

# Idejni razvoj dizajn sustava i prototipa mobilne aplikacije za potrebe interakcije s korisnicima javnog prijevoza

---

**Bartolić, Mateo**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*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:216:739607>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-09-10**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Graphic Arts Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

GRAFIČKI FAKULTET

MATEO BARTOLIĆ

**IDEJNI RAZVOJ DIZAJN SUSTAVA I  
PROTOTIPA MOBILNE APLIKACIJE ZA  
POTREBE INTERAKCIJE S KORISNICIMA  
JAVNOG PRIJEVOZA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2022.



Sveučilište u Zagrebu  
Grafički fakultet

MATEO BARTOLIĆ

**IDEJNI RAZVOJ DIZAJN SUSTAVA I  
PROTOTIPA MOBILNE APLIKACIJE ZA  
POTREBE INTERAKCIJE S KORISNICIMA  
JAVNOG PRIJEVOZA**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

doc. dr. sc. Tibor Skala

Student:

Mateo Bartolić

Zagreb, 2022.

## SAŽETAK

Ovim diplomskim radom aktualizira se današnja problematika i jedna od rastućih grana tehnološke revolucije koja integrira čovjeka sa strojem pod pojmom koji se poznaje kao interakcija čovjek - računalo. Grafičko sučelje je ono čime čovjek pristupa aplikaciji, softveru, web stranici, a samim time teži se maksimalnoj intuitivnosti bez potrebe za izučavanjem sustava. Cilj ovog rada je stvaranje dizajn sustava mobilne aplikacije koji će interakciju između široke publike i mobilnog sučelja učiniti intuitivnom i jednostavnom, te istražiti ljudsko razumijevanje i ponašanje pri interakciji s prototipom mobilne aplikacije. Istraživanje interakcije se vršilo na stvorenom prototipu mobilne aplikacije pomoću metode testiranja uporabljivosti. Ispitanik je mjerio uspjehe korisnika, dok su rješavajući skup zadataka, korisnici prolazili kroz prototip mobilne aplikacije. Rezultati istraživanja pokazuju da korisnici nisu imali nikakvih prepreka za vrijeme interakcije sa sučeljem, da su vrlo brzo riješili sve zadatke, uz minimalne greške. Rezultati sugeriraju da je uspješno stvoren intuitivni i jednostavni dizajn sustav mobilne aplikacije. Ovo istraživanje je dokazalo da ako je dizajn intuitivan i jednostavan, korisnici neće imati nikakve poteškoće u komunikaciji s pametnim sučeljem, te naprednom tehnologijom.

**Ključne riječi:** dizajn sustav, prototip mobilne aplikacije, testiranje uporabljivosti, interakcija čovjek – računalo

## **ABSTRACT**

This graduation thesis brings to light today's issues and one of the growing branches of the technological revolution that integrates the man with the machine under the concept known as human-computer interaction. The graphical interface is what a person uses to access an application, software, website, and therefore strives for maximum intuitiveness without the need to study the system. The goal of this work is to create a mobile application design system that will make the interaction between a wide audience and the mobile interface intuitive and simple, and to investigate human understanding and behavior when interacting with a prototype of a mobile application. The human-computer interaction research was carried out on the created prototype of the application using the usability testing method. The respondent measured the success of the users, while solving a set of tasks, the users went through the prototype of the mobile application. The research results show that users did not have any obstacles during interaction with the interface, then as they solved all tasks very quickly, with minimal errors. The results suggest that an intuitive and simple mobile application design system has been successfully created. This research proved that if the design is intuitive and simple, users will not have any difficulties in communicating with a smart interface and advanced technology.

**Keywords:** design system, mobile application prototype, usability testing, human-computer interaction

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO .....	2
2.1. Interakcija čovjek – računalo .....	2
2.2. UI i UX dizajn.....	4
2.2.1. UI Dizajn .....	4
2.2.2. UX dizajn.....	6
2.3. Dizajn usmjeren na korisnika.....	9
2.3.1. Dizajn usmjeren korisnicima danas.....	9
2.3.2. Principi dizajna usmjerenog na korisnika .....	10
2.4. Proces oblikovanja korisničkog iskustva.....	12
2.4.1. Pet faza procesa dizajna.....	12
2.4.2. Proces izrade dizajna proizvoda .....	15
2.5. Atomski Dizajn.....	18
2.5.1. Stvaranje atomskog dizajna .....	18
2.5.2. Elementi atomskog dizajna .....	21
2.6. Beskontaktna komunikacija .....	24
2.6.1. Prednosti i mane beskontaktna komunikacije .....	25
2.6.2. Vrste beskontaktna komunikacije.....	26
2.7. RFID tehnologija.....	29
2.7.1. Što je RFID tehnologija? .....	29
2.7.2. NFC tehnologija .....	34
3. PRAKTIČNI DIO.....	36
3.1. Opis projekta .....	36
3.2. Istraživanje .....	36
3.2. Skica.....	42

3.3. Izrada rada u programu Figma principom atomskog dizajna .....	43
3.3.1. Digitalno Skiciranje.....	43
3.3.2. Definiranje značajki i toka interakcije .....	45
3.3.3. Boje, Tipografija .....	46
3.3.4. Atomski dizajn .....	47
3.4. Istraživanje .....	52
3.4.1. Cilj istraživanja .....	53
3.4.2. Uzorak istraživanja.....	53
3.4.3. Istraživačka pitanja i zadaci .....	53
3.4.4. Metodologija.....	54
3.4.5. Rezultati ispitivanja .....	55
3.4.6. Diskusija istraživanja.....	56
4. ZAKLJUČAK .....	57
5. LITERATURA.....	58
POPIS SLIKA .....	61
POPIS MANJE POZNATIH RIJEČI I KRATICA .....	63

# 1. UVOD

U skorijoj budućnosti, svaki predmet, pa i živa bića imat će čip u sebi. Čip koji će se koristiti za različite svrhe, a komunicirat će beskontaktno, bez ikakve žice i potrebe za punjenjem. Ovaj rad se bavi istraživanjem i opisivanjem jedne vrste takve komunikacije, vrsta beskontaktna komunikacije između uređaja/kartica pomoću RFID tehnologije. RFID tehnologija je jedna od najbrže rastućih tehnologija u području bežičnih mreža koja se dugi niz godina uspješno koristi u kontroli materijalnih resursa, kontroli pristupa, beskontaktnim plaćanjima, identifikaciji stvari ili životinja, logistici i sl.

U ovom radu se izrađuje dizajn sustav i prototip mobilne aplikacije koja će se bazirati na pojednostavljenju kupnje i skeniranju vozne karte javnog prijevoza pomoću RFID tehnologije. Cilj ovog diplomskog rada je stvaranje dizajn sustava koji će interakciju između široke publike i mobilnog sučelja učiniti intuitivnom i jednostavnom, odnosno istražiti ljudsko razumijevanje i ponašanje pri interakciji s pametnim telefonom.

Struktura rada podijeljena je na četiri poglavlja, uključujući uvod i zaključak rada kao prvo i posljednje poglavlje, dok su drugo i treće poglavlje teorijski i praktični dio rada. U teorijskom dijelu se opisuje interakcija između čovjeka i računala, opće vrste dizajna, te atomski dizajn čiji će se principi koristiti za izradu ovog projekta. Također, u ovom se radu opisuju i istražuju tehnologije beskontaktna komunikacije, najviše RFID tehnologija koja se koristi u projektu.

U praktičnom dijelu se opisuju koraci i postupci izrade, počevši od istraživanja i opisa projekta, skiciranja i definiranja značajki i stila projekta, pa potom izrada prototipa pomoću atomskog dizajn sustava u dizajnerskom programu Figma, te nakon toga testiranje uporabljivosti tog prototipa, čiji su rezultati ključni za dobivanje zaključka ovoga istraživanja.



## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Interakcija čovjek – računalo

Interakcija čovjeka i računala (engl. *Human computer interaction - HCI*) je područje dizajna koje se usredotočuje na sučelja između čovjeka i računala, odnosno HCI čini interakciju između čovjeka i računala ljudskim. HCI se tvori od tri glavne komponente; čovjek, računalo i način na koji interagiraju zajedno. [1] HCI se nalazi na sjecištu računalnih znanosti i inženjerstva, dizajna i medija, ljudskih čimbenika i ergonomije, bihevioralnih znanosti i psihologije te nekoliko drugih područja studija i istraživanja. Osobno računalstvo počelo se pojavljivati u domovima i uredima tijekom 1980-ih, kako je računalna tehnologija počela postajati manja, brža i jeftinija. Eksplozija korisnosti računala, kao i potreba za stvaranjem interakcija između čovjeka i računala koje su jednostavne i smislene, doveli su do usvajanja HCI-ja ne samo među akademskim institucijama nego općenito u cijelom društvu. HCI je postao bitan u propagiranju ideje o interakciji između korisnika i računala. [2]

Cilj HCI-a je da minimizira trošak interakcije, odnosno da smanji količinu fizičkog i mentalnog napora koju korisnik mora uložiti pri korištenju tehnologije i učiniti interakcije ljudskim. HCI je jako bitan zato što je interakcija između čovjeka i računala temeljni dio digitalnog svijeta, te svaka aplikacija, softver i proizvod koji se izgradi stupa u interakciju s čovjekom. Interakcija čovjeka i računala također čini tehnologiju dostupnijom, odnosno ne postoji dva ista korisnika, a HCI pokušava razumjeti svakog korisnika i način na koji vodi interakciju s tehnologijom, kako bi se tehnologija poboljšala. Što znači da svaki korisnik stupanjem u interakciju s tehnologijom poboljšava tu istu tehnologiju. Temeljno načelo HCI-a jest iterativni dizajn. Iterativni dizajn je kada dizajner stekne razumijevanje svoje ciljane publike, njihovih zadataka i empirijskih mjerenja koja okružuju interakciju. [1]

Dizajneri slijede četiri iterativnih koraka dizajna:

1. Dizajn korisničkog sučelja,
2. Provođenje testiranja korisnika,
3. Analiziranje rezultata ispitivanja
4. Ponavljanje procesa sve dok se ne stvori korisničko sučelje

HCI se preklapa s područjima kao što su dizajn usmjeren na korisnika (engl. *User centered design - UCD*), dizajn korisničkog sučelja (engl. *User Interface - UI*) i dizajn korisničkog iskustva (engl. *User experience - UX*). Na mnogo načina HCI je preteča UX dizajna. No unatoč tome ostaju neke razlike između HCI i UX dizajna. HCI stručnjaci su fokusirani više na istraživanje i razvijanje empirijskih razumijevanja korisnika, dok su UX dizajneri gotovo uvijek fokusirani na industriju i izradu nekog proizvoda ili usluge. Bez obzira na ovu podjelu, praktična razmatranja kojima se UX dizajneri bave, koreliraju s nalazima stručnjaka za HCI o načinima razmišljanja korisnika. "Suradnjom" na ovaj način s HCI svijetom, dizajneri mogu potaknuti velike promjene na tržištu i u društvu."

[3]

## 2.2. UI i UX dizajn

### 2.2.1. UI Dizajn

Korisničko sučelje (engl. *User Interface - UI*) je točka interakcije između ljudi i strojeva. Korisničko sučelje na računalu, smartphoneu, tabletu ili igraćoj konzoli sastoji se od „front-end“ vizualno interaktivnog lica koje komunicira s „back-endom“ programiranog sustava isporuke. Cilj dizajna korisničkog sučelja je spojiti dobru upotrebljivost, funkcionalnost i estetiku kako bi omogućio uspješan ishod, temeljen na zahtjevima i očekivanjima korisnika. Jer svatko tko se prvi put susreće s novim korisničkim sučeljem želi da ishod njegove interakcije bude brzo olakšan dobrim dizajnom. To znači da se estetske i funkcionalne značajke sučelja moraju kombinirati kako bi se proizvelo fantastično korisničko iskustvo. Stoga dizajn korisničkog sučelja bi se trebao usredotočiti na potrebe i očekivanja korisnika, a ne na ono što programer ili dizajner misli da je logično ili da dobro izgleda. U suprotnom, može se desiti da korisnik smatra taj proizvod neupotrebljivim. [4] Većina dizajnera slijedi skup načela dizajna kako bi vodili svoje dizajne i osigurali da su njihovi proizvodi uspješni. [5] Ta načela dizajna su:

- Dopuštanje korisnicima da kontroliraju sučelje,
- Učiniti interakciju s proizvodom ugodnom,
- Smanjiti kognitivno opterećenje,
- Učiniti korisničko sučelje dosljednim.

Svaki od ovih principa ima više smjernica. Dobar dizajn daje korisniku kontrolu sučelja, a to znači da bi korisnici trebali upravljati aplikacijom onako kako žele. To ima pozitivan utjecaj na korisnika i to će učiniti sustav lakšim i boljim za korištenje. Pod korisničkom kontrolom također se podrazumijeva da sustav bude reverzibilan, zato što reverzibilnost sustava uvijek dopušta moguć povratak korisnika na prethodne korake. Tako korisnici mogu koristiti i stražiti aplikaciju bez pogreške. Korisnici se nikada ne bi trebali pitati gdje se nalazi

korisnik u aplikaciji, što treba pritisnuti i slično jer ga to odbija od korištenja aplikacije, zato je pružanje povratnih informacija korisnicima vrlo bitna stavka. Sustav privatnih informacija pomaže korisnicima da postignu svoje ciljeve tijekom korištenja aplikacije. Također je važno omogućiti korisnicima s različitim vještinama da koriste aplikaciju, gdje nije važno da li je korisnik stručnjak ili početnik. Da bi napravili proizvod koji bi bio ugodan za interakciju potrebno je ukloniti sve elemente sa sučelja koji ne pomažu korisnicima. Nebitne informacije koje se nalaze na sučelju zbunjuju korisnike i mogu navesti korisnika na pogrešno obavljanje zadatka. Također sustav bi trebao govoriti jezik korisnika, riječi, izrazi i pojmovi s kojima su korisnici upoznati a ne žargonski ili specijalizirani pojmovi. Prilikom oblikovanja aplikacija treba obratiti pozornost na smanjenje kognitivnog opterećenja. A da bi smanjili kognitivno opterećenje moramo izbaciti irelevantni sadržaj. Zato je poželjno ubaciti znakove, poput slika ili boja za isticanje važnijih dijelova sadržaja. Također, prilikom dizajniranja korisničkog sučelja treba nastojati smanjiti broj radnji za obavljanje zadatka. Postoji pravilo koje govori da korisnik bi u tri klika trebao pronaći bilo koju informaciju. [6]

Jako važna smjernica je i poticanje vizualne jasnoće. Vizualna jasnoća poboljšava preglednost i čitljivost, omogućujući korisnicima brzo pronalaženje informacija i učinkovitije korištenje proizvoda. Na kraju treba obratiti pozornost na osnovno svojstvo dosljednosti. Glavna ideja dosljednosti je da korisnici prenose znanje iz jedne aplikacije u drugu. Stoga da se olakša korištenje korisničkog sučelja dizajner mora biti dosljedan na vizualnim elementima i na funkcionalnosti. Kako bi dizajn korisničkog sučelja bio što bolji, dizajner mora pratiti ove principe i smjernice. Osim toga, potrebno je uskladiti dizajn korisničkog sučelja (UI) s dizajnom korisničkog iskustva (UX), kako bi se dobilo cjelokupno iskustvo. [6]

## 2.2.2. UX dizajn

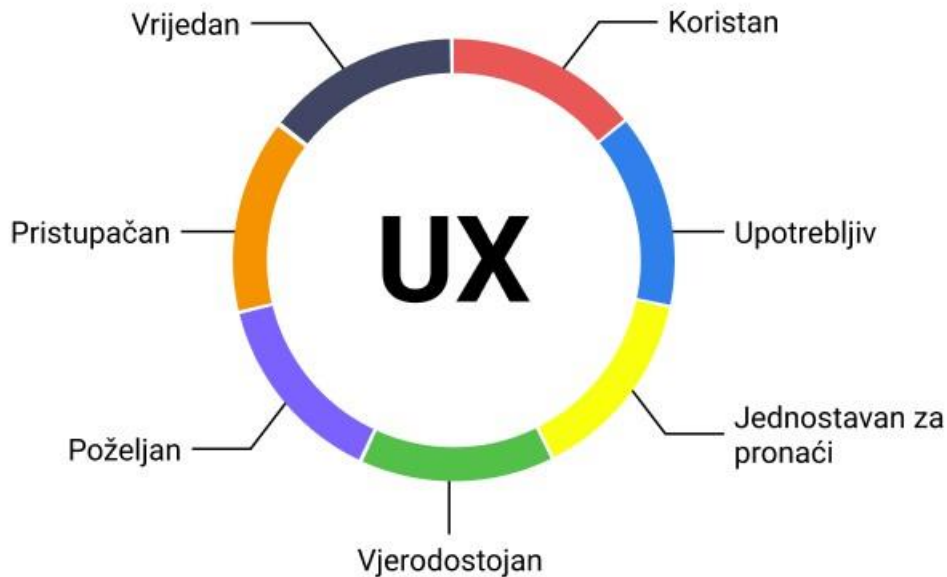
UX dizajn se bavi razvojem visokokvalitetnih interaktivnih sustava, proizvode i usluge koji odgovaraju ljudima i njihovim načinima života. Računalni i komunikacijski uređaji ugrađeni su u sve vrste svakodnevnih uređaja kao što su perilice rublja i televizori, karta strojevi i nakit. Danas se u džepu nose tehnologije koje su daleko moćnije od računala napravljenih samo prije par godina. Postoje web stranice, online zajednice, aplikacije za mobilni telefoni i tableti, te svakakva druga interaktivnost uređaja i usluge koje treba razvijati. UX se bavi svim tim. [7]

