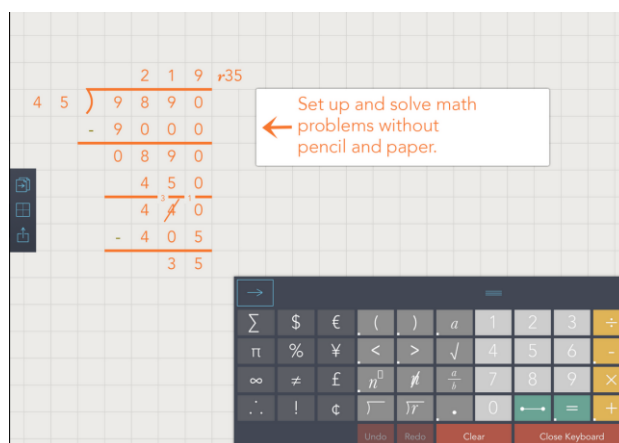


Slika 2.6. Jedan od zaslona aplikacije *Dyslexia Baca*, preuzeto iz [48]

Voice Dream Reader je *iOS* aplikacija koja nudi pomoć u širokom rasponu poteškoća, od lošeg vida i disleksije do autizma i narušenih motoričkih sposobnosti [48, 60]. Omogućuje olakšano čitanje teksta s opcijama pretvaranja teksta u zvuk i isticanja teksta sinkrono sa zvukom. Moguće je skenirati tekstove, učitavati različite formate poput pdf-a i epub-a i preuzimati dokumente s online platformi. Neke od ponuđenih opcija su besplatne dok je za druge omogućena kupovina unutar aplikacije. Postoje i inovativna rješenja poput *Audio Game Hub*-a, aplikacije koja se sastoji od niza eksperimentalnih arkadnih audio igara [61]. Osmišljena je za zabavu djece s oštećenim vidom ili potpunom sljepoćom, a mogu je koristiti i djeca s disleksijom kojima je dugotrajno čitanje naporno. Potpomaže razvoj slušnih sposobnosti i pamćenja te je dostupna besplatno na *Google Play* trgovini.

Rješenja za disgrafiju

Besplatnu *iOS* aplikaciju *ModMath* su izradili roditelji djeteta s disleksijom i disgrafijom. Njezino elegantno sučelje, koje je prikazano na slici 2.7., omogućuje pisanje i rješavanje matematičkih zadataka bez uporabe papira [62, 63]. Cijeli postupak je iznimno čitljiv, što osobe s disgrafijom teško postižu na papiru.



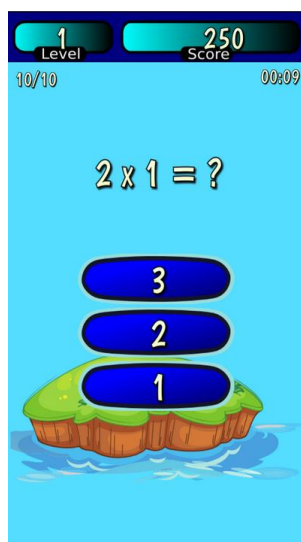
Slika 2.7. Jedan od zaslona *iOS* aplikacije *ModMath*, preuzeto iz [63]

Da bi se pružila pomoć djeci s disgrafijom u savladavanju pisanja i čitanja kroz zabavu, na talijanskom sveučilištu je izrađena posebna web mobilna igra. Tip je igre „trčanja“ u kojoj je cilj skupiti različite vrste voća čime se osvajaju bodovi [64]. Korisnik mora savladati prepreke na stazi crtanjem određenog oblika na ekranu. Tijekom igre, slova i riječi padaju s neba, a njihovim se hvatanjem otvara sučelje u kojem se uhvaćeno slovo treba pravilno prepisati.

Rješenja za diskalkuliju

U sklopu istraživanja je izrađena aplikacija *Calculic Kids* koja je namijenjena poučavanju djece s diskalkulijom brojevnom sustavu, zbrajanju i oduzimanju [51]. Odgovarajućim slikama prstiju ruku se predstavljaju brojevi, a brojanje objekata se izvodi korištenjem slika spajalica. Pozadinu aplikacije karakteriziraju pastelne boje koje potiču koncentraciju korisnika, a tekst je prikazan u *non-serif* fontu. Slična aplikacija je i *MathFun* [65] kojom se djeca s diskalkulijom poučavaju osnovama matematičke logike i razumijevanju simbola.

Time Tables Math Trainer je *Android* aplikacija čiji je zadatak poučiti učenike s diskalkulijom operaciji množenja [50, 66]. Nastoji zainteresirati djecu privlačnim sučeljem prikazanim na slici 2.8. Sastoji se od 36 razina različite težine te omogućuje izradu kartica za ponavljanje množenja.



Slika 2.8. Jedan od zaslona aplikacije *Time Tables Math Trainer*, preuzeto iz [66]

Rješenja za dispraksiju

ATHYNOS je igra izrađena za pomoć djeci s dispraksijom. Uporabom proširene stvarnosti poboljšava koordinaciju očiju i pokreta ruku, potiče interaktivnost i rješavanje problema [53]. U sučelju su ponuđene tri razine terapije koje se odabiru ovisno o sposobnostima djeteta. Jedna od mogućih aktivnosti je prikazana na slici 2.9. u kojoj je cilj likove s desne strane upariti s odgovarajućim siluetama na lijevoj strani zaslona.



Slika 2.9. Aktivnost uparivanja likova u aplikaciji *ATHYNOS*, preuzeto iz [53]

Na *Google Play* trgovini je pronađeno sveukupno 250 aplikacija za pomoć u disleksiji, 49 za pomoć u diskalkuliji, a samo 14 za pomoć u disgrafiji [4]. Zbog ograničenosti duljine rada, u ovom poglavlju je prikazan samo mali broj aplikacija za pomoć osobama (osobito djeci) s poremećajima učenja. Izabrane su kvalitetne aplikacije dostupne na raznim platformama, a za mnoge od njih postoji nekoliko sličnih implementacija.

3. PROGRAMSKO RJEŠENJE ZA MOBILNU PLATFORMU ZA POMOĆ OSOBAMA S POREMEĆAJIMA UČENJA

Važnost digitalnih alata je u njihovoj mogućnosti pružanja individualiziranih uputa [66]. Oni povećavaju motivaciju osobe davanjem trenutnih povratnih informacija o razini uspješnosti u izvođenju zadataka i potiču aktivno učenje. Aplikacija *Dys Assist* je izrađena u programskom jeziku *Kotlin* u razvojnom okruženju *Android Studio*. Osmišljena je kao model primjene mehanizama djelotvornih za pomoć osobama s poremećajima učenja u mobilnom okruženju. Ponuđene su četiri odvojene aktivnosti od kojih svaka pomaže u problemima koji proizilaze iz jednog od poremećaja. Cilj korištenja aplikacije je ostvariti napredak u slabo razvijenim vještinama osoba s poremećajima učenja.

3.1. Specifikacija zahtjeva

Nakon detaljnog uvida u oblike poremećaja učenja, izrađuje se *Android* aplikacija *Dys Assist* koja implementira spomenute funkcionalnosti digitalnih alata za ublažavanje simptoma poremećaja. Aplikacija pruža pomoć u četiri najčešća poremećaja: disleksije, disgrafije, diskalkulije i poremećaja hiperaktivnosti i deficita pažnje. Za disleksiju je izrađena aktivnost učenja čitanja riječi pomoću kartica, za disgrafiju aktivnost vježbe rukopisa, za diskalkuliju matematički kviz i za ADHD aktivnost izvršavanja obaveza pomoću Pomodoro odbrojavanja. Korištenjem ovih aktivnosti se ostvaruje poboljšanje vještina koje su izrazito nerazvijene u svakom od poremećaja. Kod disleksije su to vještine čitanja i obrade jezika, a kod disgrafije vještine pisanja i izvođenja preciznih pokreta. Kod diskalkulije je narušena sposobnost razumijevanja matematičkih postupaka, a kod ADHD-a vještine planiranja i odrađivanja obaveza [2, 15].

Sučelje aplikacije je dizajnirano prema prethodno definiranim načelima kojima se pospješuje učenje osoba s ovim poremećajima. Odabrane su pastelne boje koje promiču koncentraciju [50] i stvaraju opuštenu atmosferu. Osobe s poremećajima učenja iznimno motivira postojanje nagrade pa je dodan zvuk pljeska u svim aktivnostima u kojima se provjerava točnost odgovora. Zbog njezine specifičnosti, dispraksiju nije moguće uključiti u aplikaciju. Dodatan stupanj težine kod dispraksije u odnosu na disgrafiju je poteškoća izvođenja planiranih pokreta i koordinacije svih udova tijela [32]. Stoga bi aplikacijom bilo potrebno pratiti pokrete koji nisu ograničeni na zaslon mobitela što je moguće ostvariti isključivo uporabom proširene ili virtualne stvarnosti.

3.2. Korištene tehnologije

3.2.1. Android Studio

Android Studio je integrirano razvojno okruženje namijenjeno za razvoj *Android* aplikacija. Utemeljeno je na okruženju *IntelliJ IDEA* za razvoj računalnih programa u *Javi*, *Kotlinu*, *Groovy* i drugim jezicima *JAR* formata paketa [67, 68]. Aplikacija *Dys Assist* je napisana u *Kotlin* programskom jeziku. To je objektno orijentirani jezik statičkog tipa koji može komunicirati s *Java* virtualnim strojem, *Java* bibliotekama i *Androidom* [69]. Karakterizira ga sažetost i jednostavnost koje su ostvarene uklanjanjem redundancija prisutnih u *Javi*. Od komponenti *Android Studija* koje su korištene u izradi aplikacije, najvažnije su: aktivnosti (engl. *activity*), sučelja (engl. *interface*), *Broadcast Receiver* i *RecyclerView*.

