

# Metode i vrste prototipiranja u razvoju web aplikacije

---

**Kujundžić, Nediljka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:166:690092>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-04**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Science](#)



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

**METODE I VRSTE PROTOTIPIRANJA U  
RAZVOJU WEB APLIKACIJE**

Nediljka Kujundžić

Split, rujan 2024.

SVEUČILIŠTE U SPLITU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

ZAVRŠNI RAD

**METODE I VRSTE PROTOTIPIRANJA U  
RAZVOJU WEB APLIKACIJE**

Nediljka Kujundžić

**Mentor:** Doc dr. sc. Jelena Nakić

Split, rujan 2024.

# Temeljna dokumentacijska kartica

Završni rad

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

## METODE I VRSTE PROTOTIPIRANJA U RAZVOJU WEB APLIKACIJE

Nediljka Kujundžić

### SAŽETAK

Ovaj rad istražuje različite metode i vrste prototipiranja u procesu razvoja softverskih aplikacija, s posebnim naglaskom na prototipe niske, srednje i visoke vjernosti. Prototipiranje je ključan alat koji omogućava smanjenje rizika te omogućuje pravovremenu evaluaciju i prilagodbu dizajna prije konačne implementacije. U ciklusu od tri iteracije dizajniranja, prototipiranja i vrednovanja izrađena su tri prototipa aplikacije za iznajmljivanje stanova, koja omogućuje korisnicima pregled, oglašavanje i upravljanje oglasima za stanove. Prototip niske vjernosti izrađen je kao jednostavna skica, dok su funkcionalnosti srednje vjernosti implementirane u Figma, a visoko vjerni prototip realiziran je pomoću alata Proto.io. Na temelju povratnih informacija koje su prikupljene tijekom testiranja, iterativno su unaprijeđeni dizajn i funkcionalnost aplikacije, što je rezultiralo završnom implementacijom aplikacije. Rad time ilustrira kako različite metode prototipiranja omogućuju optimizaciju procesa razvoja softverskih rješenja, što doprinosi poboljšanju korisničkog iskustva i smanjenju troškova razvoja.

**Ključne riječi:** prototipiranje, razvoj softvera, iterativni dizajn, evaluacija, aplikacija za iznajmljivanje stanova, korisničko iskustvo

Rad je pohranjen u knjižnici Prirodoslovnog-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu.

**Rad sadrži:** 40 stranica i 12 literaturnih navoda. Izvornik je na hrvatskom jeziku.

**Mentor:** Dr.sc. Jelena Nakić, docent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu

**Ocjenjivači:** Dr.sc. Jelena Nakić, docent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Splitu

prof. dr. sc. Marko Rosić, redoviti profesor na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu,  
Sveučilišta u Splitu

Mirna Marić, mag. educ. inf., asistent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta,  
Sveučilišta u Splitu

Rad prihvaćen: Rujan, 2024.

# Basic documentation card

Thesis

University of Split  
Faculty of Science  
Odjel za informatiku  
Ul. Ruđera Boškovića 33, 21000, Split, Hrvatska

## METHODS AND TYPES OF PROTOTYPING IN WEB APPLICATION DEVELOPMENT

Nediljka Kujundžić

### ABSTRACT

This paper explores different methods and types of prototyping in the development process of software applications, with a particular focus on low, medium, and high-fidelity prototypes. Prototyping is a key tool that reduces risks and enables timely evaluation and design adjustments before final implementation. In a cycle of three iterations of designing, prototyping, and evaluation, three prototypes of a rental application were developed, allowing users to view, post, and manage apartment listings. The low-fidelity prototype was created as a simple sketch, while the medium-fidelity functionalities were implemented in Figma, and the high-fidelity prototype was realized using Proto.io. Based on feedback collected during testing, the application's design and functionality were iteratively improved, leading to the final implementation of the application. This study illustrates how different prototyping methods optimize the software development process, contributing to an enhanced user experience and reduced development costs.

**Key words:** prototyping, software development, iterative design, evaluation, rental apartment application, user experience

Thesis deposited in library of Faculty of Science, University of Split.

**Thesis consists of:** 40 pages and 12 references. Original language: Croatian.

**Supervisor:** Jelena Nakić, Ph.D. Assistant Professor of Faculty of Science, University of Split

**Reviewers:** Jelena Nakić, Ph.D. Assistant Professor of Faculty of Science, University of Split

Marko Rosić, Ph.D. Full professor tenure of Faculty of Science, University of Split

Mirna Marić, mag. educ. inf., assistant at the Faculty of Science, University of Split

Thesis accepted: September, 2024.

*Zahvaljujem se profesorici **Jeleni Nakić** na pruženoj prilici za mentorstvo, pomoći te savjetima tijekom izrade završnog rada.*

*Zahvaljujem se svojoj obitelji na najboljoj mogućoj podršci tijekom studiranja.*

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. METODE PROTOTIPIRANJA.....	2
2.1. Pojam prototipiranja.....	2
2.2. Vrste prototipa .....	3
2.3. Proces prototipiranja .....	5
2.4. Metode prototipiranja.....	6
2.4.1. Brzi prototip.....	6
2.4.2. Evolucijski prototip .....	7
2.4.3. Iterativni prototip .....	9
2.4.4. Radni prototip .....	10
2.4.5. Vizualni prototip .....	11
3. ANALIZA METODA PROTOTIPIRANJA .....	13
3.1. Analiza dosadašnjih istraživanja.....	13
3.2. Usporedba metoda u različitim industrijama .....	14
3.3. Izazovi i problemi u procesu prototipiranja.....	17
4. PRAKTIČNA PRIMJENA METODA PROTOTIPIRANJA.....	19
4.1. Prototip niske vjernosti.....	19
4.2. Prototip srednje vjernosti.....	24
4.3. Prototip visoke vjernosti.....	28
4.3.1. Evaluacija prototipa visoke vjernosti .....	31
4.4. Implementacija.....	35
4.5. Osvrt na izradu praktičnog rada .....	37
5. ZAKLJUČAK.....	39
LITERATURA.....	40

## 1. UVOD

U današnjem brzo mijenjajućem tehnološkom okruženju, učinkovit razvoj proizvoda i sustava postao je ključan za uspjeh organizacija i tržišnu konkurentnost. Kako bi se zadovoljili zahtjevi tržišta i korisnika, inovacije moraju biti brzo implementirane, a rješenja moraju biti ne samo funkcionalna, već i usklađena s potrebama krajnjih korisnika. U tom kontekstu, metoda prototipiranja igra ključnu ulogu u procesu razvoja, omogućujući timovima da testiraju, evaluiraju i poboljšaju svoje ideje prije nego što se posvete konačnom proizvodu ili sustavu.

Prototipiranje se definira kao razvoj rane verzije proizvoda, poznatog kao prototip, koji služi za testiranje različitih aspekata dizajna i funkcionalnosti. Ova metoda omogućuje timovima da uoče potencijalne probleme, dobiju povratne informacije od korisnika i poboljšaju proizvod kroz iterativni proces. Različite metode prototipiranja nude specifične prednosti i izazove, ovisno o prirodi projekta, resursima i ciljevima.

Ovaj rad ima za cilj istražiti i analizirati različite metode prototipiranja koje se koriste u razvoju proizvoda i sustava. Fokusirat ćemo se na razumijevanje osnovnih principa i pristupa prototipiranju, kao i na prednosti i nedostatke svake metode. Posebna pažnja bit će posvećena analizi kako se ove metode primjenjuju u praksi, kroz pregled stvarnih studija slučaja i primjera iz različitih industrija.

Istražit će se teoretski okvir prototipiranja, uključujući definiciju i razvoj metodologije prototipiranja. Zatim ćemo detaljno analizirati nekoliko ključnih metoda prototipiranja, uključujući brzi prototip, evolucijski prototip, iterativni prototip, radni prototip i vizualni prototip. Poseban naglasak stavit ćemo na tri glavne vrste prototipa - niske, srednje i visoke vjernosti. Ove vrste prototipa omogućuju postepeni razvoj aplikacija, od jednostavnih skica do potpuno funkcionalnih verzija, koje omogućuju korisnicima pregled, oglašavanje i upravljanje oglasima za stanove.

Rad će pružiti sveobuhvatan pregled učinkovitosti različitih metoda prototipiranja i ponuditi preporuke za njihov optimalan izbor i primjenu u budućim projektima. Ova analiza će omogućiti bolje razumijevanje kako optimizirati proces razvoja proizvoda, smanjiti rizike i poboljšati rezultate konačnog proizvoda.



## **2. METODE PROTOTIPIRANJA**

### **2.1. Pojam prototipiranja**

Prototipiranje je ključna faza u dizajnu i razvoju proizvoda, koja omogućava stvaranje i testiranje inicijalnih verzija proizvoda ili sustava kako bi se utvrdilo kako će oni funkcionirati u stvarnom svijetu. Ova metoda uključuje razvoj modela ili prototipa, koji se može koristiti za evaluaciju i usavršavanje dizajna prije nego što se krene u punu proizvodnju. Prototipiranje je neophodno za identifikaciju i rješavanje potencijalnih problema koji mogu nastati tijekom faze razvoja, te za optimizaciju funkcionalnosti i upotrebljivosti proizvoda.

Jedan od osnovnih razloga za korištenje prototipiranja je smanjenje rizika i troškova u fazi razvoja proizvoda. Kada dizajneri koriste prototipe, mogu rano uočiti greške i nedostatke, što omogućuje pravovremeno ispravljanje tih problema prije nego što se proizvod pusti u proizvodnju. Na taj način, troškovi povezani s promjenama i ispravcima mogu se značajno smanjiti (Barbieri et al., 2017).

Ova metoda također omogućuje korisnicima i zainteresiranim stranama da stupaju u interakciju s prototipom, pružajući dragocjene povratne informacije koje mogu poboljšati konačni proizvod.

Prototipiranje također igra ključnu ulogu u procesu inovacije i dizajna, jer omogućuje istraživanje novih ideja i koncepta u praktičnom kontekstu. Korištenje prototipa može otkriti kako novi dizajnerski elementi funkcioniraju u stvarnim uvjetima, što može pomoći u usmjeravanju daljnjeg razvoja (Camburn et al., 2015).

Na primjer, u industriji dizajna proizvoda, miješano prototipiranje s konfigurabilnim fizičkim arhetipovima može pomoći u evaluaciji korisničkog sučelja proizvoda i identificiranju područja koja zahtijevaju poboljšanje (Barbieri et al., 2017).

Pored toga, prototipiranje može služiti kao komunikacijski alat među članovima tima i između tima i klijenata. Prototip pruža konkretan prikaz ideja i rješenja, što može pomoći u usklađivanju vizija svih uključenih strana i olakšati donošenje odluka (Camburn et al., 2017). Kroz prototipe, dizajneri mogu demonstrirati kako će proizvodi funkcionirati i kako će izgledati, što omogućava bolju interpretaciju i razumijevanje njihovih konceptata.

U obrazovanju, prototipiranje je također korisno kao dio dizajnerskog razmišljanja (engl. design thinking), koje se koristi za rješavanje kompleksnih problema. Korištenje kreativnih metoda i

prototipa može poboljšati vještine i tehnike učenika i omogućiti im da bolje razumiju procese dizajna (Henriksen et al., 2017).

Uvođenje 3D digitalnih tehnologija u obrazovanje može značajno unaprijediti iskustvo prototipiranja, pružajući studentima napredne alate za vizualizaciju i evaluaciju njihovih dizajnerskih rješenja (Junk i Matt, 2015).

U zaključku, prototipiranje je neprocjenjiva metoda u procesu dizajniranja i razvoja proizvoda. Omogućuje ranu identifikaciju i rješavanje problema, pomaže u istraživanju novih ideja i funkcioniranja dizajnerskih elemenata, te poboljšava komunikaciju među članovima tima i klijentima.

Ova metoda je također ključna u obrazovanju, jer poboljšava razumijevanje i primjenu dizajnerskih principa. Kao rezultat toga, prototipiranje je osnovni alat za uspješno dizajniranje i razvoj proizvoda, smanjujući rizike i troškove dok istovremeno omogućuje inovaciju i kreativnost u procesu dizajna.

## **2.2. Vrste prototipa**

Izrada prototipova igra ključnu ulogu u procesima dizajna i razvoja, omogućujući dizajnerima i inženjerima da vizualiziraju, testiraju i poboljšaju svoje ideje prije konačne proizvodnje. Različite vrste prototipova, uključujući vizualne, funkcionalne i radne prototipove, služe različitim svrhama i sastavni su dio postizanja uspješnog proizvoda. Razumijevanje ovih tipova i njihovih primjena može uvelike poboljšati učinkovitost i djelotvornost procesa dizajna.

Vizualni prototipovi prvenstveno se fokusiraju na izgled i izgled proizvoda ili sučelja. Ovi se prototipovi koriste za prenošenje estetskih aspekata dizajna, omogućujući zainteresiranim stranama da procijene vizualne elemente, kao što su sheme boja, oblici i ukupni oblik. Prema Barbieriju i sur. (2017), vizualni prototipovi često se kombiniraju s drugim vrstama prototipova u pristupu mješovite izrade prototipova. Ova integracija pomaže u procjeni upotrebljivosti i interakcije pružanjem konfigurabilnog fizičkog arhetipa koji simulira izgled i dojam konačnog proizvoda dok omogućuje prilagodbe na temelju povratnih informacija korisnika.

Funkcionalni prototipovi nadilaze vizualni prikaz kako bi testirali i potvrdili funkcionalnost proizvoda. Ovi prototipovi su dizajnirani da pokažu kako proizvod radi i da identificiraju potencijalne probleme u njegovoj izvedbi. Camburn i sur. (2015) opisuju sustavnu metodu za stvaranje funkcionalnih prototipova u strojarskom dizajnu. Ovaj pristup uključuje detaljno

planiranje i iterativno testiranje kako bi se osiguralo da prototip radi kako je predviđeno i da zadovoljava specifikacije dizajna (Camburn et al., 2015.). Funkcionalni prototipovi ključni su za otkrivanje praktičnih izazova i usavršavanje tehničkih aspekata dizajna.

Radni prototipovi su kategorija koja uključuje vizualne i funkcionalne elemente, ali naglašava integraciju svih komponenti potrebnih za funkcioniranje proizvoda. Ti se prototipovi često koriste u završnim fazama razvoja za testiranje cijelog sustava u realnim uvjetima. Camburn i sur. (2017.) daju sveobuhvatan pregled različitih metoda izrade prototipova, ističući važnost radnih prototipova u evaluaciji i optimizaciji cjelokupnog sustava proizvoda. Naglašavaju da radni prototipovi dizajnerima omogućuju procjenu ne samo pojedinačnih značajki već i interakcije različitih komponenti unutar proizvoda (Camburn et al., 2017.).

