



Powered by  
Arizona State University®

Univerzitet Donja Gorica  
Fakultet za informacione sisteme i tehnologije  
Podgorica

## **LabGuard**

Semestralni projekat

Mentor: prof. dr Tomo Popović

Student: Mihailo Đurović

Broj dosjea: 23/117

Podgorica, novembar 2025. godine

## **Abstrakt**

LabGuard je studentski projekat usmjeren na to da laboratorijske nalaze prevede iz „papira“ i sirovih brojki u smislen uvid kroz pregledne grafikone, kratke komentare i diskretna upozorenja kada nešto zaista odstupa. Korisnik se prijavljuje, otprema PDF i u jedinstvenom prikazu dobija trendove i tabelarne preglede uz mogućnost izvoza podataka za konsultaciju, dok funkcionalni prototip već obuhvata rad sa nalozima, osnovno parsiranje i vizualizaciju. U narednom koraku fokus je na finijem tumačenju promjena kroz vrijeme, oslonjenom na jednostavne statističke mjere te na jasnijim, neutralnim objašnjenjima koja pomažu razumijevanju bez davanja medicinskih savjeta. Arhitektura je svjesno modularna kako bi, kada količina podataka poraste, bilo moguće neprimjetno preći sa lokalne obrade na snažnije okruženje (npr. GPU/HPC) za treniranje naprednijih modela, zadržavajući isto korisničko iskustvo. Privatnost i sigurnost su polazna tačka dizajna, uz minimalno prikupljanje podataka i jasno istaknut disclaimer; cilj je da LabGuard poveća informisanost i pripremi korisnika za kvalitetniji razgovor sa ljekarom, dok se tehničke mogućnosti razvijaju iterativno i odgovorno.

## **Abstract**

LabGuard is a student project aimed at translating laboratory results from “paper” and raw numbers into meaningful insight through clear charts, brief comments, and discreet alerts when something truly deviates. The user signs in, uploads a PDF, and in a single view gets trends and tabular summaries with the option to export data for consultation, while the functional prototype already includes working with records, basic parsing, and visualization. The next step focuses on finer interpretation of changes over time, grounded in simple statistical measures, as well as clearer, neutral explanations that support understanding without providing medical advice. The architecture is deliberately modular so that, as data volume grows, it becomes possible to move seamlessly from local processing to a more powerful environment (e.g., GPU/HPC) for training more advanced models, while preserving the same user experience. Privacy and security are starting points of the design, with minimal data collection and a clearly stated disclaimer; the goal is for LabGuard to enhance user awareness and prepare them for a more informed conversation with a physician, while technical capabilities evolve iteratively and responsibly.

ključne riječi: **laboratorijski nalazi, vizualizacija podataka, trend kroz vrijeme, detekcija odstupanja, privatnost podataka, AI/ML**

keywords: **laboratory results, data visualization, time-series trends, outlier detection, data privacy, AI/ML**

## Contents

<b>Abstrakt .....</b>	2
<b>Abstract.....</b>	2
Contents .....	3
<b>Uvod .....</b>	4
<b>Opis problema .....</b>	4
<b>State of the art .....</b>	4
<b>Motivacija .....</b>	5
<b>Inicijalni pich.....</b>	5
<b>Metodologija (tehnicki aspekt) .....</b>	7
<b>Izvori .....</b>	Error! Bookmark not defined.
<b>Podaci.....</b>	7
<b>materijal.....</b>	9
<b>Rzultati.....</b>	12
<b>BPMW.....</b>	12
<b>Swot analiza(okvirno).....</b>	12
<b>Cost benefit analiza.....</b>	12
A) <b>Identifikacija troškova (Cost) .....</b>	12
<b>Troškovi razvoja .....</b>	12
B) <b>Identifikacija koristi (Benefit).....</b>	14
C) <b>Analiza i izračunavanje odnosa .....</b>	15
<b>Poslovni procesi benefiti .....</b>	18
<b>Diskusija .....</b>	18
<b>Zaključak.....</b>	18
<b>Literatura: .....</b>	19

No table of figures entries found.