Aktivnosti

Aktivnosti su ključne komponente *Android* aplikacije, a način na koji se one pokreću i međusobno komuniciraju je temelj modela aplikacije [70]. Životni ciklus aktivnosti ima nekoliko faza kojima je moguće pristupiti funkcijama poput *onCreate()* koja se poziva stvaranjem aktivnosti. Na slici 3.1. je prikazana *onCreate()* funkcija aktivnosti disleksije u kojoj korisnik bira željeni broj kartica za učenje riječi nakon čega se pokreće nova aktivnost.

```
override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
    super.onCreate(savedInstanceState)
    setContentView(R.layout.activity_dyslexia)

    val fifteenCardsRB = findViewById<RadioButton>(R.id.radio_button_cards_fifteen)
    val twentyCardsRB = findViewById<RadioButton>(R.id.radio_button_cards_twenty)

    findViewById<Button>(R.id.button_dyslexia_begin).setOnClickListener { it:View?
        val intent = Intent(packageContext this, FlashcardActivity::class.java)
        if(twentyCardsRB.isChecked){
            intent.putExtra(DECK_SIZE, value: 20)
        }else if(fifteenCardsRB.isChecked){
            intent.putExtra(DECK_SIZE, value: 15)
        }else{
            intent.putExtra(DECK_SIZE, value: 10)
        }
        startActivity(intent)
        overridePendingTransition(enterAnim: 0, exitAnim: 0)
        finish()
    }
}
```

Slika 3.1. Programski kod početne aktivnosti disleksije u aplikaciji *Dys Assist*

Broadcast Receiver

Broadcast Receiver je *Android* komponenta koja omogućuje bilježenje sustavnih ili aplikacijskih događaja [71]. Kada se događaj za koji je *Broadcast Receiver* izrađen dogodi, sustav poziva funkciju *onReceive()* koja obavještava sve registrirane primatelje. U aplikaciji *Dys Assist* se *Broadcast Receiver* koristi za odašiljanje informacija o isteku Pomodoro pozadinskog odbrojavanja koje se pokreće kada se zatvori aktivnost za ADHD. Kao što je prikazano na slici 3.2., završetkom odbrojavanja se metodom *onReceive()* šalje obavijest i zaustavlja pozadinsko odbrojavanje.

```
class TimerExpiredReceiver : BroadcastReceiver() {  
  
    override fun onReceive(context: Context, intent: Intent) {  
        PrefUtilNotification.setBroadcastCompleted( state: true, context)  
        PrefUtilNotification.sendNotification(context)  
        PrefUtilAdhd.setTimerState(AdhdActivity.TimerState.Stopped, context)  
        PrefUtilAdhd.setAlarmSetTime( time: 0, context)  
    }  
}
```

Slika 3.2. Programski kod *Broadcast Receiver* komponente u aplikaciji *Dys Assist*

RecyclerView i sučelja

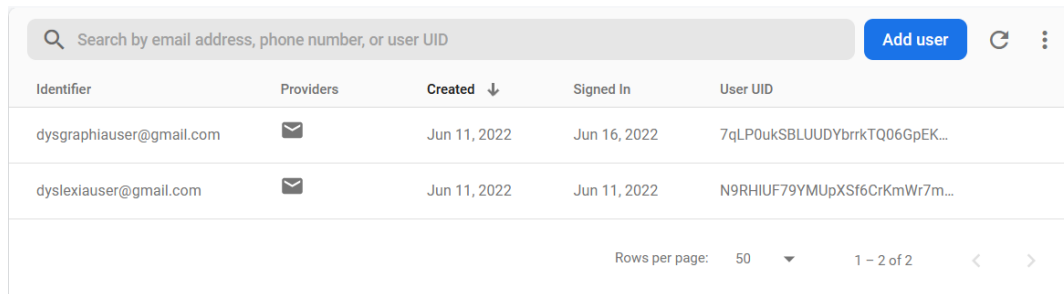
RecyclerView je *ViewGroup* komponenta kojom se omogućuje efikasan prikaz velikog broja podataka dinamičkim stvaranjem elemenata samo onda kada su potrebni [72]. U aplikaciji je korišten za prikaz liste obaveza u aktivnosti za osobe s ADHD-om. Lista obaveza se dinamički stvara i prikazuje, a odabir obaveze za koju se želi pokrenuti odbrojavanje se registrira pomoću sučelja (engl. *interface*). *RecyclerView* tada obavještava aktivnost o poziciji odabranog elementa na listi. Sučelje omogućuje i brisanje pojedine obaveze. Na slici 3.3. je prikazano opisano sučelje čiji se objekt stvara u aktivnosti, a funkcije *onChoose()* i *onDelete()* pozivaju u *RecyclerView*-u.

```
interface TimerToListListener {  
    fun onChoose(todoName : String, pomodoroCount : String, textView : TextView)  
    fun onDelete(todoName: String, checker : Boolean)  
}
```

Slika 3.3. Programski kod sučelja liste obaveza u aplikaciji *Dys Assist*

3.2.2. Firebase Authentication i Realtime Database

Firebase je *Google* platforma za razvoj mobilnih aplikacija koja nudi usluge poput autentikacije, stvaranje baza podataka, analitike i pohrane dokumenta [73]. Autentikacija korisnika u aplikaciji *Dys Assist* se vrši preko adrese elektroničke pošte i zaporke korištenjem usluga *Authentication* segmenta *Firebase* platforme. Svi registrirani korisnici su pohranjeni na *Firebase* konzoli kao što je prikazano na slici 3.4.

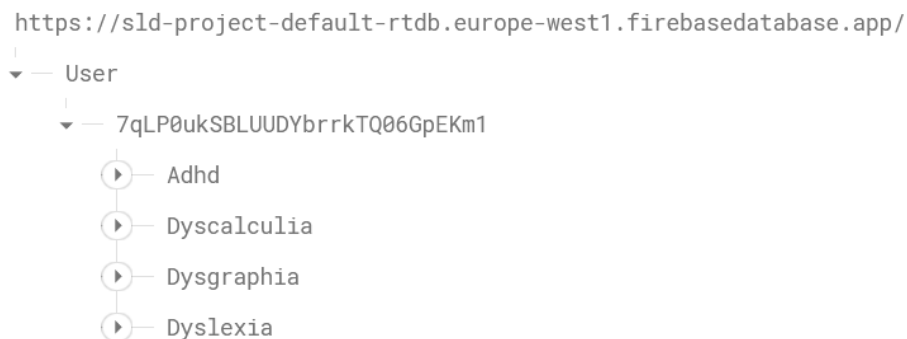


Identifier	Providers	Created ↓	Signed In	User UID
dysgraphiauser@gmail.com	✉	Jun 11, 2022	Jun 16, 2022	7qLP0ukSBLUUDYbrrkTQ06GpEK...
dyslexiauser@gmail.com	✉	Jun 11, 2022	Jun 11, 2022	N9RHIUF79YMUpxSf6CrKmWr7m...

Rows per page: 50 1 - 2 of 2

Slika 3.4. *Authentication* segment na *Firebase* konzoli za aplikaciju *Dys Assist*

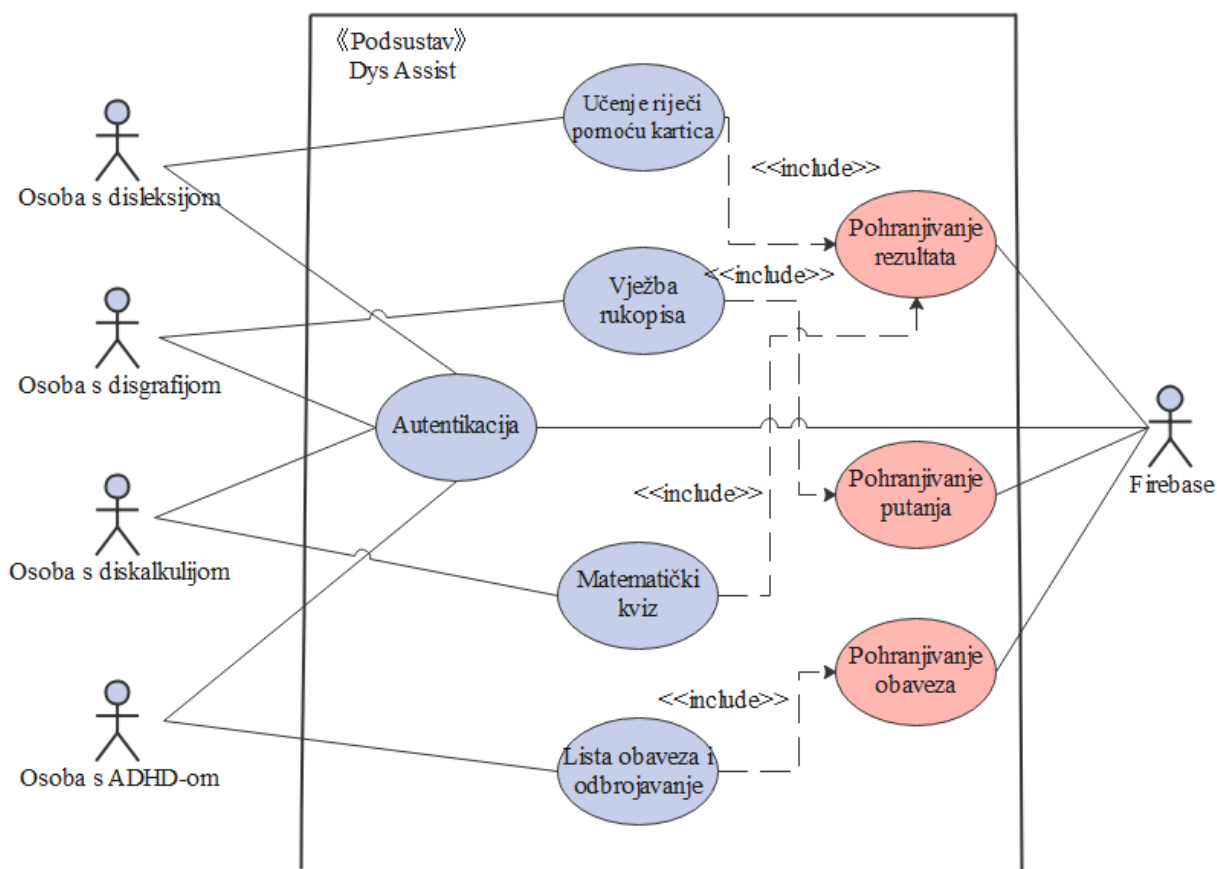
Nakon svake uspješne autentikacije, korisnik se preko *User UID* parametra povezuje s bazom podataka u *Realtime Database*. U bazi se pod granom *User* stvara grana s imenom *User UID* korisnika u kojoj se odrađivanjem aktivnosti aplikacije spremaju rezultati. Tako se za matematički kviz spremaju bodovi kviza pod granom *Dyscalculia*, a u aktivnosti učenja riječi rezultati pregleda kartica pod granom *Dyslexia* (slika 3.5.). U bazu podataka se spremaju i putanje aktivnosti vježbe rukopisa pod granom *Dysgraphia*, a u aktivnosti odbrojavanja lista obaveza pod granom *Adhd*.