Uz ove tradicionalne vrste prototipova, digitalni i 3D prototipovi postaju sve važniji. Junk i Matt (2015.) raspravljaju o uvođenju 3D digitalnih tehnologija u obrazovanje o dizajnu, ističući kako ti alati mogu poboljšati proces izrade prototipova. Digitalni prototipovi, uključujući 3D modele, omogućuju dizajnerima eksperimentiranje sa složenim geometrijama i interakcijama u virtualnom okruženju prije stvaranja fizičkih modela. Ovaj pristup može značajno pojednostaviti proces dizajna i poboljšati točnost (Junk i Matt, 2015.).

Prototipovi poslovnih modela još su jedan važan aspekt izrade prototipova, posebno u kontekstu poslovanja i poduzetništva. Carter i Carter (2020) predstavljaju Creative Business Model Canvas, koji služi kao alat za vizualizaciju i ponavljanje poslovnih strategija. Ovo platno omogućuje poduzetnicima izradu prototipa različitih poslovnih modela, testiranje različitih pristupa i usavršavanje svojih strategija na temelju povratnih informacija i analiza (Carter i Carter, 2020.).

Konačno, metodologije dizajnerskog razmišljanja također utječu na praksu izrade prototipova. Henriksen i sur. (2017) istražuju kako dizajnersko razmišljanje može odgovoriti na obrazovne probleme kroz kreativne pristupe. Dizajnersko razmišljanje često uključuje iterativnu izradu prototipova za istraživanje i rješavanje složenih problema, s naglaskom na empatiju, ideje i eksperimentiranje.

Izrada prototipova višestruk je proces s različitim tipovima koji služe različitim svrhama u fazama dizajna i razvoja. Vizualni, funkcionalni i radni prototipovi igraju ključnu ulogu u usavršavanju proizvoda, dok digitalne tehnologije i prototipovi poslovnih modela nude dodatne dimenzije procesu izrade prototipova. Razumijevanjem i učinkovitim korištenjem ovih

različitih vrsta prototipova, dizajneri i inženjeri mogu poboljšati svoju sposobnost stvaranja uspješnih i inovativnih proizvoda.

### **2.3. Proces prototipiranja**

Prototipiranje je ključan korak u procesu dizajniranja koji omogućava preobražaj ideje u konkretan proizvod kroz iterativni razvoj i testiranje. Razvoj prototipa obuhvaća nekoliko važnih faza, svaka sa svojim specifičnostima i ciljevima, koje zajedno čine složen i dinamičan proces.

Proces prototipiranja počinje s idejom, koja se u početnoj fazi treba pretvoriti u osnovni koncept. U ovoj fazi, dizajneri istražuju osnovne karakteristike proizvoda i definiraju funkcionalnosti koje bi prototip trebao imati. Važno je da se ovaj početni korak temelji na temeljitom istraživanju potreba korisnika i tržišnih zahtjeva kako bi se izbjeglo daljnje usmjeravanje na neadekvatne ili nepotrebne karakteristike (Camburn, Dunlap, Hamon, 2015).

Nakon što je osnovni koncept razrađen, prelazi se na izradu prvih fizičkih ili digitalnih prototipova. Ovi prototipovi služe za testiranje osnovnih ideja i funkcionalnosti. Ovisno o složenosti proizvoda, koristi se različite metode prototipiranja, uključujući papirnate modele, 3D ispisivanje, ili digitalne simulacije. U ovoj fazi, ključna je fleksibilnost i spremnost na prilagodbe, jer se prototipovi često mijenjaju kako bi se poboljšala funkcionalnost i estetika (Barbieri et al., 2017).

Nakon izrade prvih prototipova, slijedi faza testiranja i evaluacije. Ova faza uključuje prikupljanje povratnih informacija od korisnika i drugih sudionika, što pomaže u identificiranju problema i područja za poboljšanje. Prototipovi se testiraju u različitim uvjetima kako bi se provjerila njihova izdržljivost i funkcionalnost. Povratne informacije dobivene tijekom ove faze omogućuju dizajnerima da unaprijede prototipove i pripreme ih za sljedeću fazu razvoja (Camburn et al., 2017).

U fazi finalizacije, dizajneri unose sve potrebne izmjene i poboljšanja na temelju rezultata testiranja. Ova faza često uključuje izradu finalnog prototipa koji je spreman za proizvodnju ili lansiranje na tržište. Finalni prototip trebao bi biti što bliži konačnom proizvodu u smislu funkcionalnosti i izgleda, te bi trebao zadovoljiti sve tehničke i estetske standarde (Junk, Matt, 2015).

Prototipiranje ne završava uvijek s izradom finalne verzije. U mnogim slučajevima, proces može zahtijevati dodatne iteracije i prilagodbe kako bi se osigurala potpuna usklađenost s potrebama korisnika i tržišta. Stoga je važno da dizajneri ostanu otvoreni za povratne informacije i spremni na kontinuirano usavršavanje svojih prototipova (Carter i Carter, 2020).

Ovaj pristup prototipiranju također može koristiti različite kreativne metode, kao što je dizajn razmišljanja, koji potiče inovativna rješenja kroz stvaranje i testiranje novih ideja u obrazovnim i poslovnim kontekstima (Henriksen et al., 2017). Takvi kreativni pristupi pomažu u identifikaciji novih prilika i rješavanju problema na inovativan način, čime se dodatno obogaćuje proces prototipiranja.

Kroz sve ove faze, proces prototipiranja omogućava dizajnerima da kontinuirano unapređuju svoje proizvode, osiguravajući da konačna verzija ispunjava sve zahtjeve i očekivanja korisnika. U konačnici, uspješno prototipiranje doprinosi stvaranju proizvoda koji su funkcionalni, estetski privlačni i tržišno konkurentni.

## **2.4. Metode prototipiranja**

U ovom poglavlju opisat ćemo različite metode prototipiranja koje se koriste u dizajnu i razvoju proizvoda. Svaka metoda ima svoje prednosti i nedostatke te je pogodna za različite faze razvoja ovisno o ciljevima i potrebama projekta. Metode koje će biti obrađene su:

- Brzi prototip
- Evolucijski prototip
- Iterativni prototip
- Radni prototip
- Vizualni prototip

### **2.4.1. Brzi prototip**

Brzi prototip je metoda u razvoju proizvoda koja omogućava brzu i učinkovitu izradu i testiranje prototipova s ciljem evaluacije i poboljšanja dizajna. Ova metoda, koja se često koristi u inženjeringu i dizajnu, omogućava timovima da brzo stvaraju fizičke modele svojih ideja i testiraju ih u stvarnom okruženju prije nego što se odluče za konačni proizvod.

Brzi prototip se temelji na principima iterativnog dizajna, gdje se prototipovi brzo kreiraju, testiraju i prilagođavaju kako bi se identificirali i riješili problemi ranije u procesu razvoja. Ovaj

pristup omogućava dizajnerima da uoče nedostatke u dizajnu i provjere funkcionalnost proizvoda u stvarnim uvjetima, što može značajno smanjiti vrijeme razvoja i troškove.

Jedna od glavnih prednosti brzi prototipa je njegova sposobnost da ubrza proces razvoja proizvoda. Budući da se prototipovi mogu brzo proizvesti i testirati, dizajneri mogu dobiti brze povratne informacije i prilagoditi svoje ideje prema potrebama korisnika i tržišta (Barbieri et al., 2017). Ovaj pristup također omogućava veću fleksibilnost i kreativnost u dizajnu, jer omogućuje istraživanje različitih ideja i rješenja prije nego što se odabere konačna verzija proizvoda.

Međutim, brzi prototip također ima svoje nedostatke. Iako može biti brz i učinkovit, proces izrade i testiranja prototipova može biti skup, posebno ako se koristi napredna tehnologija ili materijali (Camburn et al., 2015).

Osim toga, brzina izrade prototipova može dovesti do površnog ispitivanja, gdje se važni aspekti dizajna možda ne istraže dovoljno detaljno. Kao rezultat, neki problemi mogu biti otkriveni tek u kasnijim fazama razvoja, što može povećati troškove i vrijeme do tržišta (Camburn et al., 2017).

Primjeri primjene brzi prototipa su brojni i uključuju različite industrije. Na primjer, u industriji potrošačke elektronike, brzi prototip se koristi za razvoj novih uređaja i tehnologija, omogućujući tvrtkama da testiraju različite dizajnerske koncepte i funkcionalnosti prije nego što pređu u proizvodnju (Henriksen et al., 2017).

U obrazovanju, brzi prototip se koristi za istraživanje i razvoj novih metoda i alata za nastavu, omogućujući obrazovnim institucijama da brže odgovore na promjene u obrazovnim potrebama i tehnologijama.

Sve u svemu, brzi prototip predstavlja važan alat u procesu dizajniranja i razvoja proizvoda, nudeći brojne prednosti u pogledu brzine i fleksibilnosti. Ipak, potrebno je pažljivo upravljati njegovim nedostacima kako bi se maksimizirao njegov doprinos uspješnom razvoju proizvoda.

#### **2.4.2. Evolucijski prototip**

Evolucijski prototip je metodološki pristup u razvoju proizvoda i sustava koji se temelji na iterativnom procesu poboljšanja prototipa kroz nekoliko faza razvoja. Ovaj pristup omogućuje dizajnerima i inženjerima da kontinuirano unapređuju i prilagođavaju svoj proizvod temeljem povratnih informacija i analiza koje se prikupljaju u svakoj fazi prototipiranja.

Proces počinje s osnovnim prototipom koji se koristi za testiranje i evaluaciju osnovnih funkcionalnosti i značajki. Nakon što se prikupi povratna informacija i identificiraju problemi, prototip se unapređuje i razvija u napredniju verziju, koja se ponovo testira i evaluira, čime se nastavlja ciklus poboljšanja.

Jedna od ključnih prednosti evolucijskog prototipa je njegova fleksibilnost. Budući da se razvoj proizvoda odvija kroz iteracije, moguće je brzo reagirati na promjene u zahtjevima i potrebama korisnika. Ova metoda također omogućuje ranu detekciju i ispravak grešaka, što može značajno smanjiti troškove kasnijih faza razvoja i povećati ukupnu kvalitetu konačnog proizvoda. Nadalje, proces iteracije omogućuje bolje razumijevanje stvarnih potreba korisnika, jer se povratne informacije koje se prikupljaju kroz testiranje koriste za usklađivanje proizvoda s očekivanjima tržišta.

Međutim, postoje i neki nedostaci povezani s ovom metodom. Prvo, razvoj kroz više iteracija može biti vremenski zahtjevan i skup, osobito u slučajevima kada su potrebne značajne promjene između faza. Drugi izazov je potreba za stalnim angažmanom svih članova tima i korisnika, što može biti teško koordinirati i upravljati. Također, konstantna iteracija može ponekad dovesti do situacije gdje se projekt "zaglavljuje" u fazi prototipiranja, što može odgoditi dovršetak konačnog proizvoda.

Primjeri primjene evolucijskog prototipa uključuju razvoj složenih mehatroničkih sustava i inženjerskih obrazovnih alata. Na primjer, u radu Moten et al. (2014), opisano je kako se integrirani simulacijski pristup koristi za dizajn i analizu kompleksnih mehatroničkih sustava, pri čemu se prototipiranje koristi za iterativno poboljšanje dizajna i performansi sustava (Moten et al., 2014).

U obrazovanju, Telenko et al. (2016) prikazuju kako se pristup dizajniranja kroz iteracije može primijeniti u multidisciplinarnom inženjerskom obrazovanju, omogućujući studentima da razviju i usavrše svoje projekte kroz višestruke faze prototipiranja (Telenko et al., 2016).

Osim toga, Paneels et al. (2016) istražuju primjenu prototipiranja u 3D haptičkim vizualizacijama podataka, gdje se prototipi koriste za poboljšanje korisničkog iskustva i interakcije s vizualizacijama.

Evolucijski prototip stoga predstavlja moćan alat u dizajnerskom i inženjerskom procesu, nudeći priliku za kontinuirano poboljšanje i prilagodbu proizvoda, no zahtijeva pažljivo upravljanje resursima i procesima kako bi se maksimalizirale koristi i minimizirali izazovi.

### 2.4.3. Iterativni prototip

Iterativni prototip predstavlja ključnu metodologiju u dizajnu i razvoju proizvoda, posebno u kompleksnim i multidisciplinarnim područjima. Ova metoda temelji se na principu neprekidnog ponavljanja procesa dizajniranja, izrade i evaluacije prototipa kako bi se postupno poboljšavala funkcionalnost i učinkovitost konačnog proizvoda (Slika 1).



*Slika 1 - Iterativni proces*

Metodologija iterativnog prototipa omogućuje dizajnerima da se usmjere na stvaranje više verzija prototipa koje se neprekidno testiraju i unapređuju. Svaki prototip služi kao testna platforma za provjeru ideja i testiranje funkcionalnosti, omogućujući otkrivanje i ispravljanje problema ranije u procesu razvoja. Ovo kontinuirano poboljšanje rezultira krajnjim proizvodom koji bolje zadovoljava korisničke zahtjeve i tehničke specifikacije.

Prednosti iterativnog prototipa uključuju veću fleksibilnost i sposobnost bržeg odgovora na promjene u zahtjevima korisnika ili tržišta. Kroz neprekidnu evaluaciju i povratne informacije, dizajneri mogu lakše prilagoditi svoje ideje i osigurati da konačni proizvod bude usklađen s potrebama korisnika. Osim toga, iterativni prototip pomaže u smanjenju rizika jer omogućuje ranu identifikaciju i rješavanje problema koji bi mogli utjecati na konačnu izvedbu proizvoda (Moten et al., 2014).

Međutim, metoda ima i svoje nedostatke. Iterativni pristup može biti vremenski i financijski zahtjevan, budući da zahtijeva kontinuirano ulaganje u razvoj prototipova i izvođenje testiranja. Također, postoji rizik od "prekomjerne" iteracije, gdje se dizajn stalno mijenja i poboljšava do te mjere da se gubi fokus na prvotnim ciljevima projekta. U nekim slučajevima, česte promjene mogu dovesti do komplikacija u vođenju projekta i kašnjenja u isporuci konačnog proizvoda (Paneels et al., 2016).



Primjeri primjene iterativnog prototipa su prisutni u različitim industrijama i tehnologijama. U inženjeringu, na primjer, metoda se koristi za razvoj kompleksnih mehatroničkih sustava, gdje se kroz iterativne prototipe mogu testirati i unaprijediti različite komponente sustava kako bi se postigla optimalna izvedba (Moten et al., 2014). U području poslovanja, metoda se koristi za razvoj i usavršavanje poslovnih modela, omogućujući tvrtkama da prilagode svoje strategije na temelju povratnih informacija i promjena na tržištu (Osterwalder & Pigneur, 2014). Također, u dizajnu i vizualizaciji podataka, iterativni prototip omogućuje poboljšanje korisničkog iskustva kroz razvoj 3D haptičkih vizualizacija koje se stalno testiraju i prilagođavaju (Paneels et al., 2016).

