

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA
MEDICINSKI FAKULTET

Ian Balen, Nikola Baretić, Tea Četojević-Tisaj, Lovro Dujić, Niko
Kaštelan, Ivan Kordić, Nika Radičević, Karlo Vrančić

**Platforma za medicinsku rehabilitaciju
MedBay u naprednoj digitalizaciji
zdravstvenog sustava**

Zagreb, 2024. godina

Ovaj rad izrađen je na Fakultetu elektrotehnike i računarstva te Medicinskom fakultetu pod vodstvom doc. dr. sc. Miljenka Krhena i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2023./2024.

Kratice

API – Aplikacijsko programsko sučelje (engl. Application Programming Interface)

JPA – (engl. Java Persistence API)

DOM – (engl. Document Object Model)

HTTPS – (engl. Hypertext Transfer Protocol Secure)

ACID – (engl. atomicity, consistency, isolation, durability)

LLM – veliki jezični model (engl. large language model)

AI – umjetna inteligencija (engl. artificial intelligence)

ORM – (engl. Object Relational Mapper)

OECD – Organizacija za ekonomsku suradnju i razvoj (engl. Organisation for Economic Co-operation and Development)

WHO – Svjetska zdravstvena organizacija (engl. World Health Organization)

Sadržaj

Sadržaj	iv
1. Uvod	1
2. Izazovi u zdravstvu	2
2.1. Emigracija hrvatskih liječnika	2
2.2. Centralizacija hrvatskog zdravstvenog sustava	2
2.3. Transport do zdravstvene ustanove i utjecaj na okoliš	3
2.4. Prekapacitiranost zdravstvenih ustanova i izlaganje bolničkim patogenima	4
2.5. Nedostatak povjerenja pacijenta u zdravstveni sustav	5
2.6. Sustav naručivanja i propuštanje zakazanih pregleda	6
3. Tehnologija i zdravstveni sustav	8
4. Ciljana skupina pacijenata	10
4.1. Rehabilitacija i rehabilitacijski pacijenti	10
4.2. Organizacija procesa rehabilitacije	11
5. Implementacija	13
5.1. Korištene tehnologije	13
5.1.1. Spring Boot	13
5.1.2. React	14
5.1.3. PostgreSQL	14
5.1.4. Python	15
5.1.5. Java	16
5.1.6. JavaScript	16
5.2. Korišteni alati	17
5.3. Arhitektura sustava	18
5.3.1. Prezentacijski Sloj	18

5.3.2.	Poslovni Sloj.....	19
5.3.3.	Sloj za Upravljanje Podacima.....	19
5.3.4.	Model baze podataka	20
5.4.	Integracija i upravljanje terapijama	23
5.4.1.	Autentičnost podataka o liječnicima.....	23
5.4.2.	Preciznost u odabiru terapija i opreme	24
5.4.3.	Proces odobravanja terapija i upravljanje promjenama termina	24
5.5.	Zahtjevi sustava	25
5.5.1.	Funkcionalni zahtjevi	25
5.5.2.	Nefunkcionalni zahtjevi.....	26
5.6.	Implementirani mehanizmi.....	29
5.6.1.	Sigurnost i autorizacija	29
5.6.2.	Upravljanje korisničkim računima	30
5.6.3.	Poslovna logika i upravljanje podacima.....	30
5.6.4.	Pristupačnost i internacionalizacija	30
5.6.5.	Napredne funkcionalnosti uz AI pomoćnika	30
5.6.6.	Notifikacije i Komunikacija	31
5.6.7.	Sigurnosne Mjere i Praćenje.....	31
6.	Korisnički vodič	32
6.1.	Dijagram osnovnog obrasca korištenja.....	32
6.2.	Osnovni obrazac korištenja platforme	33
6.2.1.	Registracija i prijava	33
6.2.2.	Interakcija s AI pomoćnikom	39
6.2.3.	Stvaranje nove terapije	42
6.2.4.	Praćenje rezultata terapije.....	49
6.2.5.	Izmjena i otkazivanje termina.....	52

6.2.6.	Dodatne funkcionalnosti.....	53
6.2.6.1	Korisnički profili	53
6.2.6.2	Djelatničke funkcionalnosti.....	54
6.2.6.3	Administratorske funkcionalnosti	55
7.	Povratne informacije.....	59
8.	Planovi za budućnost	61
9.	Zaključak	62
10.	Sažetak.....	63
11.	Summary.....	65
	Literatura	67
	Popis slika.....	69

1. Uvod

U suvremenom zdravstvenom sustavu, posebno u kontekstu medicinske rehabilitacije, sve se više prepoznaje potreba za integracijom naprednih digitalnih rješenja koja mogu unaprijediti učinkovitost i pristupačnost usluga. Platforma MedBay, razvijena u suradnji studenata Fakulteta elektrotehnike i računarstva te Medicinskog fakulteta, nastoji odgovoriti na ovu potrebu kroz inovativni pristup digitalizaciji zdravstvenih procesa.

Motivacija za razvoj MedBay platforme proizlazi iz višestrukih izazova s kojima se susreće hrvatski zdravstveni sustav, kao što su centralizacija usluga, prekapacitiranost ustanova, te osobito nedostatak povjerenja pacijenata i zastarjeli sustav upravljanja terminima. Cilj ovog rada je prikazati kako digitalna transformacija može adresirati ove izazove kroz unaprjeđenje procesa rehabilitacije, smanjenje nepotrebnih dolazaka pacijenata, te optimizaciju raspodjele termina i resursa.

Kroz detaljan opis arhitekture i implementacije MedBay sustava te analizu njegovih učinaka na postojeće probleme u zdravstvenom sustavu, rad će ilustrirati potencijal ove platforme kao modela za širu primjenu digitalnih tehnologija u zdravstvu. Na taj način, MedBay ne predstavlja samo rješenje za trenutne probleme, već i viziju budućnosti hrvatskog zdravstvenog sustava u kojem je kvaliteta skrbi unaprijeđena kroz tehnologiju.

2. Izazovi u zdravstvu

Područje medicine iznimno je opsežno i kompleksno te je kao takvo puno složenih izazova. Jasno je da su mnogi od njih medicinske naravi, tj. odnose se na same granice ljudskog znanja u polju medicine, no ništa manje značajni nisu organizacijski, financijski, socijalni, politički ili etički izazovi. Razvoj i proširenost tehnologije omogućili su nove i inovativne pristupe rješavanju nekih od ovih problema, no važno je istaknuti da ne postoji sveobuhvatno rješenje koje može rasplesti ovu složenu mrežu izazova, već je potreban slojevit i multidisciplinarni pristup koji osigurava postepenu i dugotrajnu promjenu sustava. U nastavku ovog poglavlja opisat ćemo dio ovih izazova, a u kasnijim poglavljima predstaviti ćemo digitalnu platformu za rehabilitaciju MedBay kao naš odgovor na neke od njih.