Slika 3.5. *Realtime Database* segment na *Firebase* konzoli za aplikaciju *Dys Assist*

3.3. Slučajevi korištenja

Aplikacija *Dys Assist* je izrađena da pruži pomoć u četiri različita poremećaja učenja pa se definiraju i slučajevi korištenja za svaki od njih. Za sva četiri slučaja se pretpostavlja da osoba ima pametni telefon s instaliranom aplikacijom kao i pristup internetu. Na slici 3.6. je prikazan UML dijagram osnovnih slučajeva korištenja koji su detaljnije opisani u nastavku.



Slika 3.6. UML dijagram slučaja korištenja aplikacije *Dys Assist*

Četiri protagonista pristupaju različitim aktivnostima u aplikaciji *Dys Assist* s ciljem popravljivanja određene vještine. U tablici 3.1. je opisan predviđeni način korištenja aplikacije od strane osobe s disleksijom, a u tablici 3.2. osobe s disgrafijom. U tablici 3.3. je detaljno prikazan slučaj korištenja u kojem je protagonist osoba s diskalkulijom, a u tablici 3.4. osoba s poremećajem hiperaktivnosti i deficita pažnje.

Tablica 3.1. Osnovni tok slučaja korištenja osobe s disleksijom.

Slučaj korištenja (1)	Osoba s disleksijom koristi aplikaciju <i>Dys Assist</i>
Protagonist	Osoba s disleksijom
Pregled slučaja korištenja	Osoba s disleksijom otvara aplikaciju <i>Dys Assist</i> da bi naučila čitati nove riječi, riječi s kojima ima poteškoća ili da bi ponovila riječi koje već dobro poznaje
Okidač	Osoba je motivirana poteškoćama u čitanju
Preduvjet	Osoba mora imati disleksiju
Opis	Scenarij u kojem osoba s disleksijom pristupa aktivnosti čitanja i učenja pisanja riječi pomoću kartica u aplikaciji <i>Dys Assist</i>
1.	Osoba se uspješno registrira ili prijavljuje u aplikaciju
2.	Osoba otvara aktivnost za disleksiju
3.	Osoba odabire željeni broj kartica
4.	Osoba ne zna pročitati ili napisati prikazane riječi
5.	Osoba pregleda svaku karticu i pokušava zapamtiti kako se riječ piše i čita
6.	Osoba pristupa aktivnosti sve dok nije zadovoljna svojim znanjem
Rezultat završetka koraka	Osoba s disleksijom je naučila kako se čitaju i pišu nove riječi

Tablica 3.2. Osnovni tok slučaja korištenja osobe s disgrafijom.

Slučaj korištenja (2)	Osoba s disgrafijom koristi aplikaciju <i>Dys Assist</i>
Protagonist	Osoba s disgrafijom
Pregled slučaja korištenja	Osoba s disgrafijom otvara aplikaciju <i>Dys Assist</i> s ciljem da popravi rukopis vježbanjem pisanja riječi i slova
Okidač	Osoba je motivirana svojim izrazito lošim rukopisom
Preduvjet	Osoba mora imati disgrafiju
Opis	Scenarij u kojem osoba s disgrafijom pristupa aktivnosti vježbe čitljivog pisanja riječi i slova na platnu u aplikaciji <i>Dys Assist</i>
1.	Osoba se uspješno registrira ili prijavljuje u aplikaciju
2.	Osoba otvara aktivnost za disgrafiju
3.	Osoba odabire slova ili riječi čije ispravno pisanje želi vježbati
4.	Osoba vježba pisanje sve dok nije zadovoljna ostvarenim rezultatom
Rezultat završetka koraka	Osoba s disgrafijom urednije piše pojedine riječi i slova

Tablica 3.3. Osnovni tok slučaja korištenja osobe s diskalkulijom.

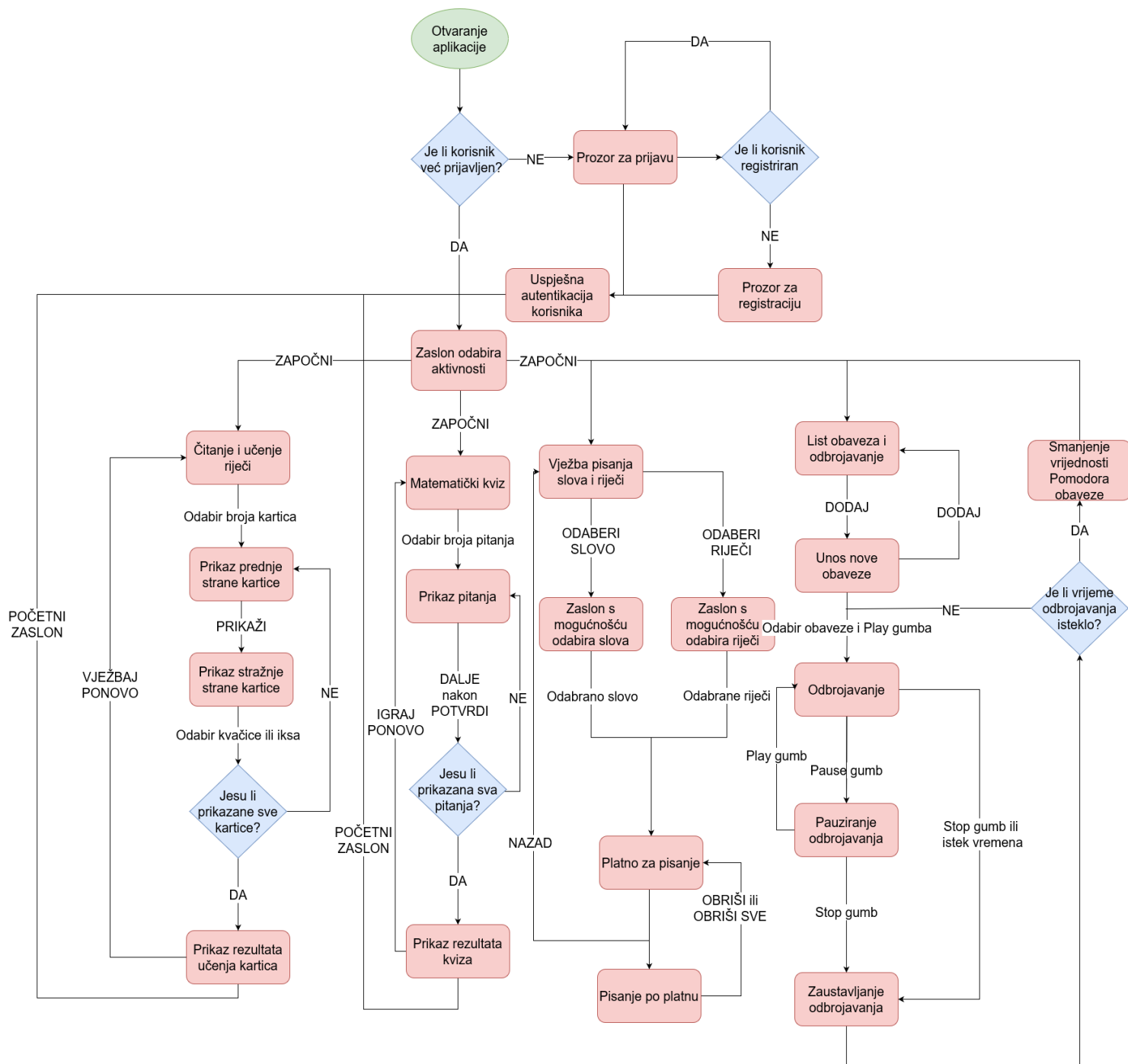
Slučaj korištenja (3)	Osoba s diskalkulijom koristi aplikaciju <i>Dys Assist</i>
Protagonist	Osoba s diskalkulijom
Pregled slučaja korištenja	Osoba s diskalkulijom otvara aplikaciju <i>Dys Assist</i> kako bi popravila svoje vještine računanja matematičkim operacijama zbrajanja, oduzimanja i množenja
Okidač	Osoba često zaboravlja tablicu množenja i lako se zbuni u računanju zbrajanjem i oduzimanjem
Preduvjet	Osoba mora imati diskalkuliju
Opis	Scenarij u kojem osoba s diskalkulijom pristupa aktivnosti rješavanja matematičkog kviza u aplikaciji <i>Dys Assist</i>
1.	Osoba se uspješno registrira ili prijavljuje u aplikaciju
2.	Osoba otvara aktivnost za diskalkuliju
3.	Osoba odabire željeni broj pitanja i započinje kviz
4.	Osoba ponavlja kviz sve dok nije zadovoljna postignutim rezultatom
Rezultat završetka koraka	Osoba s diskalkulijom je osvježila znanje korištenja osnovnih matematičkih operacija

Tablica 3.4. Osnovni tok slučaja korištenja osobe s ADHD-om.