Iterativni prototip pruža snažan okvir za razvoj inovativnih i kvalitetnih proizvoda kroz kontinuirano testiranje i poboljšanje. Iako metoda zahtijeva značajna ulaganja u vrijeme i resurse, njezine prednosti u smislu fleksibilnosti, smanjenja rizika i prilagodbe korisničkim potrebama čine je neprocjenjivom u modernom dizajnu i razvoju proizvoda.

#### **2.4.4. Radni prototip**

Radni prototip je ključna metoda u procesu razvoja proizvoda, koja služi kao koristan alat za testiranje i evaluaciju ideja u ranoj fazi dizajna. Ova metoda uključuje izradu funkcionalnog modela koji simulira konačni proizvod, ali često u smanjenom obimu ili s pojednostavljenim funkcijama. Radni prototip omogućuje dizajnerima i inženjerima da procijene izvedivost svojih ideja, identificiraju potencijalne probleme i donesu informirane odluke prije nego što se upuste u skupu i dugotrajnu proizvodnju konačnog proizvoda.

Jedna od ključnih prednosti radnog prototipa je njegova sposobnost da pruža opipljive povratne informacije o dizajnu. Korištenjem radnog prototipa, timovi mogu vizualizirati i testirati funkcionalnost svog proizvoda u stvarnim uvjetima, što pomaže u prepoznavanju i ispravljanju grešaka prije nego što se naprave značajna ulaganja.

Ova metoda također omogućuje korisnicima da aktivno sudjeluju u evaluaciji i pružaju povratne informacije, čime se osigurava da konačni proizvod bolje zadovoljava njihove potrebe i očekivanja. Na primjer, u složenim mehatroničkim sustavima, radni prototip može simulirati kako različite komponente međusobno funkcioniraju zajedno i omogućiti inženjerima da optimiziraju dizajn (Moten et al., 2014).

Međutim, radni prototip ima i svoje nedostatke. Proces izrade prototipa može biti vremenski zahtjevan i skup, posebno kada su u pitanju složeni sustavi koji zahtijevaju napredne materijale

ili tehnologije. Također, radni prototip često ne može u potpunosti replicirati sve karakteristike konačnog proizvoda, što može dovesti do nepotpunih ili netočnih povratnih informacija (Osterwalder i Pigneur, 2014).

Ova metoda također može biti ograničena u svojoj sposobnosti da procijeni dugoročnu izdržljivost i održavanje proizvoda, što može dovesti do problema nakon što je proizvod pušten u proizvodnju.

Unatoč tim izazovima, radni prototip ostaje izuzetno koristan alat u mnogim industrijama. U području vizualizacije podataka, na primjer, radni prototip može pomoći u stvaranju 3D haptičkih vizualizacija koje poboljšavaju korisničko iskustvo i olakšavaju interpretaciju složenih podataka (Paneels et al., 2016).

U obrazovanju inženjera, pristupi poput "designettes" koriste radne prototipe kako bi studentima omogućili praktično iskustvo u multidisciplinarnom dizajnu, pomažući im da razviju vještine potrebne za rješavanje složenih inženjerskih problema (Telenko et al., 2016). Osim toga, u kontekstu građevinskih simulacija, radni prototip može integrirati različite komponente i sustave kako bi se poboljšala točnost predviđanja performansi zgrada (Wetter et al., 2014).

Radni prototip predstavlja ključan alat u procesu dizajna i razvoja, nudeći vrijedne informacije i povratne informacije koje mogu značajno poboljšati konačni proizvod. Iako se suočava s određenim izazovima, njegova sposobnost da pruža rane povratne informacije i pomaže u optimizaciji dizajna čini ga neprocjenjivim u različitim industrijama i aplikacijama.

#### **2.4.5. Vizualni prototip**

Vizualni prototip predstavlja ključnu metodu u procesu dizajna i razvoja proizvoda koja omogućuje stvaranje vizualnih prikaza ideja i koncepata prije nego što se fizički prototipovi izrade. Ova metoda koristi različite tehnike i alate za generiranje 2D skica, 3D modela, renderiranih slika ili simulacija, pružajući tako timovima i klijentima mogućnost da bolje razumiju kako će konačni proizvod izgledati i funkcionirati. Vizualni prototipi omogućuju dizajnerima i inženjerima da istraže različite varijante dizajna, testiraju funkcionalnost i identificiraju potencijalne probleme prije nego što se uloze resursi u fizičke prototipove.

Jedna od najvećih prednosti vizualnih prototipova je brzina iteracije. S obzirom na to da su vizualni prikazi digitalni, modifikacije i prilagodbe mogu se izvršiti mnogo brže nego što bi to

bilo moguće s fizičkim prototipovima. Ovo omogućuje timovima da eksperimentiraju s različitim dizajnerskim rješenjima bez velikih troškova ili vremena potrebnog za izradu novih fizičkih uzoraka. Osim toga, vizualni prototipi su troškovno učinkovitiji jer ne zahtijevaju fizičke materijale i mogu se lako modificirati u digitalnom obliku.

Vizualni prototipi također poboljšavaju komunikaciju unutar tima i s klijentima. Jasni vizualni prikazi olakšavaju predstavljanje ideja i koncepta, omogućujući svim zainteresiranim stranama da bolje razumiju i evaluiraju dizajn. Ovo može značajno smanjiti nesporazume i olakšati donošenje odluka u ranoj fazi razvoja proizvoda. Pored toga, vizualni prototipi omogućuju brzo prikupljanje povratnih informacija od korisnika i zainteresiranih strana, što može pomoći u pravovremenom usavršavanju dizajna.

Međutim, vizualni prototipi imaju i svoje nedostatke. Glavni problem je što ne mogu uvijek potpuno prikazati funkcionalnost i performanse proizvoda. Iako vizualni prikaz može biti vrlo detaljan, stvarna funkcionalnost, mehaničke karakteristike ili interakcije između različitih komponenti često se ne mogu potpuno simulirati bez fizičkog prototipa. Također, izrada visokokvalitetnih vizualnih prototipova zahtijeva specifične vještine u modeliranju i renderiranju, što može predstavljati izazov za manje iskusne dizajnere ili timove bez odgovarajuće stručnosti. Ponekad može doći do neslaganja između vizualnog prikaza i stvarnog proizvoda, što može dovesti do neočekivanih problema u kasnijim fazama razvoja.

Primjeri primjene vizualnih prototipova su brojne i variraju ovisno o industriji. U automobilskoj industriji, na primjer, vizualni prototipi koriste se za prikazivanje i testiranje dizajna novih modela automobila prije nego što se izrade skupi fizički prototipovi (Moten et al., 2014).

U industriji potrošačke elektronike, tvrtke poput Applea i Samsunga koriste vizualne prototipove za predstavljanje novih dizajna proizvoda kao što su pametni telefoni i pametni satovi. U arhitekturi, 3D modeli i renderiranja pomažu arhitektima da vizualiziraju građevinske projekte i komuniciraju ih s investitorima i klijentima (Paneels et al., 2016). U modi, dizajneri koriste vizualne prototipove za predstavljanje novih kolekcija i stilova prije nego što kreiraju fizičke uzorke.

Kroz ove primjere, jasno je da vizualni prototipi igraju ključnu ulogu u modernom dizajnu i razvoju proizvoda, omogućujući timovima da efikasno istražuju, komuniciraju i poboljšavaju svoje ideje prije nego što se upuste u skupe i dugotrajne procese izrade fizičkih prototipova.

### **3. ANALIZA METODA PROTOTIPIRANJA**

#### **3.1. Analiza dosadašnjih istraživanja**

Prototipiranje je ključni element u razvoju proizvoda, omogućujući dizajnerima i inženjerima da istraže i testiraju različite aspekte svojih ideja prije nego što se upuste u punu proizvodnju. Ova analiza će pokazati kako se različite metode primjenjuju u stvarnim situacijama i kako doprinose uspjehu konačnih proizvoda.

Jedan od značajnih primjera u primjeni prototipiranja je istraživanje koje je provela Barbieri i suradnici (2017) na području prototipiranja s konfigurabilnim fizičkim arhetipom za evaluaciju korisničkih sučelja proizvoda. U ovom istraživanju, autori su koristili metodologiju miješanog prototipiranja kako bi stvorili fizičke modele koji su omogućili korisnicima da testiraju i ocjenjuju različite aspekte sučelja proizvoda. Pomoću ovog pristupa, dizajneri su mogli dobiti korisne povratne informacije o funkcionalnosti i ergonomiji proizvoda u ranim fazama dizajnerskog procesa, čime su mogli pravovremeno uočiti i ispraviti probleme koji bi mogli utjecati na konačni proizvod (Barbieri et al., 2017).

Drugi primjer dolazi iz istraživanja Camburn i suradnika (2015) koji su razvili sustavnu metodu za dizajnersko prototipiranje. Ova metoda uključuje korak-po-korak pristup u kojem su prototipi izrađeni i testirani kako bi se identificirale i riješile specifične inženjerske i dizajnerske izazove. Primjerice, u jednom od slučajeva, metoda je korištena za razvoj kompleksnog mehaničkog sustava u kojem su rani prototipovi omogućili timu da optimizira dizajn kroz iterativne cikluse testiranja i poboljšanja. Ovaj pristup omogućava brzu identifikaciju problema i efikasno usklađivanje dizajnerskih zahtjeva s funkcionalnim specifikacijama (Camburn et al., 2015).

U radu Camburn i suradnika (2017) razmatraju se različite strategije, tehnike i smjernice u prototipiranju dizajna. Ovaj pregled uključuje primjere primjene metoda kao što su brzi prototipovi i prototipovi visoke vjernosti u različitim industrijskim sektorima. Studija ističe važnost odabira odgovarajuće metode prototipiranja u skladu s fazom razvoja proizvoda i specifičnim zahtjevima projekta. Na primjer, u jednom od prikazanih slučajeva, prototip visoke vjernosti korišten je za predstavljanje finalnog dizajna proizvoda klijentima, omogućujući im da dobiju realističan uvid u izgled i funkcionalnost proizvoda prije nego što je proizvod otišao u proizvodnju (Camburn et al., 2017).

Dodatno, Carter i Carter (2020) raspravljaju o primjeni prototipiranja u kontekstu poslovnih modela, posebno u društvenim poduzećima. U njihovom istraživanju, prototipiranje je

korišteno za razvoj i testiranje inovativnih poslovnih modela koji su mogli odgovoriti na specifične potrebe tržišta. Na primjer, korištenje prototipiranja omogućilo je timu da eksperimentira s različitim poslovnim strategijama i modelima isporuke, čime je povećana fleksibilnost i prilagodljivost poduzeća u suočavanju s tržišnim izazovima (Carter i Carter, 2020).

Henriksen i suradnici (2017) istražuju primjenu dizajnerskog razmišljanja kao kreativnog pristupa u obrazovnim problemima, gdje se prototipiranje koristi za razvoj obrazovnih alata i metoda. U jednom od prikazanih slučajeva, prototipiranje je korišteno za razvoj novih obrazovnih resursa i metoda koje su omogućile studentima bolje razumijevanje kompleksnih koncepata. Ovaj pristup omogućava ne samo testiranje učinkovitosti obrazovnih materijala, već i stalno usavršavanje na temelju povratnih informacija od korisnika (Henriksen et al., 2017).

Konačno, rad Junk i Matt (2015) analizira uvođenje 3D digitalnih tehnologija u obrazovanje dizajna. Korištenje ovih tehnologija omogućilo je studentima da kreiraju i testiraju digitalne prototipe s visokom razinom preciznosti i detalja. U jednom od primjera, studenti su koristili 3D printanje za izradu prototipova složenih dizajnerskih koncepata, što im je omogućilo da brzo i učinkovito testiraju različite verzije svojih dizajna. Ovaj pristup ne samo da je ubrzao proces prototipiranja, već je i omogućio studentima da steknu praktične vještine koje su direktno primjenjive u industriji (Junk & Matt, 2015).

Analizom ovih primjera možemo vidjeti da prototipiranje igra ključnu ulogu u različitim fazama razvoja proizvoda, od ranih faza istraživanja i razvoja do finalne evaluacije i optimizacije. Različite metode prototipiranja omogućavaju dizajnerima i inženjerima da dobiju korisne povratne informacije, optimiziraju dizajn i povećaju uspješnost konačnih proizvoda i rješenja.

### **3.2. Usporedba metoda u različitim industrijama**

Metodologije izrade prototipova značajno se razlikuju u različitim industrijama zbog jedinstvenih zahtjeva i izazova s kojima se svaki sektor suočava. Ove metodologije su skrojene za rješavanje specifičnih potreba u razvoju softvera, inženjeringu i dizajnu proizvoda, odražavajući raznoliku prirodu njihovih procesa i ciljeva. Razumijevanje načina na koji te metode funkcioniraju u različitim sektorima daje uvid u njihovu učinkovitost i prilagodljivost.

U softverskoj industriji metode izrade prototipova pretežno su usmjerene na ispunjavanje korisničkih zahtjeva, funkcionalnosti i upotrebljivosti. Ključni pristupi uključuju (Carter i Carter, 2020):

- Bacanje/brza izrada prototipa: Ova metoda uključuje brzu izradu prototipa za istraživanje ideja i prikupljanje povratnih informacija od korisnika. Prototip se često odbacuje nakon što ispuni svoju svrhu, a na temelju stečenih uvida razvija se konačni proizvod. Ovaj pristup je koristan za rano hvatanje zahtjeva korisnika i brzo ponavljanje.
- Evolucijska izrada prototipa: U ovom pristupu, prototip se kontinuirano usavršava i proširuje na temelju povratnih informacija korisnika i zahtjeva koji se razvijaju. Omogućuje iterativni razvoj, gdje prototip postupno evoluira u konačni proizvod. Ova metoda je posebno učinkovita u agilnim razvojnim okruženjima, gdje su fleksibilnost i prilagodljivost ključni.
- Inkrementalna izrada prototipa: Ova metoda uključuje razvoj softvera u koracima ili modulima, pri čemu svaki korak dodaje funkcionalnost prototipu. To omogućuje djelomičnu implementaciju sustava i stalne povratne informacije korisnika, koje se mogu integrirati u sljedeće korake.

Izrada prototipa softvera naglašava korisničku interakciju, upotrebljivost i prilagodljivost, koristeći iterativne metode za usavršavanje funkcionalnosti i osiguranje da konačni proizvod zadovoljava potrebe korisnika.