2.1. Emigracija hrvatskih liječnika

Jedan od najvećih izazova u hrvatskom zdravstvu jest odljev mozgova. Odljev mozgova pojam je koji označava odlazak studenata i stručnjaka u inozemstvo radi boljeg obrazovanja te radnih ili životnih uvjeta, a posebice se ističe odlazak zdravstvenih djelatnika, tj. liječnika i medicinskih sestara. Prema podacima u digitalnom atlasu hrvatskog liječništva kojim upravlja Hrvatska liječnička komora, u desetogodišnjem razdoblju do 2023. godine Hrvatsku je napustilo više od 1000 liječnika [1]. Jasno je da ova poražavajuća činjenica ima negativne učinke diljem zdravstvenog sustava, od dostupnosti određenih usluga sve do kvalitete usluga koje jesu dostupne, te iz ovog očiglednog i, u tom smislu, relativno jednostavnog problema proizlaze brojni povezani problemi, od kojih su neki opisani u nadolazećim potpoglavljima.

2.2. Centralizacija hrvatskog zdravstvenog sustava

Zakonom o obveznom zdravstvenom osiguranju [2] i prema Ustavu Republike Hrvatske (članak 59) svakom je pojedincu zajamčeno pravo na zdravstvenu zaštitu. Nažalost, postoje mnoge prepreke koje mogu spriječiti pojedinca da iskoristi navedeno pravo te je na samom pojedincu da ih svlada. Jedna od najvećih prepreka koje mogu otežati ili potpuno

onemogućiti ostvarivanje ovog prava je dostupnost određenih zdravstvenih usluga u blizini osobe u potrebi.

Zbog nedostatka ulaganja tijekom proteklih desetljeća, hrvatski se zdravstveni sustav sve više centralizira. OECD-ovo istraživanje pod naslovom “Hrvatska – Pregled stanja zdravlja i zdravstvene zaštite 2023” utvrdilo je nedostatak sustavnog planiranja ljudskih resursa u zdravstvu koji je rezultirao znatnom nejednakošću u gustoći zdravstvenih ustanova i djelatnika između središnje Hrvatske i udaljenijih područja [3]. Zbog ovoga su brojne zahtjevnije zdravstvene usluge dostupne samo u većim regionalnim centrima, a neke su dostupne samo u Kliničkom bolničkom centru Zagreb, kojem je Ministarstvo zdravstva dodijelilo status Središnje nacionalne bolnice [4].

Problemi centralizacije osobito utječu na stanovnike brojnih hrvatskih sela i ruralnih područja. Prema Policy izvještaju Centra za mirovne studije „Pristup zdravstvenim ustanovama u Hrvatskoj“ iz listopada 2017.g [5]. ruralni su krajevi najviše pogođeni prilikom pružanja zdravstvenih usluga u Hrvatskoj zbog prevelike geografske udaljenosti tih krajeva od potrebnih usluga. Situacija je dodatno otežana teškim socioekonomskim uvjetima u mnogim ruralnim krajevima koji već u startu negativno utječu na zdravlje stanovništva, a zatim i na njihovu mogućnost da pristupe teško dostupnoj medicinskoj skrbi. Zbog navedenog su mnogima pristup medicinskim informacijama i savjetovanje s liječnikom ograničeni, a oboljelima se često zdravstveno stanje pogoršava jer, svjesno ili nesvjesno, propuštaju potrebnu liječničku skrb.

2.3. Transport do zdravstvene ustanove i utjecaj na okoliš

Nadovezujući se na opisanu centralizaciju zdravstvenih usluga, potrebno je osvrnuti se na izazov transporta pacijenata do zdravstvenih ustanova. Dva su osnovna načina na koja osoba u potrebi može prijeći put do zdravstvene ustanove: javni gradski i/ili međugradski prijevoz te prijevoz osobnim automobilom.

Glavna prepreka za uporabu javnog prijevoza jest sama dostupnost istog. Upravo su područja koja su najteže pogođena nedostatkom medicinskih usluga također i najslabije povezana javnom prometnom mrežom. U mnogim ruralnim krajevima autobusne ili željezničke

stanice su malobrojne ili dostupne tek između naselja, a ne u istima. Autobusi i vlakovi obično su rijetki, osobito vikendom, a nerijetko i nepouzdana, odnosno mogu zakasnuti, uraniti ili se uopće ne pojaviti. Povrh navedenog, korištenje javnog prijevoza iz manjih mjesta često uključuje nekoliko presjedanja, što rezultira neučinkovitom rutom do zdravstvene ustanove, ali i dodatnim financijskim teretom na oboljele. Osim toga, takva putovanja teško padaju oboljelima i starijima, a putem mogu i predstavljati rizik zaraze za ostale putnike.

Zbog svega navedenog mnogi često odabiru prijevoz osobnim automobilom, ako im je dostupan. Međutim, prijevoz osobnim automobilom također nosi sa sobom određene izazove i nuspojave. Osim što i ova vrsta prijevoza može predstavljati dodatan financijski teret svojim korisnicima, potrebno je istaknuti i utjecaj ove opcije na okoliš. Naime, prijevoz osobnim automobilima i kombijima predstavljao je čak 48% emisija CO₂ iz sektora transporta u 2022. godini [6], a osobito je značajan prijevoz tek jedno ili dvoje putnika automobilom, što je prevladavajući slučaj pri prijevozu do zdravstvene ustanove. Prema tome, ovom se vrstom prijevoza pravi znatna ekološka šteta hrvatskoj klimi što negativno utječe i na zdravlje hrvatskih građana.

Kako bi se ublažile negativne posljedice transporta pacijenata do zdravstvenih ustanova svakako je potrebno osigurati što pristupačniji i učinkovitiji javni ili specijalan bolnički prijevoz, no postoje i drugi načini na koje se može utjecati na ovaj problem. Konkretno, potrebno je ostvariti takve uvjete koji omogućavaju da se broj polaznika zdravstvenih ustanova smanji kvalitetnim filtriranjem i razlikovanjem osoba koje imaju medicinsku indikaciju vrijednu odlaska liječniku od onih kojima to nije potrebno.

2.4. Prekapacitiranost zdravstvenih ustanova i izlaganje bolničkim patogenima

Emigracija hrvatskih liječnika i centralizacija zdravstvenog sustava doveli su do problema prekapacitiranosti zdravstvenih ustanova. Mnogi su pacijenti primorani potrebnu zdravstvenu skrb potražiti u rijetkim specijaliziranim ustanovama što je rezultiralo prevelikim listama čekanja. Naime, prema podacima iz 2022. u Hrvatskoj je prosječan rok čekanja za termin 164 dana, odnosno gotovo pola godine, dok rok čekanja za neke dijagnostičke preglede poput magnetne rezonance iznosi čak 537 dana [7]. Preopterećenost

zdravstvenih ustanova izrazito negativno utječe na logističke operacije zdravstvenih ustanova, ali i na kvalitetu usluge koju su sposobni pružiti zdravstveni djelatnici obzirom na broj pacijenata.