Slučaj korištenja (4)	Osoba s poremećajem hiperaktivnosti i deficita pažnje koristi aplikaciju <i>Dys Assist</i>
Protagonist	Osoba s poremećajem hiperaktivnosti i deficita pažnje
Pregled slučaja korištenja	Osoba s ADHD-om otvara aplikaciju <i>Dys Assist</i> da bi bolje organizirala i pratila svoje obaveze
Okidač	Osobu je lako omesti u izvršenju obaveza koje uslijed gubitka koncentracije često zaboravi
Preduvjet	Osoba mora imati poremećaj hiperaktivnosti i deficita pažnje
Opis	Scenarij u kojem osoba s ADHD-om bilježi i prati svoje obaveze u aplikaciji <i>Dys Assist</i>
1.	Osoba se uspješno registrira ili prijavljuje u aplikaciju
2.	Osoba otvara aktivnost za ADHD
3.	Osoba unosi novu obavezu čije izvršenje želi pratiti
4.	Osoba započinje Pomodoro ciklus za tu obavezu
5.	Osoba završava započeti Pomodoro ciklus
Rezultat završetka koraka	Osoba s poremećajem hiperaktivnosti i deficita pažnje je odradila obavezu ili je korak bliže njezinom odrađivanju

3.4. Dijagram toka aplikacije

Na slici 3.7. se nalazi dijagram mogućeg kretanja korisnika kroz aplikaciju. Na strelicama su definirane radnje, a radnja pritiska gumba je označena velikim slovima kao i u aplikaciji.



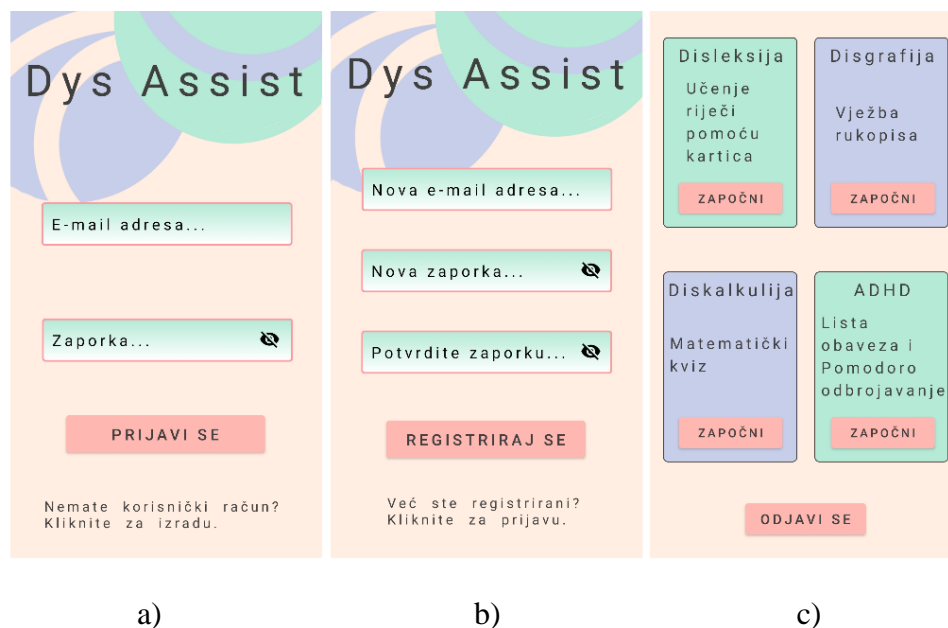
Slika 3.7. Dijagram toka aplikacije *Dys Assist*

3.5. Opis korištenja aplikacije

U ovom poglavlju su predstavljene sve cjeline aplikacije uz odgovarajuće zaslone i opisan je predviđeni način njihova korištenja. Opisom pojedinih aktivnosti se pokazuje i implementacija načela spomenutih u teorijskom dijelu rada, na temelju kojih je aplikacija osmišljena i izrađena.

3.5.1. Zasloni autentikacije korisnika i odabira aktivnost

Ako nijedan korisnik u trenutku pokretanja aplikacije nije prijavljen u sustav, prvo se otvara zaslon prikazan na slici 3.8. pod a). U njemu je omogućena prijava prethodno registriranog korisnika. Ako korisnik nema izrađen račun, klikom na tekst ispod gumba za prijavu može otvoriti zaslon za registraciju koji je prikazan na slici 3.8. pod b). U postupku registracije se dvaput unosi zaporka koju je klikom na ikonu oka moguće prikazati ili sakriti. Omogućen je povratak na zaslon za prijavu odabirom teksta ispod gumba za registraciju. Klikom na gumb za registraciju se stvara novi korisnik u *Authentication* segmentu *Firebase* konzole.

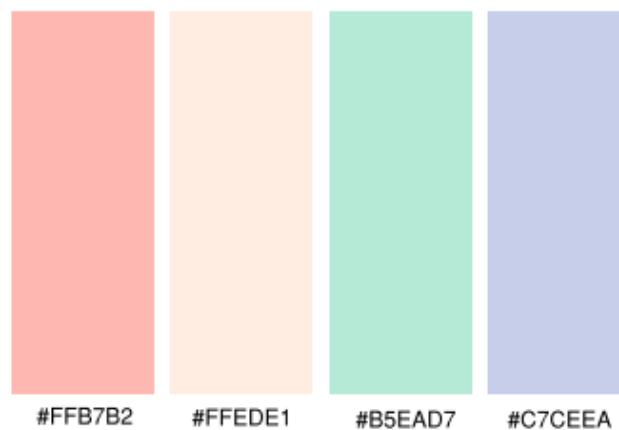


Slika 3.8. Zasloni za prijavu, registraciju i odabir aktivnosti u aplikaciji *Dys Assist*

Uspješnom prijavom ili registracijom korisnika se otvara zaslon prikazan na slici 3.8. pod c). Na njemu se nalaze gumbi za pokretanje svih aktivnosti ponuđenih u aplikaciji uz čiji opis pišu i poremećaji učenja za koje su namijenjene. Nakon prijave ili registracije ovaj zaslon će biti početni sve dok se ne odabere gumb za odjavu, odnosno dok *Firebase Authentication* ima zabilježeno

postojanje trenutnog korisnika. Odabirom gumba za odjavu se ponovo otvara prozor za prijavu (slika 3.8. pod a).

Za sučelje aplikacije su korištene pastelne boje s malim kontrastom i font iz obitelji *sans-serif* koji su čitljiviji za osobe s disleksijom u odnosu na druge ponuđene fontove. Osnovna paleta boja sučelja je prikazana na slici 3.9., uz odgovarajuće heksadecimalne vrijednosti. Prema preporuci, najmanja veličina slova je 14 *sp* i opisi aktivnosti su sažeti. Razmak između slova je bar 35% veći od prosječne širine slova, a razmak između riječi je oko 3.5 puta veći od razmaka između slova [74, 75]. U dizajnu se izbjegava koristiti kosa slova koja mogu prouzrokovati miješanje slova za korisnike s disleksijom.



Slika 3.9. Osnovna paleta boja korištenih u aplikaciji *Dys Assist*

3.5.2. Kartice za učenje riječi

Ako se započne aktivnost za disleksiju u prozoru odabira aktivnosti (slika 3.8. pod c), otvara se zaslon prikazan na slici 3.10. U njemu korisnik bira broj kartica za vježbu čitanja, pri čemu je moguće odabrati 10, 15 ili 20 kartica. Omogućeno je vraćanje iz ovog zaslona na zaslon odabira aktivnosti. Odabirom gumba za početak se generira označeni broj kartica, a ako korisnik nije odabrao niti jedan gumb, generira se 10 kartica. One se slučajno odabiru iz prethodno stvorene baze od dvanaest različitih kartica, a iste kartice se mogu ponavljati više puta.



Slika 3.10. Zaslون odabira broja kartica u aplikaciji *Dys Assist*

Klikom na gumb za početak se otvara prozor s riječju (slika 3.11. pod a), a odabirom gumba za prikaz se pokreće animacija preokreta kartice i otvara se stražnja strana kartice (slika 3.11. pod b). Ponuđena su dva gumba koja korisnik bira ovisno o tome koliko dobro zna čitati i pisati prikazanu riječ i rečenicu. Odabir gumba je popraćen odgovarajućim zvučnim zapisom.



Slika 3.11. Prikaz dvaju strana kartice i zaslona rezultata aktivnosti u aplikaciji *Dys Assist*

Korištenjem *Text-to-speech* funkcionalnosti na prikazu prednje strane kartice se čita riječ, a nakon njezina preokreta rečenica. Na stražnjoj strani kartice se nalazi gumb s ikonom zvučnika kojim se može pokrenuti ponovo čitanje rečenice. *Android Studio* ne nudi *Text-to-speech* na hrvatskom jeziku zbog čega je za svaku riječ i rečenicu stvoren zapis na internetskoj stranici *Alfanum* koji je zatim dodan u projekt.

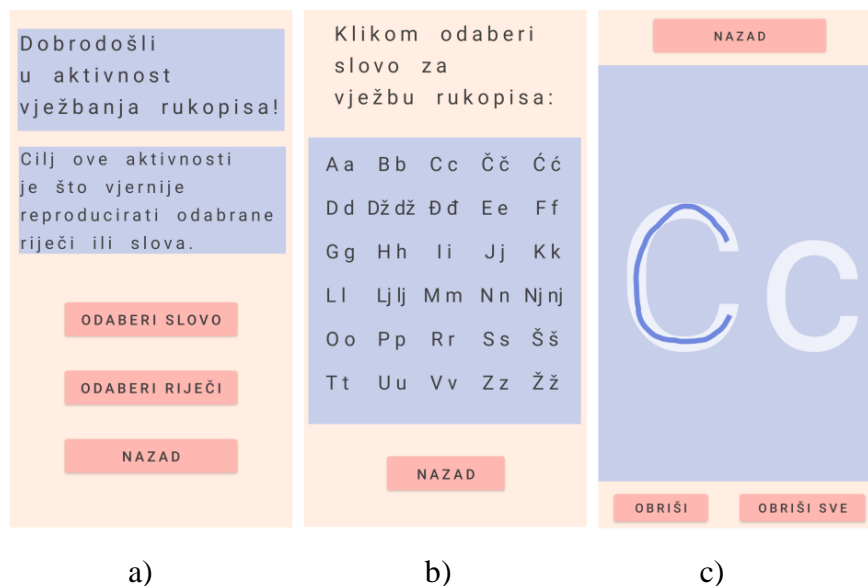
Nakon što korisnik završi pregled svih kartica, automatski se otvara prozor s rezultatima prikazan na slici 3.11. pod c. Broj odabranih kvačica svakog pregleda se sprema u bazu podataka *Realtime Database* na *Firebase* platformi i prikazuje se u aplikaciji u postotnom obliku. Na istom zaslonu je prikazan i najbolji rezultat svih dovršenih pregleda. Gumbom se korisnik vraća na zaslon odabira broja kartica, a moguće je vratiti se i na zaslon odabira aktivnosti.