U inženjerstvu, metode izrade prototipova usmjerene su na provjeru dizajna, funkcionalnosti i mogućnosti izrade. Ključni pristupi uključuju:

- Fizička izrada prototipa: Inženjeri često koriste fizičke prototipove za testiranje i provjeru valjanosti performansi mehaničkih komponenti ili sustava. To može uključivati izradu detaljnih modela ili prototipova u punoj veličini za procjenu funkcionalnosti, trajnosti i sigurnosti (Henriksen et al., 2017).
- Funkcionalna izrada prototipa: Slično softveru, funkcionalni prototipovi u inženjerstvu usmjereni su na provjeru valjanosti performansi specifičnih komponenti ili sustava. Ti se prototipovi koriste za prepoznavanje nedostataka u dizajnu i osiguranje da konačni proizvod zadovoljava tehničke specifikacije (Ulrich & Eppinger, 2015.).
- Virtualna izrada prototipova: s napretkom u digitalnim tehnologijama, virtualni prototipovi se sve više koriste za simulaciju i testiranje dizajna u virtualnom okruženju. Ovaj pristup omogućuje inženjerima vizualizaciju i analizu dizajna bez potrebe za fizičkim modelima, čime se štedi vrijeme i resursi (Henriksen et al., 2017).

Inženjerske metode izrade prototipova karakterizira njihov naglasak na tehničkim performansama, sigurnosti i mogućnostima izrade, korištenjem fizičkih i digitalnih alata kako bi se osigurala funkcionalnost i kvaliteta konačnog proizvoda.

U dizajnu proizvoda, metode izrade prototipova usmjerene su na estetiku, upotrebljivost i korisničko iskustvo. Ključni pristupi uključuju (Carter i Careter, 2020):

- Vizualni prototipovi: Ovi prototipovi usredotočeni su na izgled proizvoda i korisničko sučelje. Dizajneri koriste vizualne prototipove za istraživanje različitih mogućnosti dizajna, materijala i završnih obrada prije stvaranja funkcionalnih modela.
- Funkcionalni prototipovi: dizajneri stvaraju funkcionalne prototipove kako bi testirali kako proizvod radi i komunicira s korisnicima. To pomaže u identificiranju problema upotrebljivosti i poboljšanju dizajna na temelju povratnih informacija korisnika.
- Prototipovi iskustva: Ovi se prototipovi koriste za simulaciju korisničkog iskustva s proizvodom. Osobito su vrijedni za razumijevanje načina na koji korisnici stupaju u interakciju s proizvodom u scenarijima stvarnog svijeta i za prepoznavanje prilika za poboljšanje.

Metode izrade prototipa dizajna proizvoda daju prednost korisničkom iskustvu, estetici i funkcionalnosti, koristeći kombinaciju vizualnih i funkcionalnih pristupa za stvaranje proizvoda koji su i privlačni i učinkoviti.

Primarne razlike u metodama izrade prototipova u različitim sektorima odražavaju različite ciljeve i izazove s kojima se svaka industrija suočava. U razvoju softvera fokus je na korisničkoj interakciji i iterativnom usavršavanju, koristeći metode koje omogućuju brze promjene i kontinuiranu povratnu informaciju (Henriksen et al., 2017).

U inženjerstvu je naglasak na provjeri tehničkih performansi i mogućnosti izrade, korištenjem fizičkih i virtualnih prototipova kako bi se osiguralo da dizajni zadovoljavaju stroge zahtjeve. U dizajnu proizvoda, fokus je na korisničkom iskustvu i estetici, korištenjem niza vizualnih i funkcionalnih prototipova za stvaranje privlačnih proizvoda prilagođenih korisniku.

Svaki sektor prilagođava metode izrade prototipa kako bi zadovoljio svoje specifične potrebe, ističući svestranost i važnost izrade prototipa u pokretanju inovacija i osiguravanju uspjeha proizvoda i sustava.

### **3.3. Izazovi i problemi u procesu prototipiranja**

Identifikacija uobičajenih problema u procesu prototipiranja i njihovo rješavanje ključni su za uspješno razvijanje i dovršavanje proizvoda. Ovaj proces često uključuje niz izazova koji se mogu pojaviti u različitim fazama razvoja prototipa. Razumijevanje ovih problema i primjena učinkovitih pristupa za njihovo rješavanje može značajno poboljšati kvalitetu konačnog proizvoda.

Jedan od čestih problema u prototipiranju je nejasnoća ili promjene u specifikacijama i zahtjevima proizvoda. Ove nesigurnosti mogu dovesti do stvaranja prototipova koji ne zadovoljavaju stvarne potrebe korisnika ili tržišta. Da bi se riješio ovaj problem, važno je provesti temeljito istraživanje i analizu zahtjeva prije početka razvoja prototipa. Korištenje metoda kao što su intervjui s korisnicima, ankete i analiza konkurencije može pomoći u preciznom definiranju specifikacija (Camburn et al., 2015). Također, redovita komunikacija s dionicima i korisnicima tijekom razvoja može pomoći u pravovremenom otkrivanju i ispravljanju nesuglasica.

Nedostatak resursa i pritisak rokova često su izazovi s kojima se suočavaju dizajneri tijekom prototipiranja. Ovi problemi mogu rezultirati ubrzanim ili nepotpunim razvojem prototipa. Za rješavanje ovog problema, preporučuje se uporaba metoda upravljanja projektima, poput planiranja i praćenja napretka, kako bi se osigurala efikasna upotreba resursa. Uključivanje faze planiranja i postavljanje realnih ciljeva može pomoći u izbjegavanju preopterećenja (Barbieri et al., 2017). Također, fleksibilnost u rasporedu i iterativni pristup može omogućiti prilagodbe u skladu s promjenama i izazovima.

Problemi s integracijom različitih komponenti ili s funkcionalnošću prototipa mogu se pojaviti kada se pokušavaju povezati različiti elementi dizajna. Ovi problemi mogu uključivati tehničke poteškoće, nesukladnost između dijelova ili neadekvatno testiranje funkcionalnosti. Rješenje za ove probleme često uključuje korištenje modularnih dizajnerskih pristupa i metoda testiranja kao što su simulacije i prototipiranje u stvarnom vremenu (Camburn et al., 2017). Testiranje funkcionalnosti i integracije u ranijim fazama može pomoći u identificiranju i rješavanju problema prije nego što postanu ozbiljniji.

Neadekvatno prikupljanje i analiza povratnih informacija od korisnika može dovesti do stvaranja proizvoda koji ne ispunjava očekivanja ili potrebe korisnika. Za rješavanje ovog problema važno je implementirati strukturirane metode za prikupljanje povratnih informacija, kao što su testiranja korisničkog iskustva i evaluacije prototipova s ciljanom publikom. Analiza



povratnih informacija trebala bi biti temeljita i trebala bi uključivati kvantitativne i kvalitativne podatke kako bi se osigurala sveobuhvatna razumijevanja potreba i očekivanja korisnika (Henriksen et al., 2017).

Tijekom razvoja prototipa često se pojavljuju promjene u zahtjevima, tehnologiji ili tržištu, što može uzrokovati izazove u prilagodbi prototipa. Ove promjene mogu zahtijevati dodatne iteracije i prilagodbe dizajna. Da bi se učinkovito nosili s ovim izazovima, preporučuje se usvajanje agilnih metoda razvoja, koje omogućuju brze prilagodbe i iterativne promjene. Korištenje fleksibilnih i prilagodljivih pristupa može pomoći u uspješnom upravljanju promjenama i održavanju usklađenosti s ciljevima projekta (Junk i Matt, 2015).

Uspješno rješavanje ovih uobičajenih problema u procesu prototipiranja zahtijeva pažljivo planiranje, redovitu evaluaciju i prilagodljive pristupe. Korištenje učinkovitih metoda i strategija može značajno poboljšati kvalitetu prototipa i, posljedično, uspjeh konačnog proizvoda.

## **4. PRAKTIČNA PRIMJENA METODA PROTOTIPIRANJA**

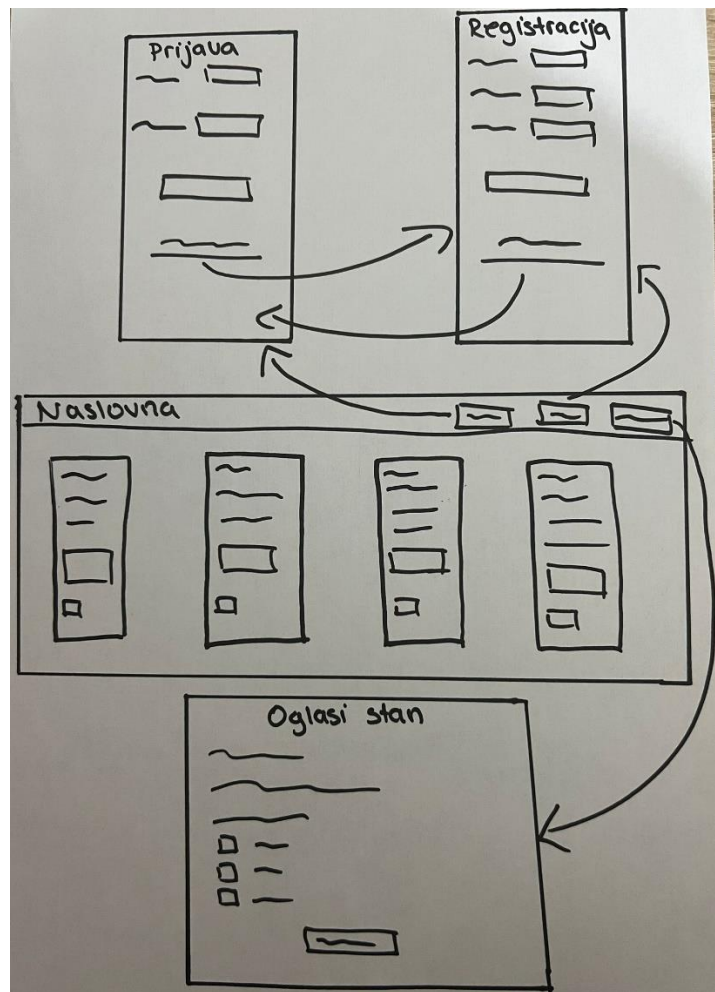
Aplikacija Stanarica namijenjena je olakšavanju procesa iznajmljivanja stanova, s posebnim naglaskom na jednostavnost korištenja i intuitivno korisničko sučelje. Kroz aplikaciju, korisnici mogu pregledavati dostupne oglase za najam stanova, kao i sami postavljati nove oglase. Aplikacija će korisnicima omogućiti registraciju, prijavu, dodavanje oglasa i upravljanje postojećim oglasima.

Plan razvoja aplikacije odvija se kroz nekoliko faza, počevši od izrade prototipa niske vjernosti koji testira osnovne funkcionalnosti, preko prototipa srednje vjernosti koji uključuje interaktivnost i poboljšani dizajn, do visoko vjernog prototipa koji simulira konačan izgled i ponašanje aplikacije. Sve tri faze prototipiranja napravljene su korištenjem istih metoda evaluacije, uključujući testiranje s korisnicima kako bi se kontinuirano poboljšavalo korisničko iskustvo. Detaljan opis procesa prototipiranja i evaluacije dat će se u trećoj fazi razvoja aplikacije, koja predstavlja završni, visoko vjerni prototip.

### **4.1. Prototip niske vjernosti**

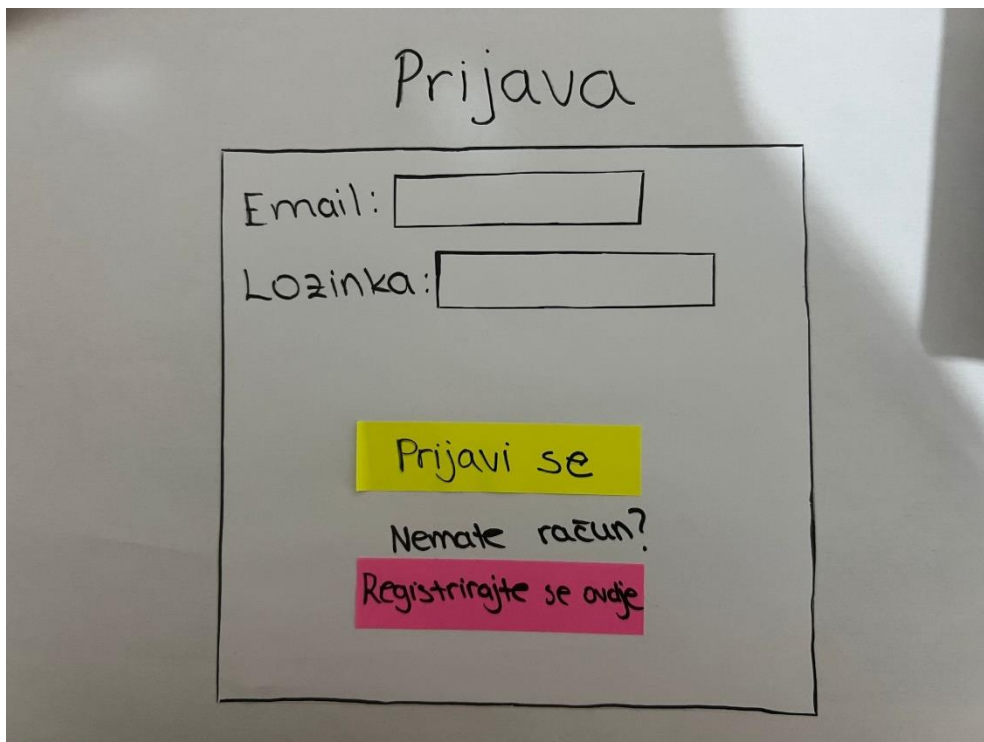
Prototip niske vjernosti izrađen je u ranoj fazi razvoja projekta s ciljem brzog prikazivanja osnovnih struktura i funkcionalnosti aplikacije, bez zadržavanja na vizualnim detaljima ili interakcijama. Ovakvi prototipi služe za početno definiranje korisničkog sučelja te omogućuju brz povratak informacija od korisnika ili tima, što je važno za pravovremenu validaciju ideja prije ulaska u detaljniji razvoj.

Prototip niske vjernosti izradio se korištenjem jednostavnih alata poput papira i olovke. Ovaj pristup omogućio je brzu iteraciju ideja te prilagodbu dizajna bez potrebe za velikim ulaganjima u resurse ili vrijeme. Jednostavna skica (Slika 2) je prvi korak u procesu prototipiranja, gdje se osnovni elementi korisničkog sučelja prikazuju u najjednostavnijem obliku. Ove skice se fokusiraju na strukturu i funkcionalnost, a ne na vizualne detalje ili stilizaciju. U ovom projektu, jednostavne skice su korištene za prikaz ključnih ekrana aplikacije za iznajmljivanje stanova.