## **Uvod**

### **Opis problema**

Iako zdravstveni sistemi danas generišu ogromne količine podataka, krajnji korisnici i dalje nailaze na prepreke u njihovom razumijevanju. Laboratorijski nalazi, najčešće predstavljeni kao PDF dokumenti, ostaju nizovi brojki i oznaka bez šireg konteksta. Nedostatak alata koji te podatke prevodi u jednostavan i razumljiv oblik dovodi do jaza između informacija i njihovog značenja. Taj jaz obuhvata tehničku složenost i komunikacijski problem između pacijenta i sistema koji bi trebalo da mu služi. Analize savremenih digitalnih pristupa ukazuju na to da je integracija različitih vrsta medicinskih informacija ključna za stvaranje smislene slike o zdravlju [2]. Isto tako, iako objasnjeni sistemi nude transparentnost, njihova interpretacija često ostaje ograničena na deskriptivni nivo, bez mogućnosti pružanja uzročno-posljedičnih objašnjenja [1].

### **State of the art**

Savremeni razvoj vještačke inteligencije u zdravstvu obilježen je snažnim pomakom ka razumljivosti i objasnjivosti digitalnih sistema. Novi pristupi u oblasti objasnjive vještačke inteligencije teže stvaranju modela koji omogućavaju transparentnost u procesu donošenja odluka i jednostavnije tumačenje rezultata. Uloga ovakvih sistema jeste pružiti dodatni sloj razumijevanja i povjerenja. Istovremeno, razvoj multimodalnih analiza omogućava objedinjavanje različitih tipova medicinskih informacija, laboratorijskih nalaza, vremenskih obrazaca i kontekstualnih bilješki u cjelovit prikaz zdravstvenog stanja, čime se podaci transformišu u razumljive i upotrebljive uvide [1][2].

Uz tehnološki napredak, pažnja se sve više usmjerava na etičku i psihološku dimenziju objasnjive inteligencije. Povjerenje korisnika u digitalne zdravstvene sisteme zavisi od njihove transparentnosti, jasnih objašnjenja i sposobnosti da smanje kognitivno opterećenje pri tumačenju informacija. Savremeni istraživački trendovi pokazuju da razumljivost i jasnoća informacija imaju direktni uticaj na nivo povjerenja i spremnost korisnika da se osloni na tehnologiju [3]. U tom okviru, LabGuard se razvija kao koncept koji povezuje tehničku preciznost s humanim pristupom, nudeći objasnjive i neutralne prikaze zdravstvenih trendova koji dopunjuju stručni uvid.

## **Motivacija**

Motivacija za projekat LabGuard proistekla je iz jednostavne, ali duboko lične ideje, da tehnologija treba da približi čovjeka njegovom zdravlju, a ne da ga od njega udaljava. U vremenu kada laboratorijski nalazi često ostaju nerazumljivi i hladni, imao sam potrebu da kroz digitalnu formu stvorim nešto što vraća značenje brojevima, a podatke pretvara u razumljive tragove koji pričaju priču o čovjeku, njegovim promjenama i napretku. LabGuard je, na neki način, moj odgovor na pitanje: kako da AI ne bude samo alat za predikciju, već i most između podataka i ljudskog razumijevanja.

Etika i ljudska prava moraju biti u samom središtu razvoja svake AI tehnologije za zdravlje [4]. Ne smije se dozvoliti da algoritam preuzme kontrolu nad razumijevanjem, već da pomogne čovjeku da bolje razumije samog sebe. To znači da sistemi poput LabGuarda moraju ostati objasnjivi, transparentni i u službi korisnika, poštujući njegovu privatnost i autonomiju.

Stvaranje povjerenja između čovjeka i tehnologije mora biti osnov svakog digitalnog rješenja [5]. Povjerenje dolazi iz načina na koji se ti podaci i tehnologija koriste, transparentno i sa sviješću o granicama koje ne smije preći. To je pristup koji se duboko odražava i u razvoju LabGuarda: aplikacija nije tu da dijagnostikuje, već da objasni; ne da odlučuje, već da podrži informisanje i razumijevanje.

Prava snaga vještačke inteligencije u zdravstvu leži u pronalaženju ravnoteže između preciznosti i empatije [6]. Tehnologija može analizirati, uporediti i upozoriti, ali samo čovjek može razumjeti značenje iza tih informacija. Upravo tu LabGuard nalazi svoju svrhu u prostoru gdje se susreću podaci i čovjekova potraga za smislom.