Osim navedenog, prekapacitiranost zdravstvenih ustanova također negativno utječe na već postojeći problem izlaganja bolničkim patogenima prilikom liječenja u zdravstvenoj ustanovi. Uz to što u zdravstvenim ustanovama borave pacijenti koji boluju od raznih zaraznih bolesti, tim ustanovama također redovito cirkuliraju liječnici i ostali zdravstveni djelatnici, drugi nezarazni pacijenti te posjetioci koji mogu služiti kao vektori, odnosno prenositelji različitih bakterijskih i virusnih infekcija, makar nisu sami zaraženi istima. Nadalje, bolnički patogeni u nekim slučajevima predstavljaju osobitu prijetnju za zdravlje svih koji borave u zdravstvenoj ustanovi jer u bolničkom okruženju mogu postati rezistentni na lijekove koji se inače protiv njih koriste. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) u razvijenim će se zemljama na svakih 100 pacijenata 7 pacijenata zaraziti bolničkom infekcijom [8], a drugo istraživanje pokazalo je da će 1 od 17 slučajeva zaraze bolničkom infekcijom završiti smrću [9]. Kao što je predloženo pri osvrtu na problem transporta, ovaj je problem također moguće ublažiti opreznom i učinkovitom redukcijom polaznika zdravstvenih ustanova.

2.5. Nedostatak povjerenja pacijenta u zdravstveni sustav

Dosad su opisani razni složeni problemi koji negativno utječu na zdravlje hrvatskih građana, međutim ne može se pritom izostaviti popratni efekt koji spomenuti nedostaci imaju na povjerenje tih građana u zdravstveni sustav.

Među spomenutim problemima posebno se ističu duge liste čekanja kao jedan od najvećih faktora koji oboljele odvraća od javnog zdravstvenog sustava [10]. Osim toga spomenut je i problem smanjene kvalitete zdravstvene skrbi kao posljedica prekapacitiranosti sustava i ustanova, no valja istaknuti i problem korištenja privatnih veza u sustavu zdravstvene zaštite. Unatoč tomu što je ovaj problem opsegom manji od drugih navedenih problema poput lista čekanja, ipak ga je bitno eliminirati jer ostavlja posebno frustrirajući učinak na pacijente te negativno utječe na njihovu vjeru u zdravstveni sustav.

Opisanu situaciju uvelike iskorištavaju privatne poliklinike koje pacijente mogu privući niskim listama čekanja te većom fleksibilnošću i pouzdanošću zakazanih termina, predstavljajući pritom dodatan financijski teret hrvatskom stanovništvu te oslabljujući javni zdravstveni sustav. Iz ovih se razloga nameće potreba za transparentnim i učinkovitim sustavom zakazivanja i upravljanja terminima koji bi pozitivno utjecao na volju i povjerenje pacijenata.

2.6. Sustav naručivanja i propuštanje zakazanih pregleda

Sam proces naručivanja na preglede konačna je i najosnovnija prepreka koju oboljeli moraju savladati kako bi ostvarili svoje pravo na zdravstvenu zaštitu. Iz ovog je razloga učinkovit sustav naručivanja i upravljanja terminima ključan za optimizaciju resursa unutar zdravstvenog sustava i za osiguravanje pravovremenog pristupa pacijenata medicinskoj skrbi.

Važnost pristupačnog sustava naručivanja pokazala je američka tvrtka Notable u anketi prema kojoj je 61% ispitanih pacijenata propustilo odlazak doktoru u proteklih godinu dana zbog poteškoća ili frustracija pri procesu naručivanja [11]. Trenutni sustav naručivanja u Hrvatskoj, koji se oslanja na osobne dolaske, telefonske pozive i nepotpuno razvijene online platforme, pokazao se neadekvatnim u mnogim slučajevima. Bitno je naglasiti velike negativne učinke koje propuštanje odlazaka liječniku može imati na zdravlje oboljelih te je neprihvatljivo da pojedinci preskaču odlazak liječniku, ne zbog nedostatka potrebe, već zbog poteškoća pri naručivanju.

Od navedenoga je još veći problem fenomen “*no show*”, što je termin koji se odnosi na nepojavljivanje pacijenata na zakazanim terminima bez prethodnog otkazivanja. Prema istraživanjima postotak propuštenih pregleda kreće se od 12% do 42% [12] te pritom ti termini propadaju i pridonose opisanim problemima prekapacitiranosti zdravstvenih ustanova i dugim listama čekanja, narušavajući dodatno povjerenje ostalih pacijenata u zdravstveni sustav. Neiskorišteni termini imaju i velik negativan utjecaj na same zdravstvene ustanove, trošeći vrijedne resurse i vrijeme djelatnika. Nacionalna zdravstvena služba Ujedinjenog kraljevstva tvrdi da jednim propuštenim liječničkim terminom bolnica gubi oko 120 funti, odnosno da je u periodu od godinu dana izgubljena oko 1 milijarda funti [13], što

je količina novca koja bi bila dovoljna za milijun operacija katarakta ili 250 tisuća operacija zamjene kuka, prema izjavi Zastupnika medicinskih sestara i tehničara (engl. *Chief Nursing Officer*) Engleske [14]. Naravno, najgore posljedice propuštenog termina odnose se upravo na zdravlje samog pacijenta. Pacijent propuštanjem termina zaustavlja kontinuitet svog liječenja koje samim time postaje nedovoljno učinkovito, a oporavak se odgađa. Ovisno o vrsti oboljenja, bolest može za ovo vrijeme uznapredovati čime se samo liječenje može značajno produžiti i zakomplicirati, a moguće su i trajne negativne posljedice na zdravlje pacijenta.

Jedan od uzroka i ovog problema leži upravo u zastarjelim i nefleksibilnim metodama naručivanja koje ne uzimaju u obzir moderne tehnološke mogućnosti niti potrebe pacijenata za fleksibilnošću. Pacijenti koji pokušavaju otkazati ili promijeniti termin često se suočavaju s dugim čekanjima na telefonskim linijama ili moraju fizički doći u ustanovu, što je mnogima logistički i vremenski neprihvatljivo. Nedostatak intuitivnih digitalnih opcija koje bi omogućile jednostavno upravljanje terminima dodatno komplicira situaciju i pridonosi problemu „*no show*”. Postoji, prema tome, potreba za suvremenim digitalnim rješenjima koja mogu značajno unaprijediti sustav naručivanja i smanjiti učestalost nepojavljivanja pacijenata na zakazanim terminima, čime bi se povećala učinkovitost rada zdravstvenih ustanova i znatno poboljšalo zdravlje pacijenata.

3. Tehnologija i zdravstveni sustav

S obzirom na to da se nalazimo u središtu tehnološke revolucije, društvo prolazi kroz značajne promjene u pristupu informacijama i uslugama, uključujući i zdravstvene savjete. Dok je jedan dio populacije odrastao uz računala, tablete i pametne telefone, drugi su tek nedavno stekli pristup internetu, a neki još uvijek nisu uključeni u digitalni svijet. Ovaj digitalni jaz među različitim generacijama i društvenim skupinama značajno utječe na način pristupanja zdravstvenim uslugama i informacijama.