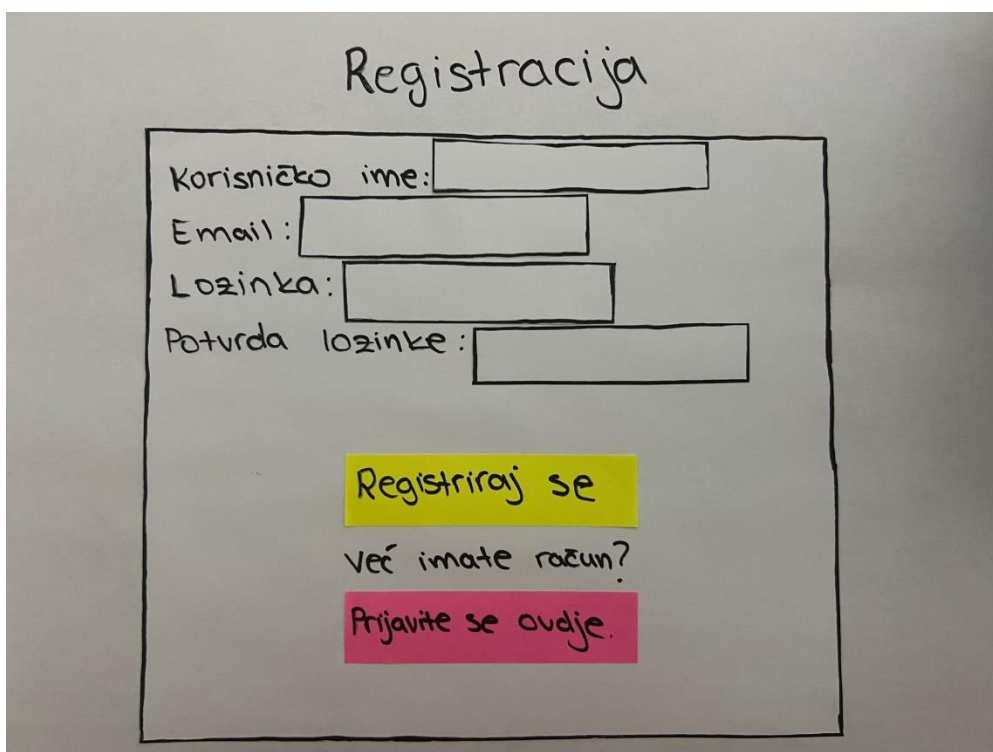


Slika 2 - Jednostavna skica

Interaktivna skica simulira osnovno korisničko iskustvo aplikacije, omogućujući jednostavno testiranje ključnih funkcionalnosti putem papirnatih elemenata koji predstavljaju osnovne dijelove korisničkog sučelja. Interaktivna skica prikazuje ekran za prijavu (Slika 3) i registraciju (Slika 4), s poljima za unos korisničkog imena i lozinke. Simulacija funkcionalnosti gumba postignuta je papirnatim naljepnicama, a klikom na gumb prijave ili registracije prikazuje se naslovna stranica s oglašenim stanovima (Slika 5). Polja za unos su jednostavna, a gumbi su jasno vidljivi, s lako razumljivom funkcionalnošću. Ova skica testira osnovne funkcije prijave i registracije te omogućuje rano prepoznavanje problema u korisničkom iskustvu.

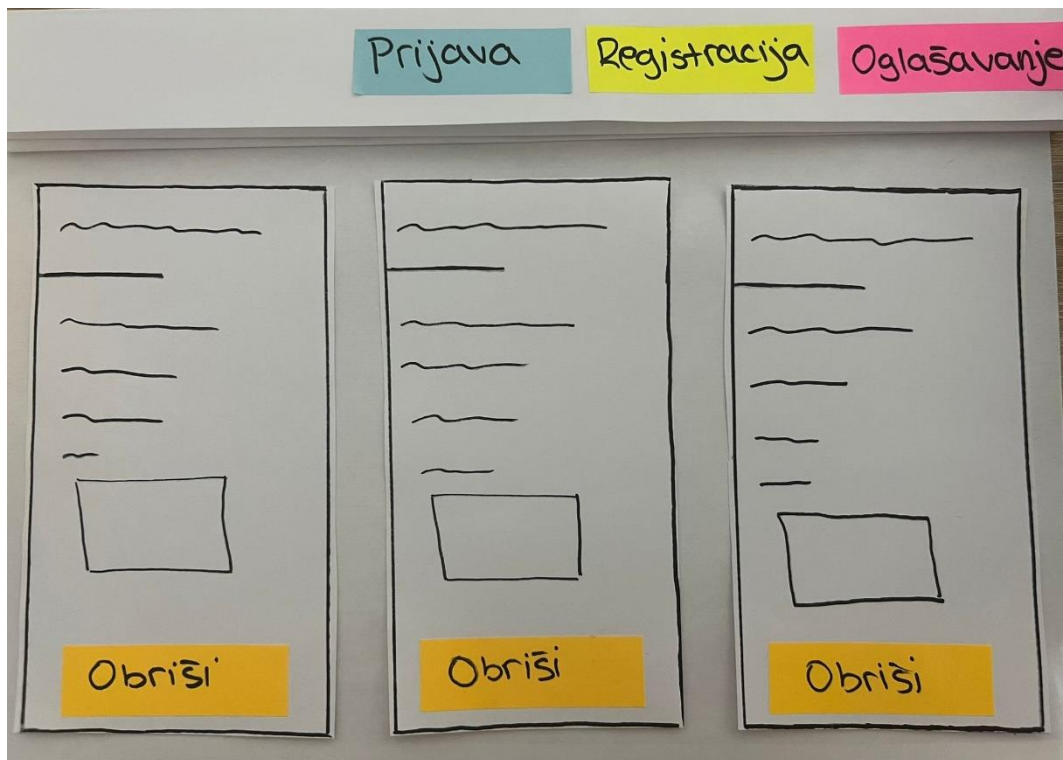


Slika 3 – Prijava u prototipu niske razine



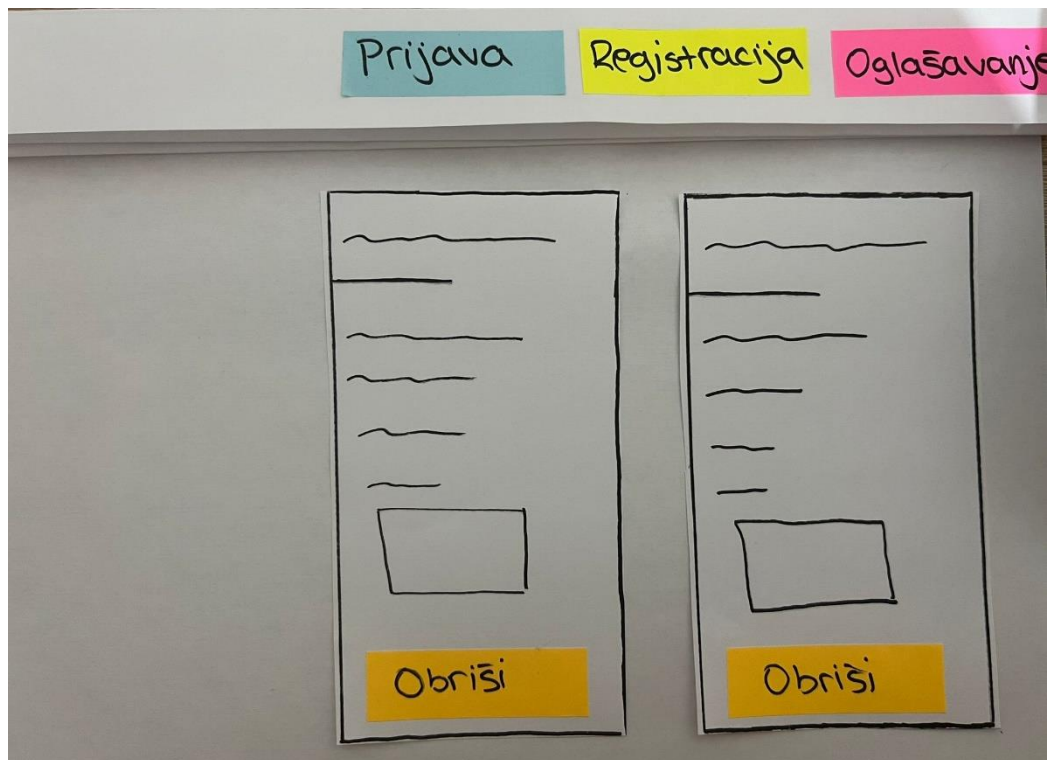
Slika 4 – Registracija u prototipu niske razine

Naslovna stranica (Slika 5) prikazuje kartice oglasa s osnovnim informacijama o stanovima i gumbom "Obriši". Oglasi su jednostavno organizirani, s jasno označenim gumbima za brisanje. Skica omogućuje testiranje funkcionalnosti pregleda oglasa i interakcije brisanja.



Slika 5 - Naslovna stranica u prototipu niske razine

Korisnik može kliknuti na gumb "Obriši" kako bi uklonio oglas. Skica simulira proces brisanja. Gumbi za brisanje su jasno označeni, a potvrda brisanja omogućuje jednostavan i intuitivan proces upravljanja oglasima. Ova skica testira korisničko iskustvo prilikom brisanja oglasa.



Slika 6 - Naslovna nakon brisanja oglasa

Skica za dodavanje novih oglasa (Slika 8) sadrži polja za unos informacija o stanu (kvadratura, cijena, lokacija..). Nakon unosa, korisnik može pritisnuti gumb "Dodaj oglas", čime se simulira prikaz oglasa na naslovnoj stranici. Polja za unos su jasno označena, a gumb za dodavanje lako uočljiv. Skica testira jednostavnost i točnost procesa unosa novih oglasa u aplikaciju.

Oglasi stan

Naslov: [ ]

Opis: [ ]

Lokacija: [ ]

Cijena: [ ]

Broj soba: [ ]

Površina (m<sup>2</sup>): [ ]

Slike: [ Odabir datoteka ]

Parking

Pušenje

Ljubimci

kontakt: [ ] **Dodaj oglas**

Slika 7 - Oglašavanje stana u prototipu niske razine

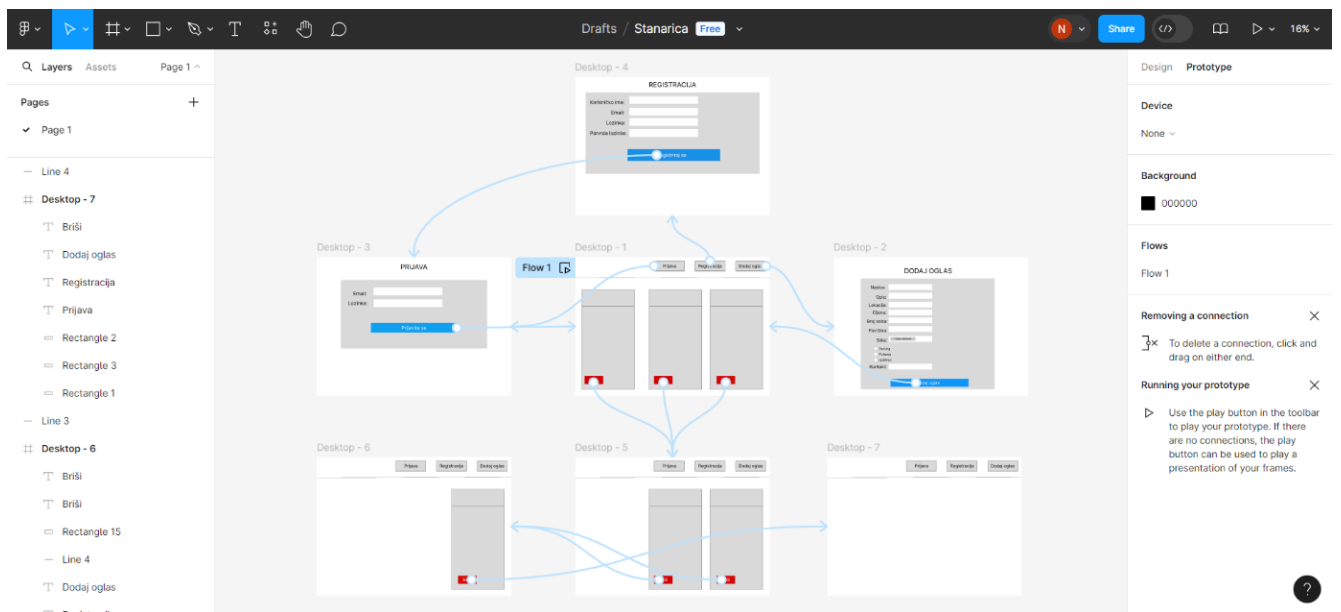
Svrha ovog prototipa bila je što brže dobiti povratne informacije o osnovnoj strukturi aplikacije, bez potrebe za detaljnom razradom dizajna ili interakcije. Ovime se omogućilo brzo ispitivanje funkcionalnih zahtjeva i identificiranje mogućih problema u ranom stadiju razvoja. Ključna prednost bila je u tome što su svi ključni elementi aplikacije, uključujući prijavu, registraciju, dodavanje oglasa i upravljanje oglasima, mogli biti testirani bez potrebe za kompleksnim razvojnim radom. Prototip je testiran s nekoliko korisnika kako bi se utvrdilo koliko je intuitivna navigacija kroz sučelje te jesu li ključne funkcije jasno prikazane. Povratne informacije pokazale su da je koncept funkcionalnosti razumljiv, a minimalan dizajn omogućio je da se fokusira na jednostavnost korištenja. To je omogućilo daljnji razvoj koji je prikazan u sljedećoj fazi.

Evaluacija ovog prototipa bila je vrlo korisna jer je omogućila identificiranje nekoliko manjih izmjena koje su se odnosile na izgled i pozicioniranje gumba, te su te promjene kasnije implementirane u srednje vjerne i visoko vjerne prototipe.

#### 4.2. Prototip srednje vjernosti

Srednje vjerni prototip izrađen je pomoću alata Figma (Slika 8), što je omogućilo detaljniju izradu dizajna uz veću preciznost i interaktivnost. Ovaj prototip uključuje osnovnu funkcionalnost i dizajn sučelja, čime je korisnicima omogućeno testiranje gotovo stvarnog iskustva, ali bez potpune funkcionalnosti.