## **Inicijalni pitch**

LabGuard je ideja rođena iz potrebe da se zdravstveni podaci učine razumljivijim, bližim i korisnijim. U vremenu kada su laboratorijski nalazi često samo skup brojeva i skraćenica, cilj projekta je da te informacije prevede u jasan prikaz koji svakome omogućava da vidi trendove, promjene i odstupanja kroz vrijeme. Suština nije u samoj tehnologiji, već u iskustvu koje ona donosi a pod tim mislim osjećaju da korisnik zaista razumije ono što vidi.

LabGuard želi da postane prostor u kojem se podaci pretvaraju u priču o zdravlju. Kroz jednostavan dizajn i pažljivo osmišljen prikaz rezultata, projekat teži da poveća svijest o sopstvenom tijelu i pruži osjećaj kontrole i povjerenja. Ideja je da se pomogne korisniku da ih

razumije, da razgovor sa ljekarom bude konkretniji i da svaka promjena u nalazu dobije svoje objašnjenje i kontekst.

Vizija LabGuarda zasniva se na principu da pravo na informisanost o sopstvenom zdravlju mora biti dostupno svima. Kroz spoj etike, jednostavnosti i digitalne inovacije, projekat teži da pokaže kako tehnologija može biti tih saveznik u brizi o sebi, alat koji ne govori umjesto nas, već nam pomaže da bolje čujemo vlastiti organizam.

## **Metodologija**

### **Tehnički aspektat**

U ovom dijelu planiram da opišem tehnički temelj LabGuarda, prvenstveno baziran na arhitekturi iz Paklenog plana. Ovdje će predstaviti kako su frontend (React/TypeScript), lokalna autentikacija, parser za PDF, SQL baza i logika za trendove međusobno povezani u jedan funkcionalni sistem. Ideja je da ovaj podnaslov prikaže konkretnе korake obrade od učitavanja dokumenta do generisanja grafova i evidencije u bazi i da objasni zašto je izabrana baš ovakva modularna struktura. Uključujem i objašnjenje kako svaki modul radi zasebno, a kako zajedno čine jednu koherentnu cjelinu.

### **Funkcionalnost HPC and AI**

Ovdje želim da objasnim dio projekta koji je vezan za AI elemente i kasniju integraciju sa HPC okruženjem. Plan mi je da pokažem kako u prvoj fazi koristim jednostavne statističke mjere i globalni LSTM model (kako je predviđeno u Paklenom planu), te kako bi se taj model mogao trenirati u snažnijem okruženju kada broj korisnika poraste. U ovom poglavlju treba da istaknem da AI modul generiše trendove, predviđanja i objašnjenja („Opšte stanje“), dok HPC dolazi kao budući korak za preciznije modele i skalabilnost. Suština je da ovdje prikažem kako aplikacija koristi pamet, ali i kako je spremna za prelazak u ozbiljnije AI/HPC performanse.

### **Podaci**

U ovom dijelu planiram da prikažem sve vrste podataka koje LabGuard koristi i način na koji njima upravlja. Osnovu predstavljaju PDF laboratorijski nalazi koje korisnik otprema, iz kojih sistem automatski izvlači nazive analita, njihove vrijednosti, referentne opsege i datume. Ti podaci se zatim normalizuju i upisuju u SQL strukturu (Users, Documents, Analytes, SeriesCache), nakon čega se koriste za prikaz trendova, generisanje grafova i kreiranje upozorenja o odstupanjima. Ovdje namjeravam da objasnim i izazove koje nosi rad s PDF formatima (nestandardizovan izgled, moguće greške u parsiranju), ograničenja trenutnog broja dostupnih nalaza, te način na koji sistem rješava validaciju i eventualne ručne korekcije. Pored numeričkih vrijednosti nalaza, LabGuard koristi i dodatni AI materijal koji služi kao baza znanja za modul „Opšte stanje“ i FAQ/Chat. To uključuje objašnjenja značenja analita (npr. šta predstavlja feritin, AST, hemoglobin), tipične razloge povećanja ili smanjenja vrijednosti, kao i opšte zdravstvene i životne faktore koji mogu uticati na pojedine rezultate. Ovdje planiram da uključim i materijal koji objašnjava šire pojmove koji se pominju u analitičkim komentarima, kao što su tjeskoba, stres, hidriranost ili navike ishrane,