Mlađe generacije, poput generacija Y i Z, odrastale su uz tehnologiju i digitalne platforme, što je značajno oblikovalo njihove navike i očekivanja. Naviknuti na trenutačne odgovore i jednostavan pristup informacijama, ovi korisnici često preferiraju pretraživanje interneta za medicinske savjete prije nego što se odluče za posjet liječniku. Poticaj za ovakav pristup dodatno je osnažen velikom količinom dostupnih zdravstvenih informacija online, što često vodi do situacija u kojima pacijenti sami postavljaju dijagnoze ili traže potvrdu liječničkih mišljenja kroz internetske pretrage [15].

Međutim, sklonost oslanjanja na internetske izvore za medicinske savjete nosi sa sobom značajne rizike. Unatoč percepciji da je internet bogat izvor informacija, kvaliteta tih informacija može biti upitna. Mnogi internetski članci su neprovjereni, nepotpuni ili potječu iz nepouzdanih izvora, što može rezultirati pogrešnim zaključcima i nepotrebnim tjeskobama. Dodatno, mlađe generacije često doživljavaju informacije pronađene na internetu kao pouzdanije od savjeta medicinskih stručnjaka, što može dodatno umanjiti povjerenje u tradicionalni zdravstveni sustav. Razlog za ovu tendenciju leži u percepciji da zdravstveni sustav ne prati tehnološki napredak te da su online informacije brže dostupne i lakše probavljive.

Kako bi se očuvalo povjerenje pacijenata i osigurala kvalitetna zdravstvena skrb, zdravstvene ustanove moraju prepoznati ove trendove i prilagoditi se potrebama suvremenih pacijenata. Jedan od ključnih koraka u tom smjeru je smanjenje prepreka između pacijenata i stručnih medicinskih savjeta. To uključuje razvoj i implementaciju digitalnih platformi koje omogućuju lakši pristup liječnicima i zdravstvenim uslugama putem interneta, ali na način koji osigurava točnost i pouzdanost informacija.

Uvođenje digitalnih rješenja, kao što su telemedicina i online konzultacije, može značajno doprinijeti pružanju brzih i točnih informacija, podržanih stručnim znanjem. Digitalne platforme mogu osigurati da pacijenti dobivaju pravovremene i točne savjete, smanjujući potrebu za pretraživanjem nepouzdatih izvora na internetu. Dodatno, upotreba umjetne inteligencije i naprednih algoritama može pomoći u personalizaciji zdravstvene skrbi, pružajući pacijentima relevantne informacije i smjernice temeljene na njihovoj medicinskoj povijesti i trenutnom zdravstvenom stanju.

Integracija ovih tehnologija i alata u svakodnevnu praksu ne samo da bi poboljšala pristup kvalitetnoj zdravstvenoj skrbi za sve pacijente, već bi također pomogla u smanjenju digitalnog jaza među različitim generacijama i društvenim skupinama. Na taj način, zdravstveni sustav može učinkovito pratiti tehnološki napredak i osigurati da svi pacijenti, bez obzira na njihovu digitalnu pismenost ili preferencije, imaju pristup pouzdanim medicinskim informacijama i uslugama.

Uzimajući u obzir ove izazove i promjene u načinu pristupanja zdravstvenim uslugama, razvojni tim studenata Fakulteta elektrotehnike i računarstva odlučio je, u suradnji sa studenticom Medicinskog fakulteta i zdravstvenim stručnjacima, stvoriti digitalnu platformu MedBay. Platforma ima za cilj unaprijediti proces rehabilitacije pacijenata pružanjem centraliziranog i digitalnog rješenja za zakazivanje termina, praćenje napretka i komunikaciju s terapeutima. MedBay ne samo da pojednostavljuje administrativne procese za pacijente i zdravstvene djelatnike, već također služi kao tzv. *proof of concept* za širu primjenu digitalnih tehnologija u zdravstvenom sustavu. Vizija tima je pokazati kako integracija moderne tehnologije može optimizirati rad zdravstvenih ustanova, poboljšati iskustvo i zdravlje pacijenata te smanjiti operativne troškove, čime bi se potakla šira revitalizacija zdravstvenog sustava u Hrvatskoj.

4. Ciljana skupina pacijenata

Radi kvalitetnijeg razumijevanja sadržaja rada i ciljeva projekta, u ovom ćemo poglavlju ukratko predstaviti rehabilitacijske pacijente i njihovu interakciju sa samim procesom rehabilitacije.

4.1. Rehabilitacija i rehabilitacijski pacijenti

Fizikalna medicina i rehabilitacija bave se proučavanjem i primjenom metoda koje omogućuju oporavak tijela i povratak na potpunu ili maksimalno moguću razinu tjelesne funkcionalnosti. Rehabilitacija je često dugotrajan proces koji zahtijeva veliku količinu strpljenja, redovite tretmane i prilagodbe ovisno o napretku pacijenta. U tom kontekstu, ključna je uloga predanog i dostupnog fizioterapeuta, jer terapija koja nije pravilno planirana i usmjerena prema specifičnim potrebama pacijenta može značajno produljiti tijek rehabilitacije ili čak učiniti proces neučinkovitim.

Potrebno je naglasiti da je potreba za rehabilitacijom često podcijenjena, kako u Hrvatskoj, tako i globalno. Mnogi ljudi koji bi trebali primati redovite rehabilitacijske terapije te usluge ne dobivaju pravodobno, što može negativno utjecati na njihov oporavak i dugoročno zdravlje. Istovremeno, broj pacijenata koji se nalaze u procesu rehabilitacije kontinuirano raste, što dodatno opterećuje zdravstvene sustave i resurse [16].

S produljenjem ljudskog životnog vijeka, što je rezultat napretka u medicini i farmaceutici tijekom posljednjih 100 godina, povećava se i potreba za učinkovitim rehabilitacijskim programima. Naime, iako je medicina omogućila ljudima da žive dulje, starenje je neizbježan proces koji sa sobom nosi fizička ograničenja i zdravstvene izazove. Rehabilitacija tako postaje ključna komponenta održavanja kvalitete života u starijoj dobi, omogućujući ljudima da zadrže svoju neovisnost i smanje rizik od komplikacija povezanih sa starenjem, te je stoga je iznimno važno osigurati adekvatan, učinkovit i pravovremen pristup rehabilitacijskim uslugama. To uključuje ne samo fizičku dostupnost terapeuta, već

i integraciju suvremenih tehnologija koje mogu poboljšati praćenje napretka pacijenata, prilagodbu terapijskih planova i komunikaciju između pacijenata i terapeuta.

4.2. Organizacija procesa rehabilitacije

S obzirom da duljina fizikalne rehabilitacije uvelike ovisi o gustoći i rasporedu termina, prosječna duljina fizikalne rehabilitacije varira u trajanju između nekoliko tjedana i par mjeseci, no u nekim slučajevima rehabilitacija može trajati i mnogo dulje. Proces rehabilitacije često uključuje veliki broj terapijskih termina s fizioterapeutom, u prosjeku oko 12, no postoje značajne varijacije ovisno o vrsti ozljede ili stanja, kao i o individualnom napretku pacijenta [17]. Osim formalnih termina u zdravstvenim ustanovama, pacijenti su često obvezni provoditi vježbe kod kuće, što dodatno povećava ukupno trajanje i zahtjevnost rehabilitacijskog procesa. Rehabilitacija zahtijeva kontinuirani angažman i predanost pacijenata, jer je uspješan oporavak često moguć samo kroz sustavnu i dosljednu primjenu terapijskih metoda tijekom duljeg razdoblja.