UX dizajn se odnosi na svaku interakciju koju korisnik ima s proizvodom ili uslugom. UX dizajn uzima u obzir svaki element koji oblikuje ovo iskustvo, kako se korisnik osjeća i koliko je korisniku lako izvršiti svoje željene zadatke. To može biti bilo što, od osjećanja fizičkog proizvoda do toga koliko je jednostavan proces naplate kada se nešto kupuje. Znači da je glavni cilj UX dizajna stvoriti lako, učinkovito, relevantno i ugodno iskustvo za korisnika. UX dizajneri kombiniraju istraživanje tržišta, razvoj proizvoda, strategiju i dizajn kako bi stvorili besprijekorno korisničko iskustvo za proizvode, usluge i procese. Vrijednost UX dizajna je ogromna; ne samo za krajnjeg korisnika, već i za tvrtku ili brend koji stoji iza korisničkog iskustva. Iz korisničke perspektive, dobar UX dizajn omogućuje da se bavimo svakodnevnim životom što je lakše moguće. Od postavljanja alarma do razgovora s prijateljima na mreži, slušanja glazbe ili korištenja kalendarske aplikacije, lakoća s kojom se dovršavaju ove radnje rezultat je dobrog dizajna. [8]

Kako bi proizvod bio što uspješniji, važno je fokusirati se na sve segmente korisničkog iskustva. Peter Morville, autor i stručnjak za korisničko iskustvo, objašnjava da postoji sedam faktora važnih za dizajn korisničkog iskustva (slika 1). [6] Tih 7 faktora su:

1. Koristan
2. Upotrebljiv
3. Jednostavno za pronaći

4. Vjerodostojan
5. Poželjan
6. Pristupačan
7. Vrijedan



Slika 1. Sedam faktora UX dizajna

Ovih 7 faktora se mora bolja objasniti kako se može bolje razumjeti njihova važnost. Ako proizvod nema svrhu, ne može se natjecati na tržištu korisnih i svrhovitih proizvoda. Važno je znati da je korist u očima promatrača i stvari se mogu smatrati korisnima ako pružaju nerealne prednosti, poput zabave ili estetske privlačnosti. Upotrebljivost se odnosi na omogućavanje korisnicima učinkovitu implementaciju krajnjeg cilja. Faktor jednostavno za pronaći odnosi se na potrebu da se korisniku omogući da lako pronađe točne informacije koje su mu potrebne. Ako korisnik ne može pronaći proizvod ili informaciju koja ga zanima, neće ga koristiti. Vjerodostojnost se odnosi na sposobnost korisnika da vjeruje proizvodu koji koristi. Ne samo da proizvod radi ono što treba, nego i da daje informacije koje su točne i relevantne. Poželjnost u dizajnu je određena markom, imidžom, identitetom, estetskim i emocionalnim dizajnom. Što je

proizvod popularniji, to je vjerojatnije da će korisnik koji ga posjeduje pohvaliti i tako stvoriti želju za korištenjem kod drugih ljudi. Pristupačnost znači da proizvod mogu koristiti korisnici s različitim problemima, kao što su korisnici slabog vida, slabog ili nikakvog sluha i sličnih problema. Proizvod mora donijeti vrijednost tvrtki koja ga je stvorila i korisnicima koji ga kupuju ili koriste. Bez vrijednosti, svaki početni uspjeh proizvoda može biti ugrožen. Zato je faktor upotrebljivosti jedan od najbitnijih i najistaknutijih faktora od strane autora. [6]

## 2.3. Dizajn usmjeren na korisnika

Dizajn usmjeren korisnicima (engl. *User-centered design* - *UCD*) predstavlja pristup gdje je dizajner usmjeren na razumijevanje stvarnih korisnika, njihovih ciljeva, zadaća, iskustva, potreba i želja. Dizajner u svakom svojem koraku vodi računa o korisnicima. Korisnici u pojedinim pristupima čak postaju i dio dizajnerske grupe, odnosno dio samog procesa dizajniranja (participativni dizajn). [9] Izraz dizajn usmjeren na korisnika smislio je Rob Kling 1977. godine, a počeo je biti popularan kao rezultat objavljivanja knjigama *Dizajn sustava usmjerenog na korisnike: nove perspektive interakcije čovjek-računalo*, i *Dizajn svakodnevnih stvari*. Ove dvije knjige uzvisuju važnost dizajna svakodnevnog života i posljedice pogrešaka uzrokovane lošim dizajnom. [10] Ove dvije knjige stavljaju glavni naglasak na:

- Pojednostavljanje strukture zadatka tako da su moguće radnje u bilo kojem trenutku intuitivne.
- Stvari moraju biti vidljive, uključujući model sustava, radnje vratne, rezultat radnji i povratne informacije.
- Prihvatanje i iskorištavanje ograničenja sustava.
- Ispravljanje preslikavanja između predviđenih rezultata i potrebnih radnji.

### 2.3.1. Dizajn usmjeren korisnicima danas

Nove tehnologije postaju sve zahtjevnije i složenije za korištenje, kao i iskustvo suvremenih uređaja i njihovih korisnika, stoga je zadatak dizajnera smanjiti složenost korištenja usluga i proizvoda, te postići veću lakoću korištenja i jednostavnost za zadovoljavanje korisnika. Danas je zanimljiva primjena dizajna orijentirana na korisnika u području informacijske i telekomunikacijske tehnologije, gdje je tehnološki orijentirani pristup procesima razvoja proizvoda i usluga zamijenjen pristupom orijentiranim na korisnika. Ovaj pristup postavlja korisnika u središte procesa dizajna, usredotočujući se na sve aspekte



korisničkog odnosa s tehnologijom tijekom korištenja. U dizajnu usmjerenom na korisnika, praksa dizajna se temelji na razumijevanju stvarnih korisnika, njihovih ciljeva, zadataka, iskustava, potreba i želja. Osnovni cilj je stvaranje dizajna koji je koristan, upotrebljiv i suvisao krajnjem korisniku. Dizajn usmjeren korisnicima se povezuje s konceptom upotrebljivosti, no treba istaknuti da je upotrebljivost samo jedna od komponenata pristupa koji se primarno odnose na lakoću korištenja. [9]

Prednost korištenja dizajna usmjerenog korisnicima je da potiče kreativnost i inovativnost dizajnera. U većini slučajeva dizajner se oslanja na svoje znanje i iskustvo te ih koristi u rješavanju problema, dok dizajn usmjeren na korisnika dizajneru nudi novi način razmatranja alternativnih rješenja te potiče tvrtke i organizacije da razmisle o stvarnim ljudima koji koriste njihove proizvode i usluge. A to za korisnika znači kvalitetnije i korisnije proizvode koji poboljšavaju njihove živote, dok za tvrtke to znači zadovoljne kupce i bolje rezultate. [11]

### **2.3.2. Principi dizajna usmjerenog na korisnika**

Proučavanje i razumijevanje principa dizajna je od velike važnosti zato što štiti od pogrešaka. Principi dizajna su znanstveni zakoni svijeta upotrebljivosti, poput zakona gravitacije i relativnosti u svijetu fizike. Načela dizajna prilično su stabilna i razvijana su tijekom godina istraživanja kognicije i ljudskog ponašanja. Oni pomažu tako da pružaju smjernice temeljene na ljudskom razumijevanju i tumačenju okoline. Principi dizajna su savršen jezik za izražavanje onoga što je ispravno ili pogrešno za oblikovati. Jednostavnim slijedenjem njihovih uputa, može se dramatično poboljšati iskustvo aplikacije. [12]

Principi dizajna usmjerenog na korisnika:

- Princip blizine kaže da ljudi percipiraju odnos između objekata koji su bliže jedan drugom. Ovo načelo se koristi za grupiranje funkcija zajedno. Ovaj princip olakšava učenje i razumijevanje aplikacije.

- Princip vidljivosti nalaže da vizualni znakovi trebaju biti prisutni kako bi pomogli korisnicima u razumijevanju statusa aplikacije.
- Princip vizualne istaknutosti kaže da je korisnikova pozornost usmjerena na objekte koji su veći, svjetliji ili istaknutiji.
- Načelo vizualne povratne informacije navodi da aplikacija treba prikazati korisniku da je zaprimljen unos, također aplikacija treba obavijestiti korisnika kada obrađuje zahtjev.
- Mentalni modeli i metafore način su na koji ljudi prenose znanje iz stvarnog svijeta u svijet računala. Provjeri jesu li tvoje slike, jezik i druge metafore ukorijenjene u onome što korisnici razumiju.
- Postupno razotkrivanje uklanja i onemogućuje značajke koje nisu primjenjive na trenutno stanje korisnika.
- Načelo dosljednosti kaže da bi zadaci unutar aplikacije trebali funkcionirati prema očekivanjima. Ne bi se trebali izmišljati novi tijekovi rada za dovršavanje zadataka koji su već razumljivi korisniku.
- Dostupnost pomaže korisnicima da učine pravu stvar, dok ih ograničenja sprječavaju da učine pogrešnu stvar.
- Princip potvrde navodi da bi aplikacije trebale zahtijevati potvrdu kako bi spriječile korisnika u izvršenju neželjene radnje.
- Hickov zakon je propisan model koji se koristi za određivanje vremena potrebnog za odabir stavke na temelju broja stavki koje se mogu izabrati. Što više stavki izbornik sadrži, to je duže vrijeme odgovora korisnika.
- Fittov zakon je još jedan propisani model koji određuje vrijeme koje je potrebno korisniku da pomakne kursor s jedne lokacije na ciljanu lokaciju.

## **2.4. Proces oblikovanja korisničkog iskustva**

Proces dizajna neki gledaju kao proces rješavanja problema, ali nisu svi dizajneri usredotočeni na rješavanje problema. Neki dizajneri su usredotočeni na ispunjavanje ciljeva ili isporučivanje specifičnog dizajna, kao logo. Tako da je proces dizajna zapravo shvaćanje što treba učiniti, a zatim to učiniti. Na tom putu se može riješiti jedan ili više problema, pokušati postići cilj i/ili isporučiti neki specifičan dizajn. Prvi korak razumijevanja procesa dizajna je da proces dizajna nije "jedini način" ili "pravi način", već metoda koja se koristi kako bi dizajner bio kreativniji, produktivniji i točniji. Taj proces treba biti uskladu s dizajnerom, a ne obrnuto. To nije kruti popis koraka koji se moraju slijediti, već alat koji se može iskoristiti kako bi dizajner napravio bolji posao. [13]

Proces dizajna rješava probleme kao što su neproduktivnost dizajnera i problem stvaranja krivog rješenja. Ovi problemi se dešavaju kada se dizajner previše oslanja na svoju inspiraciju i kreativnost, što dizajnera čini neproduktivnim kada nije nadahnut, dok kada je dizajner kreativan, zna se desiti da ga kreativnost odvede u krivom smjeru i onda stvori rješenje koje ne funkcionira. Proces dizajna rješava ova dva problema sistemom koji pomaže dizajnerima da budu kreativni bez ovisnosti o inspiraciji, te provjerama i testiranjima kako bi se osiguralo da kreativni procesi ne skrenu s puta. [13]

### **2.4.1. Pet faza procesa dizajna**

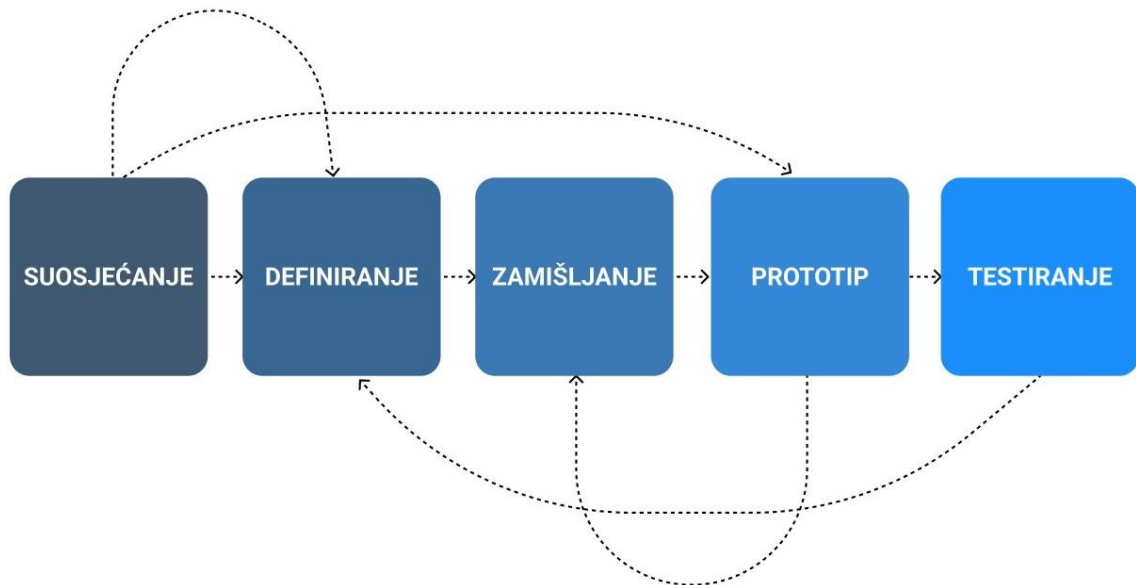
Proces dizajna je nelinearan, iterativni proces koji može imati od tri do sedam faza, ovisno o tome koga se pita. Model procesa dizajna o kojem će se pisati je model s pet stupnjeva dizajna (slika 2) koji je predložio Institut za dizajn Hasso Plattner na Stanfordu. To je svjetski poznat Institut po načinu na koji podučavaju i primjenjuju dizajn. [14]

Pet faza procesa dizajna po Institutu za dizajn Hasso Plattner:

1. Suosjećanje. Istraživanje potreba svojih korisnika.

2. Definiranje. Navođenje potreba i problema svojih korisnika.
3. Zamišljanje. Izazivanje pretpostavke i stvaranje ideje.
4. Prototip. Stvaranje rješenja.
5. Testiranje. Ispitivanje svojih rješenja.

## Dizajnersko Razmišljanje: Proces Od 5 Faza



Slika 2. Pet faza procesa dizajna

Suosjećanje je prva faza procesa dizajnerskog razmišljanja usredotočena je na istraživanje usmjerenog na korisnika. U ovoj se fazi želi razumjeti problem korisnika. U ovoj fazi je ključna empatija, zato što pomaže dizajnerima da ostave postrani svoje zaključke o svijetu i steknu pravi uvid u korisnike i njihove potrebe. U ovoj fazi se provode istraživanja i opažanja kako bi se dizajner mogao uključiti i poistovjetiti s korisnicima. Informacije prikupljene u ovoj fazi će se koristiti tijekom sljedeće faze, definiranje. Glavni cilj ove faze je najbolje moguće shvaćanje korisnika, njihovih potreba i njihovih problema koji su temelj razvoja proizvoda ili usluge koju dizajner želi stvoriti. [14]

U fazi definiranja se organiziraju informacije prikupljene u fazi suosjećanja. Dizajner u ovoj fazi definira ključne probleme koje je uz pomoć prikupljenih

informacija uspio identificirati. Definiranje problema i izjava o problemu mora biti usmjereno na čovjeka, dizajner ne bi trebao definirati problem kao vlastitu želju ili potrebu. Izjavu o problemu dizajner treba postaviti iz svoje percepcije potrebe korisnika. Ova faza pomaže dizajneru da prikupi ideje za stvaranje značajki, funkcija i drugih elemenata proizvoda koji će dopustiti stvarnim korisnicima da sami riješe probleme uz minimalne poteškoće. [14]

Zamišljanje - Tijekom ove faze dizajneri generiraju ideje, uz pomoć čvrste pozadine faze suosjećanja i faze definiranja. Dizajner kreće gledati na problem iz različitih perspektiva i zamišlja inovativna rješenja za problem korisnika. Postoje mnoge tehnike koje dizajner može iskoristiti za poticanje slobodnog razmišljanja i proširivanja prostora problema, a jedna od najpoznatijih tehnika je bombardiranje idejama (engl. *Brainstorming*), koja se koristi na početku faze zamišljanja. Pred kraj ove faze dizajner koristi neke druge tehnike koje mu pomažu da istraži i testira svoje ideje, te da odabere one najbolje koje će mu pomoći u rješavanju problema. [14]

Prototip – ovo je faza u kojoj dizajner proizvodi niz jeftinih, smanjenih verzija proizvoda kako bi istražio ključna rješenja generirana u fazi ideje. Ovo je faza eksperimentiranja, gdje je cilj identificirati najbolje moguće rješenje za svaki od problema identificiranih tijekom prve tri faze, te će se ta najbolja rješenja implementirati unutar prototipova. Do kraja ove faze, dizajner će imati bolju ideju o ograničenjima proizvoda i problemima s kojima se suočava, te će imati bolju ideju o tome kako će se pravi korisnici ponašati, razmišljati i osjećati za vrijeme interakcije s krajnjim proizvodom. [14]

Testiranje – Ovo je posljednja faza procesa dizajna i u ovoj fazi dizajner rigorozno testira kompletan proizvod koristeći najbolja rješenja identificirana u fazi prototipa. Ova faza pomaže da se istraže uvjeti upotrebe i kako ljudi razmišljaju, ponašaju se i kako se osjećaju pri interakciji s proizvodom. Nakon ove faze dizajner nastavlja s daljnjim iteracijama, izmjenama i doradama, kako bi uključio alternativna rješenja. Krajnji cilj ove faze i cijelog procesa je dobiti što bolje razumijevanje proizvoda i njegovih korisnika. [14]

## 2.4.2. Proces izrade dizajna proizvoda

Ove faze i ovaj proces dizajna će se u ovom radu iskoristiti kao vodič. [15] Ovo razmišljanje će se upotrijebiti u procesu izrade dizajna proizvoda, gdje će 5 faza koje ćemo koristiti, biti vrlo slične već nabrojanih 5 faza:

1. Definiranje proizvoda
2. Istraživanje
3. Analiza
4. Oblikovanje
5. Provjera

Definiranje proizvoda – Ovo je jedna od najvažnijih faza, u ovoj se fazi postavljaju temelji za konačni proizvod. Tijekom ove faze, dizajner razmišlja o konceptu proizvoda. [15] U ovoj se fazi dizajner bavi:

- Intervjuom ključnih sudionika radi prikupljanja uvida o poslovnim ciljevima,
- Razmišljanjem o ključnim aspektima proizvoda,
- Skiciranjem koncepta proizvoda.