Link na prototip: <https://www.figma.com/proto/8W1CSXHEGdO3yTmh1ErLqA/Stanarica?node-id=0-1&t=l3cpmQC3glTjnYkm-1>

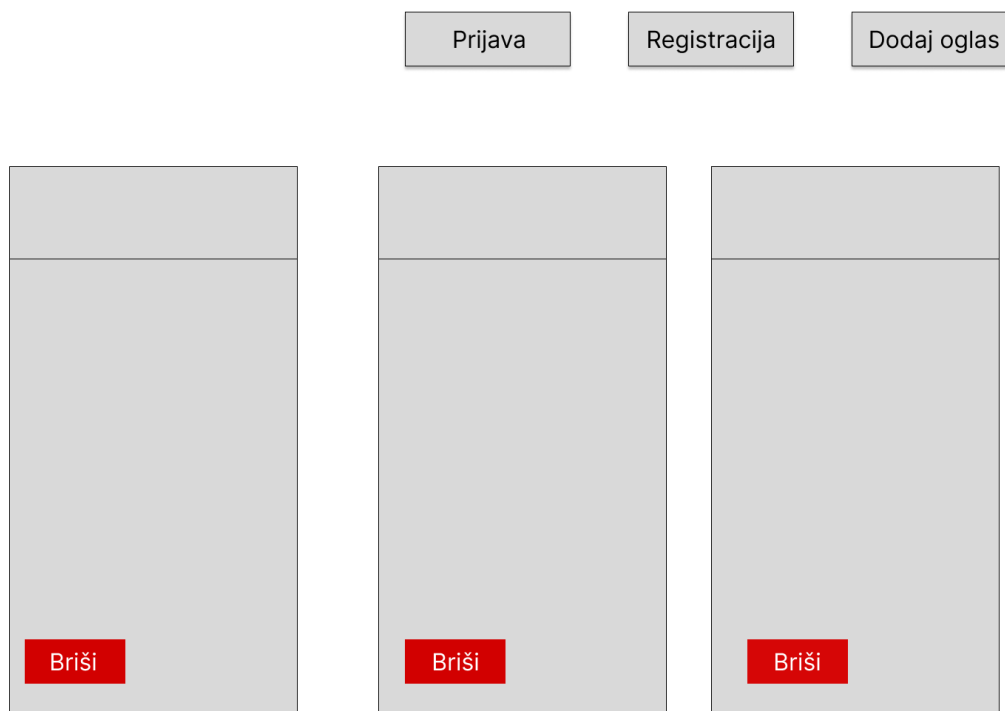


Slika 8 - Prikaz rada u Figma

Izrada prototipa u Figma omogućila je korištenje vektorskih elemenata, slojeva i interakcija, što je rezultiralo detaljnijim prikazom aplikacije nego u prethodnim fazama. Svaki element korisničkog sučelja, od polja za unos do gumba, precizno je dizajniran kako bi se što vjernije simulirala finalna verzija aplikacije. Figmine značajke omogućile su povezivanje različitih zaslona putem interakcija, čime je korisnicima pruženo iskustvo prijelaza između stranica (npr. od prijave do naslovne stranice).

Naslovna stranica sadrži tri osnovne kartice, koje simboliziraju pojedinačne oglase. Kartice su jednostavno dizajnirane, s minimalističkim izgledom, bez previše vizualnih detalja, što omogućava jednostavan pregled informacija. Na vrhu stranice nalaze se tri osnovna gumba: Prijava, Registracija i Dodaj oglas, koji su jasno vidljivi i smješteni u gornjem dijelu stranice, kako bi korisnik lako mogao pristupiti osnovnim funkcionalnostima (Slika 9).

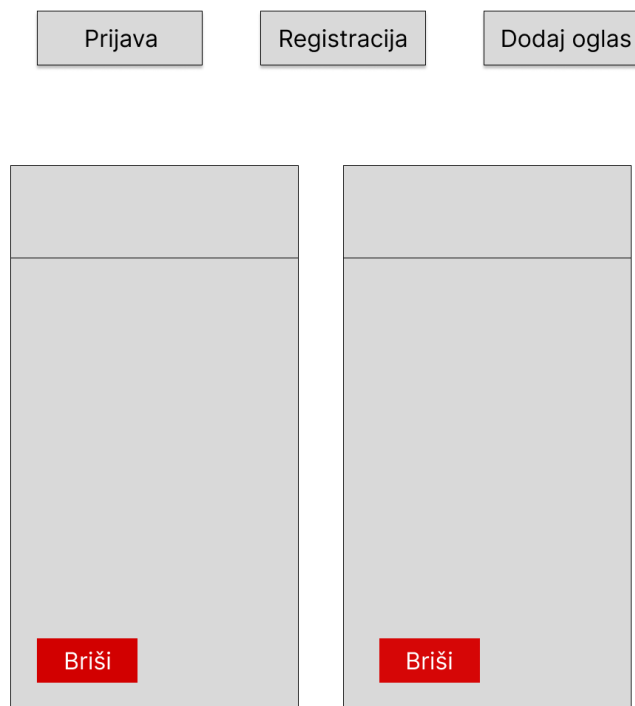
Svaki oglas prikazan je kao pravokutna kartica s osnovnim informacijama. Trenutno, kartice su prazne, ali u stvarnoj aplikaciji ove kartice bi sadržavale podatke o stanu, kao što su naslov, kratak opis, cijena.. Kartice su međusobno simetrično postavljene, s velikim prostorom za sadržaj, kako bi korisnicima bilo jasno gdje se nalaze informacije.



*Slika 9 - Naslovna stranica u prototipu srednje razine*

Na dnu svake kartice nalazi se gumb "Briši", koji je crvene boje i jasno vidljiv. Ovaj gumb omogućava korisniku da jednostavno ukloni oglas s liste. U srednje vjernom prototipu, kada korisnik klikne na gumb "Briši", simulira se interakcija gdje oglas nestaje s naslovne stranice (Slika 10). Gumbi su dizajnirani tako da pružaju jednostavno i intuitivno korisničko iskustvo, što je ključno za ovu fazu testiranja.





Slika 10 - Naslovna stranica nakon brisanja oglasa

Stranica za registraciju (Slika 11) omogućuje kreiranje novog računa unosom korisničkog imena, emaila, lozinke i potvrde lozinke. Plavi gumb "Registriraj se" pokreće postupak registracije, a sučelje je čisto i pregledno za jednostavno popunjavanje.

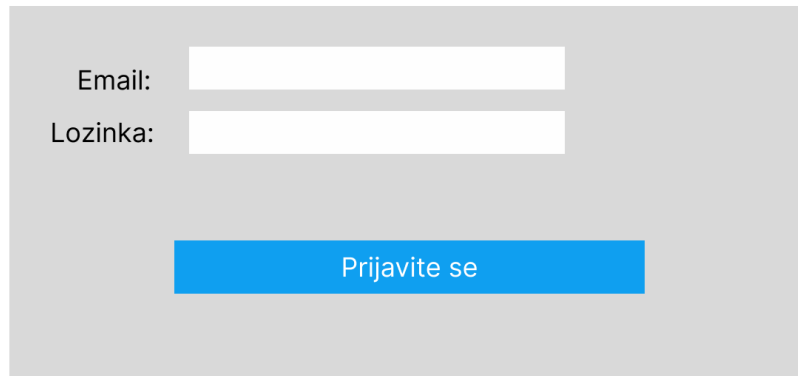
## REGISTRACIJA

Korisničko ime:	<input type="text"/>
Email:	<input type="text"/>
Lozinka:	<input type="password"/>
Potvrda lozinke:	<input type="password"/>

Slika 11 – Registracija u prototipu srednje razine

Stranica za prijavu (Slika 12) sadrži dva polja za unos emaila i lozinke, uz plavi gumb "Prijavite se" koji korisnika prijavljuje u sustav. Sučelje je jednostavno i omogućuje brz unos podataka za prijavu.

## PRIJAVA

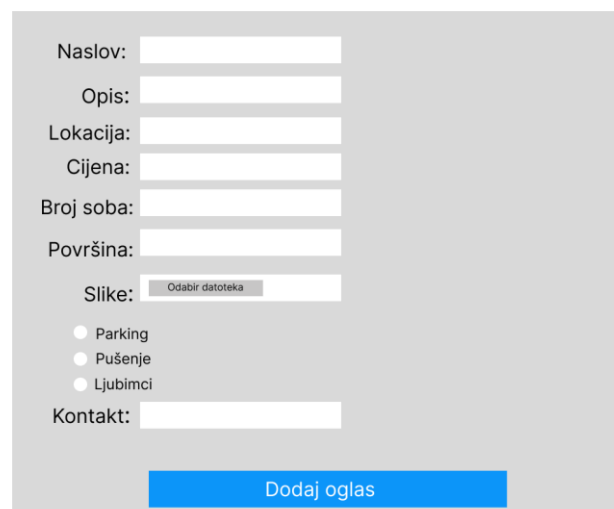


The image shows a login form titled "PRIJAVA". It features two input fields: "Email:" and "Lozinka:". Below these fields is a prominent blue button with the text "Prijavite se". The entire form is set against a light gray background.

*Slika 12 – Prijava u prototipu srednje razine*

Na stranici za dodavanje oglasa (Slika 13) korisnik unosi informacije o nekretnini, uključujući naslov, opis, lokaciju, cijenu, broj soba i površinu. Tu je i opcija za dodavanje slika te označavanje dodatnih pogodnosti poput parkinga, mogućnosti pušenja i ljubimaca. Na dnu se nalazi plavi gumb "Dodaj oglas" koji potvrđuje unos. Cijelo sučelje je dizajnirano tako da bude jednostavno, pregledno i brzo za korištenje.

## DODAJ OGLAS



The image shows a form titled "DODAJ OGLAS" for adding a real estate listing. It contains several input fields: "Naslov:", "Opis:", "Lokacija:", "Cijena:", "Broj soba:", and "Površina:". There is a "Slike:" field with a file selection button labeled "Odabir datoteka". Below this are three radio button options: "Parking", "Pušenje", and "Ljubimci". At the bottom, there is a "Kontakt:" field and a blue button labeled "Dodaj oglas".

*Slika 13 - Oglašavanje stanova u prototipu srednje razine*

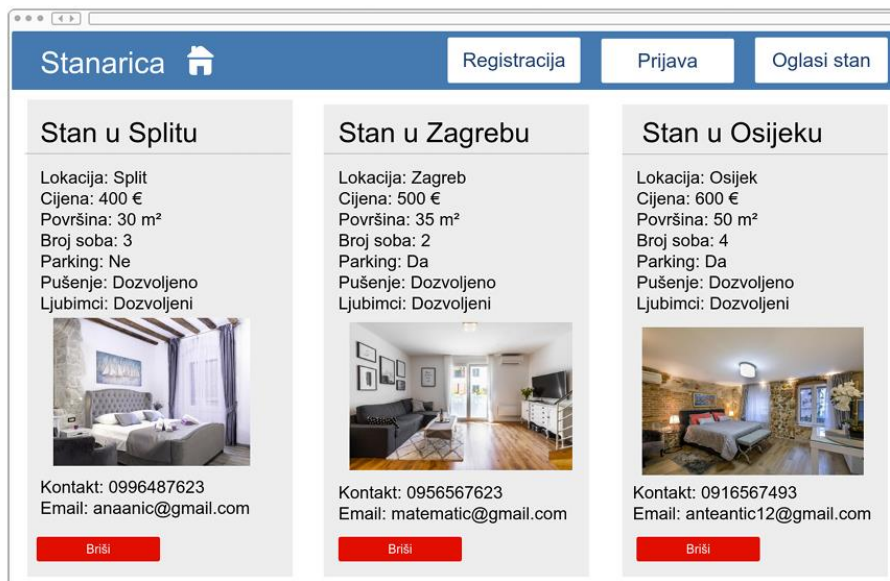
Na temelju testiranja prototipa dobiveni su povratni komentari od korisnika koji su testirali aplikaciju. Općenito, korisnici su ocijenili sučelje intuitivnim i jednostavnim za korištenje, s jasnom navigacijom između stranica. Prelazak između različitih zaslona, kao što su prijava, registracija i naslovna stranica, bio je fluidan i razumljiv. Međutim, korisnici su predložili određena poboljšanja u dizajnu, poput veće istaknutosti ključnih informacija na karticama oglasa te dodatnih vizualnih oznaka za akcijske gumbе, kako bi se bolje naglasile glavne funkcionalnosti aplikacije. Ova evaluacija ukazuje na to da je srednje vjerni prototip uspješno ispunio svrhu simulacije korisničkog iskustva, ali da je potrebno dodatno podešavanje kako bi se postigla optimalna funkcionalnost i korisničko zadovoljstvo u završnoj verziji aplikacije.

### **4.3. Prototip visoke vjernosti**

U prototipu visoke vjernosti, koji je izrađen u alatu Proto.io, pažnja se posvećuje vizualnim detaljima, interakcijama i funkcionalnostima koje vrlo blisko oponašaju stvarnu aplikaciju. Ovaj tip prototipa omogućava korisnicima detaljno iskustvo aplikacije, uključujući stvarnu navigaciju, animacije i detalje u dizajnu. Proto.io je korišten zbog svojih naprednih mogućnosti interaktivnog prototipiranja, što omogućava dodavanje stvarnih korisničkih interakcija bez potrebe za programiranjem. Ova metoda izrade prototipa omogućila je vizualizaciju glavnih funkcionalnosti aplikacije te jednostavno testiranje korisničkog iskustva.

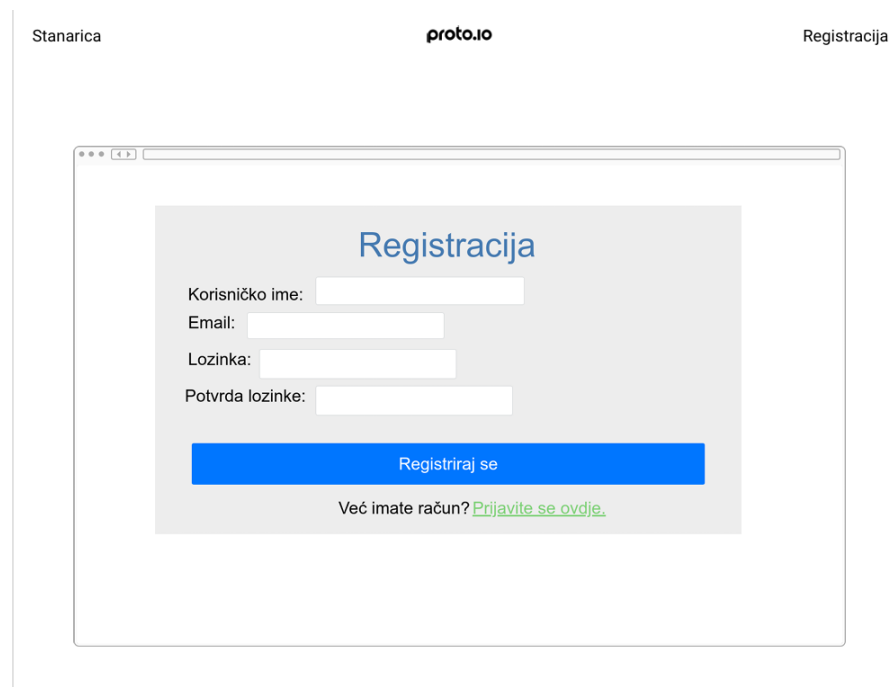
Link na prototip: : <https://pr.to/UTG0JI/>

Za razliku od ranijih faza razvoja, u ovom prototipu svaki detalj pažljivo je oblikovan kako bi odražavao konačan izgled i dojam aplikacije. Boje i stilovi elemenata više nisu samo okvirne smjernice, već su točno one koje će biti korištene u stvarnoj aplikaciji. Prototip pruža puni dojam interakcije, gdje svaki gumb, forma i navigacija reagiraju točno onako kako bi to bilo u gotovom proizvodu. Naslovna stranica (Slika 14) sada uključuje završne vizualne elemente i strukturirana je tako da korisnicima omogućuje brzo prepoznavanje ključnih funkcija aplikacije. Sve glavne funkcije poput registracije i prijave odmah su dostupne i vidljive.