Dugotrajnost i intenzivnost rehabilitacijskog procesa zahtijevaju od pacijenata značajnu prilagodbu njihovih svakodnevnih života. Redoviti odlasci na fizikalnu terapiju iz tjedna u tjedan, ponekad čak i nekoliko puta tjedno, mogu predstavljati značajan izazov u organizaciji osobnih i profesionalnih obaveza. Iako je za uspješnu rehabilitaciju ključno da pacijenti ostanu dosljedni u svojim terapijama, važno je da im se pruži i određena fleksibilnost u planiranju termina kako bi mogli balansirati terapiju s ostalim aspektima života.

U tom smislu, rehabilitacijski pacijenti trebali bi imati mogućnost bolje kontrole nad svojim rasporedom terapija, što bi im omogućilo lakše usklađivanje termina s ostalim životnim obavezama. Fleksibilnost u zakazivanju termina može smanjiti stres i omogućiti pacijentima da zadrže određenu razinu normalnosti u svakodnevnom životu, dok istovremeno aktivno sudjeluju u svom procesu oporavka. Mogućnost lakšeg kontaktiranja fizioterapeuta i prilagodbe terapijskih sesija prema osobnim potrebama može značajno unaprijediti iskustvo pacijenta, smanjiti osjećaj opterećenosti i povećati motivaciju za nastavak terapije.

Digitalne platforme, poput MedBaya, igraju ključnu ulogu u omogućavanju ove vrste fleksibilnosti. Omogućuju pacijentima jednostavno zakazivanje, promjenu i otkazivanje

termina, kao i komunikaciju s terapeutima u stvarnom vremenu, čime se poboljšava cjelokupno iskustvo rehabilitacije. Ova rješenja olakšavaju prilagodbu terapijskih planova individualnim potrebama pacijenata, smanjujući potrebu za nepotrebnim dolascima u klinike i omogućujući pacijentima da se usredotoče na svoj oporavak bez nepotrebnog narušavanja svakodnevnih rutina. Na taj način, MedBay doprinosi većoj dostupnosti i učinkovitosti rehabilitacijskih usluga, što je od ključne važnosti za dugoročno zdravlje i dobrobit pacijenata.

5. Implementacija

5.1. Korištene tehnologije

U današnje digitalno doba postoji širok spektar alata i tehnologija koji olakšavaju izradu web aplikacija, no važno je odabrati one koji najbolje odgovaraju funkcionalnim zahtjevima aplikacije. Tijekom dosadašnjeg akademskog obrazovanja, tim je imao priliku raditi s raznim alatima i tehnologijama. Unatoč tome, odlučeno je uložiti značajno vrijeme u istraživanje dosad nepoznatih opcija, među kojima su bili Django, Flask, Spring Boot, Express.js i Ruby on Rails za pozadinski dio aplikacije. Za korisničko sučelje razmatrani su Vue i React, dok su za upravljanje bazama podataka razmatrani PostgreSQL, Oracle i SQLite.

Članovi tima odlučili su detaljno proučiti dokumentaciju kako bi identificirali optimalne alate za izradu skalabilne aplikacije. Svaki član tima dobio je zadatak proučiti dva alata te ih predstaviti na sastanku.

Nakon rasprave, donesena je odluka da se za izradu aplikacije koristi Spring Boot za pozadinski dio, React za korisničko sučelje te PostgreSQL za upravljanje bazama podataka.

5.1.1. Spring Boot

Pozadinski dio aplikacije razvijen je koristeći Spring Boot, ravojni okvir temeljen na programskom jeziku Java koji omogućuje brz i jednostavan razvoj logike sa serverske strane. Pruža niz alata i funkcionalnosti koje omogućavaju bržu izradu, jednostavniju konfiguraciju te bolje upravljanje aplikacijama. Razvijen je kao dio šireg Spring ekosustava te je namijenjen razvoju samostalnih aplikacija koje se lako mogu implementirati u proizvodno okruženje.

Spring Boot dolazi s ugrađenom funkcionalnošću automatske konfiguracije koja prepoznaje okolinu aplikacije i automatski konfigurira komponente potrebne za njezino ispravno funkcioniranje.

Omogućava pokretanje aplikacija bez potrebe za vanjskim poslužiteljskim softverom. Ugrađeni kontejneri kao što su Tomcat, Jetty ili Undertow omogućuju jednostavno testiranje i implementaciju aplikacije, smanjujući kompleksnost upravljanja poslužiteljima.

Jedan od razloga odabira ovog okvira bilo je svojstvo jednostavnog integriranja s različitim bazama podataka, uključujući PostgreSQL, koji je odabran kao primarna baza podataka za ovaj projekt. Integracija omogućava korištenje JPA (engl. *Java Persistence API*) ili drugih ORM (engl. *Object Relational Mapper*) alata za rad s bazama podataka, uz automatsku konfiguraciju povezanih komponenti.

5.1.2. React

React je popularna JavaScript biblioteka razvijena od strane Facebooka koja omogućava izgradnju korisničkih sučelja. Fokusira se na stvaranje interaktivnih i dinamičnih korisničkih sučelja s komponentama koje su lako ponovo upotrebljive.

Jedna od značajki Reacta je pristup koji se temelji na korištenju komponenti. Korisničko sučelje je podijeljeno na manje komponente koje samostalno obavljaju određene funkcije. Svaka komponenta može imati svoje stanje i svojstva, čime se olakšava razvoj i održavanje koda te se omogućava ponovna upotreba komponentata u različitim dijelovima aplikacije. U Reactu podaci između komponenti putuju kroz svojstva (eng. *props*). Podaci putuju u jednom smjeru, od roditeljskih komponentata prema djetetu. Jednosmjerni tok podataka čini aplikaciju predvidljivom i olakšava otklanjanje pogrešaka jer je vidljivo odakle dolaze podaci i kako se mijenjaju.

React se istaknuo kao primarni izbor zbog implementacije virtualnog DOM-a (engl. *Document Object Model*). Umjesto da izravno mijenja stvarni DOM u pregledniku, React prvo stvara virtualnu kopiju DOM-a i uspoređuje ju s prethodnom verzijom. Nakon toga, React primjenjuje minimalni broj promjena na stvarni DOM, čime se značajno smanjuje potreba za resursima, omogućava brže i učinkovitije ažuriranje korisničkog sučelja i poboljšava performanse aplikacije.

5.1.3. PostgreSQL

PostgreSQL je napredni objektno-relacijski sustav za upravljanje bazama podataka koji se ističe svojom stabilnošću, skalabilnošću i bogatim skupom značajki. Razvijen je kao projekt otvorenog koda, s ciljem pružanja robusnog i pouzdanog rješenja za upravljanje velikim količinama podataka i podrške za složene transakcije. Jedan je od najkorištenijih sustava za upravljanje bazama podataka u industriji, zahvaljujući svojoj fleksibilnosti, podršci za

standarde i visokoj prilagodljivosti. Kombinira značajke relacijskih baza podataka s naprednim mogućnostima objektnog modela.