ali na neutralan i edukativan način, bez medicinskog savjetovanja. Ovaj podnaslov će takođe obuhvatiti i način na koji se ovi tekstualni podaci skladište lokalno (npr. kroz knowledge.json) i kako AI modul koristi te informacije za generisanje razumljivih, objašnjivih i etički neutralnih sažetaka. Na kraju, ovdje želim da naglasim i pristup privatnosti: svi podaci zadržavaju se isključivo u okviru korisničke sesije i lokalnog pretraživača, bez slanja na eksterni server, što je u skladu sa filozofijom minimalnog prikupljanja, objašnjivosti i zaštite osjetljivih zdravstvenih informacija.

## materijal(Objasnjenje aplikacije)

The screenshot shows the LabGuard landing page. At the top, there is a navigation bar with links for 'Početna' (Home), 'O nama' (About us), 'Analiza' (Analysis), 'Kontakt' (Contact), 'Prijava' (Login), and 'Registracija' (Registration). The main header is 'LabGuard' with a subtitle 'Pretvori PDF laboratorijske nalaze u jasne uvide i CSV. Privatno, lokalno, pod tvojom kontrolom.' Below the header is a button labeled 'Pokreni analizu' (Start analysis). The central section is titled 'Kako funkcioniše' (How it works) with a sub-instruction 'Podaci iz tvorih nalaza pretvaraju se u pregledne tabele i uvid u trendove.' Below this are four cards: 'Analiza krvi' (Blood analysis) with a blood drop icon, 'Zdravstveni uvidi' (Health insights) with a heart icon, 'Nutritione smjernice' (Nutrition guidelines) with a fruit icon, and 'Prirodna rješenja' (Natural solutions) with a leaf icon.

Figure 1 Landing Page

The screenshot shows the 'Registracija' (Registration) page. It features a form with two input fields: one for email ('mihailo@gmail.com') and one for password ('\*\*\*\*\*'). Below the password field is a blue button labeled 'Registruj se' (Register). At the bottom of the form, there is a link 'Već imate nalog? Prijavite se' (Already have an account? Log in).

Figure 2 Registraciona stranica

The screenshot shows the 'O LabGuard-u' (About LabGuard) page. It includes a brief description of the application: 'LabGuard je web aplikacija za siguran unos, pregled i praćenje laboratorijskih nalaza uz pametne preporuke o načinu života.' Below this is the 'Naša misija' (Our mission) section, which states: 'Da svako ima jasan uvid u svoje zdravstvene parametre, bez stresa, bez komplikacija. LabGuard pretvara suve nalaze u razumljive uvide i trendove, potpuno lokalno i privatno.' The final section is 'Zašto LabGuard', which lists the following benefits:

- Automatsko prepoznavanje analita, jedinica i referentnih intervala iz PDF-a.
- Pamćenje datuma nalaza i prikaz trendova kroz vrijeme.
- Neutralne preporuke o ishrani i aktivnosti, bez dijagnostike i bez zamjene za lijekara.
- Privatnost na prvom mjestu vaši podaci pripadaju vama.

 LabGuard

Početna O nama Analiza Moji nalazi Kontakt mihailo@gmail.com Odjava

### Analiza nalaza

Browse... DurovićMihailo\_615027a575882.pdf Učitaj i analiziraj PDF Reset

Samo van opsega  

Preuzmi CSV

Analit	Vrijednost	Jedinica	Ref low	Ref high	Status	Datum	Izvor
Bazofili aps.	0.02	10 <sup>9</sup> /L	0	0.5	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Bazofili	0.4	%	0	1	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Eozinofili aps.	0.09	10 <sup>9</sup> /L	0	0.5	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Eozinofili	1.6	%	0	4	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Entrokti	5.24	10 <sup>12</sup> /L	4.5	5.8	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Glukoza	5.2	mmol/L	3.9	5.9	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Hematokrit	0.451	U/L	0.38	0.51	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Hemoglobin	153	g/L	130	170	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Leukociti	5.61	10 <sup>9</sup> /L	4	10	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Limfociti aps.	2.46	10 <sup>9</sup> /L	0.8	4	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Limfociti	43.9	%	20	40	 above	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
MCH	29.2	pg	28	33	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
MCHC	339	g/L	318	360	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
MCV	86.1	fL	81	97	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Monociti aps.	0.74	10 <sup>9</sup> /L	0	1	<input checked="" type="checkbox"/> in-range	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Monociti	13.2	%	2	10	 above	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf

Figure 4 Analiza Page

 LabGuard

Početna O nama Analiza Moji nalazi Kontakt mihailo@gmail.com Odjava

### Analiza nalaza

Browse... DurovićMihailo\_615027a575882.pdf

Samo van opsega ( / )

Analit	Vrijednost	Jedinica	Ref low	Ref high	Status	Datum	Izvor
Limfociti	43.9	%	20	40	above	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Monociti	13.2	%	2	10	above	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf
Neutrofilii	40.9	%	50	75	below	15.06.2024	DurovićMihailo_615027a575882.pdf

Figure 5 Analiza page part 2

 LabGuard

Početna O nama Analiza **Moji nalazi** Kontakt mihailo@gmail.com Odjava

### Moji nalazi

Pregled sačuvanih laboratorijskih izvještaja za mihailo@gmail.com.

Datum	Fajlovi	# Parametara	Akcije
2024-06-15	DurovićMihailo_615027a575882.pdf	22	Pregled <input type="button" value="Obriši izvještaj"/>
2024-06-15	DurovićMihailo_615027a575882.pdf	22	Pregled <input type="button" value="Obriši izvještaj"/>
2024-06-15	DurovićMihailo_615027a575882.pdf	22	Pregled <input type="button" value="Obriši izvještaj"/>
2024-06-15	DurovićMihailo_615027a575882.pdf	22	Pregled <input type="button" value="Obriši izvještaj"/>

Figure 6 Baza podataka za određenog korisnika

## Rzultati

### BPMW

#### Swot analiza(okvirno)

Snage (Strengths)	Slabosti (Weaknesses)
- Jasna vizualizacija laboratorijskih nalaza i trendova	- Ograničen broj korisnika i testnih podataka
- Humanizovan i etičan pristup AI-u	- Zavisnost od tačnosti PDF ulaza
- Fokus na privatnost i transparentnost	- Nema kliničku validaciju
- Edukativna funkcija, ne zamjenjuje ljekara	- Rani razvojni stadijum i lokalna primjena
Prilike (Opportunities)	Prijetnje (Threats)
- Porast tržišta digitalnog zdravlja	- Strogi zakoni o zaštiti podataka (GDPR, HIPAA)
- Integracija s AI analitikom i predikcijama	- Nepovjerenje korisnika prema AI-u
- Partnerstva sa laboratorijama i institucijama	- Postojeća konkurenca na tržištu
- Usklađenost s EU i WHO smjernicama [4][5]	- Tehnički izazovi standardizacije nalaza

#### Cost benefit analiza

##### A) Identifikacija troškova (Cost)

###### Troškovi razvoja

Glavni elementi razvoja uključuju:

- Frontend: korisnički interfejs izrađen u React/TypeScript tehnologiji sa lokalnom autentikacijom i CRUD funkcijama.
- Backend i baza podataka: SQL struktura sa relacijama Users-Documents-Analytes.
- PDF parser: automatizovano izdvajanje analita, vrijednosti i datuma iz PDF-a.
- AI modul (Trend & Opšte stanje): predikcija kretanja vrijednosti i tekstualni sažetak nalaza.
- Testiranje i dokumentacija: funkcionalno testiranje, sigurnosne provjere i osnovni priručnik.

Na osnovu obima funkcionalnosti i prosječne cijene studentskog ili asistentskog rada u regionu (15 €/h), uz procjenu od 200 radnih sati, ukupni troškovi razvoja iznose približno 3 000 €.

## **Troškovi implementacije**

Troškovi implementacije odnose se na prelazak iz razvojne u produkciju fazu, uključujući hosting, skladištenje i sigurnosnu infrastrukturu:

- Hosting aplikacije: Vercel ili Netlify (osnovni plan 20-25 € mjesечно).
- Baza podataka: Supabase ili PlanetScale (free tier za do 5 GB, uz opcione nadogradnje).
- Skladištenje fajlova (PDF): Object storage poput AWS S3 ili Cloudflare R2.
- Sigurnosni sertifikati i HTTPS komunikacija.