Slika 14 - Naslovna stranica u prototipu visoke razine

Ekрани za registraciju (Slika 15) i prijavu (Slika 16) u visokoj vjernosti nisu samo skice osnovne funkcionalnosti, svi detalji su precizno razrađeni kako bi simulirali pravi tijek registracije, uključujući potvrde unosa i povratne informacije koje korisnik prima nakon akcija.

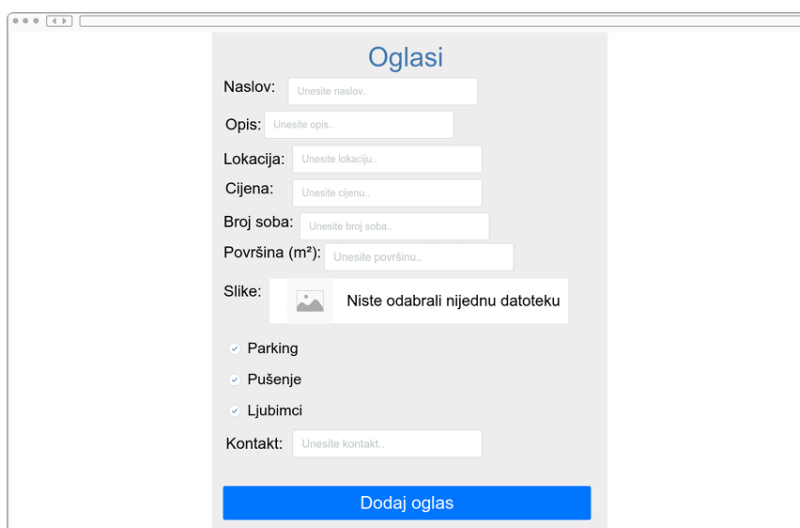


Slika 15 – Registracija u prototipu visoke razine

Registrijte se ovdje.'." data-bbox="230 145 752 386"/>

Slika 16 – Prijava u prototipu visoke razine

Funkcionalnost oglašavanja sada je u potpunosti operativna, sa svim potrebnim poljima koja omogućuju unos podataka, dodavanje fotografija i pregled oglasa prije objave. To omogućuje korisnicima da jasno vide kako će aplikacija funkcionirati prilikom postavljanja oglasa (Slika 17).



Slika 17 - Oglašavanje stanova u prototipu visoke razine

#### 4.3.1. Evaluacija prototipa visoke vjernosti

Evaluacija prototipa visoke vjernosti obuhvatila je ključne aspekte kao što su vizualni dizajn, funkcionalnost, korisničko iskustvo i intuitivnost sučelja. Provedena su testiranja s grupom od deset korisnika. Svrha testiranja bila je otkrivanje mogućih problema u dizajnu sučelja i prikupljanje povratnih informacija kako bi se unaprijedila korisnička iskustva. Korisnici su radili na zadacima koji su uključivali registraciju, prijavu, oglašavanje i brisanje stanova.

### Ulazni upitnik

Ulazni upitnik je alat koji se koristi prije testiranja kako bi se prikupili podaci o korisnicima, njihovim navikama, prethodnom iskustvu sličnim aplikacijama i očekivanjima, što pomaže u boljem razumijevanju njihovih potreba tijekom testiranja.

1. Koliko imate prethodnog iskustva u korištenju računala?  
 nemam  
 vrlo malo  
 snalazim se  
 napredan sam korisnik
2. Koliko često koristite aplikacije/web stranice za iznajmljivanje stanova?  
 nisam nikad koristio  
 rijetko  
 ponekad  
 često  
 veoma često
3. Koliko vam je važno da aplikacija/web stranica bude jednostavna za korištenje?  
 nije važno  
 djelomično važno  
 važno  
 vrlo važno
4. Koliko očekujete da ovakva web stranica ima funkcionalnosti?  
 samo osnovne

\_\_\_osnovne i nekoliko naprednih

\_\_\_osnovne i puno raznolikih naprednih funkcionalnosti

5. Koliko očekujete da bi se ovakva web stranica mogla personalizirati?

\_\_\_nimalo

\_\_\_vrlo malo

\_\_\_malo

\_\_\_ponešto

6. Koliko ste samouvjereni u izvršavanje operacija na ovakvoj web stranici?

\_\_\_trebat će mi pomoć na samom početku

\_\_\_snaći ću se kad malo “pročackam”

\_\_\_izvršiti ću jednostavne zadatke bez poteškoća

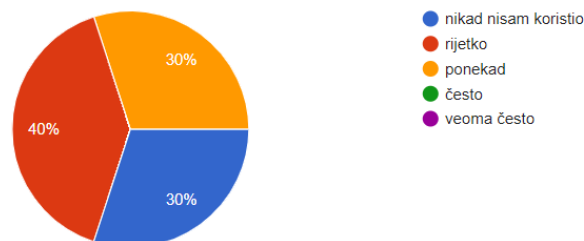
\_\_\_izvršiti ću sve postavljene zadatke

Rezultati ulaznog upitnika ukazuju na to da većina ispitanika ima značajno iskustvo u korištenju računala i smatra da je jednostavnost korištenja aplikacije vrlo važna. Mnogi ispitanici koriste aplikacije za iznajmljivanje stanova rijetko ili nikad, što naglašava potrebu za intuitivnim sučeljem (Slika 18). Očekivanja u vezi s funkcionalnostima variraju, ali većina korisnika preferira osnovne opcije uz nekoliko naprednih. Također, ispitanici se većinom osjećaju samouvjereni u izvršavanju zadataka, što ukazuje na potencijalnu uspješnost aplikacije u zadovoljavanju korisničkih potreba.

Koliko često koristite aplikacije/web stranice za iznajmljivanje stanova?

 Kopiraj

10 odgovora



Slika 18 - Učestalost korištenja aplikacija za iznajmljivanje stanova među ispitanicima

## Završni upitnik

Iz završnog upitnika dobivamo detaljan pregled ispitanikovih dojmova.

1. Stranica je:

pregledna \_\_\_\_\_ nepregledna

estetična \_\_\_\_\_ neestetična

2. Funkcionalnosti ove stranice su:

bogate \_\_\_\_\_ osnovne

3. Korištenje ove stranice je:

interaktivno \_\_\_\_\_ neinteraktivno

4. Sučelje početne stranice je vizualno dizajnirano:

nekonzistentnog dizajna \_\_\_\_\_ ujednačenog dizajna

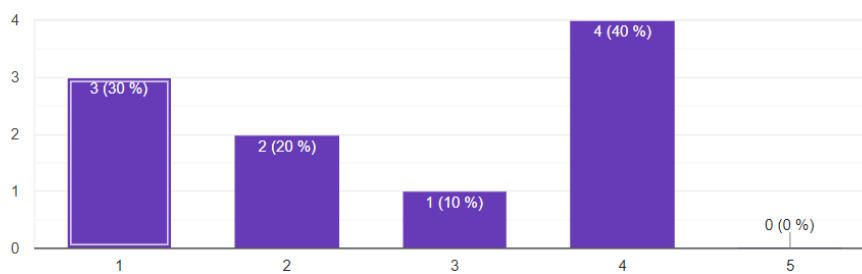
Zaključak iz rezultata završnog upitnika pokazuje da su ispitanici izrazili vrlo pozitivno mišljenje o preglednosti stranice, smatrajući je jasnom i jednostavnom za korištenje. Funkcionalnosti su ocijenjene kao zadovoljavajuće, pri čemu su većinom ocijenjene kao osnovne, što ukazuje na mogućnost unapređenja (Slika 19). Vizualni dizajn je ocijenjen kao ujednačen, što sugerira kvalitetno korisničko iskustvo, dok je estetika stranice također doživljena pozitivno. Ispitanici su istaknuli interaktivnost stranice, što doprinosi općenitom pozitivnom dojmu.



Funkcionalnosti ove stranice su:

 Kopiraj

10 odgovora



Slika 19 - Skala: bogato (1) - osnovno (5)

## SUS

SUS (System Usability Scale) upitnik je standardni alat za procjenu upotrebljivosti sučelja. Sastoji se od 8 tvrdnji koje ispitanik ocjenjuje na ljestvici od 1 do 5, pri čemu 1 označava snažno ne slažem se, a 5 označava snažno slažem se. Njegova interpretacija se računa formulom a rezultat je na skali od 1 do 100.

1. Mislim da bih često koristio/la ovu web stranicu.

ne slažem se \_\_\_\_\_ slažem se

2. Mislim da je web stranica bespotrebno komplicirana.

ne slažem se \_\_\_\_\_ slažem se

3. Mislim da se web stranica lako koristi.

ne slažem se \_\_\_\_\_ slažem se

4. Mislim da bi mi trebala pomoć da bih mogao/la koristiti web stranicu.

ne slažem se \_\_\_\_\_ slažem se

5. Mislim da su razne funkcionalnosti ove web stranice dobro implementirane.

ne slažem se \_\_\_\_\_ slažem se

6. Mislim da je ova stranica nezgrapna i teška za korištenje.

ne slažem se \_\_\_\_\_ slažem se

7. Osjećao/la sam se vrlo samopouzdana kad sam koristio/la ovu stranicu.

ne slažem se \_\_\_\_\_ slažem se

8. Trebao/la sam naučiti dosta stvari prije nego što sam mogao/la započeti koristiti ovu web stranicu.

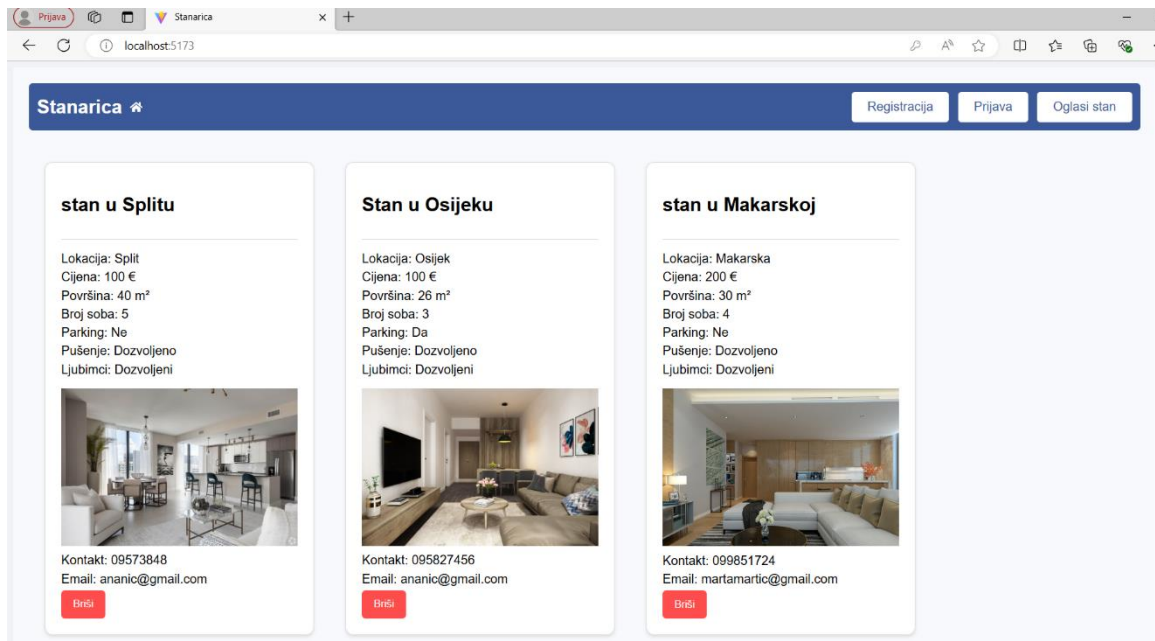
ne slažem se \_\_\_\_\_ slažem se

Rezultati SUS upitnika dodatno potvrđuju visoku sklonost korištenju web aplikacije, sugerirajući da ispitanici smatraju da će im biti korisna. Većina smatra da stranica nije bespotrebno komplicirana i da je lako koristiti, s malim brojem onih koji su se osjećali nesigurno. Iako su funkcionalnosti uglavnom ocijenjene pozitivno, neki korisnici su primijetili da bi poboljšanja bila dobrodošla. Na temelju rezultata SUS upitnika, aplikacija Stanarica postigla je ukupni rezultat od 116.41, što sugerira da su korisnici dali vrlo visoke ocjene. Ovaj iznimno pozitivan rezultat ukazuje na to da su korisničko sučelje i funkcionalnosti aplikacije uvelike zadovoljili očekivanja korisnika. Aplikacija je ocijenjena kao intuitivna, jednostavna za korištenje i prilagođena potrebama korisnika. Iako je upitnik prilagođen s 8 pitanja, visoki rezultat pruža snažan pokazatelj da je aplikacija na dobrom putu u smislu upotrebljivosti i korisničkog iskustva.