Usklađen je s ACID principima (*engl. Atomicity, Consistency, Isolation, Durability*), što osigurava pouzdanost podataka u svim transakcijama. Garantira da će sve transakcije biti dosljedne i otporne na greške, čak i u slučaju pada sustava, što je važno za aplikacije koje zahtijevaju visoku razinu integriteta podataka te je bilo presudno svojstvo zbog kojeg je odabran ovaj sustav.

5.1.4. Python

Python je višenamjenski programski jezik, poznat po jednostavnosti, čitljivosti i širokoj primjeni u različitim domenama razvoja softvera. Razvijen s ciljem da bude jednostavan za učenje i korištenje, Python je postao jedan od najpopularnijih programskih jezika zahvaljujući svojoj svestranosti, bogatom ekosustavu biblioteka i aktivnoj zajednici. U ovom projektu, Python je odigrao važnu ulogu u razvoju virtualnog asistenta te je korišten za automatizaciju testiranja korisničkog sučelja. Služio je kao temelj za integraciju naprednih tehnologija poput LangChaina i modela GPT-4o putem OpenAI-ja.

Razvoj vlastitog LLM-a uključuje značajna ulaganja u istraživanje, razvoj i računske resurse, što može biti izuzetno skupo i vremenski zahtjevno. Trening velikih jezičnih modela zahtijeva sofisticiranu infrastrukturu i dugotrajne procese koji nadmašuju kapacitete mnogih organizacija.

Osim toga, razvoj i održavanje vlastitog LLM-a podrazumijeva stalno prilagođavanje tehnologije u skladu s najnovijim znanstvenim postignućima i tehnološkim inovacijama. To može biti izuzetno složeno i zahtijevati kontinuirane resurse. S obzirom na visoku kvalitetu i performanse koje nude već razvijeni modeli, odluka da se koriste gotovi alati omogućava brzo postizanje visokih standarda u prirodnom jeziku bez potrebe za opsežnim razvojem.

Stoga je odluka o korištenju postojećih LLM-a poput GPT-4o i LangChain bila logičan izbor, omogućujući timovima da izbjegnu složenost i visoke troškove razvoja vlastitog modela, dok istovremeno maksimiziraju učinkovitost i kvalitetu rješenja kroz već dokazanu tehnologiju.

Kroz LangChain je implementiran model GPT-4o, jedan od najnaprednijih jezičnih modela koji su danas dostupni. Osim same primjene modela, važno je bilo osigurati dodatni kontekst velikom jezičnom modelu (LLM) kroz opis stranice, funkcionalnosti te detaljan opis i popis

terapija, kapaciteta dvorane, opreme i slično kako bi model dublje poznao specifičnosti aplikacije.

Integracija LangChaina i GPT-4o omogućila je da asistent inteligentno reagira na širok spektar upita, prilagođavajući se potrebama korisnika i pružajući visokokvalitetne odgovore u stvarnom vremenu. LangChain omogućava upravljanje sekvencama upita i odgovora na način koji optimizira performanse modela, dok GPT-4o pruža izvanredne jezične sposobnosti za generiranje preciznih i relevantnih odgovora.

5.1.5. Java

Java je jedan od najpopularnijih programskih jezika, poznat po svojoj prenosivosti, sigurnosti i robusnosti. Kao objektno orijentirani jezik, Java koristi principe objektno orijentiranog programiranja (OOP), što omogućava modularnost, ponovnu upotrebu koda i lakše održavanje. Osim toga, Java ima ugrađene sigurnosne značajke koje štite od različitih vrsta napada, što je čini popularnim izborom za razvoj sigurnih aplikacija.

U ovom projektu, Java je korištena za pozadinski dio aplikacije u okviru Spring Boota, pružajući stabilnu osnovu za poslovnu logiku i upravljanje podacima.

5.1.6. JavaScript

JavaScript je dinamički, interpretirani programski jezik koji se široko koristi za izradu interaktivnih i dinamičnih web stranica. Njegova fleksibilnost i prilagodljivost čine ga neophodnim alatom u modernom web razvoju.

Jedna od njegovih najvažnijih značajki je sposobnost rada na strani klijenta, što znači da se JavaScript kod izvršava izravno u korisnikovom pregledniku. Podržava asinkrono programiranje, što omogućava izvođenje višestrukih zadataka istovremeno, poput dohvaćanja podataka s poslužitelja u pozadini, bez prekidanja drugih radnji na stranici. To čini web aplikacije učinkovitijima i korisnicima pruža ugodnije iskustvo.

U izradi aplikacije, JavaScript je integriran u React, omogućivši izgradnju skalabilne i održive aplikacije koja se lako prilagođava promjenjivim korisničkim zahtjevima.

5.2. Korišteni alati

Tijekom razvoja aplikacije korišteni su različiti alati kako bi se unaprijedili razni aspekti projekta.

Heroku, poznat po svojoj platformi u oblaku, omogućio je jednostavno postavljanje, skaliranje i učinkovito upravljanje web aplikacijama. Korištenjem Herokua značajno je pojednostavljen proces implementacije i održavanja aplikacije. Osim toga, Heroku podržava automatizirane procese kontinuirane integracije i isporuke (engl. continuous integration and continuous delivery CI/CD) što dodatno ubrzava razvojni ciklus.

Za potrebe pisanja, testiranja i ispravljanja koda korišteno je integrirano razvojno okruženje (engl. Integrated development environment IDE) Visual Studio Code (VSCode). VSCode je pružio alate koji su povećali učinkovitost tima tijekom razvoja aplikacije. Podržava brojne ekstenzije koje olakšavaju rad s različitim programskim jezicima i alatima te omogućuje jednostavno ispravljanje pogrešaka i verzioniranje koda. Također, VSCode ima ugrađenu podršku za Git koji olakšava upravljanje verzijama koda direktno iz okruženja.

IntelliJ IDEA, razvojno okruženje specifično za Java programski jezik, optimiziralo je rad na pozadinskom dijelu aplikacije. IntelliJ IDEA nudi napredne alate za preblikovanje koda, automatsko dovršavanje i analizu koda.

GitHub, platforma za upravljanje verzijama koda i suradnju timova, korišten je za praćenje promjena, upravljanje zadacima te unaprijeđenje suradnje među članovima tima. GitHub omogućuje jednostavno grananje i spajanje koda te integraciju s CI/CD alatima. Osim toga, GitHub nudi alate za recenzije koda i praćenje problema koji poboljšavaju kvalitetu koda i suradnju unutar tima.

Za brzu i jednostavnu komunikaciju te video razgovore korišten je Discord koji je služio kao središnje mjesto za razmjenu informacija između članova tima. Discord omogućuje stvaranje različitih kanala za tekstualnu i glasovnu komunikaciju te dijeljenje datoteka i ekrana.

Notion je korišten za organizaciju zadataka, vođenje bilješki na sastancima i upravljanje projektom. Pridonio je jednostavnijoj i kvalitetnijoj organizaciji i praćenju napretka. Omogućuje stvaranje različitih vrsta sadržaja, uključujući tablice, liste i kalendare koji olakšavaju planiranje timskog rada i koordinaciju.