Ukupni troškovi implementacije procjenjuju se na 500 €, što obuhvata osnovne resurse za godinu dana rada sistema.

## **Operativni troškovi**

Operativni troškovi predstavljaju održavanje i kontinuirani razvoj sistema kroz vrijeme a to predstavlja:

- Redovno ažuriranje biblioteka, AI modela i sigurnosnih komponenti.
- Backup baze podataka i monitoring performansi.
- Eventualni troškovi domene, notifikacija i obuke korisnika.

Na osnovu realnih cijena cloud servisa i troškova administracije, procijenjeni godišnji operativni troškovi iznose oko 800 €.

## **Potencijalni rizici**

- Sigurnosni rizici: mogućnost curenja osjetljivih zdravstvenih podataka; potrebno primijeniti šifrovanje i hashirane lozinke.
- Tehnički rizici: greške u parsiranju PDF dokumenata ili neprecizne AI prognoze pri malom broju uzoraka.
- Pravni i etički rizici: obavezno jasno isticanje disclaimera aplikacija ima edukativnu, a ne dijagnostičku funkciju.
- Rizik skaliranja: veći broj korisnika može povećati troškove baze i zahtijevati dodatne serverless resurse.

## **B) Identifikacija koristi (Benefit)**

### **Direktne koristi**

Direktne koristi projekta LabGuard proizilaze iz njegove osnovne funkcionalnosti, automatizacije obrade laboratorijskih nalaza i analize trendova kroz AI module. Glavne koristi uključuju ali nisu ograničene na:

- Automatizovana ekstrakcija podataka iz PDF nalaza, značajno smanjuje vrijeme ručne obrade.
- AI analiza trendova i predikcija vrijednosti analita, korisnici odmah vide kretanje svojih parametara kroz vrijeme.
- Upozorenja za kritične vrijednosti, sistem automatski detektuje odstupanja i prikazuje ih na dashboardu.
- Opšti AI sažetak zdravstvenog stanja, generiše razumljiv pregled svih nalaza sa edukativnim preporukama.

Procijenjeno je da se vrijeme analize jednog nalaza smanjuje sa 30 minuta na manje od 1 minute, što direktno doprinosi efikasnosti korisnika i ljekara.

### **Indirektne koristi**

Indirektne koristi se odnose na šire efekte primjene aplikacije i njene uloge u digitalnom zdravstvu:

- Povećana digitalna pismenost građana kroz razumijevanje laboratorijskih vrijednosti.
- Bolja komunikacija između pacijenta i ljekara, jer su nalazi prikazani pregledno i interpretativno.
- Edukativna komponenta, korisnici uče o značenju analita i povezanosti rezultata sa životnim navikama.
- Osnova za integraciju u e-Zdravlje sisteme i saradnju s državnim zdravstvenim institucijama.

Ove koristi imaju visok društveni značaj i doprinose digitalnoj transformaciji zdravstvenog sektora u Crnoj Gori.

### **Kvantitativne koristi ( od prilike za sad)**

Kvantitativne koristi se mogu izraziti kroz mjerljive parametre efikasnosti:

- Vrijeme analize: smanjeno za ~95% po korisniku.
- Smanjenje troškova obrade: do 80% manja potreba za ručnim unosom podataka.
- Skalabilnost: sistem može opslužiti neograničen broj korisnika bez proporcionalnog rasta troškova (serverless arhitektura).
- Vrijednost uštедe po korisniku: procijenjena na oko 10 € po analizi, što za 500 korisnika godišnje donosi uštedu od 5 000 €.

Kumulativno, procijenjena vrijednost koristi za prvu godinu iznosi oko 9 000 do 9 500 €, što potvrđuje finansijsku opravdanost projekta.

### **Kvalitativne koristi**

- Pored mjerljivih rezultata, projekat donosi i niz kvalitativnih benefita koji su ključni za dugoročni uspjeh:
- Povećano povjerenje u digitalne zdravstvene alate, kroz transparentnost i privatnost.
- Bolje korisničko iskustvo, jednostavan, intuitivan interfejs dostupan svima.
- Unapređenje javnog zdravlja, kroz praćenje ličnih trendova korisnici postaju aktivni učesnici u brizi o zdravlju.
- Podsticanje inovacija, LabGuard može poslužiti kao model za druge AI servise u zdravstvu.