Istraživanje – Ova faza uključuje istraživanje korisnika i istraživanje tržišta. Dobro istraživanje je jako korisno jer pomaže u donošenju odluka o dizajnu proizvoda, te dizajneru ušteduje vrijeme i novce koji bi potrošio na putu dizajna proizvoda. [15] U ovoj fazi dizajner se bavi:

- Individualnim dubinskim intervjuima u kojima od svoje ciljane publike dobiva podatke o njihovim potrebama, željama, strahovima, motivaciji i ponašanju.
- Dizajner vrši i istraživanje konkurencije, koje mu pomaže da razumije industrijske standarde i da identificira mogućnosti za proizvod unutar njegove određene niše.

Analiza – U ovoj fazi dizajner potvrđuje svoje najvažnije pretpostavke, te se bavi izvlačenjem zaključaka iz podataka prikupljenih tijekom faze istraživanja,

krećući se od što to korisnici žele/misle/trebaju do zašto korisnici to žele/misle/trebaju. [15] Ova faza uključuje:

- Stvaranje persona. Persone su izmišljeni likovi koji predstavljaju različite tipove korisnika za proizvod za koji se vrši istraživanje. Dizajner se tijekom dizajniranja svog proizvoda, referencira na persone kao realne prikaze svoje ciljane publike.
- Stvaranje scenarija. Scenarij je alat koji dizajnerima pomaže razumjeti interakcije proizvoda iz korisnikove perspektive. Struktura scenarija je “kao [korisnik] želim [cilj koji treba postići] tako da [motivacija]”.
- Slučaj upotrebe. Slučaj upotrebe je alat koji dizajnerima pomaže da povežu persone i korisničke priče. Slučaj upotrebe je priča o korisniku u interakciji s dizajnerovim proizvodom.

Dizajn – U ovoj fazi dizajner radi na različitim djelatnostima, od stvaranja informacijske arhitekture do stvarnog korisničkog sučelja. Da ova faza bude uspješno odrađena prvo se moraju potvrditi korisnikove želje, potrebe i očekivanja od proizvoda. [15] Ova faza obično uključuje:

- Skiciranje. Skiciranje je najlakši i najbrži način za vizualiziranje ideja, te je vrlo korisna tehnika tijekom “brainstorminga” jer može pomoći dizajneru da vizualizira široki raspon rješenja dizajna, prije nego što odluči s kojim će rješenjem ići dalje.
- Izrada wireframea. Wireframe je alat koji dizajnerima pomaže vizualizirati osnovnu strukturu buduće stranice, sa svim ključnim elementima i načinom kako se ti elementi uklapaju. Ovaj se alat koristi kao temelj za makete i prototipove.
- Izrada Prototipa. Prototip se bavi sa stvarnim iskustvo interakcije, s izgledom i dojmom proizvoda. Prototip je simulacija proizvoda i može biti od niske vjernosti, srednje vrijednosti do visoke vjernosti, odnosno od prototipa kojeg se može kliknuti do kodiranog prototipa.
- Izrada specifikacije dizajna. Dizajnerske specifikacije sadrže sve elemente vizualnog dizajna koje su programeru potrebne da pretvori prototip u funkcionalan proizvod.

- Izrada sustav dizajna. Dizajneri stvaraju sustav komponenti, uzoraka i stilova kako bi pomogli dizajnerima i programerima da ostanu dosljedni u dizajnu.

Provjera – Ova faza u procesu dizajniranja pomaže dizajneru razumjeti radi li njegov dizajn na krajnjim korisnicima. Faza provjere počinje nakon što je dizajn visoke vrijednosti spreman, jer testiranje s dizajnom visoke vjernosti može dobiti vrijednije povratne informacije od krajnjih korisnika, u odnosu na dizajn manje vjernosti. Tijekom niza sesija testiranja korisnika, dizajner potvrđuje proizvod sa sudionicima i krajnjim korisnicima. [15] Faza provjere dizajn procesa može uključivati:

- “Jedite vlastitu pseću hranu.” Sudionici i članovi tima trebaju pokušati koristiti proizvod redovito, izvršavajući rutinske operacije kako bi razotkrili bilo kakve veće nedostatke u upotrebljivosti proizvoda.
- Sesije testiranja. Jako je važno napraviti korisničko testiranje s ljudima koji predstavljaju ciljanu publiku proizvoda. Postoji mnogo različitih testiranja, kao što su A/B testiranje, beta testiranje i fokusne grupe.
- Ankete. Ankete su izvrsni alat za prikupljanje kvantitativnih i kvalitativnih informacija od stvarnih korisnika, gdje dizajneri traže odgovore na otvorena pitanja.
- Analiza. Podaci koji se dobivaju iz analitike mogu uvelike otkriti kako korisnici stupaju u interakciju s proizvodom. Podaci kao što su klikovi, vrijeme navigacije, upiti za pretraživanje i još mnogo toga.

Kod procesa dizajna, ne postoji rješenje koje odgovara svima, no bez obzira na to koji proces se slijedi, cilj svakog procesa je isti, stvoriti izvrstan proizvod za svoje korisnike. [15]



## 2.5. Atomski Dizajn

### 2.5.1. Stvaranje atomskog dizajna

Brad Frost je počeo stvarati sustav atomskog dizajna (engl. *atomic design*) jer je imao potrebu za razvojem promišljenih sustava dizajna, umjesto stvaranja jednostavnih zbirki web stranica. Zanimalo ga je od čega se sastoje digitalna sučelja i kako se mogu sustavi dizajna konstruirati na promišljeniji način. Tragajući za inspiracijom, Brad se stalno vraćao kemiji, privlačila ga je kemijska znanost, odnosno filozofija da se sva materija u svemiru sastoji od atoma. [16] Ti se atomski elementi spajaju u molekule, te se molekule onda dalje mogu kombinirati kako bi stvorile relativno složene organizme, složene organizme kao što su ljudska bića. [17] Dodatno objašnjenje ovog procesa:

- Atomi. Osnovni građevni blokovi sve materije. Svaki kemijski element ima različita svojstva i ne može se dalje razlagati bez gubitka značenja.
- Molekula. Skupina od dva ili više atoma koji se drže zajedno kemijskim vezama. Kombinacijom atoma molekula ima svoja jedinstvena svojstva.
- Organizam. Skupina molekula koje djeluju zajedno kao cjelina. Ova relativno složena struktura može varirati od jednostaničnih do sofisticiranih organizama.

Ovo je iznimno pojednostavljeni bogat sastav univerzuma, ali osnovna bit ostaje ista. Atomi se spajaju u molekule, koje se dalje spajaju u organizme. Ova atomska teorija znači da se sva materija u poznatom svemiru može razbiti na konačan skup atomskih elemenata. [17]

skupine

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----

periode	1	<sup>1</sup> H vodik 1,008																	<sup>4</sup> He helij 4,000
	2	<sup>3</sup> Li litij 6,941	<sup>4</sup> Be berilij 9,012											<sup>11</sup> B bor 10,81	<sup>12</sup> C ugljenik 12,01	<sup>14</sup> N dušik 14,01	<sup>16</sup> O kisik 16,00	<sup>19</sup> F fluor 19,00	<sup>20</sup> Ne neon 20,18
	3	<sup>11</sup> Na natrij 22,99	<sup>12</sup> Mg magnezij 24,31											<sup>27</sup> Al aluminij 26,98	<sup>28</sup> Si silicij 28,09	<sup>31</sup> P fosfor 30,97	<sup>32</sup> S sumpor 32,06	<sup>35</sup> Cl klor 35,45	<sup>39</sup> Kr argon 39,95
	4	<sup>19</sup> K kalij 39,10	<sup>20</sup> Ca kalcij 40,08	<sup>21</sup> Sc skandij 44,96	<sup>22</sup> Ti titanij 47,88	<sup>23</sup> V vanadij 50,94	<sup>24</sup> Cr krom 52,00	<sup>25</sup> Mn manganj 54,94	<sup>26</sup> Fe željezo 55,85	<sup>27</sup> Co kobalt 58,93	<sup>28</sup> Ni nikal 58,71	<sup>29</sup> Cu bakar 63,55	<sup>30</sup> Zn cink 65,38	<sup>31</sup> Ga galij 69,72	<sup>32</sup> Ge germanij 72,64	<sup>33</sup> As arsen 74,92	<sup>34</sup> Se selenij 78,96	<sup>35</sup> Br brom 79,90	<sup>36</sup> Kr kripton 83,80
	5	<sup>37</sup> Rb rubidij 85,47	<sup>38</sup> Sr stroncij 87,62	<sup>39</sup> Y itrij 88,91	<sup>40</sup> Zr cirkonij 91,22	<sup>41</sup> Nb niobij 92,91	<sup>42</sup> Mo molibden 95,94	<sup>43</sup> Tc tehncij (99)	<sup>44</sup> Ru rodij 101,1	<sup>45</sup> Rh rodij 101,1	<sup>46</sup> Pd palađij 106,4	<sup>47</sup> Ag srebro 107,9	<sup>48</sup> Cd kadmij 112,4	<sup>49</sup> In indij 114,8	<sup>50</sup> Sn olovo 118,7	<sup>51</sup> Sb antimon 121,8	<sup>52</sup> Te telur 127,6	<sup>53</sup> I jod 126,9	<sup>54</sup> Xe ksenaon 131,3
	6	<sup>135</sup> Cs cesij 132,9	<sup>136</sup> Ba barij 137,3	<sup>137</sup> La lanthan 138,9	<sup>138</sup> Ce cerij 140,1	<sup>139</sup> Pr praseodimij 140,9	<sup>140</sup> Nd neodimij 144,2	<sup>141</sup> Pm prometnij (145)	<sup>142</sup> Sm samarij 150,4	<sup>143</sup> Eu europij 151,9	<sup>144</sup> Gd gadolinij 157,3	<sup>145</sup> Tb terbij 158,9	<sup>146</sup> Dy dijonij 162,5	<sup>147</sup> Ho holmij 164,9	<sup>148</sup> Er erbij 167,3	<sup>149</sup> Tm timonij 168,9	<sup>150</sup> Yb jodij 173,0	<sup>151</sup> Lu lutecij 175,0	
	7	<sup>223</sup> Fr francij (223)	<sup>226</sup> Ra radij (226)	<sup>227</sup> Ac aktinij (227)	<sup>228</sup> Rf rutherfordij (228)	<sup>229</sup> Db dubnij (229)	<sup>230</sup> Sg seaborgij (230)	<sup>231</sup> Bh bohrij (231)	<sup>232</sup> Hs hasej (232)	<sup>233</sup> Mt meitnij (233)	<sup>234</sup> Ds darmstadij (234)	<sup>235</sup> Rg rejtgenij (235)	<sup>236</sup> Cn kopernicij (236)	<sup>237</sup> Nh nihonj (237)	<sup>238</sup> Fl flerovij (238)	<sup>239</sup> Mc moskovij (239)	<sup>240</sup> Lv livermorij (240)	<sup>241</sup> Ts tenesj (241)	<sup>242</sup> Og oganeson (242)

Lantanoidi		<sup>140</sup> Ce cerij 140,1	<sup>141</sup> Pr praseodimij 140,9	<sup>142</sup> Nd neodimij 144,2	<sup>143</sup> Pm prometnij (145)	<sup>144</sup> Sm samarij 150,4	<sup>145</sup> Eu europij 151,9	<sup>146</sup> Gd gadolinij 157,3	<sup>147</sup> Tb terbij 158,9	<sup>148</sup> Dy dijonij 162,5	<sup>149</sup> Ho holmij 164,9	<sup>150</sup> Er erbij 167,3	<sup>151</sup> Tm timonij 168,9	<sup>152</sup> Yb jodij 173,0	<sup>153</sup> Lu lutecij 175,0
Aktinoidi		<sup>232</sup> Th torij (232)	<sup>233</sup> Pa protaktinij (231)	<sup>234</sup> U urani (238)	<sup>235</sup> Np neptunij (237)	<sup>236</sup> Pu plutonij (244)	<sup>237</sup> Am americij (243)	<sup>238</sup> Cm kuriđ (247)	<sup>239</sup> Bk berkelij (247)	<sup>240</sup> Cf kalifornij (251)	<sup>241</sup> Es eesenacij (252)	<sup>242</sup> Fm fermij (257)	<sup>243</sup> Md mendeljevij (258)	<sup>244</sup> No nobelij (259)	<sup>245</sup> Lr lawrencij (262)

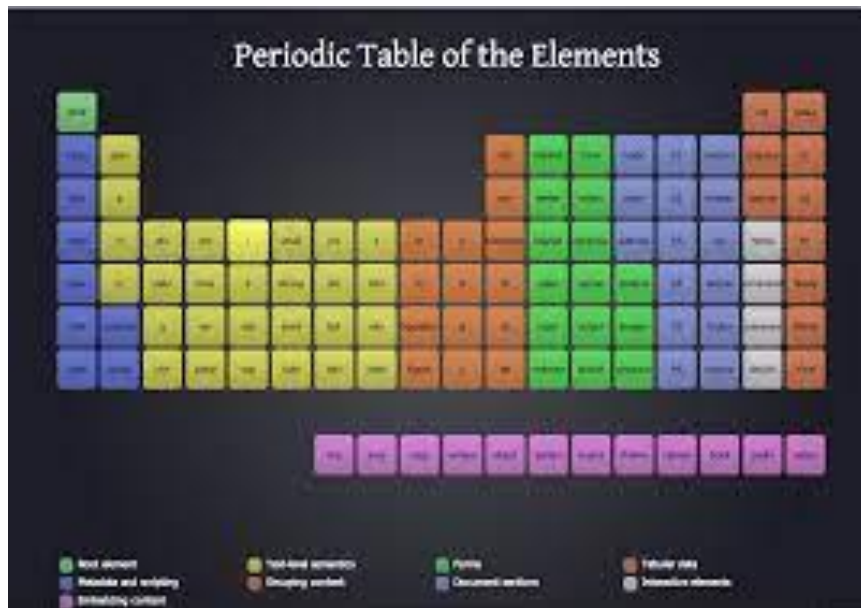
  

$\begin{matrix} A \\ Z \\ X \\ A_r \end{matrix}$	A – nukleonski broj najčešćega izotopa Z – protonski broj A <sub>r</sub> – relativna atomska masa	<span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid #ccc; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> metali	<span style="background-color: #fff2cc; border: 1px solid #ccc; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> nemetali	<span style="background-color: #f4cccc; border: 1px solid #ccc; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> polumetali
--------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Slika 3. Periodni sustav kemijskih elemenata

(Izvor: <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/e78bfca5-654d-4dcc-b431-7b505feb6fa4/kemija-1/m02/j04/index.html>)

Isto tako digitalno sučelje se također može rastaviti na sličan konačan skup elemenata kao i elementi u prirodnom svijetu (slika 3). Periodni sustav HTML elemenata Josh Duck-a (slika 4) lijepo ilustrira kako su sve web-stranice, aplikacije, intraneti i sve ostalo sastavljeni od istih HTML elemenata. [17]



Slika 4. Periodni sustav HTML elemenata

(Izvor: <https://www.sitepoint.com/the-periodic-table-of-the-html-5-elements/>)

Brad Frost je shvatio da isti proces koji se događa u prirodi možemo primijeniti na dizajn i razvoj korisničkih sučelja. Tako je i nastao “*atomic design*”. Brad Frost je kreirao metodologiju atomskog dizajna podijeljenu u pet različitih faza koje zajedno stvaraju sustav dizajn sučelja na promišljeniji i hijerarhijski način:

1. Atom
2. Molekula
3. Organizam
4. Predložak
5. Stranica

Važno je zapamtiti da atomski dizajn nije linearan proces, već mentalni model koji služi dizajneru da razmišlja o korisničkom sučelju kao kohezivnoj cjelini i skupu dijelova u isto vrijeme. [17]

## 2.5.2. Elementi atomskog dizajna

Ako su atomi osnovni građevni blokovi materije, tada atomi dizajn sučelja služe kao temeljni građevni blokovi za cijeli sustav dizajna. Osnovni elementi tih atoma su elementi koji se ne mogu dalje raščlanjivati, a to su oznake obrasca, ulazi, gumbi i slično. Svaki atom u prirodi ima svoja jedinstvena svojstva tako i svaki atom sučelja ima svoja jedinstvena svojstva, dimenzije slike, veličine fonta i slično. Ova svojstva utječu na to kako bi se svaki atom trebao primijeniti na širi sustav korisničkog sučelja. Atomi ukazuju sve dizajnerove osnovne stilove, što je jako korisna referenca na koju se dizajner stalno vraća dok razvija i održava svoj sustav dizajna. [17]

Molekule su skupine atoma povezanih zajedno koje poprimaju različita nova svojstva. U dizajn sučeljima molekule su relativno jednostavne skupine elemenata korisničkog sučelja koje zajedno funkcioniraju kao cjelina. Na primjer, oznaka obrasca, gumb i unos za pretraživanje su atomi koji se spajaju u cjelinu kako bi stvorili molekulu obrasca za pretraživanje. Atom oznake obrasca sada definira ulazni atom, a atom gumba sada šalje obrazac. Rezultat spajanje ovih atoma je jednostavna funkcionalna komponenta za višekratnu upotrebu koja se može staviti u širi kontekst, odnosno u "organizam". Metodologija atomskog dizajna stvaranjem ovih jednostavnih komponenti olakšava testiranje, potiče ponovnu upotrebu i promiče dosljednost dizajna. Isto tako atomski dizajn pomaže dizajnerima i programerima da se pridržavaju načela jedinstvene odgovornosti, odnosno potiče mentalitet "učini jednu stvar i uradi to dobro". [17]

Organizmi su komponente složene od skupina molekula i/ili atoma i/ili drugih organizama. Organizmi se mogu sastojati i od sličnih ili različitih tipova molekula. Na primjer, vrsta organizma koja se može pronaći svugdje je organizam zaglavljiva. Organizam zaglavljiva se može sastojati od različitih elemenata kao što su slika logotipa, primarni navigacijski popis i obrazac za pretraživanje. Dok se neki organizmi mogu sastojati od iste molekule koja se ponavlja uvijek iznova. Na primjer, popis proizvoda kod gotovo svake web