Overleaf, online platforma za suradničko pisanje dokumenata u LaTeX formatu, olakšala je stvaranje i uređivanje projektne dokumentacije. Omogućuje istovremeni rad više korisnika na istom dokumentu te automatsko generiranje PDF datoteka.

Visual Paradigm pružio je alate za izradu različitih dijagrama, uključujući dijagrame obrasca uporabe, sekvencijske dijagrame, dijagrame stanja, aktivnosti i komponenta potrebnih za dokumentaciju. Dijagrami pomažu u vizualizaciji i dokumentiranju različitih aspekata sustava.

Figma, alat za dizajn, korišten je za izradu vizualnih planova aplikacije, definirajući izgled korisničkog sučelja. Olakšava iterativni proces dizajna i brze promjene prema povratnim informacijama. Osim toga, Figma podržava izradu prototipova koji omogućuju testiranje korisničkog sučelja prije same implementacije.

Za video i audio produkciju korišteni su Adobe Premiere Pro i Audition. Adobe Premiere Pro je moćan alat za uređivanje videa, dok Audition pruža napredne mogućnosti za obradu zvuka. Također, oba alata podržavaju integraciju s drugim Adobe alatima, što olakšava cjelokupni proces produkcije.

5.3. Arhitektura sustava

Implementacija ovog sustava oslanja se na dobro ustanovljen poznat model troslojne arhitekture, koji omogućuje jasnu separaciju odgovornosti unutar aplikacije, poboljšava održivost, skalabilnost i sigurnost, te osigurava kvalitetno korisničko iskustvo. Troslojna arhitektura sastoji se od tri ključna sloja: prezentacijskog sloja, poslovnog sloja i sloja za upravljanje podacima. Svaki od ovih slojeva optimiziran je kako bi pružio maksimalnu efikasnost i fleksibilnost u radu sustava.

5.3.1. Prezentacijski Sloj

Prezentacijski sloj predstavlja sučelje između korisnika i sustava. Ovaj sloj izrađen je pomoću React biblioteke, koja omogućava izradu dinamičnih i responzivnih korisničkih sučelja. React se odlikuje komponentno-baziranim pristupom, što omogućuje ponovnu upotrebu koda i lakše održavanje aplikacije. Korisničko sučelje je intuitivno, moderno i

prilagodljivo, osiguravajući da se aplikacija može koristiti na različitim uređajima, uključujući stolna računala, tablete i mobilne telefone.

Jedna od ključnih prednosti ovog sloja je korištenje Virtual DOM-a, koji značajno poboljšava performanse aplikacije i rezultira fluidnim korisničkim iskustvom, gdje su reakcije sustava na korisničke akcije gotovo trenutne.

5.3.2. Poslovni Sloj

Poslovni sloj čini srce aplikacije, gdje se odvija sva ključna poslovna logika. Ovaj sloj implementiran je korištenjem Spring Boot okvira, koji omogućava brz i efikasan razvoj poslovne logike i povezivanje s drugim slojevima. Spring Boot je odabran zbog svoje sposobnosti da pojednostavi kompleksne poslovne procese i osigura visoku razinu sigurnosti i pouzdanosti.

Unutar poslovnog sloja, implementirani su ključni servisi koji osiguravaju funkcionalnosti aplikacije, uključujući autentifikaciju i autorizaciju korisnika, obradu podataka o pacijentima, upravljanje terapijama i sesijama, te integraciju s vanjskim sustavima putem API-ja. Ovaj sloj također upravlja pravilima poslovanja i omogućuje fleksibilno prilagođavanje promjenama u zahtjevima ili poslovnim procesima. Korištenje Spring Boota osigurava da aplikacija može lako skalirati i prilagoditi se rastućim potrebama, čime je osiguran dugoročno stabilan i siguran rad sustava.

5.3.3. Sloj za Upravljanje Podacima

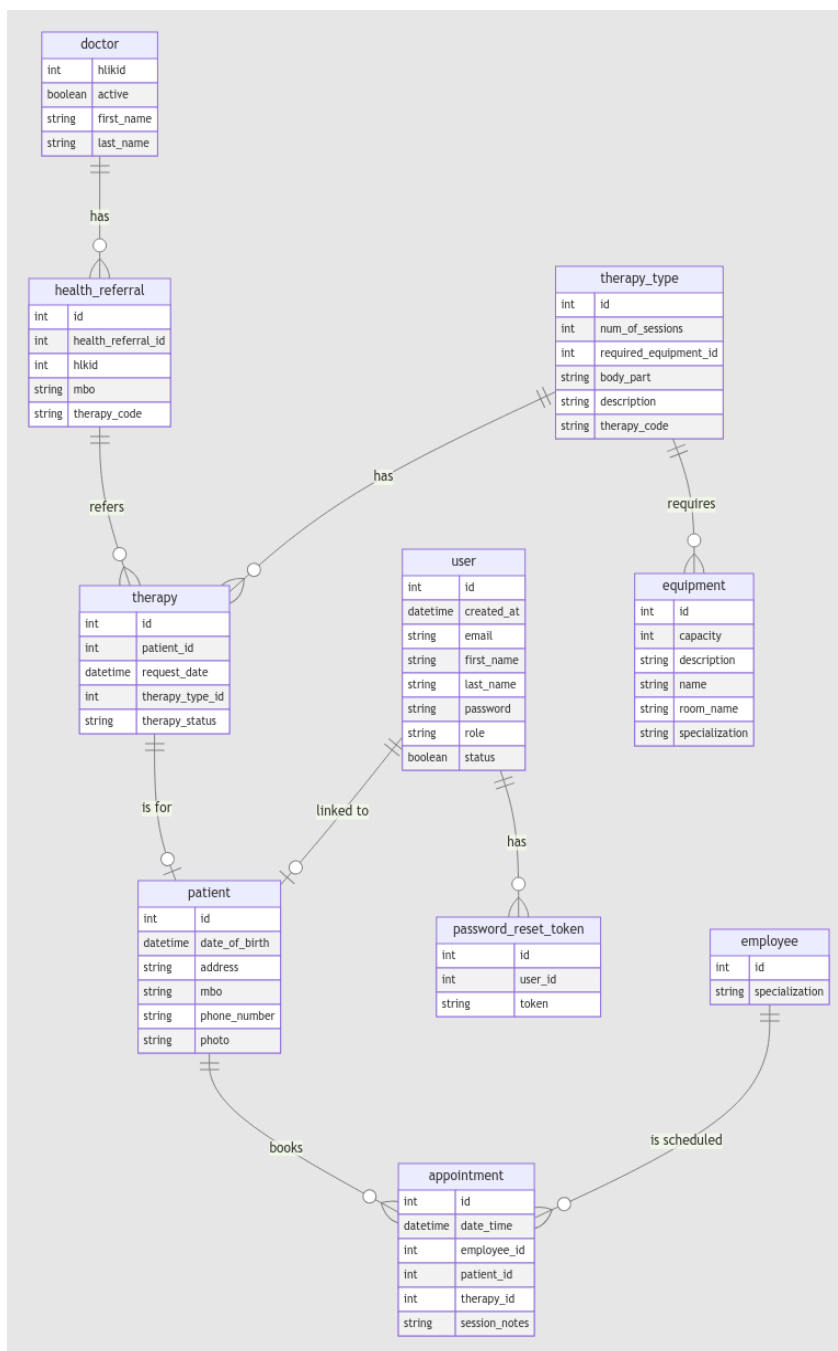
Sloj za upravljanje podacima odgovoran je za pohranu, dohvat i manipulaciju podacima unutar sustava. *PostgreSQL* je odabran kao sustav za upravljanje bazom podataka zbog svoje stabilnosti, skalabilnosti i robusnosti. *PostgreSQL* omogućuje pohranu velike količine podataka uz podršku za složene transakcije, što je ključno za aplikacije koje zahtijevaju visok stupanj integriteta podataka, poput Medbaya.