Kartice su izvrstan alat za pomoć osobama s disleksijom u učenju pravilnog čitanja riječi jer u isto vrijeme aktiviraju nekoliko osjetila. Time se materijal predstavlja u trodimenzionalnom obliku [76]. Implementacija zvuka i šarolikih slika čini učenje zabavnim, a ponavljanje kartica povećava uspješnost i brzinu savladavanja gradiva. Za kartice su odabrane dokazano najteže riječi za osobe s disleksijom [18], a to su one za koje je teško prizvati odgovarajuću mentalnu sliku. Popratne rečenice su osmišljene tako da sadržavaju što manje apstraktnih riječi.

3.5.3. Aktivnost vježbe rukopisa

Odabirom gumba za početak aktivnosti disgrafije (slika 3.8. pod c) se otvara zaslon prikazan na slici 3.12. pod a. U njemu korisnik može birati između aktivnosti vježbe pisanja slova i aktivnosti vježbe pisanja riječi. Omogućen je i povratak nazad na zaslon odabira aktivnosti.

Klikom na gumb za vježbu slova se otvara zaslon prikazan na slici 3.12. pod b. U njemu su sadržana sva slova hrvatske abecede, a korisnik bira slova čije pisanje želi vježbati. Tako se odabirom slova „C c“ otvara zaslon s platnom za crtanje (slika 3.12. pod c) na kojem korisnik aktivira kist povlačenjem prsta po ekranu mobitela. Cilj aktivnosti je što vjernije reproducirati obrise bijelih linija pravilno napisanog slova. Gumbom je moguće obrisati posljednji potez kista kao i sve povučene poteze te navigirati nazad na početni zaslon aktivnosti disgrafije.



Slika 3.12. Početni zaslon disgrafije i zaslone odabira slova i platna za pisanje u aplikaciji *Dys Assist*

Klikom na gumb za odabir riječi na početnom zaslonu aktivnosti disgrafije (slika 3.8. pod a) se otvara prozor prikazan na slici 3.13. pod a. U njemu korisnik klikom odabire dvije riječi koje želi vježbati nakon čega se automatski otvara prozor prikazan na slici 3.13. pod b. Kao i kod aktivnosti vježbe slova, cilj je da potezi kista što manje odstupaju od bijelih obrisa slova u pozadini.

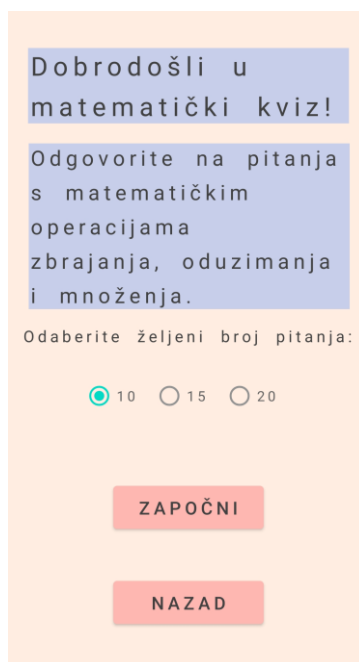


Slika 3.13. Zaslone odabira riječi i platna za pisanje riječi u aplikaciji *Dys Assist*

Da bi se ovom aktivnošću što više pomoglo osobama s disgrafijom, odabrane su najčešće riječi u pisanom hrvatskom jeziku [77]. Za prikaz riječi i rečenica je korišten je font iz obitelji *sans-serif* koji je čitljiviji kako za osobe s disleksijom tako i za osobe s disgrafijom. Aplikacije za disgrafiju su još u ranoj fazi razvoja i vrlo ih je malo, pa ne postoje upute vezane za potrebnu veličinu slova u predstavljenoj aktivnosti.

3.5.4. Matematički kviz

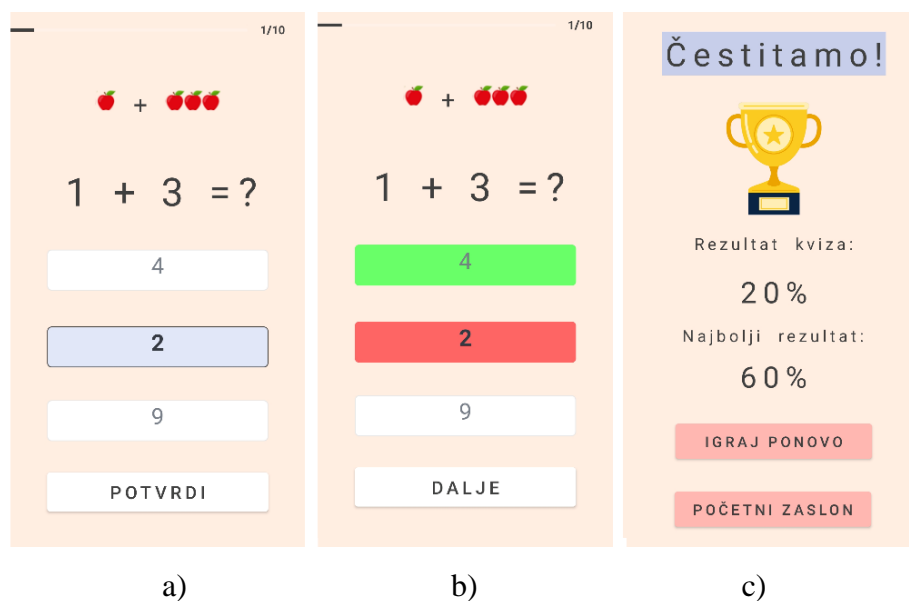
Odabirom gumba za početak aktivnosti diskalkulije na zaslonu odabira aktivnosti (3.8. pod c), otvara se zaslon prikazan na slici 3.14. U njemu se nalaze osnovne informacije o matematičkom kvizu i korisnik bira željeni broj pitanja. Moguće je navigirati iz ovog zaslona nazad na zaslon odabira aktivnosti.



Slika 3.14. Početni zaslon matematičkom kviza za diskalkuliju u aplikaciji *Dys Assist*

Odabirom gumba za početak kviza se otvara prvo pitanje s predloženim odgovorima (slika 3.15. pod a). Sva pitanja, operatori i odgovori su generirani dinamički korištenjem slučajnih brojeva. Time omogućeno je da kviz ima ogroman broj različitih pitanja, a pojavljuju se tri matematička operatora: zbrajanje, oduzimanje i množenje. Odabran odgovor je prije pritiska gumba blago zatamnjen (slika 3.15. pod a), a ako korisnik odgovori netočno na pitanje, označen je i odabran i točan odgovor (slika 3.15. pod b). I točni i netočni odgovori na pitanja su uvijek popraćeni odgovarajućim zvučnim

zapisom. Iznad pitanja postavljenog brojevima nalazi se pitanje u kojem jabuke predstavljaju brojeve. Na primjer, na slici 3.15. pod a broj jedan je predstavljen jednom jabukom, a broj tri s tri jabuke. Iznad prikaza jabuka se nalazi traka na kojoj se može pratiti pozicija trenutnog pitanja u kvizu.



Slika 3.15. Dva zaslona pitanja kviza i zaslon rezultata aktivnosti u aplikaciji *Dys Assist*

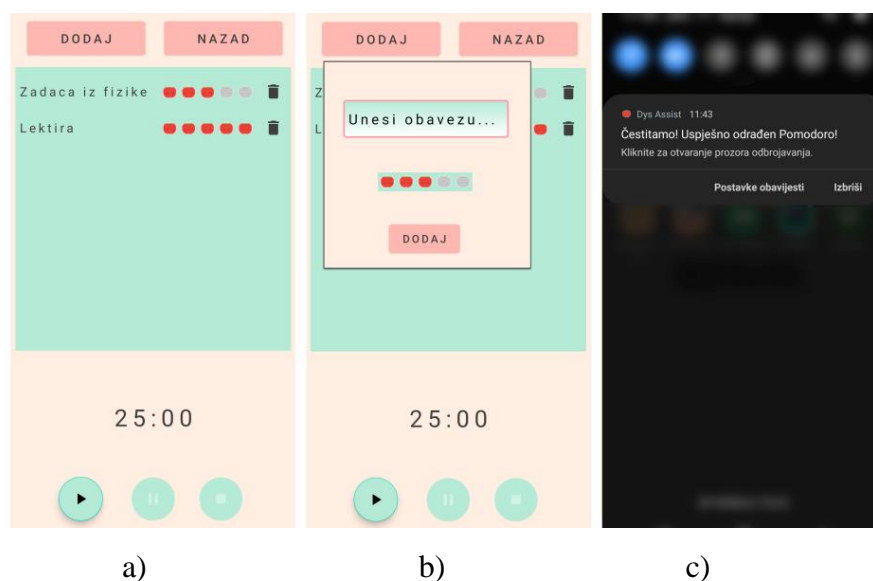
Odgovorom na zadnje pitanja se automatski otvara zaslon rezultata prikazan na slici 3.15. pod c. Rezultati kviza se spremaju u bazu podataka *Realtime Database* na platformi *Firebase* i prikazuju se zajedno s najboljim rezultatom svih pohranjenih pristupa kvizu. Odabirom gumba je moguće vratiti se na početni zaslon aktivnosti diskalkulije ili na zaslon odabira aktivnosti.

Kviz je osmišljen da pomogne osobama s diskalkulijom u učenju osnovnih matematičkih operacija kroz aktivnost samostalnog učenja. Slike jabuka se koriste da bi se premostio jaz između stvarnog i apstraktnog [37], a zbog svjesnosti o osjetljivosti na nagradu, dodan je ohrabrujući zvuk pljeska nakon svakog točnog odgovora. Gumb za potvrdu pitanja kao i svi ponuđeni odgovori su bijele boje s ciljem stvaranja izgleda što manjeg potencijala da izazove zbunjenost u korisniku [50].