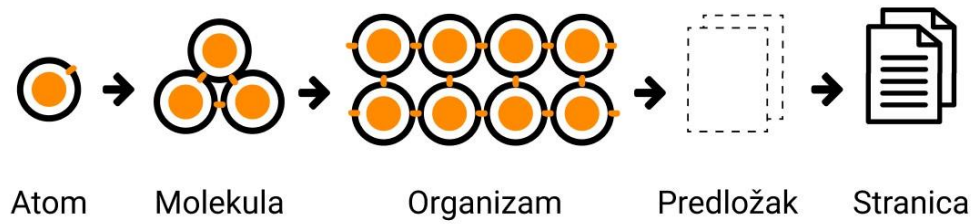
stranica za e-trgovinu. Ovaj proces izgradnje od molekule do složenijih organizama, daje dizajnerima i programerima važan osjećaj konteksta. Organizmi prikazuju manje, jednostavnije komponente na dijelu i služe kao različiti obrasci koji se mogu koristiti uvijek iznova. [17]

Kemijski jezik atoma, molekula i organizama nosi sa sobom hijerarhiju atomskog dizajna koja pomaže da dizajner konstruira komponente sustava dizajna. Predlošci ne spadaju u kemijski jezik i oni su komponente u obliku stranice koji postavljaju prethodno napravljene komponente u raspored i artikuliraju temeljnu strukturu sadržaja dizajna. Predlošci su zapravo kosturi. Kod izrade dizajn sustava, ključno je pokazati kako komponente izgledaju i funkcioniraju zajedno kako bi se dokazalo da dobro funkcioniraju svi dijelovi koji se zbrajaju u cjelinu. Zato su bitni predlošci, jer pokazuju da li funkcioniraju dijelovi napravljeni u prethodnim koracima. Definiranjem predloška odnosno kostura stranice, dizajner dobiva mogućnost stvoriti sustav koji može uzeti u obzir različite sadržaje, a sve to uz pružajući dizajneru potrebne zaštitne ograde za vrste sadržaja koji ispunjavaju određene obrasce dizajna. [17]

Stranica je specifična instanca predloška koji pokazuje kako izgleda korisničko sučelje sa stvarnim reprezentativnim sadržajem, u ovoj se fazi komponente spajaju u lijepo i funkcionalno korisničko sučelje. Dizajner uzima predložak početne stranice i unutra stavlja tekst, slike i medije, odnosno pravi sadržaj. Faza stranice je faza koju će korisnici vidjeti i s kojom će komunicirati, odnosno to je najkonkretnija faza atomic dizajna. Stranice su ključne zato što demonstriraju konačno sučelje, testiraju učinkovitosti sustava dizajna i otpornost dizajn sustava. Ako sustav dizajna ne funkcionira kako treba, dizajner se vraća na molekule, organizme i predloške i modificira ne funkcionalne dijelove. Stranice također pružaju mjesto za artikulaciju varijacija u predlošcima, što je ključ za uspostavljanje pouzdanih sustava dizajna, zato što dizajneru pomaže da testira otpornost dizajna sustava. [17]

Ovih pet različitih faza zajedno čini sustav dizajna korisničkog sučelja (slika 5). Najveći benefit ove metodologije je mogućnost brzog prebacivanja između apstraktnog i konkretnog, odnosno između cjeline i dijela. Istovremeno dizajner

može vidjeti sučelje razbijeno na atomske elemente i vidjeti kako kombinacija tih elemenata formira korisničko iskustvo. Uz to još neki od benefita su jasna separacija između strukture i sadržaja i jasna hijerarhija, koja pomaže dizajneru da se brzo snalazi i ne gubi u procesu dizajna. [17]



Slika 5. Sustav atomskog dizajna

## 2.6. Beskontaktna komunikacija

Bežična komunikacija općenito se odnosi na bilo koji oblik prijenosa informacija s jednog terminala na drugi bez fizičke žičane veze između njih. Svaki oblik bežičnog prijenosa informacija spada u kategoriju bežičnih komunikacija. Rani primjeri bežičnih komunikacija uključuju predindustrijske dimne signale i signalne zastavice. Svi ovi uzorci bežičnih komunikacijskih sustava oslanjaju se na prisutnost linije vidljivosti između dva sudjelujuća terminala. Kada se elektromagnetski signali koriste za elektronički prijenos informacija, nije potrebna izravna vidljivost. U moderno doba, beskontaktna komunikacija općenito se odnosi na elektronički prijenos informacija putem širenja elektromagnetskih valova. Informacije se uvijek prvo pretvaraju u ispravan elektronički format prije slanja. Primjeri bežičnih komunikacijskih sustava uključuju radijsko emitiranje, televizijsko emitiranje, satelitske komunikacije, mobilne telefone, bežične lokalne mreže (WLAN) i slično. Rani bežični komunikacijski sustavi koristili su analogne tehnike prijenosa. Nakon uspješne primjene tehnologije digitalnog bežičnog prijenosa ranih 1990-ih, bežična industrija doživjela je eksplozivan rast i od tad ostaje najbrže rastući segment sektora informacijske i komunikacijske tehnologije. [18]

No moderna beskontaktna komunikacija, odnosno korištenje električnih signala i radiovalova za komunikaciju prisutna je već više od 100 godina. Godine 1897. Guglielmo Marconi uspješno je demonstrirao bežičnu telegrafiju slanjem elektromagnetskih valova na kratku udaljenost od 100 metara. Demonstracija je otvorila put radiokomunikacijama. Do ranih 1900-ih uspostavljen je transatlantski radio prijenos, a Marconi je uspješno prenosio informacije Morseovim kodom. Od tada su tehnologije povezane s bežičnim komunikacijama i bežičnim sustavima brzo napredovale, omogućujući prijenos na veće udaljenosti s jeftinijom opremom i po niskoj cijeni. [19]

Danas su beskontaktni komunikacijski sustavi postali važan dio svih vrsta beskontaktni komunikacijskih uređaja, omogućujući korisnicima komunikaciju čak i u područjima daleko od civilizacije. Postoje različite vrste beskontaktnih

komunikacijskih uređaja, kao što su mobilni telefoni, bežični telefoni, Zigbee bežična tehnologija, GPS, Wi-Fi, satelitska TV i bežične računalne komponente. Trenutačni mobilni telefoni uključuju 3G, 4G i 5G mreže, Bluetooth i Wi-Fi. [20]

### **2.6.1. Prednosti i mane beskontaktna komunikacije**

Glavna i važna prednost beskontaktna komunikacije je mobilnost. Osim mobilnosti, beskontaktna komunikacija nudi fleksibilnost i jednostavnost korištenja, zbog čega je sve popularnija. Beskontaktna komunikacija poput mobilnog telefona može se ostvariti bilo kada i bilo gdje s iznimno velikom propusnošću. Druga prednost je infrastruktura. Postavljanje i instaliranje infrastrukture za žičani komunikacijski sustav je skup i dugotrajan pothvat. Beskontaktna komunikacijska infrastruktura može se jednostavno i jeftino instalirati. Treća važna prednost je jednostavnost instalacije. Postavljanje i instaliranje bežične komunikacijske mrežne opreme i infrastrukture vrlo je jednostavno i traje puno manje vremena jer se ne mora brinuti o kabelima. Posljednja prednost beskontaktna komunikacije je pouzdanost. Budući da nema kabela i žica uključenih u bežičnu komunikaciju, ne postoji mogućnost kvara komunikacije zbog oštećenja ovih kabela, što može biti uzrokovano uvjetima okoline, spajanjem kabela i prirodnim smanjenjem metalnih vodiča. [20]

Nedostaci bežične komunikacije o kojima se najviše govori su smetnje, sigurnost i zdravlje. Bežični komunikacijski sustavi koriste otvoreni prostor kao medij za prijenos signala. Kao rezultat toga, radijski signali iz jednog bežičnog komunikacijskog sustava ili mreže vjerojatno će ometati druge signale. Također jedan od glavnih problema beskontaktna komunikacije je sigurnost podataka. Budući da se signal prenosi u otvorenom prostoru, moguće je da ga uljez presretne i kopira osjetljive informacije. Ozbiljan problem nedostataka beskontaktna komunikacije je zračenje. Kontinuirano izlaganje bilo kojoj vrsti zračenja je opasno. Iako razina radio frekvencijske energije koja bi mogla prouzročiti štetu nije točno određena, preporučuje se izbjegavanje izlaganja radio frekvencijskom zračenju što je više moguće. [20]



## 2.6.2. Vrste beskontaktna komunikacije

Mreže širokog područja male snage (engl. *Low power wide-area network - LPWAN*)

LPWAN-ovi pružaju komunikaciju niske potrošnje, niske cijene i dugog dometa potrebne za Internet stvari (engl. *Internet of things - IoT*) mreže velikih razmjera. LPWAN primopredajnici optimizirani su za potrošnju energije i rade na malim, jeftinim baterijama koje mogu trajati godinama. LPWAN tehnologija omogućuje povezivanje aplikacija i uređaja koji zahtijevaju rijetke prijenose podataka, male brzine i nisku mobilnost. Dopuštajući tisućama senzora da komuniciraju u velikim rasponima uz održavanje niske potrošnje energije čini LPWAN idealnim za usvajanje. [21]

Mobilna mreža (4G/5G)

Mobilne mreže pružaju pouzdanu širokopojasnu komunikaciju za potrošačko mobilno tržište, kao što su video streaming i aplikacije za glasovne pozive. Međutim, te bežične tehnologije imaju veliku potrošnju energije i visoke operativne troškove. Zbog toga je mobilna mreža izvrsna za aplikacije koje ne koriste senzorske mreže koje se napajaju baterijama, kao što su upravljanje voznim parkom, usmjeravanje prometa, tehnologija u vozilu, telematika voznog parka i drugo. Suprotno tome, mobilna povezivost služi kao izvrsna pomoćna veza, koristeći LPWAN za povezivanje s IoT uređajima i sensorima. U IoT prostoru se očekuje da će mobilna tehnologija, kao što je 5G s ultraniskom latencijom i podrškom za mobilnost velike brzine, biti budućnost proširene stvarnosti i autonomnih vozila. [21]

Wi-Fi

Wi-Fi je nedvojbeno najprisutnija bežična tehnologija današnjice. Poput mobilne mreže i LPWAN-a, Wi-Fi dolazi u različitim verzijama, uključujući 802.11b,

802.11n, 802.11a, 802.11g i 802.11ac. Ovi se standardi značajno razlikuju u pogledu smetnji signala iz vanjskih izvora, brzine prijenosa podataka i cijene. Ključna razlika u odnosu na druge bežične tehnologije je ta što Wi-Fi prenosi na višoj frekvenciji, što znači da može prenijeti više podataka. Međutim, Wi-Fi ima visoke zahtjeve za napajanjem i ograničenu pokrivenost. Ovi problemi, u kombinaciji s ograničenjima skalabilnosti, učinili su Wi-Fi manje popularnim u IoT prostoru. Wi-Fi je dobar izbor za slučajeve korištenja IoT-a koji ne koriste uređaje s baterijskim napajanjem, ne trebaju velike udaljenosti, a trebaju prenijeti velike količine podataka. Stoga se uglavnom koristi u kućnim i poslovnim okruženjima za povezivanje internetskih usmjerivača s pametnim telefonima, računalima, pametnim kućnim uređajima i sigurnosnim sustavima. [21]

#### Zigbee i slični mrežni protokoli

Ovo je još jedna bežična tehnologija kratkog dometa koja radi na 2,4 GHz i troši vrlo malo energije. Standardiziran je kao IEEE 802.15.4 i obično se primjenjuje u mrežnim topologijama za prijenos podataka IoT senzora preko više senzorskih čvorova za proširenu pokrivenost. Iako Zigbee ima mnogo sličnosti s Bluetooth-om niske energije (engl. *Bluetooth Low Energy - BLE*), njegova mreža može podržati do 65.000 čvorova, dvostruko više nego što BLE može primiti. Zigbee također ima veće brzine prijenosa podataka od LPWAN-a, ali je manje energetski učinkovit. Zbog udaljenosti od manje od 100 metara, druge mrežne tehnologije kao što su Zigbee i Z-Wave dobro su prilagođene za IoT aplikacije gdje su čvorovi ravnomjerno raspoređeni u blizini. To Zigbee čini izvrsnim izborom za aplikacije kućne automatizacije kao što su HVAC kontrola, pametna rasvjeta, pametna brojila, kućna energija, nadzor sigurnosti i pametni termostati. [21]

#### Bluetooth i BLE

Bluetooth je tehnologija povezivanja kratkog dometa koja pripada kategoriji bežičnih osobnih mreža. Izvorno je dizajniran za bežične slušalice, ali se od tada proširio na mnoge aplikacije kao što su kontroleri videoigara, pisači, zvučnici i još mnogo toga. Bluetooth tehnologija također je ključna za rastući IoT segment, uključujući industrijske aplikacije i pametne domove. Za razliku od Wi-Fi-ja, Bluetooth je opcija bežičnog povezivanja velike propusnosti, malog dometa i male snage koja radi na industrijskom, znanstvenom i medicinskom frekvencijskom rasponu (engl. *Industrial, Scientific, and Medical purpose - ISM*) od 2,4 GHz. Podržava protok podataka od 2 Mbps i može spojiti do osam uređaja. Postoje dvije verzije Bluetootha, Bluetooth Low Energy (LE) i Bluetooth Classic, koje se obično koriste za aplikacije za strujanje. S druge strane, Bluetooth Low Energy podržava manju propusnost podataka i produljuje trajanje baterije Bluetooth uređaja značajno smanjujući potrošnju energije. Zbog niske potrošnje energije, BLE se sada naširoko koristi u IoT uređajima poput pametnih satova i pametnih brava. [21]

## RFID

Radiofrekvencijska identifikacija (RFID) koristi radio valove za prijenos malih količina podataka s RFID oznake do čitača na kratkim udaljenostima. Ova IoT bežična tehnologija može raditi izvan vidokruga i povezati se s oznakama koje se mogu očitati unutar nekoliko centimetara ili čak metara. Pričvršćivanje RFID oznaka na opremu i proizvode omogućuje praćenje imovine i inventara u stvarnom vremenu za optimizirane opskrbne lance i bolje planiranje proizvodnje i inventara. To je pokrenulo veliku IoT revoluciju u logistici, zdravstvu i maloprodaji. RFID IoT revolucija omogućuje nove IoT aplikacije kao što su pametna ogledala, pametne police i automatske blagajne u maloprodaji. Za zdravstvo, RFID olakšava IoT aplikacije kao što su bolnički sustavi praćenja pacijenata, automatizirani inventar te praćenje i upravljanje skupom bolničkom opremom. RFID tehnologija je tehnologija koja će se koristiti u ovome projektu, stoga će se opisati u detalje u idućem poglavlju. [21]

## 2.7. RFID tehnologija

### 2.7.1. Što je RFID tehnologija?

RFID je akronim za radiofrekvencijsku identifikaciju, odnosno bežičnu komunikacijsku tehnologiju koja se koristi za jedinstvenu identifikaciju označenih objekata ili ljudi. [22] Odnosno jednostavna razmjena bar kodova gdje bi se identificiranje proizvoda vršilo preko radio valova, bežičnim putem. RFID sustav otklanja mnoga ograničenja, kao npr. potreba za vidljivošću koda od strane čitača, ali o tome ćemo nešto kasnije. [23]

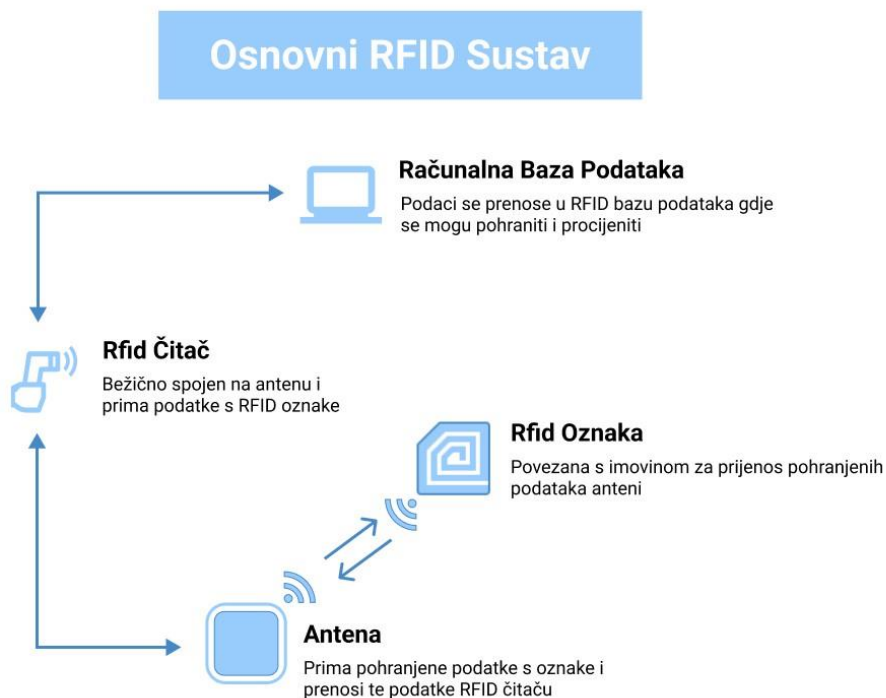
Teško je pratiti povijest RFID tehnologije, jer je RFID tehnologija isprepletana s mnogim drugim komunikacijskim tehnologijama razvijenih tijekom 20. stoljeća. Tehnologije kao što su računala, informacijska tehnologija, mobilni telefoni, satelitska komunikacija, GPS itd. Stoga ne postoji jasno definirana progresija razvoja RFID tehnologije tijekom vremena, samo se zna da su razvoji drugih tehnologija također bili razvoji i u napretku, istraživanju i implementaciji RFID tehnologije. No ono što je dovelo do razvoja komercijalnog održivog RFID-a jesu istraživanje i napredak u radiofrekventnoj elektronici, informacijskoj tehnologiji, te znanost o materijalima. Istraživanje i napredak u polju radiofrekventne elektronike je zaslužno za antena sustave, RFID ispitivače i oznake. Glavno računalo, te oba ispitivača danas postoje zbog razvoja informacijske tehnologije, dok je znanost o materijalima zaslužna za jeftinu proizvodnju RFID oznaka, odnosno znanost o materijalima je učinila RFID tehnologiju komercijalno isplativom. [22]

Ali ono što je dovelo do komercijalnog uspjeha i na kraju proboja RFID tehnologije jesu trgovački lanci, Wal-Mart i DoD. Ti trgovački lanci su najzaslužniji za uspjeh RFID tehnologije, zato što godine 2003. s ciljem da omoguće praćenje zaliha na razini paleta, počinju označavati palete i kutije s

oznakama elektroničkog koda proizvoda. Zbog kombinirane veličine njihovih operacija, Wal-Mart i DoD kombiniranim snagama dovode RFID tehnologiju u mainstream, odnosno na scenu. [22]

Postoje tri osnovne komponente RFID sustava (slika 6):

1. Oznaka (engl. *tag*), koja se sastoji od poluvodičkog čipa, antene, a ponekad i baterije.
2. Čitač (engl. *reader*), koji se sastoji od antene, RF elektroničkog modula i modula upravljačke elektronike.
3. Kontroler (engl. *host*), koji je u obliku računala ili radne stanice na kojoj se pokreće baza podataka i kontrolira softver.