## **C) Analiza i izračunavanje odnosa**

### **Ukupni troškovi i ukupne koristi**

<b>Kategorija troška</b>	<b>Procijenjeni iznos (€)</b>	<b>Udio u ukupnim troškovima</b>
Razvoj	3 000 €	70%
Implementacija	500 €	12%
Operativni troškovi	800 €	18%
<b>Ukupni troškovi</b>	<b>4 300 €</b>	<b>100%</b>

Table 1 Ukupni troškovi i ukupne koristi

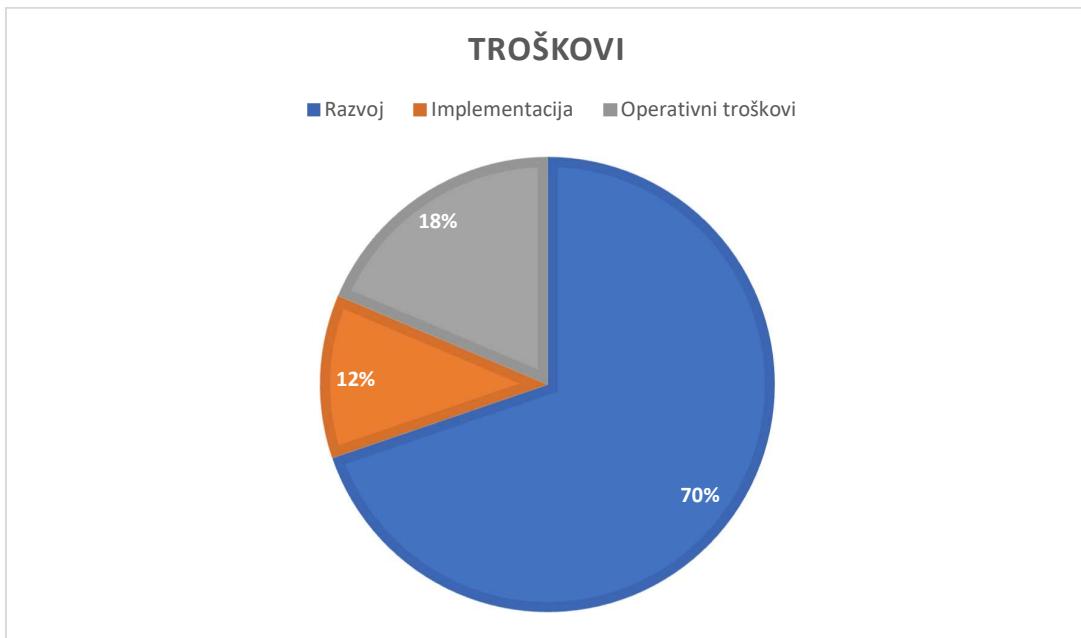


Figure 7 Struktura troškova projekta LabGuard

Ukupna novčana vrijednost koristi u prvoj godini procjenjuje se na 9 500 €, što obuhvata:

- uštedu vremena i rada ( $\approx 5\ 000$  €),
- povećanje produktivnosti ( $\approx 2\ 500$  €),
- dugoročne koristi i skalabilnost sistema ( $\approx 2\ 000$  €).

### **Neto korist**

$$\text{Neto korist} = 9\ 500 \text{ €} - 4\ 300 \text{ €} = 5\ 200 \text{ €}$$

Neto korist pokazuje da projekt LabGuard u prvoj godini generiše pozitivnu vrijednost od 5 200 €, što potvrđuje njegovu finansijsku održivost.

### **Benefit/Cost Ratio (BCR)**

$$\text{BCR} = \text{Koristi} / \text{Troškovi} = 9\ 500 / 4\ 300 = 2.21$$

Vrijednost BCR = 2.21 znači da na svaki 1 € uložen, projekt LabGuard donosi 2.21 € koristi.

Pošto je  $\text{BCR} > 1$ , projekt se smatra ekonomskim i održivim.