3.5.5. Lista obaveza i Pomodoro odbrojavanje

Odabirom gumba za početak aktivnosti ADHD-a na zaslonu odabira aktivnosti (slika 3.8. pod c) se otvara prozor prikazan na slici 3.16. pod a. U njemu se nalazi lista obaveza, gumb za dodavanje obaveza i Pomodoro odbrojavanje. Dodavanjem svake nove obaveze korisnik bilježi predviđen broj

Pomodoro intervala za njezino izvršavanje koji su predstavljeni ikonom rajčice. Odbrojavanje se pokreće klikom na naziv obaveze koju korisnik želi odraditi, a zatim na gumb za reprodukciju. Moguće ga je pauzirati ili zaustaviti u bilo kojem trenutku nakon čega se može odabrati druga obaveza. Odbrojavanje radi i u pozadini ako ga korisnik pokrene i zatvori prozor aplikacije, a po njegovom završetku sustav šalje obavijest (slika 3.16. pod c). Klikom na obavijest se otvara prozor aplikacije u kojem je broj rajčica početno odabrane obaveze smanjen za jednu vrijednost i reproducira se zvuk pljeska. Ako obaveza prije početka odbrojavanja ima samo jednu rajčicu, završetkom odbrojavanja se uklanja s liste. Sve obaveze su pohranjene u *Realtime Database* segmentu platforme *Firebase*, a moguće ih je i ukloniti. Klikom na gumb za dodavanje se otvara skočni prozor (slika 3.16. pod b) u kojem korisnik može unijeti novu obavezu, koja se zatim dodaje u prikazanu listu. Odabirom gumba je moguće navigirati nazad na zaslon odabira aktivnosti.



Slika 3.16. Zaslone liste obaveza i odbrojavanja u aplikaciji *Dys Assist*

Osobe s poremećajem hiperaktivnosti i deficita pažnje otežano planiraju i odraduju svoje dnevne obaveze i aktivnosti. Cilj stvaranja vizualnog rasporeda je pomoći u boljoj organizaciji vremena [78] i izvršavanju obaveza u zadanom roku. Pomodoro tehnika je korisna za ovaj poremećaj jer strukturira vrijeme u kraće intervale visoke koncentracije. Postavljanjem vremenskog ograničenja se sprječava predugo vrijeme hiperfokusa na jednu obavezu, ali se ujedno ostvaruje vrijeme reduciranih vanjskih smetnji [79, 80].

3.6. Testiranje aplikacije

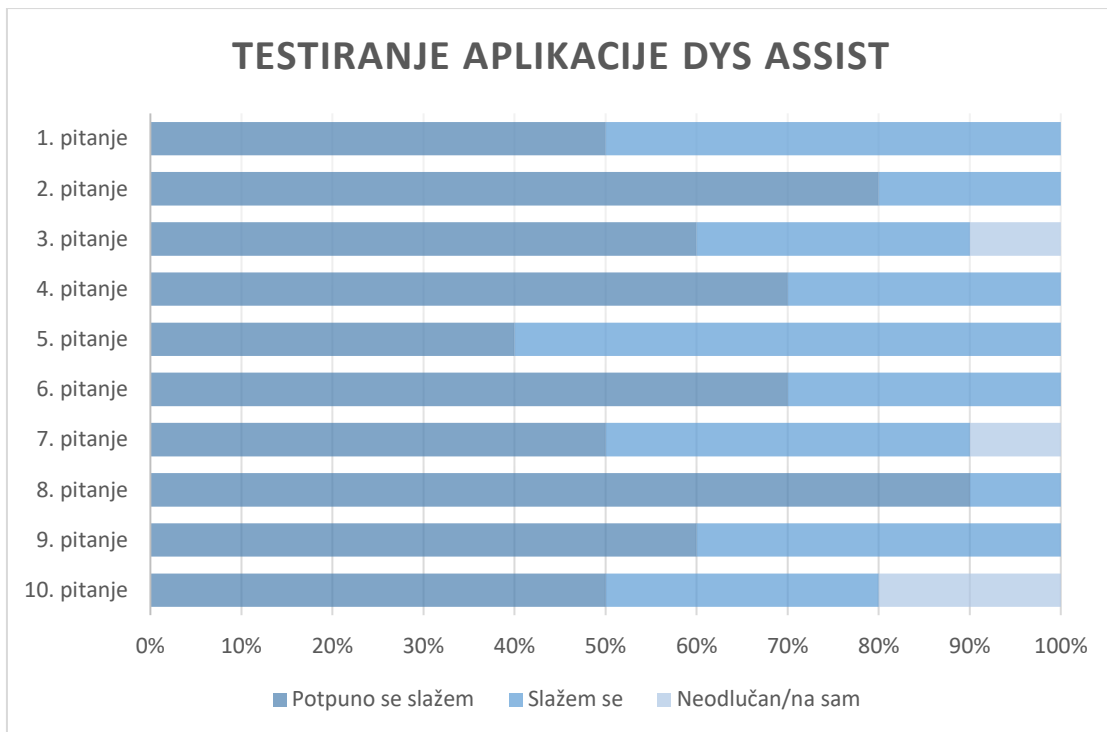
Da bi se ocijenila izvedba aplikacije i utvrdilo u kojoj mjeri zadovoljava postavljene zahtjeve, provedeno je kratko istraživanje. U njemu je aplikaciju testiralo deset osoba koje su potom ispunile upitnik od deset pitanja vezanih za iskustvo korištenja aplikacije. U pitanjima su postavljene tvrdnje s kojima se korisnik slaže odabirom pozicije od jedan do pet na Likertovoj ljestvici. Pri tome, jedan označava potpuno neslaganje s tvrdnjom, a pet potpuno slaganje. U tablici 3.5. se nalaze sva pitanja iz upitnika postavljenog korisnicima u redosljed u kojem su prikazana na upitniku.

Tablica 3.5. Pitanja postavljena u upitniku za aplikaciju *Dys Assist*.

Broj pitanja	Pitanje na upitniku
1.	Aplikacija je intuitivna za koristiti.
2.	Boje sučelja aplikacije su skladne i ne stvaraju osjećaj zbunjenosti.
3.	Tekst u aplikaciji je čitljiv i jasan.
4.	Rečenice na karticama za učenje riječi su razumljive i lake za vizualizirati.
5.	Smatram da bi mi redovno korištenje kartica za učenje riječi ublažilo poteškoće u čitanju.
6.	Slova na platnu za vježbanje rukopisa su dovoljno velika da mogu ugodno vježbati.
7.	Smatram da bi aktivnost vježbanja rukopisa dužim korištenjem potpomogla moj rukopis.
8.	Smatram da korištenje matematičkog kviza popravlja moju sposobnost računanja osnovnim matematičkim operacijama.
9.	Lista obaveza mi pomaže u organizaciji vremena za njihovo izvršavanje.
10.	Smatram da postizem bolju koncentraciju koristeći Pomodoro odbrojavanje nego bez njegovog korištenja.

Upitnik je stvoren da bi se prikupile informacije o zadovoljstvu korisnika dizajnom aplikacije i njihove procjene koliko svaka od ugrađenih aktivnosti pomaže kod pojedinih poremećaja. Ta su saznanja nužna da se aplikacija kontinuirano popravlja i što bolje obavlja funkcije za čije je ostvarenje izrađena.

Rezultati testiranja prikazani na slici 3.17. ukazuju na zadovoljstvo korisnika aplikacijom što svjedoči njezinom promišljenom dizajnu. Korisnici izražavaju zadovoljstvo paletom boja aplikacije i čitljivošću teksta te vjeruju da bi korištenjem ponuđenih aktivnosti ostvarili napredak u pojedinim vještinama.



Slika 3.17. Prikaz rezultata testiranja aplikacije *Dys Assist*

Moguća su poboljšanja u vidu povećanja intuitivnosti korištenja aplikacije što bi se postiglo dodavanjem većeg broja uputa i objašnjenja. Potrebno je izraditi više kartica u aktivnosti za disleksiju da bi se povećala raznolikost u njihovim nasumičnim pojavljivanjima. Kvaliteti te aktivnosti bi pridonio i razvoj inteligentnog sustava koji bi omogućio da se riječi koje korisnik zna lošije pojavljuju češće.

Aktivnost za vježbu rukopisa bi se mogla nadograditi dodatkom funkcionalnosti praćenja poteza kista koja bi davala povratnu informaciju o točnosti reproduciranih obrisa slova. Tako bi se ostvarivanjem dobrog rezultata ili napretka korisnik motivirao za daljnje korištenje.

4. ZAKLJUČAK

U radu su ponuđene osnovne informacije o poremećajima učenja, njihovim karakteristikama i pretpostavljenim uzrocima. Pri tome je uočena mala svjesnost društva o njihovu postojanju unatoč visokoj razini zastupljenosti. Među dostupnim pristupima za ublažavanje temeljnih poteškoća poremećaja učenja ključni su digitalni alati čiji potencijal raste sa stupnjem njihova razvoja. Iznenadujuće je da su mnogi uobičajeni i široko korišteni alati poput *Microsoft Word*-a ili *Text-to-speech*-a korisni u olakšavanju učenja. Digitalni alati imaju izniman potencijal za uporabu u školskom okruženju zbog dostupnosti i jednostavnosti korištenja, a mobilna rješenja se sve više izrađuju i testiranjem se dokazuje njihova djelotvornost.

Android aplikacija *Dys Assist* je izrađena prema dokazanim mehanizmima za pomoć u poremećajima učenja koji su primjenjivi u digitalnim alatima. Ona je spoj učenja i zabave, a monotonija korištenja je izbjegnuta prikazima slika i pružanjem povratnih informacija. S obzirom na komorbidnost poremećaja učenja, začuđujuće je da na tržištu ne postoje slična rješenja koja unutar jedne aplikacije pružaju pomoć u slučaju nekoliko poremećaja učenja. Provođenjem testiranja je dokazano da aplikacija postiže ciljeve za koje je izrađena i da je korisničko iskustvo pozitivno.