Slika 6. RFID sustav

Oznaka i čitač međusobno si šalju informacije putem radio valova, tako da kada označeni objekt uđe u zonu čitanja, čitač signalizira oznaci da prenese pohranjene podatke. Nakon što ispitivač primi podatke od oznake, te informacije

putem standardnog mrežnog sučelja (interneta) prenosi na kontroler. Kontroler tada te podatke koristi u razne svrhe, neke od njih su za preusmjeravanje objekta na sustav pokretne trake ili evidentirati objekt u bazi podataka. Ono što se treba znati je da više čitača može biti umreženo na jedan kontroler, a tako i jedan čitač može komunicirati s više oznaka istovremeno. [22]

Osnovna funkcija RFID oznake je pohranjivanje i prijenos podataka na čitač. Oznaka se sastoji od elektroničkog čipa i antene kapsulirane u malom paketu, kako bi se formirala upotrebljiva oznaka, kao što je naljepnica na kutiji. Oznake se dijele na aktivne i pasivne oznake i na oznake za čitanje i oznake za čitanje i pisanje. Razlika između pasivnih i aktivnih oznaka, jest da aktivne oznake sadrže bateriju. Aktivne oznake koriste ovaj izvor energija za prijenos podataka, što omogućava aktivnim oznakama da komuniciraju s manje moćnim čitačima, da imaju dulji raspon prenošenja informacije i da imaju više memorije. Međutim, pasivne oznake su puno jednostavnije za slaganje što ih čini jeftinijom solucijom, te su manje i dugotrajnije od aktivnih oznaka. Druga vrsta razlikovanja između oznaka je vrsta memorije, odnosno oznaka samo za čitanje i oznaka za čitanje i pisanje. Oznaka napravljena samo za čitanje, služi upravo za to. Ove vrste oznaka su obično programirane s ograničenom količinom podataka, koja se neće mijenjati, kao što su serijski brojevi i brojevi dijelova. Oznake za čitanje i pisanje se obično nazivaju pametnim oznakama, jer predstavljaju mnogo veću fleksibilnost od oznaka za čitanje. Ove oznake mogu pohraniti velike količine podataka i imaju memoriju koja se lako mijenja. O obliku i vrsti oznake ovisi kakva će aplikacija oznake biti. Neke oznake moraju biti izdržljive na visoku toplinu, vlagu i kemikalije, te su takve oznake obložene zaštitnim materijalima, dok su druge napravljene da budu jeftinije i jednokratne kao što je pametna oznaka. Iako postoje mnoge aplikacije RFID oznaka, opći trend u industriji je prema maloj, ravnoj oznaci koja se može primijeniti brzo i jeftino zalijepiti na kutiju ili paletu. [22]

RFID čitači su u biti mala računala, sastavljena od antene, RF elektroničkog modula odgovornog za komunikaciju s oznakom i elektronikom kontrolera modula odgovornog za komunikaciju s kontrolerom. [22] RFID čitač djeluje kao most između RFID oznake i kontrolera i ima nekoliko osnovnih funkcija:

- Čitanje sadržaja podataka RFID oznake,
- Upisivanje podataka u oznaku,
- Prebacivanje podataka s i od kontrolera,
- Napajanje pasivne oznake,
- Provođenje mjera protiv sudara, odnosno osiguranje istovremene komunikacije s mnogo oznaka,
- Šifriranje podataka radi zaštite podataka,
- Provjera autentičnosti za sprječavanje neovlaštenog pristupa ili prijave.

RFID kontroleri su mozak svakog RFID sustava. RFID kontroler je najčešće osobno računalo ili aplikacijski softver ili radna stanica za bazu podataka ili kombinacija tih strojeva. [22] Kontroler koristi informacije prikupljene od strane čitača za:

- Držanje inventara i obavještanje kada je potreban novi inventar,
- Praćenje kretnje objekta kroz sustav i eventualno preusmjerenje objekta,
- Provjera identiteta i dodjela autorizacije, u sustavima za ulazak bez ključa,
- Zaduživanje računa, kao što je u aplikacijama na prodajnom mjestu.

RFID sustavi su na tržištu dugi niz godina, a prednosti njihove primjene prepoznate su u mnogim poslovnim procesima. [24] RFID sustavi se koriste ne samo u tehničkim područjima, već i u drugim industrijama i djelatnostima kao što će se prikazati u sljedećim primjerima primjene RFID tehnologije:

- Transportni željeznički sustavi. RFID oznake postavljene su na pruzi i pomažu u osiguravanju sigurnosti i kontroliranju željezničkih sustava.
- Beskontaktne pametne kartice. RFID oznake se nalaze na kartici, koje omogućavaju plaćanje, odnosno zaduživanje računa korisnika bez potrebe za papirnim novcem.
- Javni prijevoz. ID beskontaktne pokazne kartice, pomoću RFID sustava.

- Beskontaktno plaćanje. Poklon kartice, bonovi mobilnih operatera i bankovne kartice, pomoću RFID sustava
- NFC (engl. *near field communication*) aplikacije. Tehnologija integrirana u pametne mobitele. Temeljena na RFID standardima, koristi se za uspostavljanje komunikacije između 2 NFC uređaja.
- Identifikacija životinja. RFID oznaka se koristi kao sustav za praćenje hranjenja životinje, kontrole kvalitete i sljedivosti porijekla životinje.
- Sportski događaji. Mjerenje vremena trčanja sudionika, pomoću RFID oznaka.
- Automatizacija industrijskih sustava. RFID se koristi za unaprjeđenje kontrole kvalitete, sigurnosti sustava, sigurnosti podataka i fleksibilnosti
- Kontrola pristupa. Postoje van mrežni (engl. *offline*) i mrežni (engl. *online*) sustavi kontrole pristupa. "Offline" u obliku RFID bravama po hotelima, koje kontroliraju pristup gosta, a "online" sustavi kontrole pristupa na mjestima s visokom protočnosti na više različitih točaka provjere.
- Elektronska putovnica. Putovnica s integriranom RFID oznakom s ciljem povećanja sigurnosti od krivotvorenja putovnica.
- Skijaške karte. RFID sustav se koristi kao skijaška propusnica, za upravljanje modernih skijaških centara.

Da bi mogli opisati prednosti i manje RFID oznaka, RFID oznake se moraju usporediti s nečim što se koristi u širokoj primjeni. [25] Stoga se u ovom radu uspoređuju RFID oznake i bar kodovi.

Prednosti radiofrekvencijskih oznaka u usporedbi s bar kodovima su:

- Mogućnost ažuriranja podataka sadržanih u RFID-u,
- Veći kapacitet za pohranu podataka,
- Veća brzina zapisa podataka,
- Povećana sigurnost za pristup podacima,
- Veća fleksibilnost u pozicioniranju oznake,



- Duži vijek trajanja,
- Bolja zaštita od uvjeta okoline.

Nema sumnje da ova tehnologija ima mnoge prednosti kao što je opisano u prethodnom dijelu. [25] Međutim, RFID oznake također imaju ograničenja, a glavna su:

- Posebno promjenjiv trošak,
- Smetnje zbog fizičkog okruženja,
- Međusobne smetnje izazvane oznakama,
- Osjetljivost na smetnje magnetskih i električnih valova,
- Ne može se ispisati,
- Propisana ograničenja vezana uz utjecaj na zdravlje.

### **2.7.2. NFC tehnologija**

NFC tehnologija je proširenje RFID tehnologije i kompatibilna je sa sučeljima tehnologije beskontaktnih pametnih kartica. NFC tehnologija podržava komunikaciju temeljenu na RFID tehnologiji i ISO/IEC 14443 infrastrukturi. Radi u tri moda, a to su čitač/pisač, peer-to-peer komunikacija i uređaj/uređaj, gdje se komunikacija odvija između telefona s omogućenom NFC-om s jedne strane i NFC oznake, NFC telefona ili NFC čitača s druge strane. [26]

NFC tehnologija omogućuje korisnicima da u svoje pametne telefone integriraju svakodnevne kartice, kao što su kartice vjernosti ili kreditne kartice. Uz integraciju svakodnevnih kartica u mobilne uređaje, ova tehnologija donosi inovacije u mobilne komunikacije. NFC tehnologija omogućuje korisnicima jednostavnu komunikaciju ili razmjenu podataka jednostavnim dodiranjem dva telefona jedan s drugim. Štoviše, NFC tehnologija daje pametnim telefonima NFC čitljivost, što mobilnim telefonima omogućuje čitanje RFID oznaka.

Benefiti korištenja NFC tehnologije su jednostavnost transakcija, lakoća isporuke sadržaja i dijeljenje informacija. Također stvara nove mogućnosti za različite korisnike, na primjer, brže transakcije, manje rukovanja gotovinom i nove usluge operatera za mobilne operatere, banke i trgovce. [26]

## **3. PRAKTIČNI DIO**

### **3.1. Opis projekta**

Ideja projekta je izrada dizajn sustava i prototipa mobilne aplikacije koja će se bazirati na pojednostavljenju kupnje i skeniranja vozne karte javnog prijevoza. Plan prototipa aplikacije je obuhvaćanje mogućnosti online kupnje vozne karte, te skeniranje fizičke vozne karte. Vozna karta bi se kupila online i iskoristila preko pametnog mobitela, bez fizičke prisutnosti vozne karte, gdje bi se identitet i stanje vozne karte prikazivao u pametnom telefonu. Fizička vozna karta bi se skenirala prislanjanjem pametnog telefona na fizičku kartu, pomoću NFC tehnologije u pametnom telefonu i RFID oznake u voznoj karti. Prilikom skeniranja, oznaka bi promijenila svoje stanje iz neiskorištene vozne karte u iskorištenu, te bi podaci vremena skeniranja vozne karte bili spremljeni u oznaku i u pametni telefon. Značajka skeniranja fizičke vozne karte je bitna jer zamjenjuje nedovoljan broj skenirajućih uređaja u javom prijevozu, te ubrzava i pojednostavljuje proces skeniranja. Glavni razlog izrade projekta je istraživanje ljudskog razmišljanja i ponašanja pri interakciji s pametnim telefonom, dok će naglasak kod izrade projekta biti na kreiranje grafičkih komponenti pomoću Atomic Design principa, koji će omogućiti izradu jednostavnog i intuitivnog dizajn sustava.

### **3.2. Istraživanje**

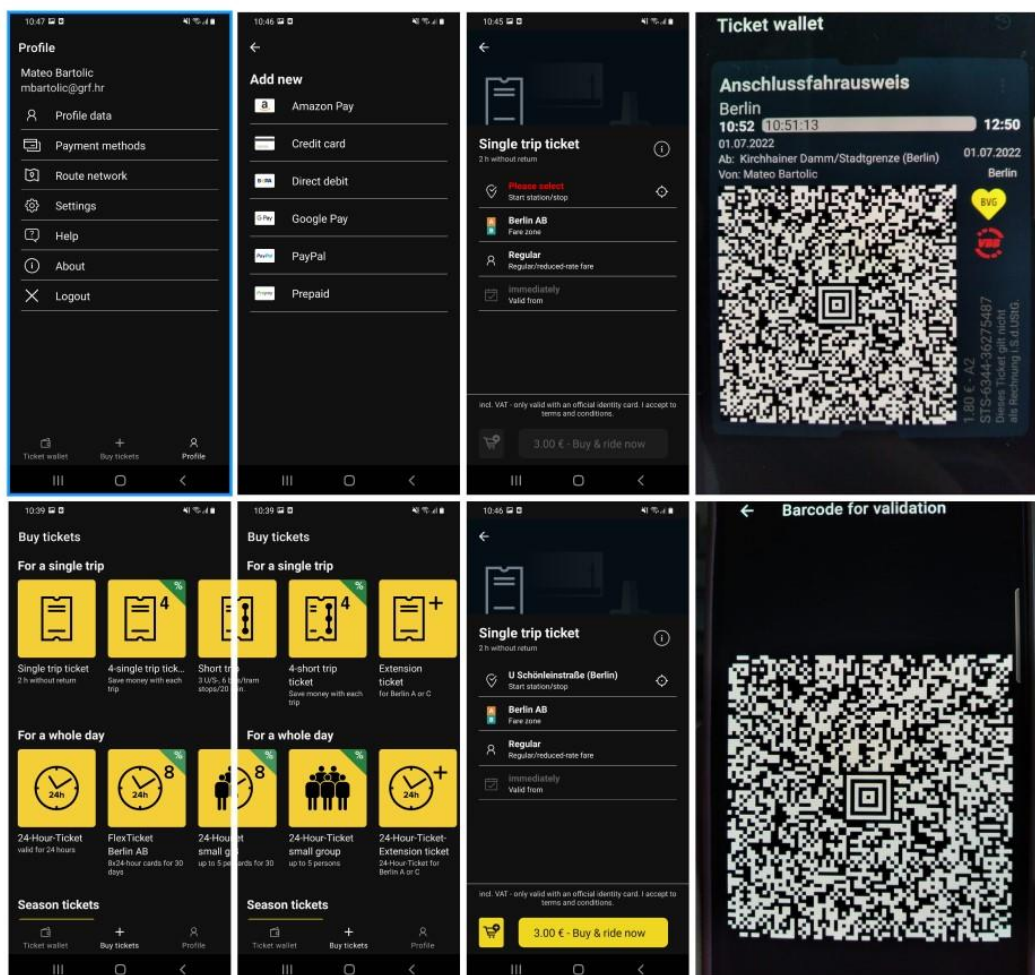
Istraživanje je bilo bazirano na istraživanju tržišta, odnosno istraživanju rješenja za slične aplikacije. Odabrana su tri primjera za tehnologiju kupnje i iskorištavanja karti javnog prijevoza (slika 7, 8 i 9), te dva primjera NFC tehnologije (slika 10 i 11), tehnologije za skeniranje fizičkih karti. Cilj istraživanje bio je istražiti mobilne aplikacije za dublji uvid u probleme korisnika kod

aplikacija za javni transport, otkrivanje korisnih i funkcionalnih dizajn uzoraka, te pronalaženje dokaza koji će postavljene pretpostavke poduprijeti ili pobiti.

Aplikacije za Karte:

BVG Tickets

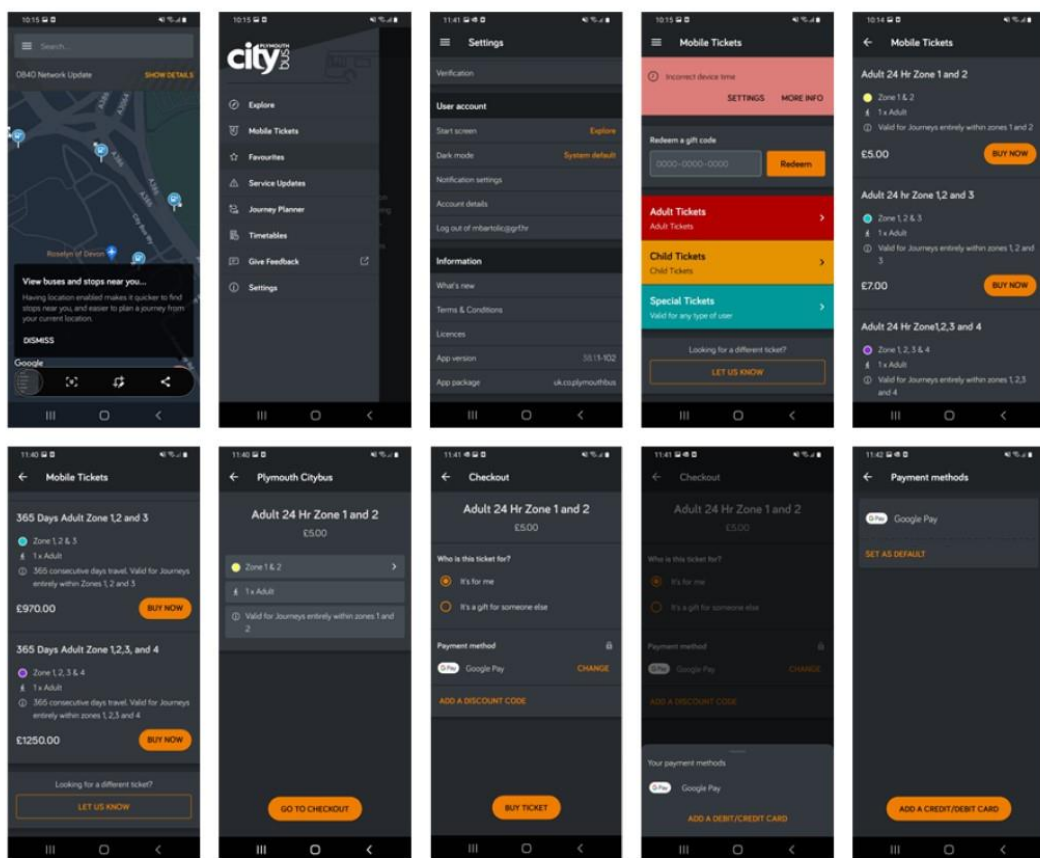
- Ocjena:  
4.1
- Komentari:  
„Aplikacije je prespora, previse vremena traje kupnja karte“  
„Aplikacija ne radi ispravno“  
„Odličan sustav aplikacije za putovanje javnim prijevozom“
- Izgled aplikacije:



Slika 7. Mobilna aplikacija za javni prijevoz, BVG Tickets

## Plymouth Citybus

- Ocjena:  
4.5
- Komentari:  
„Jednostavno za korištenje“  
„Vrlo korisno“  
„Vrlo lagano navigiranje“  
„Ako nema interneta, nema aktivacije karte, što je veliki problem“
- Izgled aplikacije:

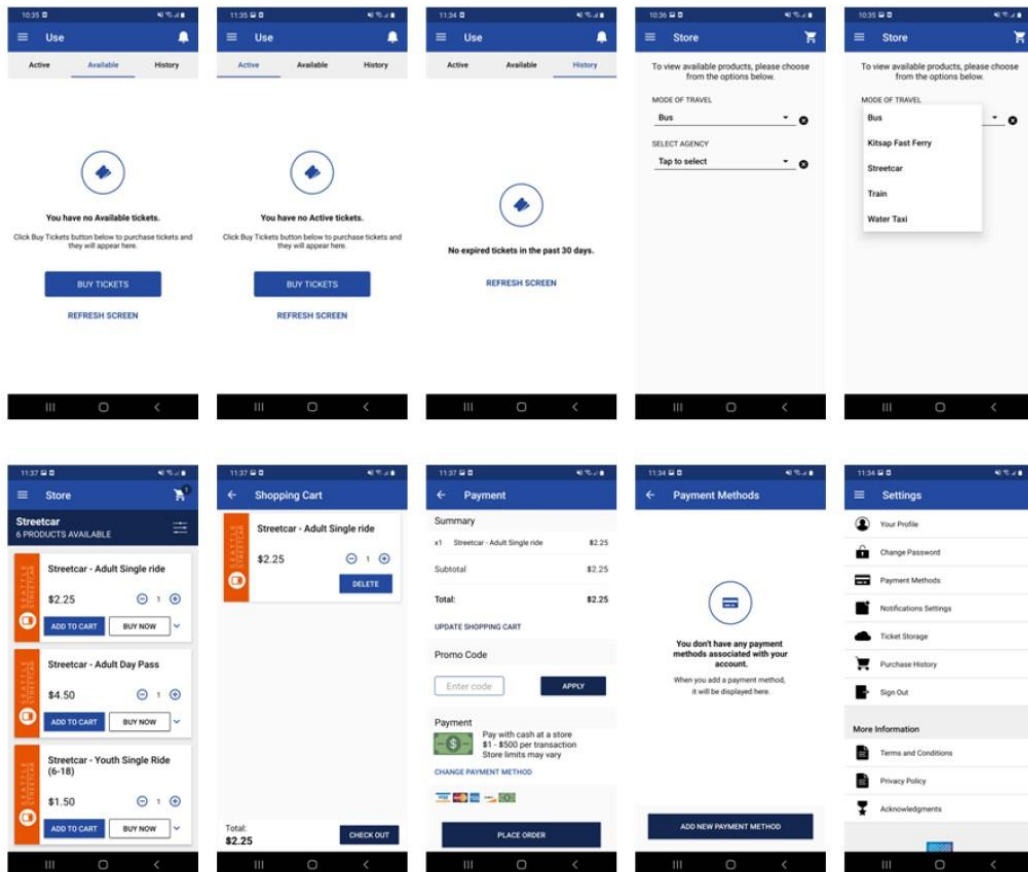


Slika 8. Mobilna aplikacija za javni prijevoz, Plymouth Citybus

## Transit Go

- Ocjena:  
3.8

- Komentari:
  - „Teško za kupiti kartu, ne pamti podatke kartice“
  - „Ne memorizira informacije kartice“
  - „Dosta grešaka i dosta se često ruši pri kupnji karte“
- Izgled aplikacije:



Slika 9. Mobilna aplikacija za javni prijevoz, Transit Go

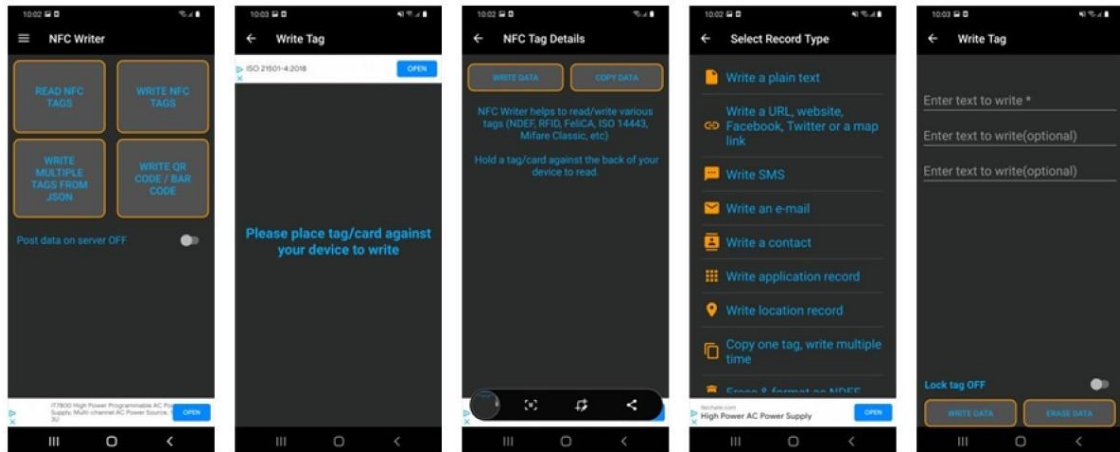
Aplikacije za NFC:

NFC Writer

- Ocjena:
  - 4.3
- Komentari:
  - „Previše reklama, aplikacija je invazivna“
  - „Aplikacija ne radi ono što treba raditi“

„Ovo je najlakša aplikacija i daleko najbolja aplikacija za NFC“

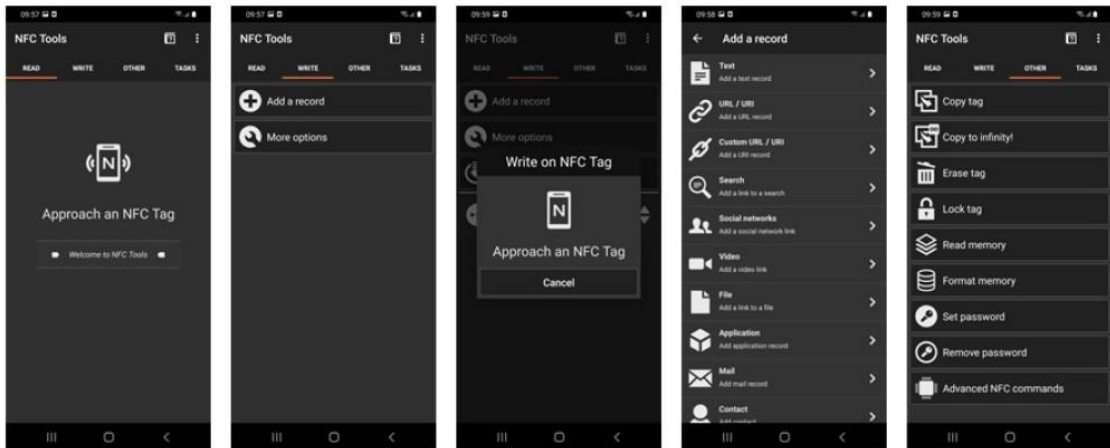
- Izgled aplikacije:



Slika 10. NFC mobilna aplikacija, NFC Writer

## NFC Tools

- Ocjena:  
4.5
- Komentari:  
„Automatizacija zadataka bez napora“  
„Platio bi novac za ovo“  
„Lagano za koristit“  
„Aplikacija je intuitivna i instrukcije su jasne,,“
- Izgled aplikacije:



Slika 11. NFC mobilna aplikacija, NFC Tools

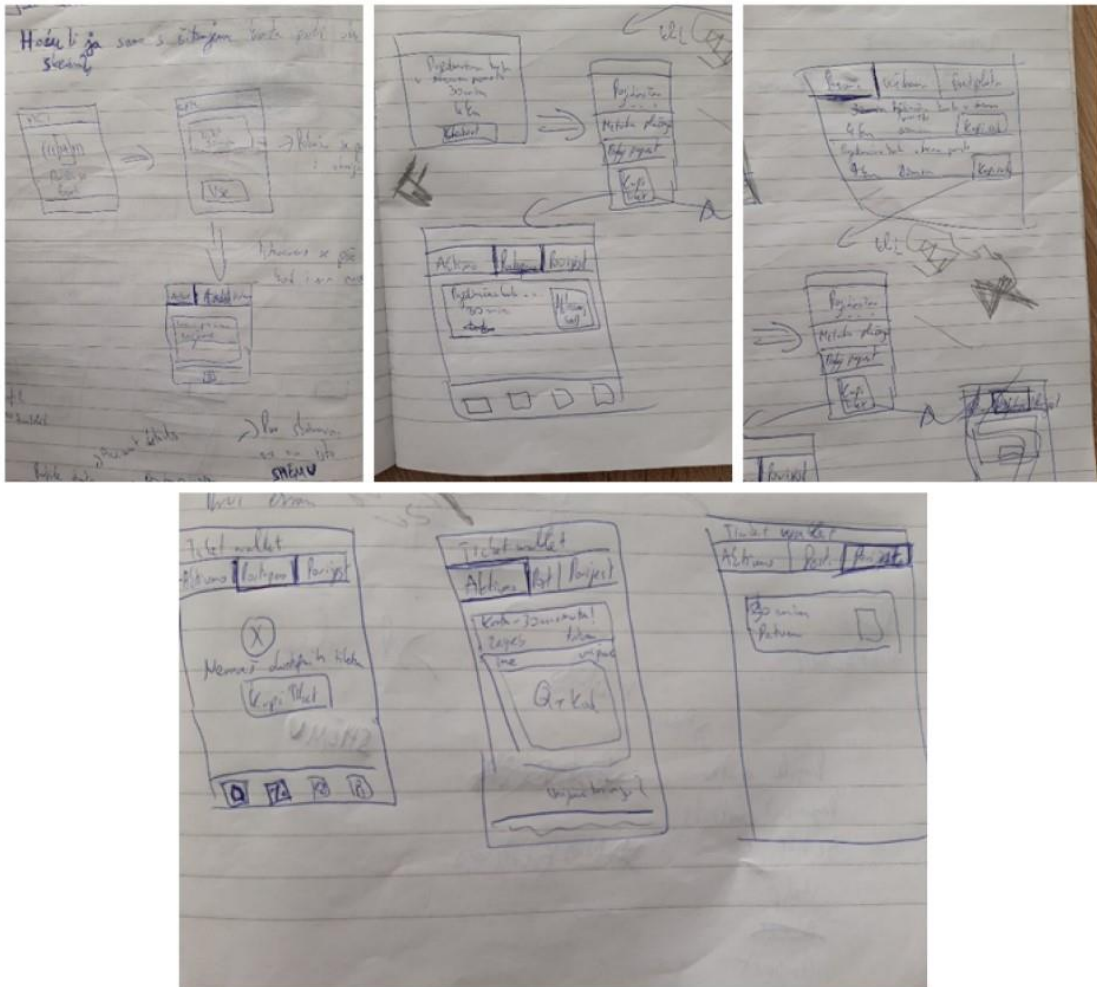
Zaključak iz istraživanja ovih aplikacija:

- Aplikacija mora biti brza, intuitivna i jednostavna, da se ljudi uvijek mogu snać i da mogu kupiti kartu ili skenirati kartu u trenutku. Kod ovakvih aplikacija, brzina je ključ.
- Aplikacija također mora memorizirati podatke korisnika, odnosno karticu s kojom kupuje kartu. To ubrzava proces, i olakšava korisniku korištenje aplikacije.
- Većina grešaka odnosi se na kompliciranost i sporost aplikacija, također česta rušenja aplikacija.



### 3.2. Skica

Nakon istraživanja aplikacija, slijedilo je skiciranje aplikacije u bilježnici (slika 12). Skiciranje je bilo nadahnuo izgledima i rješenjima iz aplikacija korištenih u istraživanju. Nakon izrade skice na papiru, ista skica se ista skica oblikovala u kompjuterskom programu Figma, gdje se projektirala najveća količina rada.



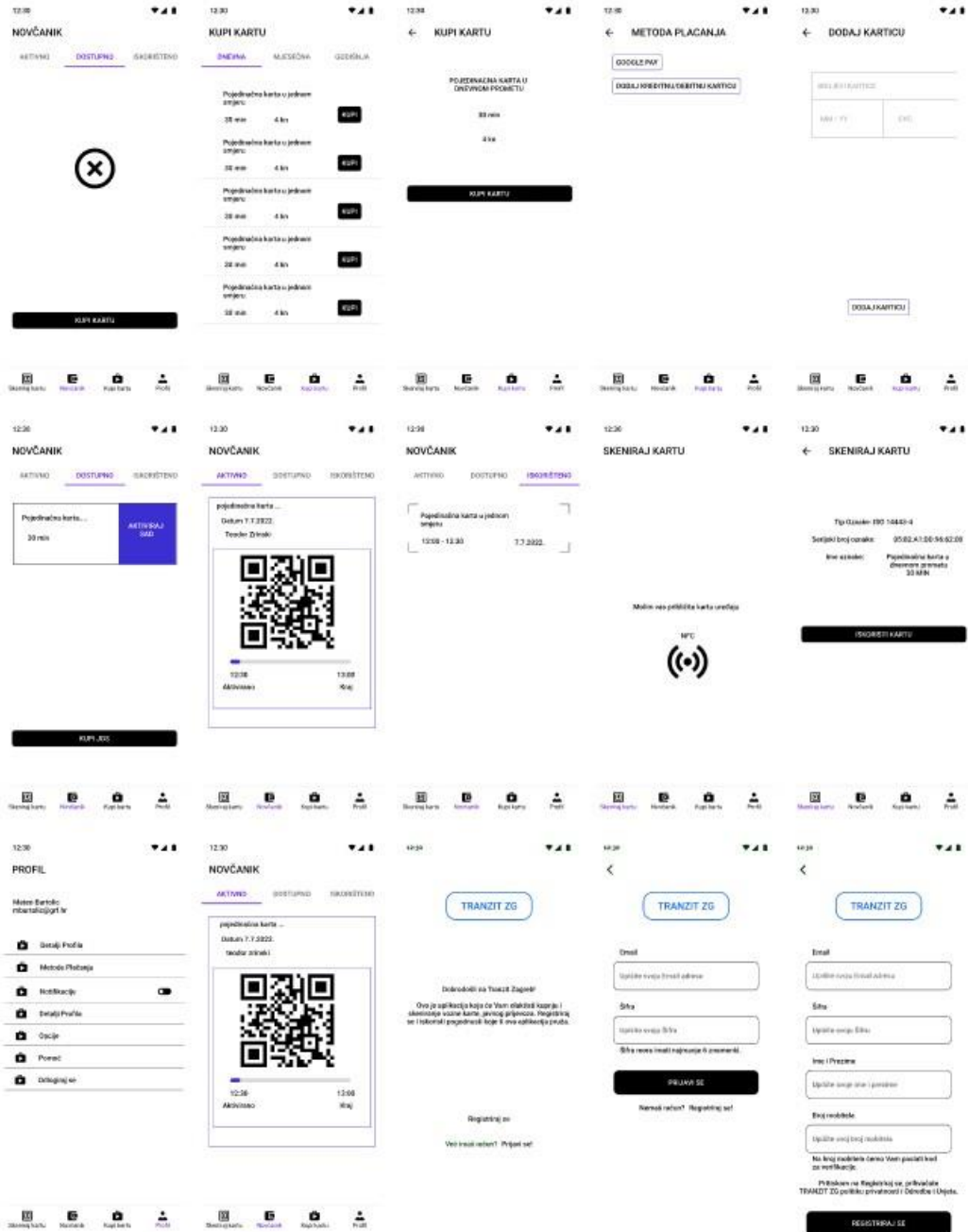
Slika 12. Skiciranje aplikacije na papiru

### **3.3. Izrada rada u programu Figma principom atomskog dizajna**

Nakon skiciranja aplikacije na papiru, projekt se seli na dizajnerski program Figma. U ovom će se programu korak po korak, prateći principe atomskog dizajna izraditi prototip mobilne aplikacije. Prvi korak nakon skiciranja aplikacije na papiru je prebacivanje fizičke skice u digitalan oblik.

#### **3.3.1. Digitalno Skiciranje**

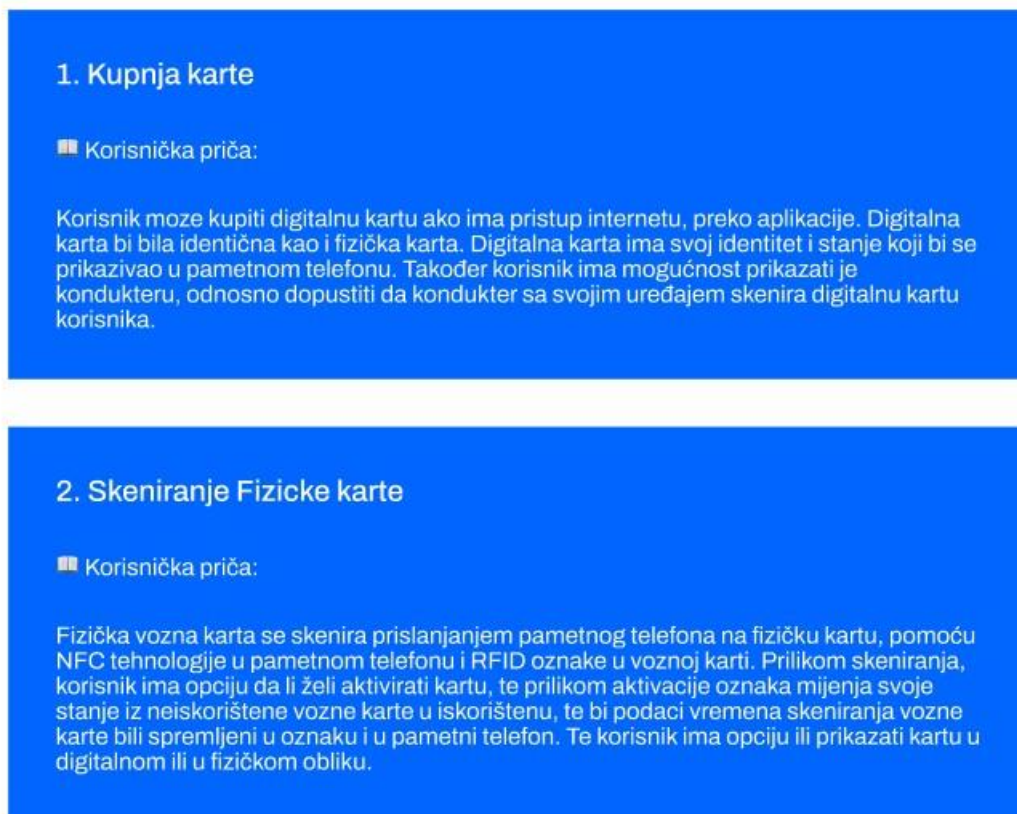
Kod prebacivanja skice s papira na program, dodali su se još neki ekrani, te su se razradile još neke dodatne ideje (slika 13). Kod izrade digitalne skice su se većinom koristile već gotove komponente iz Google paketa – Material Design.