#### **4.4. Implementacija**

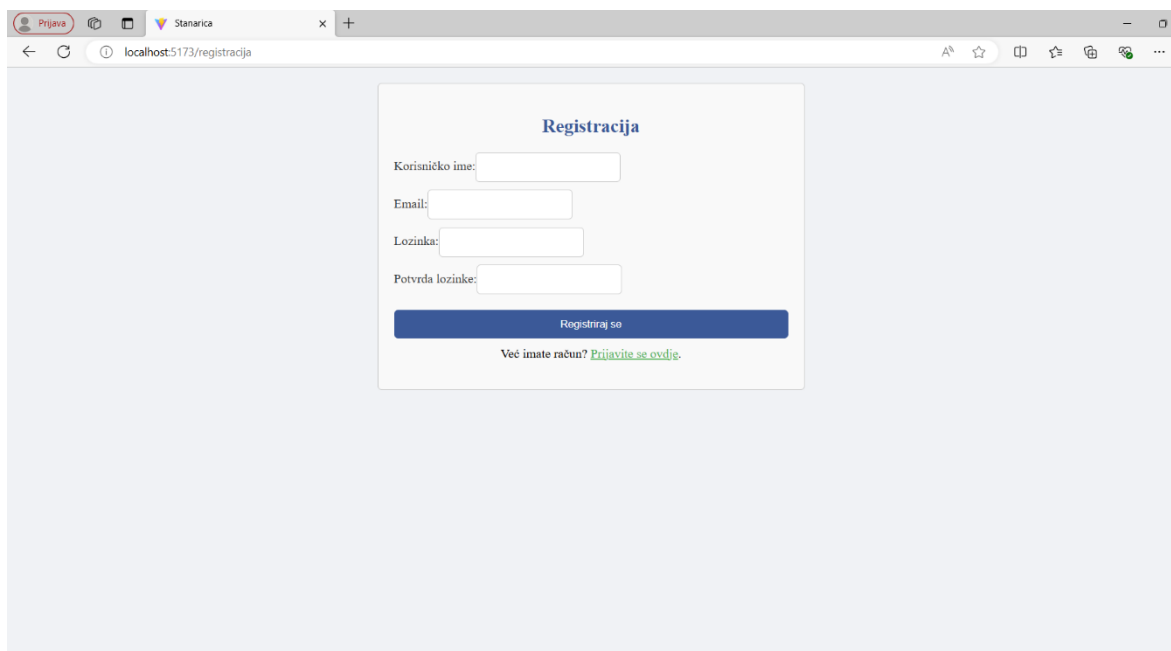
Na temelju provedenih testiranja, konačni proizvod predstavlja unaprijeđenu verziju prototipa visoke vjernosti. Aplikacija je razvijena koristeći React, JavaScript biblioteku koja omogućava izgradnju dinamičnih korisničkih sučelja. React je odabran zbog svoje sposobnosti upravljanja stanjem aplikacije i komponentata, što je olakšalo razvoj modularnih funkcionalnosti poput korisničke registracije, prijave i dodavanja oglasa. Aplikacija zadržava sve ključne značajke prototipa, dok su dodatne izmjene i poboljšanja rezultirala još boljim korisničkim iskustvom. Osim osnovnih funkcionalnosti, aplikacija koristi REST API za komunikaciju sa serverom radi upravljanja podacima korisnika i oglasa. Vizualni dizajn i korisničko sučelje izvedeni su uz pomoć CSS-a i biblioteka. Razmatrane su dodatne funkcionalnosti, kao što je izbornik za filtriranje oglasa prema specifičnim parametrima (npr. cijeni, lokaciji), ali one nisu implementirane u ovoj verziji zbog vremenskih ograničenja i složenosti integracije. Ove će funkcionalnosti biti razmotrene u budućim verzijama aplikacije. U nastavku slijedi opis glavnih značajki aplikacije, zajedno sa snimkama zaslona koje ilustriraju njen vizualni dizajn i funkcionalnosti.

Naslovna stranica (Slika 20) sada uključuje završne vizualne elemente i strukturirana je tako da korisnicima omogućuje brzo prepoznavanje ključnih funkcija aplikacije. Sve glavne funkcije, uključujući registraciju i prijavu, odmah su dostupne i jasno istaknute.

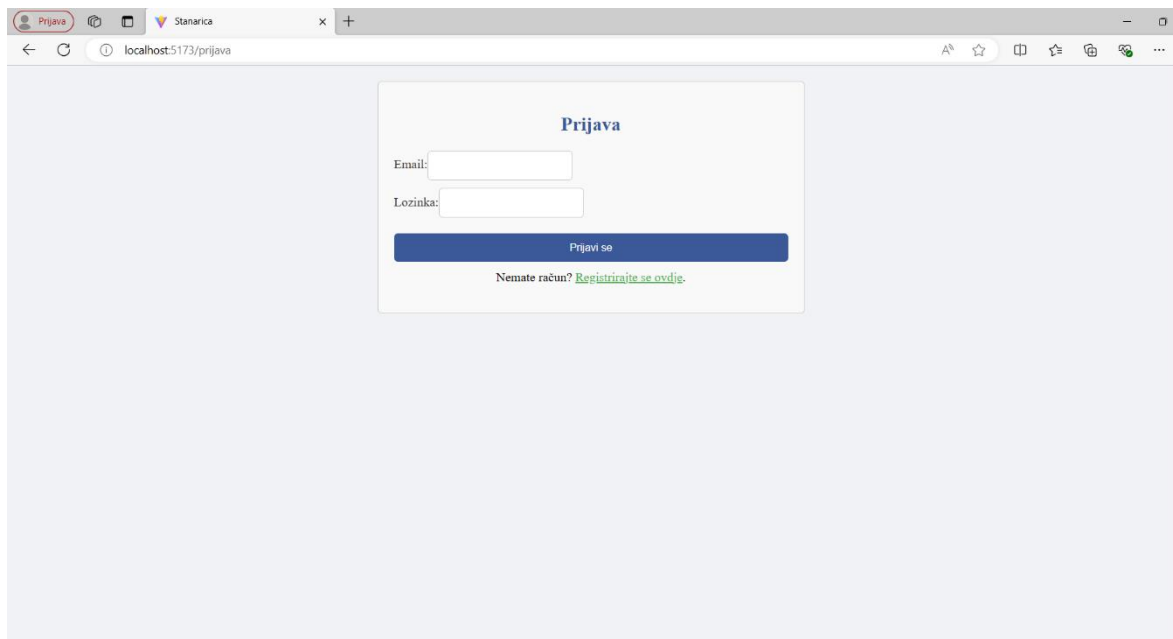


Slika 20 - Naslovna stranica

Ekрани za registraciju (Slika 21) i prijavu (Slika 22) u konačnom proizvodu nisu samo skice osnovne funkcionalnosti. Svi detalji su precizno razrađeni kako bi vjerno prikazali proces registracije, uključujući vizualne povratne informacije koje korisnik prima nakon svake akcije. Ove funkcionalnosti su osmišljene tako da korisnicima pruže jasne i razumljive upute, čime se olakšava proces korištenja aplikacije.

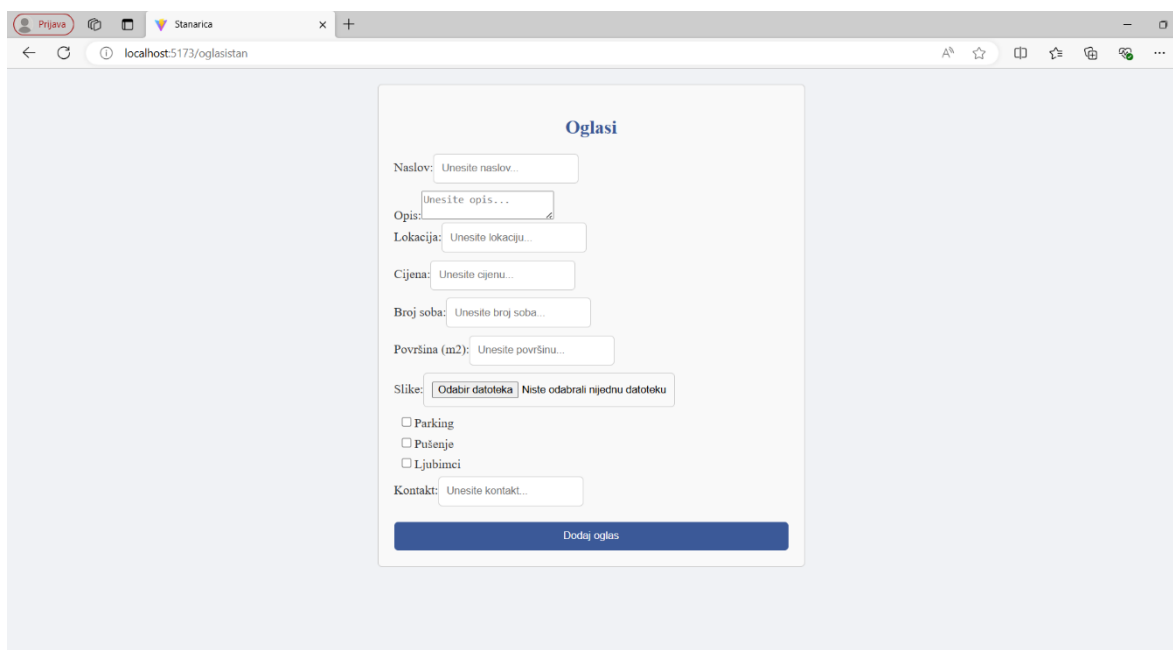


Slika 21 – Registracija



Slika 22 – Prijava

Zaslona za dodavanje oglasa (Slika 23) nudi intuitivan oblik koji korisnicima omogućuje lako unos svih potrebnih informacija o oglasima. Ova značajka uključuje mogućnost dodavanja slika i detalja, što dodatno poboljšava korisničko iskustvo.



Slika 23 - Oglašavanje stanova

#### 4.5. Osvrt na izradu praktičnog rada

Izrada aplikacije Stanarica uključivala je primjenu različitih metoda prototipiranja, od niskovjernih do visoko vjernih prototipova. U ranim fazama, korištenje jednostavnih skica i interaktivnih prototipova omogućilo je brzo prikupljanje povratnih informacija i testiranje

osnovnih funkcionalnosti. U razvoju srednje vjerne verzije, alat Figma omogućio je precizniji dizajn i bolju interakciju, dok je visoko vjerni prototip izrađen u Proto.io omogućio korisnicima gotovo stvarno iskustvo aplikacije. Jedna od ključnih prednosti ovog projekta je jednostavnost same aplikacije, što je omogućilo fokusiranje na osnovne funkcionalnosti i intuitivno korisničko sučelje. Ovo otvara mogućnosti za buduće proširenje aplikacije dodatnim funkcionalnostima, poput naprednih filtera za pretraživanje, integracije s vanjskim servisima ili dodatnih opcija za korisničko iskustvo. Kroz iterativni postupak testiranja, moguće je ponovo evaluirati i unaprijediti aplikaciju temeljem korisničkih povratnih informacija. Ovaj pristup omogućava kontinuirano usavršavanje proizvoda, čime se osigurava da će konačni rezultat najbolje odgovarati potrebama korisnika. Međutim, postoje i ograničenja. Iako su prototipi uspješno testirali osnovne funkcionalnosti, neki aspekti, poput pristupačnosti za osobe s invaliditetom ili optimizacije za različite uređaje, nisu bili u potpunosti adresirani tijekom prototipiranja. Ova pitanja predstavljaju područja za poboljšanje u budućim verzijama. Doprinos ovog rada leži u razvoju aplikacije koja ne samo da ispunjava osnovne funkcije iznajmljivanja stanova, već i služi kao uzor drugima koji se bave sličnim projektima. Usredotočenost na korisničko iskustvo i iterativni pristup razvoju pružaju temelj za uspješnu realizaciju budućih funkcionalnosti.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu istražene su različite metode prototipiranja s naglaskom na njihovim prednostima, ograničenjima i primjenama u različitim fazama razvoja proizvoda. Analizom različitih pristupa, od papirnih skica i prototipova niske vjernosti do naprednih digitalnih modela i funkcionalnih prototipova, utvrđeno je da odabir odgovarajuće metode značajno utječe na efikasnost i uspješnost razvoja proizvoda.

Rezultati istraživanja ukazuju na to da metode prototipiranja nisu univerzalno primjenjive, već su njihova učinkovitost i prikladnost uvjetovani specifičnostima projekta, fazom razvoja i ciljevima koji se žele postići. Na primjer, dok su papirni i prototipi niske vjernosti izuzetno korisni u ranoj fazi razvoja za brzo testiranje ideja i prikupljanje povratnih informacija, digitalni i funkcionalni prototipi su neprocjenjivi za detaljnu evaluaciju i optimizaciju konačnog proizvoda.

Također, identificirani su ključni faktori koji utječu na uspješno prototipiranje, uključujući odabir materijala, dostupnost tehnologija, te interdisciplinarni pristup timu. Preporuke za buduće istraživanje uključuju dublje proučavanje utjecaja novih tehnologija poput 3D ispisa i virtualne stvarnosti na procese prototipiranja, te razvoj metodoloških okvira koji bi omogućili bolje usklađivanje između različitih metoda prototipiranja i specifičnih zahtjeva korisnika.

Na temelju provedenog istraživanja, jasno je da uspješno prototipiranje ne samo da poboljšava kvalitetu krajnjeg proizvoda, već također optimizira proces razvoja, smanjuje troškove i vrijeme potrebne za dovršavanje projekta. U konačnici, razumijevanje i primjena prikladnih metoda prototipiranja ključni su za postizanje konkurentske prednosti u dinamičnom tržišnom okruženju.

## LITERATURA

1. Barbieri, L., Angilica, A., Bruno, F., Muzzupappa, M. (2017). Mixed prototyping with configurable physical archetype for usability evaluation of product interfaces. *Computers in Industry* 64, 310–323.
2. Camburn, B., Dunlap, B., Hamon, C. (2015). A Systematic Method for Design Prototyping, *Journal of Mechanical Design* 137(8)
3. Camburn, B., Viswanathan, V., Linsey, J., Anderson, D., Jensen, D., Crawford, R., Otto, K., Wood, K. (2017). Design prototyping methods: state of the art in strategies, techniques, and guidelines, Published online by Cambridge University Press,
4. Carter, M., Carter, C. (2020). The Creative Business Model Canvas. *Social Enterprise Journal*, 16(2), 141–158.
5. Henriksen, D., Richardson, C., Mehta, R. (2017). Design thinking: A Creative approach to educational problems of practice. *Thinking skills and Creativity*, 26, 140-153.
6. Junk, S., Matt, R. 2015 New approach to introduction of 3D digital technologies in design education. *Procedia CIRP* 36, 35–40.
7. Moten, S., Pipeleers, G., Swevers, J., Desmet, W. (2014). An integrated simulation approach for the design and analysis of complex mechatronic systems. In *Proceedings of the 9th International Conference on Structural Dynamics (EURODYN'2014)*, pp. 3805–3811.
8. Osterwalder, A., Pigneur, Y. (2014). *Stvaranje poslovnih modela*, Školska knjiga, Zagreb,
9. Paneels, S. A., Ritsos, P. D., Rodgers, P. J. Roberts, J. C. (2016). Prototyping 3D haptic data visualizations. *Computers & Graphics* 37, 179–192.
10. Telenko, C., Wood, K., Otto, K., Elara, M. R., Foong, S., Pey, K. L., Tan, U.-X., Camburn, B., Moreno, D., Frey, D. (2016). Designettes: an approach to multidisciplinary engineering design education. *Journal of Mechanical Design* 138,
11. Viswanathan, V. K., Linsey, J. S. 2013 Role of sunk cost in engineering idea generation: an experimental investigation. *Journal of Mechanical Design* 135,
12. Wetter, M., Zuo, W., Nouidui, T. S., Pang, X. (2014). Modelica buildings library. *Journal of Building Performance Simulation* 7, 253–270.