### **Ključni faktori koji utiču na isplativost**

- Automatizacija obrade nalaza: Smanjuje potrebu za ljudskim unosom i ručnom analizom podataka; direktno povećava uštede i produktivnost.
- Serverless i cloud arhitektura: Minimizuje operativne i infrastrukturne troškove, a omogućava skalabilnost bez proporcionalnog rasta troškova.

- Vrijednost AI modula (trend i predikcija): Dodaje jedinstvenu funkcionalnost i doprinosi percepцији kvaliteta i korisničkog zadovoljstva, što povećava ukupnu vrijednost sistema.

#### **D) Zaključci i preporuke**

##### **Da li je projekat isplativ?**

Na osnovu sprovedene cost/benefit analize, projekat LabGuard se pokazuje kao visoko isplativ i održiv.

Ukupni troškovi iznose 4 300 €, dok su koristi procijenjene na 9 500 €, što daje neto korist od 5 200 € i Benefit/Cost Ratio (BCR) = 2.21.

Ovo znači da svaka uložena jedinica resursa donosi više nego dvostruku vrijednost povrata.

Pored finansijske isplativosti, LabGuard ima i značajan društveni efekat, doprinosi digitalizaciji zdravstva, unapređuje razumijevanje laboratorijskih nalaza i povećava digitalnu pismenost korisnika.

##### **Šta biste prioritetno razvili, a šta biste smanjili/izbacili?**

Prioritetno razviti:

- AI modul za trendove i prognozu, jer generiše najveći korisnički i analitički benefit; treba dalje unaprijediti preciznost modela i proširiti bazu podataka.
- “Opšte stanje” modul, centralna funkcionalnost koja daje jasan i razumljiv sažetak zdravlja, ima direktni uticaj na zadovoljstvo korisnika.
- Vizuelizacija podataka i dashboard, dodatno poboljšati prikaz trendova i istorijskih serija, što povećava transparentnost i razumljivost rezultata.

Smanjiti/izbaciti u ovoj fazi:

- Napredne serverless AI integracije (npr. spajanje s eksternim LLM-ovima), zadržati samo lokalni knowledge.json dok se ne potvrdi stabilnost sistema.
- E-mail notifikacije i automatizovani izveštaji, ostaviti za kasniju fazu kada sistem pređe MVP nivo.

Mogućnosti optimizacije projekta

- Optimizacija infrastrukture: Prelazak na efikasniju cloud bazu (Supabase / Planetscale) koja omogućava smanjenje troškova održavanja i automatske bekape.
- AI optimizacija i trening modela: Upotreba stvarnih (anonimizovanih) podataka za fino podešavanje prediktivnih modela; povećava tačnost i pouzdanost trendova.

- Poboljšanje korisničkog iskustva (UX): Uvođenje jednostavnijih grafičkih prikaza i opcija filtriranja po analitima, što povećava angažman i razumijevanje podataka.
- Otvoreni kod i saradnja zajednice: Objavljivanje dijela koda na GitHub-u pod open-source licencom omogućilo bi doprinos drugih studenata i istraživača, čime se projekat širi i unapređuje bez dodatnih troškova.

### **Poslovni procesi benefiti**

### **Diskusija**

### **Zaključak**

## Literatura:

1. Sadeghi, Z., et al. (2024). *A review of Explainable Artificial Intelligence in healthcare*. Journal of Healthcare Informatics, Elsevier, London.
2. Jiang, Y., et al. (2025). *Multi-modal Time Series Analysis: A Tutorial and Survey*. Proceedings of the International Conference on Machine Learning and Applications, IEEE, Singapore.
3. Hennemann, S., et al. (2025). *Explainability and AI Confidence in Clinical Decision Support Systems: Effects on Trust, Diagnostic Performance, and Cognitive Load in Breast Cancer Care*. Medical Decision Support Journal, Springer, Berlin.
4. World Health Organization (2021). Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health. Geneva: WHO Press.
5. European Commission (2020). White Paper on Artificial Intelligence - A European Approach to Excellence and Trust. Brussels: European Commission.
6. Amann, J., et al. (2020). The Promise and Perils of AI in Medicine. Massachusetts: The New England Journal of Medicine.
7. Valacich, J., & Schneider, C. (2017). *Information Systems Today: Managing in the Digital World*. Pearson, New York.