Slika 13. Digitalno skiciranje mobilne aplikacije

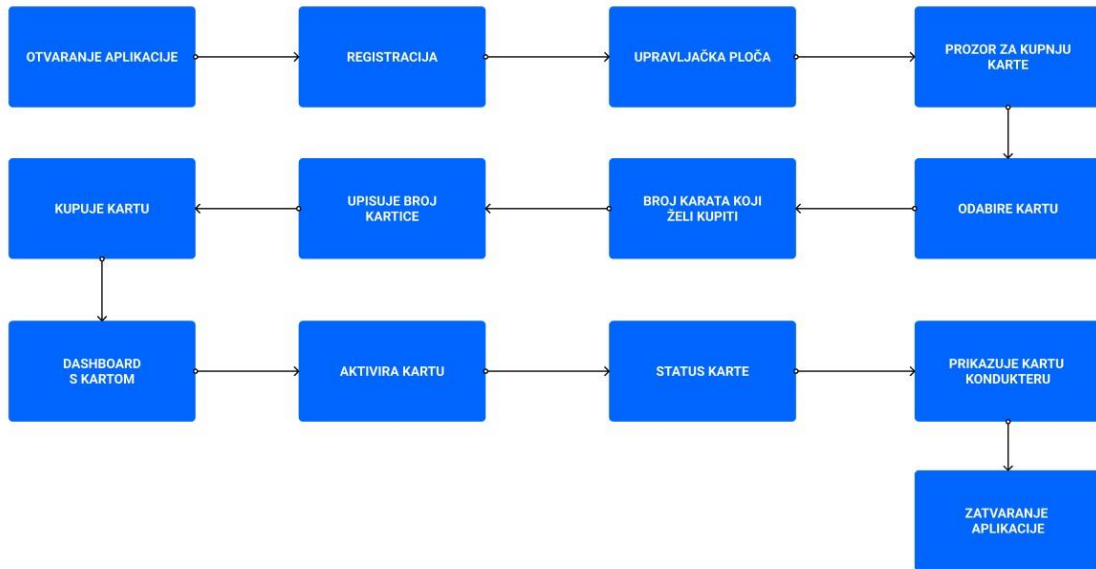
### 3.3.2. Definiranje značajki i toka interakcije

Nakon izrade digitalne skice, slijedilo je definirale značajki aplikacije, odnosno definiranje točnih funkcija oko kojih će aplikacija funkcionirati. Definirale su se dvije glavne funkcije, kupnja karte i skeniranje fizičke karte (slika 14). Bilo je nužno odrediti koje će značajke biti u aplikaciji kako bi dobili sliku u kojem će smjeru aplikacija ići i kako će se kretati tok interakcije korisnika s aplikacijom.



Slika 14. Značajke aplikacije

Pomoću izrade značajki aplikacije, izradio se tok interakcije korisnika s aplikacijom (slika 15 i 16). Tok interakcije pokazuje kako bi se određeni korisnik kretao kroz aplikaciju, iako s obzirom na funkcionalnosti aplikacije, postoji mnogo različitih načina kretanja kroz aplikaciju.



Slika 15. Tok interakcije kupnja digitalne vozne karte



Slika 16. Tok interakcije skeniranje fizičke vozne karte

### 3.3.3. Boje, Tipografija

Boje koje su korištene u dizajnu mobilne aplikacije bile su, bijela, za boju pozadine, crna za boju teksta, plavu i crvenu kao boju naglaska, za gumbове i

slično i sivu kao neutralnu boju (slika 17). U radu su se najviše koristile bijela i plava boja zato što su bijela i plava boja, boje javnog prijevoza grada za koji se aplikacija izrađivala. Tipografski stil koji se koristio u dizajnu mobilne aplikacije bio je Archivo.

## Boje



Slika 17. Boje korištene za dizajniranje aplikacije

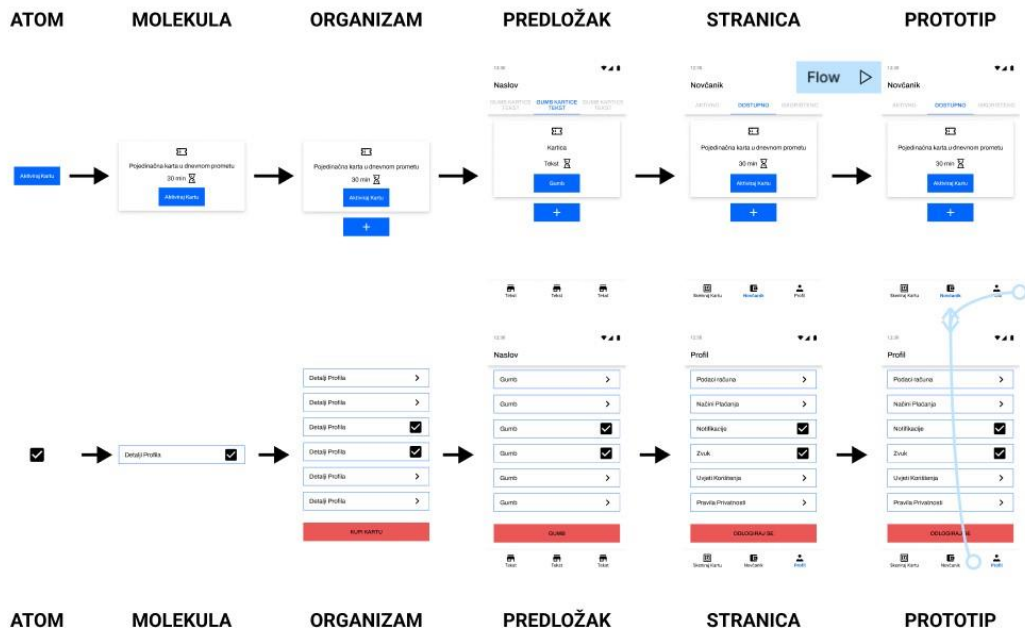
## Archivo:

- Naslov 20 pt Medium
- Podnaslov 16 pt Regular
- Tijelo 14 pt Regular
- Gumb 14 pt Medium, All Caps
- Gumb 14 pt Medium
- Natpis 12 pt Regular
- Natpis 12 pt Bold

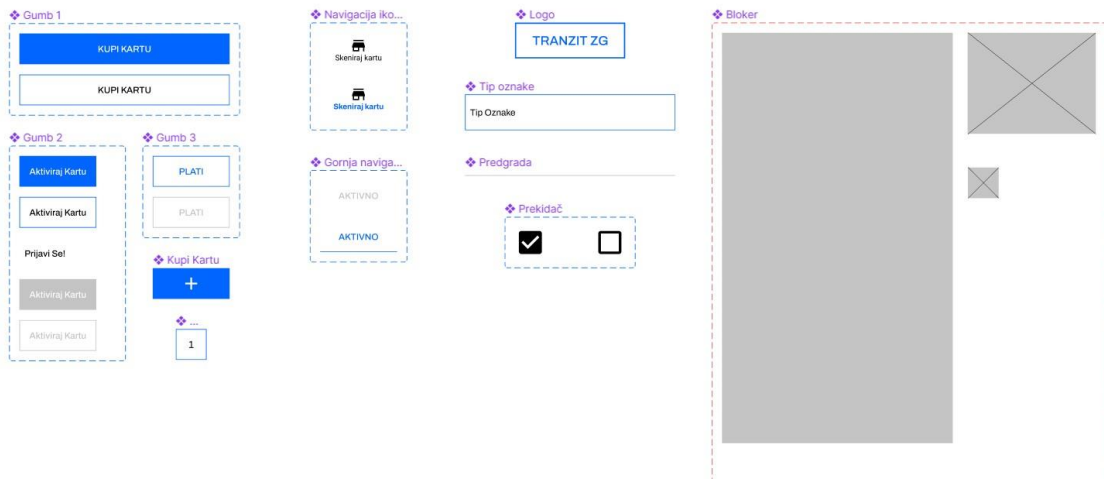
### 3.3.4. Atomski dizajn

Nakon definiranja značajki i stila aplikacije, dolazi ključni dio izrade ovoga projekta, a to je atomski dizajn. Kao što je spomenuto u teorijskom dijelu, u atomskom dizajnu kreće se od izrade atoma, odnosno stvaranjem vrlo jednostavne komponente, kojoj se nadodaju novi kompleksniji dijelovi, gdje se sa svakim novim dodavanjem pretvara u idući korak atomskog dizajna. Prvo se počinje s izradom jednostavnih komponenata, odnosno s atomima, pa se gradi iz atoma u molekulu, iz molekule u organizam, iz organizma u predložak, iz predložka u stranicu, te se stranica na kraju pretvara u prototip.

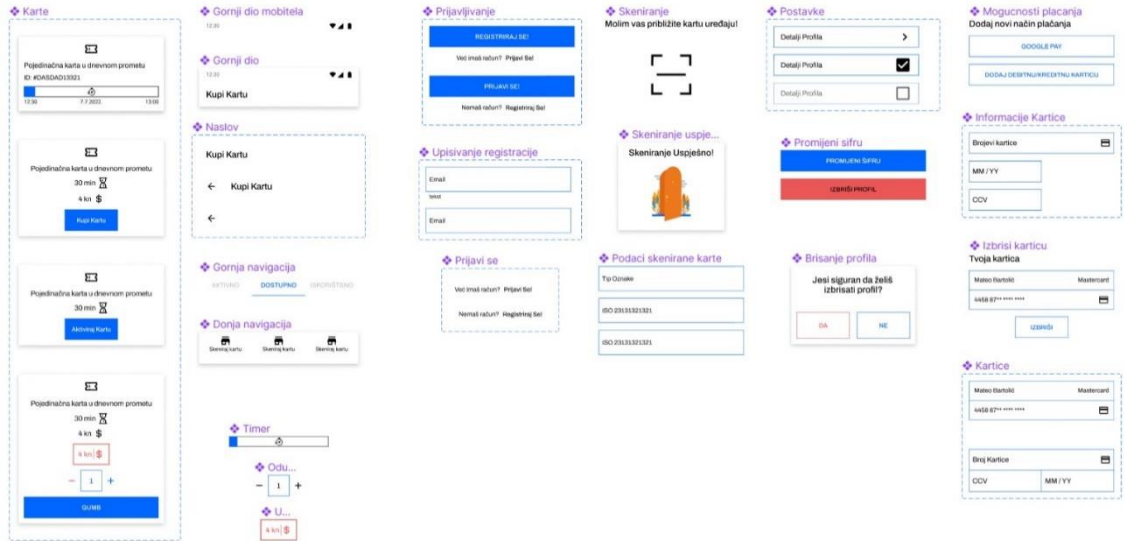
Primjer prijelaza iz atoma u prototip će se prikazati na slici 18, kako bi se shvatio način te jednostavnost ovakvog tipa dizajn sustava. Poslije primjera atomskog dizajn sustava, prikazat će se cijele stranice atomskog dizajn sustava, odnosno stranice atoma, molekula, organizama, predložaka, stranica i prototipa (slika 19, 20, 21, 22, 23 i 24).



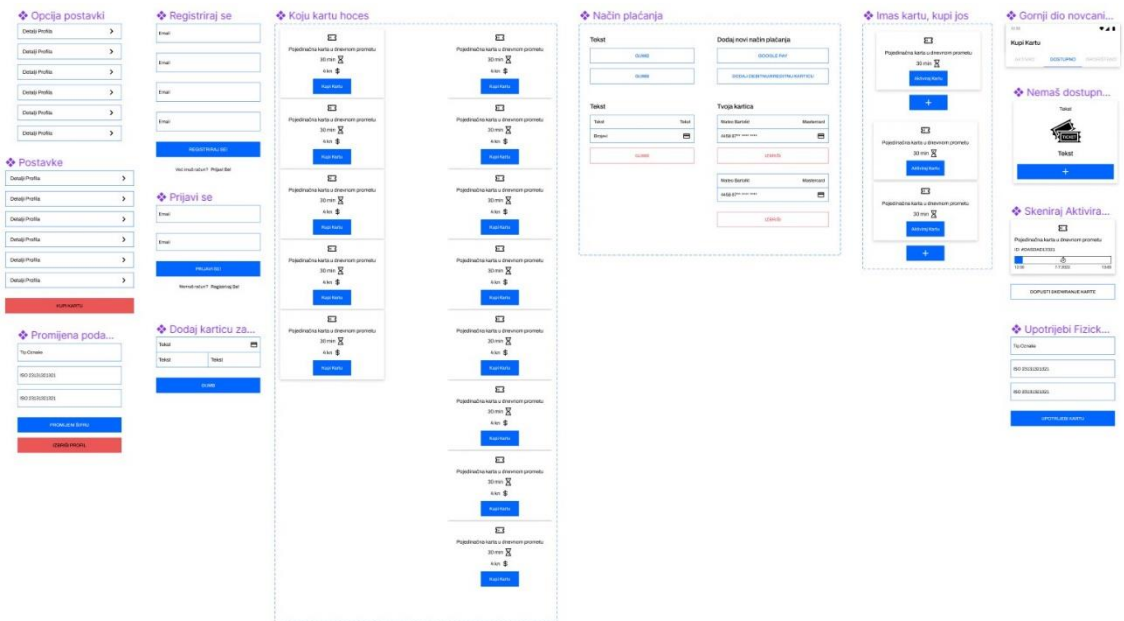
Slika 18. Primjer atomskog dizajn sustava