Za vrednovanje rezultata testiranja izrađenih mobilnih aplikacija, potrebno je provoditi istraživanja na ciljanoj skupini korisnika uz stručnu pomoć psihologa, pedagoga i logopeda. Iako bi se najbolji učinci postigli financiranjem iz većih izvora, velik broj aplikacija je izrađen s malim ulaganjima, najčešće na samoinicijativu roditelja djece s poremećajima učenja. Da bi se dobila vjernija slika kvalitete aplikacije *Dys Assist*, potrebno ju je testirati na većoj skupini ispitanika i pri tome zabilježiti njihove potrebe i ideje koje bi se mogle implementirati. Stupanj zainteresiranosti korisnika se može povećati izradom popratne mini igre za svaku aktivnost, a efikasnost aplikacije proširivanjem broja ponuđenih aktivnosti ili nadogradnjom postojećih.

LITERATURA

- [1] V. C., Alfonso, D. P., Flanagan, Essentials of Specific Learning Disability Identification, str. 3.-6., John Wiley and Sons, New Jersey, USA, 2018.
- [2] S., Misciagna, Learning Disabilities: Neurological Bases, Clinical Features and Strategies of Intervention, str. 83.-86., IntechOpen, London, UK, 2020.
- [3] J. Bjelica, I. Glaić-Jušić, A. Pavlić-Cottiero, I. Posokhova, I. Prvčić, M. Rister, Disleksija, str. 15.-137., Hrvatska udruga za disleksiju, Zagreb, Hrvatska, 2007.
- [4] M. M., Ariffin, T. Z. N., Othman, N. S., Aziz, M., Mehat, N. I., Arshad, Dysgraphi Coach: Mobile Application for Dysgraphia Children in Malaysia, International Journal of Engineering & Technology, br. 7, str. 440.-443., prosinac 2018.
- [5] B. F., Pennington, Diagnosing Learning Disorders : A Neuropsychological Framework, str. 3.-12., Guilford Press, New York, USA, 2008.
- [6] L., Frolov, M. A., Schaeffer, What Is Specific Learning Disorder?, American Psychiatric Association, psychiatry.org, 2021., dostupno na: <https://www.psychiatry.org/patients-families/specific-learning-disorder/what-is-specific-learning-disorder> [26.02.2022.]
- [7] B. F., Pennington, L. M., McGrath, R. L., Peterson, Diagnosing Learning Disorders: From Science to Practice, str. 3.-4., Guilford Press, New York, USA, 2020.
- [8] H. R., Shah, J. K., V. Sagar, M. P., Somaiya, J. K., Nagpal, Clinical Practice Guidelines on Assessment and Management of Specific Learning Disorders, Indian Journal of Psychiatry, br. 2, sv. 61, str. 211.-225., siječanj 2019.
- [9] B., Wong, D., Butler, Learning About Learning Disabilities, str. 2.-3., Academic Press, San Diego, USA, 1991.
- [10] L. M., McGrath, R., Peterson, B.F., Pennington, The multiple deficit model: progress, problems, and prospects, Scientific Studies of Reading, br. 24, sv. 1, str. 1.-7., prosinac 2019.

- [11] D., Franklin, L., Cozolino, Helping Your Child with Language-Based Learning Disabilities: Strategies to Succeed in School and Life with Dyslexia, Dysgraphia, Dyscalculia and ADHD, str. 9.-10., New Harbinger Publications, Oakland, USA, 2018.
- [12] K., Whitmore, H., Hart, G., Wilems, A Neurodevelopmental Approach to Specific Learning Disorders, str. 3.-28., Mac Keith Press, London, UK, 1999.
- [13] D. J., Ford, How The Brain Learns, Training Industry, trainingindustry.com, 2011., dostupno na: <https://trainingindustry.com/articles/content-development/how-the-brain-learns/> [26.02.2022.]
- [14] Types of Learning Disabilities, Learning Disabilities Association of America, ldaamerica.org, dostupno na: <https://ldaamerica.org/types-of-learning-disabilities/> [26.02.2022.]
- [15] G., Reid, Dyslexia: A Practitioner's Handbook, str. 3.-30., John Wiley and Sons, Oxford, UK, 2016.
- [16] A., Schroff, What is Dyslexia?, WebMD, webmd.com, dostupno na: <https://www.webmd.com/children/understanding-dyslexia-basics> [28.02.2022.]
- [17] Dyslexia, Learning Disabilities Association of America, ldaamerica.org, dostupno na: <https://ldaamerica.org/disabilities/dyslexia/> [28.02.2022.]
- [18] R. D., Davis, E. M., Braun, Dar disleksije, str. 22.-90., Alinea, Zagreb, Hrvatska, 2001.
- [19] M., Caravolas, The Nature and Causes of Dyslexia in Different Languages, The Science of Reading: A Handbook, str. 336.-355., Blackwells Publishers, Liverpool, UK, 2004.
- [20] B., Rapp, M., McCloskey, Developmental Dysgraphia, str. 18.-25., Routledge, Abingdon, UK, 2018.
- [21] C., McBride, Coping with Dyslexia, Dysgraphia and ADHD : A Global Perspective, str. 20.-25., Routledge, Abingdon, UK, 2019.
- [22] What is Dysgraphia, Churchill Center & School, churchillstl.org, dostupno na: <https://www.churchillstl.org/learning-disability-resources/dysgraphia/> [28.02.2022.]

- [23] G., Hannell, *Dyscalculia: Action plans for successful learning in mathematics*, str. 4.-6., Routledge, New York, USA, 2005.
- [24] *What Is Dyscalculia?*, Dyslexia – SPELD Foundation Literacy & Clinical Services, dsf.net.au, dostupno na: <https://dsf.net.au/learning-difficulties/dyscalculia/what-is-dyscalculia> [01.03.2022.]
- [25] *Neurodiversity and Co-occurring difficulties: Dyscalculia and maths difficulties*, British Dyslexia Association, bdadyslexia.org.uk, dostupno na: <https://www.bdadyslexia.org.uk/dyslexia/neurodiversity-and-co-occurring-differences/dyscalculia-and-maths-difficulties> [01.03.2022.]
- [26] K., Kelly, *Identifying, Assessing and Supporting Learners with Dyscalculia*, str. 5.-10., Corwin, London, UK, 2020.
- [27] P. H., Wender, D. A., Tomb, *ADHD: A Guide to Understanding Symptoms, Causes, Diagnosis, Treatment, and Changes Over Time in Children, Adolescents, and Adults*, str. 10.-50., Oxford University Press, Oxford, UK, 2017.
- [28] R., Redshaw, L., McCormack, „Being ADHD“: A Qualitative Study, *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, br. 6, sv. 3, str. 20.-28., siječanj 2022.
- [29] X., Bu, X., Huang, M., Cao, Y., He, *The structural connectome in ADHD*, *Psychoradiology*, sv. 1, str. 257.-271., prosinac 2021.
- [30] G., Brookes, *Dyspraxia*, str. 2.-4., Continuum International Publishing Group, Manchester, UK, 2005.
- [31] L. A., Kurtz, *Understanding Motor Skills in Children with Dyspraxia ADHD, Autism and Other Learning Disabilities*, str. 27.-29., Jessica Kingsley Publishers, London, UK, 2008.
- [32] C., Macintyre, *Dyspraxia 5-14: Identifying and supporting young people with movement difficulties*, str. 7.-12., Routledge, New York, USA, 2009.
- [33] I., Galić-Jušić, *Djeca s teškoćama u učenju, Ostvarenje*, Lekenik, Hrvatska, 2004.

- [34] M. E., Thompson, E. J., Watkins, *Dyslexia: A Teaching Handbook*, Whurr Publishers, London, UK, 2000.
- [35] 10 ways to support learners with dyslexia: for Pre A1 Starters to B2 First for Schools, Cambridge, [cambridgeenglish.org](https://www.cambridgeenglish.org), 2021., dostupno na: <https://www.cambridgeenglish.org/blog/ten-ways-to-support-learners-with-dyslexia/> [02.03.2022.]
- [36] H. K., Saboowala, *Dysgraphia: Symptoms, Causes, Diagnosis, Treatment, Management etc.: A Concise Review*, str. 34.-38., 2018.
- [37] J., Hornigold, *Dyscalculia Pocketbook*, str. 16.-26., Teachers' Pocketbooks, Hampshire, UK, 2015.
- [38] P., Westwood, *A Parent's Guide to Learning Difficulties: How to Help Your Child*, str. 18.-21., ACER Press, Camberwell, UK, 2008.
- [39] 8 Simple School Strategies for Students With ADHD, verywell mind, [verywellmind.com](https://www.verywellmind.com), 2020., dostupno na: <https://www.verywellmind.com/help-for-students-with-adhd-20538> [03.03.2022.]
- [40] M., Boon, *Helping Children with Dyspraxia*, str. 49.-50., Jessica Kingsley Publishers, London, UK, 2001.
- [41] S. A., Capellini, G., Liporaci, L., Sellin, M. H., Cardoso, C., Giacconi, N., Del Bianco, *Inclusion and New Technology for Students with Learning Disorders and Attention Deficit with Hiperativity Disorder*, Education Sciences & Society, sv. 1, str. 73.-80., srpanj 2018.
- [42] T. S., Hasselbring, C. H., Williams Glaser, *Use of Computer Technology to Help Students with Special Needs*, The Future of Children, br. 2, sv. 10, str. 102.-122., jesen 2000.
- [43] E. G., Gkeka, E. K., Agorastou, A. S., Drigas, *Mobile Multimedia Education for Language Disorders*, International Journal od Emerging Technologies in Learning, br. 6, sv. 15, str. 52.-55., ožujak 2020.