Slika 19. Atomi



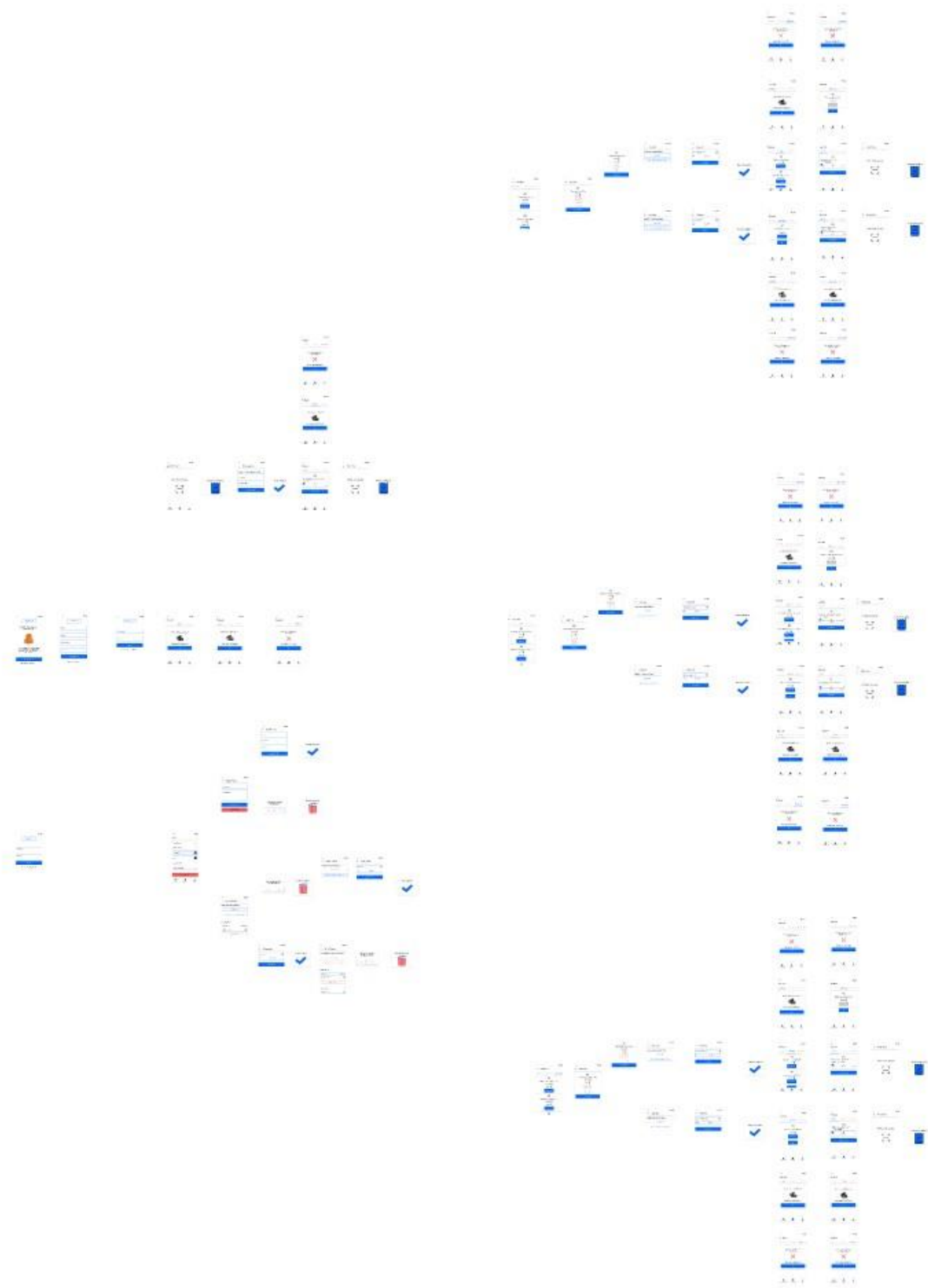
Slika 20. Molekule



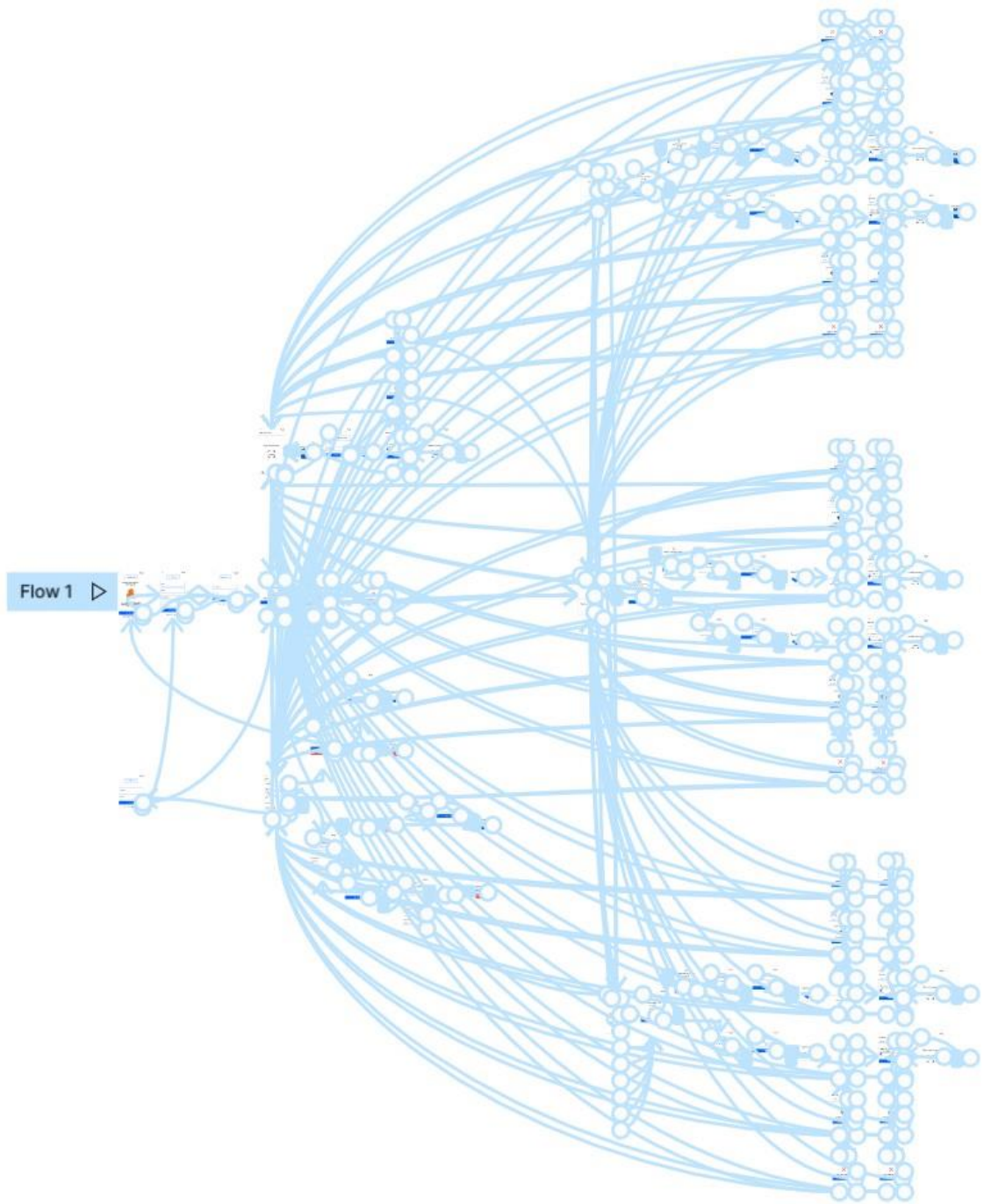
Slika 21. Organizmi







Slika 24. Prototip ugašen



Slika 25. Prototip upaljen

## **3.4. Istraživanje**

### **3.4.1. Cilj istraživanja**

Cilj istraživanja je istražiti ljudsko razumijevanje i ponašanje pri interakciji s pametnim telefonom, te ispitati da li je uspješno stvoren dizajn sustava koji će interakciju između široke publike i mobilnog sučelja učiniti intuitivnom i jednostavnom.

### **3.4.2. Uzorak istraživanja**

Istraživanje je provedeno na prototipu mobilne aplikacije, specifično izrađene za ovaj diplomski rad. Tema mobilne aplikacije je bila javni prijevoz, odnosno digitalna kupnja vozne karte, te skeniranje fizičke vozne karte.

### **3.4.3. Istraživačka pitanja i zadaci**

Pitanja:

- Što ti se svidjelo u aplikaciji?
- Što misliš koji su problemi aplikacije u ovim slučajevima?
- Što ti je bilo zbunjujuće?
- Da li ti se ovaj način tehnologije čini koristan?
- Što bi promijenio?
- Koje probleme ova aplikacija rješava?
- Koje probleme ova aplikacija ne rješava?

Zadaci:

1. Registriraj se, nađi skener, skeniraj kartu i iskoristi je.
2. Nađi market, kupi kartu za jednokratnu vožnju i aktiviraj je.
3. Prikaži aktiviranu kartu kondukeru i dopusti kondukeru da je skenira.

#### 3.4.4. Metodologija

Metoda koja se koristila bila je ispitivanje uporabljivosti. Ispitivanje uporabljivosti je provedeno tako da je ispitivač svakog ispitanika prvo zamolio da razmišlja na glas, da se dobije iskrena reakcija, nakon toga je slijedilo rješavanje zadataka na prototipu aplikacije, dok je ispitivač mjerio vrijeme i uspješnost riješenih zadataka ispitanika. Nakon rješavanja zadataka, ispitivač je ispitaniku postavio sedam pitanja i bilježio odgovore. Proces se ponovio za svaki od 3 ispitanika. Instrument koji je pomogao u mjerenju ispitivanja, bila je tablica uporabljivosti. Tablica pomaže da se vrednovanje aplikacija, iako subjektivno, provodi na temelju i u kontekstu postojećeg modela (slika 25).

	Ispitanik 1			Ispitanik 2			Ispitanik 3		
	z1	z2	z3	z1	z2	z3	z1	z2	z3
Stopa riješenosti									
Vrijeme (sekunde)									
Broj pogrešaka									

Slika 26. Tablica uporabljivosti

### 3.4.5. Rezultati ispitivanja

Radi jednostavnosti prikaza, odgovori i zaključci ispitanika su odvojeni u dva dijela, u pozitivne i negativne strane aplikacije. Rezultati testa uporabljivosti prikazuju se na slici 26.

Odgovori korisnika:

Pozitivne strane aplikacije jesu jednostavnost i intuitivnost aplikacije, dobar vizualni identitet, ideja je vrlo korisna i rješava aktualne probleme s javnim prijevozom, na jednom mjestu ima sve potrebno za javni prijevoz, dostupnost svih mogućih karti koje se mogu aktivirati u tri klika, što čini aplikaciju vrlo efikasnom i praktičnom. Također rješava probleme kao što su natezanje s vozačem oko kupnje karti, te dopušta vozaču da se fokusira na svoj posao, te rješava problem pokvarenih uređaji za skeniranje u tramvaju.

Negativne strane aplikacije proces se još više može pojednostaviti i ubrzati jednostavnim rješenjem kao dodavanje gumba za instantnu aktivaciju karte pri kupnji. Elementi dizajna nisu bili razumljivi, te promjena ikona u riječi bi pomoglo korisniku lakše prepoznati funkcije u aplikaciji, te problem koji aplikacija ne uspijeva riješiti je problem ignoriranja kupnje karte dok kontrolor ne krene provjeravati.

Rezultati istraživanja (slika 26) pokazuju da ispitanici nisu imali skoro nikakvih problema s razumijevanjem aplikacije. Ispitanici su riješili zadatke u vrlo kratkom roku, s minimalno grešaka, što pokazuje da je snalaženje u aplikaciji išlo vrlo lagano, te da je dizajn aplikacije intuitivan. Također je pokazalo da ispitanici nemaju nikakvih problema s interakcijom i razumijevanjem novih tehnologija.

	Ispitanik 1			Ispitanik 2			Ispitanik 3		
	z1	z2	z3	z1	z2	z3	z1	z2	z3
Stopa riješenosti	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Vrijeme (sekunde)	40	45	15	20	60	15	20	75	15
Broj pogrešaka	1	0	0	0	1	0	0	1	0

Slika 27. Rezultati istraživanja

### 3.4.6. Diskusija istraživanja

Rezultati mjerenja pokazuju kako se korisnik dobro snašao u aplikaciji, gdje aplikacija daje dobru preglednost sustava te govori korisniku gdje se u kojem trenutku nalazi. Korisnik je odradio sve što je trebao brzo i skoro bez greške, što pokazuje da je uspješno stvoren intuitivni i jednostavni dizajn sustava.

Rezultati ispitivanja ljudskog razumijevanje i ponašanja pri interakciji s pametnim telefonom, te naprednom tehnologijom su se pokazali vrlo uspješni. Prototip mobilne aplikacije s intuitivnim dizajnom je pokazao da korisnici nemaju nikakav problem s razumijevanjem napredne tehnologije, te se vrlo brzo prilagođavaju na nove tehnologije. Međutim, neke greške se jesu pojavile, ali su prošle neopaženo, zbog brze prilagodbe ispitanika.

Nedostaci istraživanja, te stvari koje se mogu popraviti u budućnosti jesu, ispitati prototip na više ljudi, dublje istražiti tržište, razviti više funkcionalnosti aplikacije, te po mogućnosti raditi osobne intervju.

## 4. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bilo stvoriti dizajn sustava koji će interakciju između široke publike i mobilnog sučelja učiniti intuitivnom i jednostavnom, te stvoriti prototip mobilne aplikacije na kojoj će se istražiti ljudsko razumijevanje i ponašanje pri interakciji s pametnim telefonom. Rezultati ispitivanja interakcije čovjeka i mobilnog telefona pokazali su se vrlo uspješnim. Prototip mobilne aplikacije s intuitivnim dizajnom je pokazao da korisnici nemaju nikakav problem s interakcijom i prilagođavanjem na nove tehnologije. Međutim, neke greške se jesu pojavile, ali su prošle neopaženo, zbog brze prilagodbe korisnika. Također korisnici su riješili zadatke u vrlo kratkom roku, s minimalno grešaka, što pokazuje uspješno stvaranja intuitivnog i jednostavnog dizajn sustava. Tako da se s ovim istraživanjem dokazalo da ako je dizajn intuitivan, korisnici neće imati nikakve poteškoće u komunikaciji s pametnim mobitelom, te naprednom tehnologijom.

Najveće poteškoće i probleme u radu je stvarala implementacija NFC tehnologije u dizajn sustav. Problem je nastao zato što istraživanje nije bilo detaljno, te se nije u potpunosti razumio sustav rada NFC tehnologije. To je glavni razlog uzroka problema uključivanja NFC tehnologije u dizajn sustav.

Također, s obzirom na broj ispitanika, rezultat ovog istraživanja je potrebno provjeriti na većem broju ispitanika, kako bi se mogao dobiti što konkretniji rezultati. Isto tako, moraju se postaviti i detaljnije istražiti nova pitanja kao što su, koliko jednostavnost dizajna aplikacije utječe na interakciju između čovjeka i računala? Kako bi korisnici reagirali da je tehnologija bila zahtjevnija, te da je aplikacija bila složenija?



## 5. LITERATURA

- [1] <https://xd.adobe.com/ideas/principles/human-computer-interaction/> - Ideas, (5.7.2022.)
- [2] Becker Reid C., (2020). Learn Human-Computer Interaction, Packt Publishing Ltd, United Kingdom
- [3] <https://www.interaction-design.org/literature/topics/human-computer-interaction> - The Interaction Design Foundation, (5.7.2022.)
- [4] <https://xd.adobe.com/ideas/process/ui-design/> - Ideas, (5.7.2022.)
- [5] Wood D., (2014). Basics Interactive Design: Interface Design, A&C Black, United Kingdom
- [6] Duvnjak N., (2020). Utjecaj UI/UX dizajna na korištenje aplikacija, diplomski rad, Filozofski fakultet, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, dostupno na: <https://repozitorij.ffos.hr/islandora/object/ffos%3A5059/datastream/PDF/view>, (5.7.2022.)
- [7] Benyon D., (2019)., Designing User Experience, Pearson UK, United Kingdom
- [8] <https://careerfoundry.com/en/blog/ux-design/what-is-user-experience-ux-design-everything-you-need-to-know-to-get-started/> - CareerFoundry, (8.7.2022.)
- [9] <https://dizajn.hr/blog/dizajn-usmjeren-korisnicima/> - Hrvatsko dizajnersko društvo, (8.7.2022.)
- [10] [https://hr.tr2tr.wiki/wiki/User-centered\\_design](https://hr.tr2tr.wiki/wiki/User-centered_design) - Wikipedia, (8.7.2022.)
- [11] <https://www.fortuno.hr/dizajn-razmisljanje-suvremeni-nacin-rjesavanja-poslovnih-problema/> - Informatika Fortuno, (9.7.2022.)
- [12] Lowdermilk T., (2013). User-Centered Design, O'Reilly Media, Inc., United States of America

- [13] <https://proximityschool.com/learn/design-process/> - Proximity School of Design, (10.7.2022.)
- [14] <https://www.interaction-design.org/literature/article/5-stages-in-the-design-thinking-process> - The Interaction Design Foundation, (10.7.2022.)
- [15] <https://xd.adobe.com/ideas/guides/ux-design-process-steps/> - Ideas, (10.7.2022.)
- [16] <https://bradfrost.com/blog/post/atomic-web-design/> - Brad Frost, (10.7.2022.)
- [17] Frost B., (2016). Atomic Design, Brad Frost, Massachusetts
- [18] Yang Hong C., (2017). Introduction to Digital Wireless Communications, The Institution of Engineering and Technology, United Kingdom
- [19] <https://www.electronicshub.org/wireless-communication-introduction-types-applications/> - Electronics Hub, (31.8.2022.)
- [20] <https://www.elprocus.com/types-of-wireless-communication-applications/> - Electronic Projects for Engineering Students, (31.8.2022.)
- [21] <https://hakin9.org/comparison-of-wireless-technologies-in-iot/> - Hakin9 - IT Security Magazine, (31.8.2022.)
- [22] Hunt Daniel V., Puglia A., Puglia M., (2007). RFID: A guide to Radio Frequency Radiation, John Wiley & Sons, New Jersey
- [23] Žubrinic K., (2004). Korištenje sustava za radiofrekvencijsku identifikaciju u poslovanju, dostupno na: [https://www.bib.irb.hr/578624/download/578624.KZubrinic-Koristenje\\_RFID\\_sustava.pdf](https://www.bib.irb.hr/578624/download/578624.KZubrinic-Koristenje_RFID_sustava.pdf), (13.7.2022.)
- [24] Jambrović M., (2018). Primjena RFID tehnologije u maloprodajnim sustavima, Visoko Učilište Algebra, Zagreb, dostupno na: <https://repozitorij.algebra.hr/islandora/object/algebra%3A251/datastream/PDF/view>, (14.7.2022.)

[25] Chabanne H., Urien P., Susini Ferdinand J., (2011). RFID and the Internet of Things, Wiley-ISTE, United Kingdom

[26] Coskun V., Ok K., Ozdenizci B., (2013). Professional NFC Application Development for Android, John Wiley & Sons, United Kingdom

## POPIS SLIKA

Slika 1. Sedam faktora UX dizajna.....	7
Slika 2. Pet faza procesa dizajna .....	13
Slika 3. Periodni sustav kemijskih elemenata.....	19
Slika 4. Periodni sustav HTML elemenata .....	20
Slika 5. Sustav atomskog dizajna.....	23
Slika 6. RFID sustav.....	30
Slika 7. Mobilna aplikacija za javni prijevoz, BVG Tickets.....	37
Slika 8. Mobilna aplikacija za javni prijevoz, Plymouth Citybus.....	38
Slika 9. Mobilna aplikacija za javni prijevoz, Transit Go .....	39
Slika 10. NFC mobilna aplikacija, NFC Writer.....	40
Slika 11. NFC mobilna aplikacija, NFC Tools.....	41
Slika 12. Skiciranje aplikacije na papiru .....	42
Slika 13. Digitalno skiciranje mobilne aplikacije .....	44
Slika 14. Značajke aplikacije .....	45
Slika 15. Tok interakcije kupnja digitalne vozne karte .....	46
Slika 16. Tok interakcije skeniranje fizičke vozne karte.....	46
Slika 17. Boje korištene za dizajniranje aplikacije .....	47
Slika 18. Primjer atomskog dizajn sustava.....	48
Slika 19. Atomi .....	48
Slika 20. Molekule .....	49
Slika 21. Organizmi .....	49
Slika 22. Predlošci.....	50
Slika 23. Stranice .....	50

Slika 24. Prototip ugašen .....	51
Slika 25. Prototip upaljen .....	52
Slika 26. Tablica uporabljivosti .....	54
Slika 27. Rezultati istraživanja.....	56

## POPIS MANJE POZNATIH RIJEČI I KRATICA

- IoT** (engl. Internet of Things) - Internet stvari
- RFID** (engl. Radio frequency identification) - Radiofrekvencijska identifikacija
- HCI** (engl. Human computer interaction) - Interakcija čovjeka i računala
- UCD** (engl. User centered design) - Dizajn usmjeren na korisnika
- UI** (engl. User Interface) - Dizajn korisničkog sučelja
- UX** (engl. User experience) - Dizajn korisničkog iskustva
- LPWAN** (engl. Low power wide-area network) - Mreže širokog područja male snage
- BLE** (engl. Bluetooth Low Energy) - Bluetooth niske energije
- ISM** (engl. Industrial, Scientific, and Medical purpose) - industrijski, znanstveni i medicinski frekvencijski raspon
- NFC** (engl. near field communication) - Komunikacija bliskog polja