- [44] B., Schrieber, Using Mind Mapping Software to Initiate Writing and Organizing Ideas for Students with SLD and ADHD, Computers Helping People with Special Needs, sv. 9759, str. 351.-357., srpanj 2016.
- [45] Assistive Technology, The Dyslexia Association, dyslexia.uk.net, 2016., dostupno na: <https://www.dyslexia.uk.net/services/assistive-technology/> [05.03.2022.]
- [46] L. A., Mares-Rosas, A. T., Parra-Hernandez, J., Vargas-Huitron, J. A., Martinez-Juarez, Mobile Cloud Computing Architecture for Mobile Serious Games Oriented to Learning Disorders, Proceedings of the 11th International Technology, Education and Development Conference, str. 946.-955., Valencia, Spain, 6.-8. ožujka 2017.
- [47] C., Buhler, H., Knopps, Assistive Technology on the Threshold of the New Millennium, str. 185.-188., IOS Press, Amsterdam, Netherlands, 1999.
- [48] Assistive Technology For Dysgraphia, Veroniiiica with four eyes, veroniiiica.com, 2020., dostupno na: <https://veroniiiica.com/2020/10/08/assistive-technology-for-dysgraphia/> [05.03.2022.]
- [49] 5 tech tools that can help people struggling with maths and math concepts, Techpoint.africa, techpoint.africa, 2021., dostupno na: <https://techpoint.africa/2021/08/26/5-tech-tools-dyscalculia/> [05.03.2022.]
- [50] M. M., Ariffin, F. A., Abd Halim, N., Abd Aziz, Mobile application for dyscalculia children in Malaysia, Proceedings of the 6th International Conference on Computing and Informatics, br. 99, str. 467.-472., Mangalore, India, 1. kolovoza 2020.
- [51] I. S., Ahmad, B., Parhizkar, S. O., Pillay, Engaging Children with ADHD using Mobile Based Games, International Journal of Communication and Networking System, br. 1, sv. 6, str. 11.-15., 2017.
- [52] C., Lin, W., Yu, W., Chen, C., Huang, C., Lin, The Effect of Literacy Learning via Mobile Augmented Reality for the Students with ADHD and Reading Disabilities, International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction, sv. 9739, str. 103.-111., Tainan, Taiwan, 21. lipnja 2016.

- [53] D., Avila-Pesantez, L., Vaca-Cardenas, L. A., Rivera, L., Zuniga, L. M., Avila, ATHYNOS: Helping Children with Dyspraxia Through an Augmented Reality Serious Game, Proceedings of the International Conference on eDemocracy & eGovernment, sv. 9759, str. 286.-290., Ambato, Ecuador, 4.-6. travnja 2018.
- [54] T., Guzsvinecz, V., Szücs, S., Paxian, C., Sik Lanyi, Android Games for Developing Fine Coordination of Movement Skills, Computers Helping People with Special Needs, sv. 9759, str. 549.-552., Linz, Austria, 13.-15. srpnja 2016.
- [55] T. M., Cumming, Mobile Learning as a Tool for Students with Emotional and Behavioral Disorders: Combining Evidence-Based Practice with New Technology, Beyond Behavior, br. 1, sv. 23, str. 23.-29., prosinac 2013.
- [56] 15 Kids Apps for Learning Disabilities, Sunshine & Hurricanes, sunshineandhurricanes.com, 2015., dostupno na: <https://www.sunshineandhurricanes.com/15-kids-apps-for-learning-disabilities/> [05.03.2022.]
- [57] 8 Useful Apps to Help with Dyslexia, High Speed Training, highspeedtraining.co.uk, 2016., dostupno na: <https://www.highspeedtraining.co.uk/hub/dyslexia-apps/> [05.03.2022.]
- [58] Crazy Cursive Letters Lite, Google Play, google.com, dostupno na: <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.com.mbe.crazylite&hl=en&gl=US> [09.05.2022.]
- [59] S. M., Daud, H., Abas, 'Dyslexia Baca' Mobile App - The Learning Ecosystem for Dyslexic Children, 2013 International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies, sv. 87, str. 412.-416., Kuala Lumpur, Malaysia, 01. prosinca 2013.
- [60] voice dream, voicedream.com, 2021., dostupno na: <https://www.voicedream.com/> [05.03.2022.]
- [61] Apps for Dyslexia and Learning Disabilities, Dyslexia Help: Success starts here, umich.edu, dostupno na: <http://dyslexiahelp.umich.edu/tools/apps> [05.03.2022.]

- [62] 7 Must Have App and Tools for Students With Learning Disabilities, The Tech Edvocate, thetechedvocate.org, 2017., dostupno na: <https://www.thetechedvocate.org/7-must-app-andtools-students-learning-disabilities/> [05.03.2022.]
- [63] ModMath, modmath.com, dostupno na: <http://www.modmath.com/> [05.03.2022.]
- [64] D., Giordano, F., Maiorana, A Mobile Web Game Approach for Improving Dysgraphia, Proceedings of the 7th International Conference on Computer Supported Education, str. 328.-333., Lisabon, Portugal, 23.-25. svibnja 2015.
- [65] R., Rohizan, L. H., Soon, S. A., Mubin, MathFun: A Mobile App For Dyscalculia Children, Proceedings of the International Conference On Computational Physics in Emerging Technologies, sv. 1712, str. 1.-7., Mangalore, India, 1. kolovoza 2020.
- [66] Times Tables Math Trainer FREE, Google Play, google.com, dostupno na: https://play.google.com/store/apps/details?id=eu.andela.appTafels5&hl=en_US&gl=US [08.05.2022.]
- [67] Meet Android Studio, developers, android.com, 2022., dostupno na: <https://developer.android.com/studio/intro> [21.06.2022.]
- [68] IntelliJ IDEA, Jet Brains, jetbrains.com, dostupno na: <https://www.jetbrains.com/idea/> [21.06.2022.]
- [69] Kotlin, TechTarget, techtarget.com, 2018. dostupno na: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/Kotlin> [21.06.2022.]
- [70] Introduction to Activities, developers, android.com, 2021., dostupno na: <https://developer.android.com/guide/components/activities/intro-activities> [21.06.2022.]
- [71] Android BroadcastReceiver – Tutorial, vogella, vogella.com, 2020., dostupno na: <https://www.vogella.com/tutorials/AndroidBroadcastReceiver/article.html> [21.06.2022.]
- [72] Create dynamic lists with RecyclerView, developers, android.com, 2022., dostupno na: <https://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/recyclerview> [21.06.2022.]

- [73] D., Stevenson, What is Firebase? The complete story, abridged., Medium, medium.com, 2018., dostupno na: <https://medium.com/firebase-developers/what-is-firebase-the-complete-story-abridged-bcc730c5f2c0> [22.06.2022.]
- [74] Creating a dyslexia friendly workplace : Dyslexia friendly style guide, bdadyslexia.org.uk, dostupno na: <https://www.bdadyslexia.org.uk/advice/employers/creating-a-dyslexia-friendly-workplace/dyslexia-friendly-style-guide> [10.06.2022.]
- [75] M., Redka, UI/UX Design for Users with Dyslexia, instantShift, instantshift.com, 2019., dostupno na: <http://www.instantshift.com/2019/04/05/ui-ux-design-for-dyslexia-susers/> [10.06.2022.]
- [76] Do flashcards help kids with dyslexia?, Brainscape, brainscape.com, dostupno na: <https://www.brainscape.com/academy/flashcards-kids-dyslexia/> [10.06.2022.]
- [77] I., Pandžić, T., Stojanov, Čestoća riječi u hrvatskom jeziku, Hrvatski jezik: znanstveno-popularni časopis za kulturu hrvatskog jezika, br. 3, sv. 2, str. 27.-29., rujan 2015.
- [78] A., Thennakoon, D., Perera, S., Sugathapala, S., Weerasingha, P., Samarasinghe, D., Dahanayake, V., Piyawardana, Individualized Edutainment and Parent Supportive Tool for ADHD Children, 2020 2nd International Conference on Advancements in Computing, str. 1.-6., Malabe, Šri Lanka, 10.-11. prosinca 2020.
- [79] K., Drake, Pomodoro Technique May Aid Folks with ADHD, PsychCentral, psychcentral.com, 2021., dostupno na: <https://psychcentral.com/adhd/how-to-adapt-the-pomodoro-technique-adhd> [11.06.2022.]
- [80] Pomodoro Technique For ADHD Student: Effectiveness and Usage In 2022, Focus, commit, focuscommit.com, 2020., dostupno na: <https://focuscommit.com/pomodoro-technique-for-adhd/> [11.06.2022.]

SAŽETAK

U teorijskom dijelu rada prikazane su osnovne informacije o poremećajima učenja kao i detaljan opis pet najčešćih poremećaja. Za svaki od poremećaja navedeni su uobičajeni problemi koje on nosi i mehanizmi njegova ublažavanja, a naglasak je na primjeni digitalnih alata. Prikazane su popularne mobilne aplikacije za predstavljene poremećaje koje su dostupne na *Google Play* trgovini ili *Apple Store*-u. U praktičnom dijelu rada je izrađena *Android* aplikacija *Dys Assist*. Ona primjenjuje postojeće mehanizme za pomoć u učenju osobama s poremećajima učenja. Predviđeni način korištenja implementiranih aktivnosti je detaljno opisan uz prikaz odgovarajućih zaslona i mehanizama koje primjenjuju. Dijagramom je ilustrirano kretanje korisnika kroz aplikaciju i definirani su slučajevi korištenja. Istraživanjem provedenim nad deset korisnika se potvrđuje njihovo zadovoljstvo dizajnom aplikacije i kvalitetom ponuđenim aktivnosti.

Ključne riječi: Android aplikacija, digitalni alati, disgrafija, disleksija, poremećaji učenja

ABSTRACT

Mobile platform as an aid to people with learning disorders

Basic information about learning disorders, as well as a thorough description of the five most frequent ones, are shown in the theoretical part of this thesis. Common problems and the mechanisms for their easing are listed for each disorder, while the emphasis is placed on digital tools. Popular mobile applications built for the aforementioned disorders, available on Google Play Store or Apple Store, are presented. The Android application named Dys Assist is created in the practical part of the thesis. In the application design, the existing mechanisms that assist the learning process in cases of learning disorders are applied. The predicted way of using the implemented activities is thoroughly described alongside the respective screens and the mechanisms they apply. The user's navigation path through the application is illustrated by a diagram, and the use cases are defined. Research conducted with a sample of ten users confirms their contentment with the application design and the quality of the offered activities.

Keywords: Android application, digital tools, dysgraphia, dyslexia, learning disorders

PRILOZI

1. „Mobilna platforma kao alat za pomoć osobama s poremećajima učenja“ u .docx formatu
2. „Mobilna platforma kao alat za pomoć osobama s poremećajima učenja“ u .pdf formatu
3. Izvorni kod