Ovaj sloj koristi Spring Data JPA za olakšanu interakciju s bazom podataka, omogućujući da se poslovni objekti direktno mapiraju na relacijske strukture unutar baze. To

pojednostavljuje rad s podacima i osigurava da su svi podaci konzistentni i sigurni. PostgreSQL također osigurava usklađenost s ACID principima, što garantira da su sve transakcije dosljedne i otporne na pogreške, čak i u slučaju sustavnog kvara. Korištenje PostgreSQL-a omogućuje fleksibilno upravljanje podacima i osigurava dugoročnu održivost i prilagodljivost sustava.

5.3.4. Model baze podataka

Dizajn baze podataka predstavlja temelj našeg sustava, pažljivo osmišljen kako bi osigurao optimalno pohranjivanje, pristup i manipulaciju podacima koji su ključni za funkcioniranje aplikacije. Model baze podataka (Slika 5.1) ne samo da podržava sve funkcionalne zahtjeve sustava, već također omogućuje skalabilnost i fleksibilnost potrebnu za budući rast i razvoj. Model je izrađen u skladu s najboljim praksama industrije, s fokusom na integritet podataka, performanse i sigurnost.



Slika 5.1 Relacijski model baze podataka

Model baze podataka temelji se na dobro strukturiranim entitetima koji predstavljaju ključne komponente sustava:

- **Liječnik** (*doctor*): Entitet koji pohranjuje osnovne informacije o liječnicima koji upućuju pacijente na rehabilitaciju. Svaki liječnik ima jedinstveni identifikator (`hlkid`), status aktivacije, te osnovne osobne podatke. Ovaj entitet povezan je s entitetom *health_referral*,

što omogućuje praćenje preporuka za terapiju koje je doktor izdao. Podaci su povučeni sa interneta sa javno dostupnih stranica.

- **Zdravstvena Uputnica** (*health_referral*): Ovaj entitet bilježi detalje o uputnicama koje su doktori izdali za određene pacijente, povezujući doktora s terapijama koje pacijent prima. Također koristi jedinstveni identifikator i povezan je s entitetima *doctor* i *therapy*, omogućujući učinkovito praćenje preporuka i terapija.

- **Vrsta Terapije** (*therapy_type*): Entitet koji definira različite vrste terapija koje su dostupne u sustavu. Sadrži podatke poput broja sesija, potrebne opreme, dijela tijela na kojem se terapija provodi, te opis terapije. Ovaj entitet ključan je za osiguravanje da su sve terapije pravilno definirane i povezane s odgovarajućom opremom.

- **Oprema** (*equipment*): Entitet koji prati detalje o opremi potrebnoj za izvođenje terapija. Sadrži informacije o kapacitetu, opisu, imenu opreme, sobi u kojoj se nalazi i specijalizaciji kojoj pripada. Oprema je povezana s vrstama terapija kroz entitet *therapy_type*, čime se osigurava da su resursi pravilno raspoređeni i dostupni.

- **Korisnik** (*user*): Centralni entitet koji pohranjuje osnovne informacije o korisnicima sustava, uključujući email, lozinku, ulogu, te status korisnika. Ovaj entitet također je povezan s pacijentima kroz relaciju *user-patient*.

- **Pacijent** (*patient*): Entitet koji bilježi detaljne informacije o pacijentima, uključujući datum rođenja, adresu, MBO (matični broj osiguranika), broj telefona i fotografiju. Ovaj entitet ključan je za personaliziranu brigu o pacijentima i povezivanje s terapijama i terminima koje pacijent rezervira.

- **Terapija** (*therapy*): Entitet koji prati terapije koje su dodijeljene pacijentima. Sadrži informacije o pacijentu, vrsti terapije, datumu zahtjeva za terapiju i statusu terapije. Povezan je s entitetima *patient* i *therapy_type*, čime se osigurava dosljednost i praćenje napretka pacijenta kroz terapije.

- **Termin** (*appointment*): Ovaj entitet upravlja zakazanim terminima terapija, uključujući datum i vrijeme termina, dodijeljenog zaposlenika, pacijenta, te bilješke o sesiji. S obzirom na to da je svaki termin povezan s pacijentom, zaposlenikom i terapijom, omogućuje se detaljno praćenje svih aktivnosti unutar sustava.

- **Zaposlenik** (*employee*): Entitet koji definira zaposlenike odgovorne za provođenje terapija, uključujući njihovu specijalizaciju. Povezan je s entitetom *appointment* kako bi se osiguralo da svaki pacijent ima odgovarajuće stručnjake zadužene za njihovu terapiju.

- **Token za Resetiranje Lozinke** (*password_reset_token*): Entitet koji omogućuje sigurno upravljanje resetiranjem lozinke korisnika. Sadrži jedinstveni identifikator korisnika i odgovarajući token, što osigurava sigurno i jednostavno upravljanje korisničkim lozinkama.

Sigurnost podataka i integritet sustava prioriteti su u dizajnu baze podataka. Korištenje jedinstvenih identifikatora i stranih ključeva osigurava dosljednost podataka, dok implementacija sigurnosnih protokola (*HTTPS*) osigurava da su svi osjetljivi podaci, poput korisničkih lozinke, zaštićeni i pohranjeni na siguran način (*Blowfish* algoritam šifriranja).

5.4. Integracija i upravljanje terapijama

U sklopu razvoja aplikacije, posebna pažnja posvećena je integraciji stvarnih podataka o medicinskim stručnjacima i terapijama kako bi se osigurao visoki stupanj vjerodostojnosti i pouzdanosti sustava.

5.4.1. Autentičnost podataka o liječnicima

Podaci o liječnicima u sustavu nisu samo generički unosi; preuzeti su s pouzdanih izvora i sadrže točne informacije, uključujući stvarne hlkid identifikatore koji se koriste u medicinskoj praksi. Ovaj pristup omogućuje da svaki unos i radnja unutar aplikacije budu potpuno autentični i u skladu s pravim medicinskim standardima.

Liječnici unutar sustava imaju mogućnost izdavanja zdravstvenih uputnica koje su direktno povezane s pacijentovim MBO-om (Matični Broj Osiguranika) i kodom specifične terapije. Prilikom unosa broja uputnice u sustav, provjerava se valjanost uputnice i relevantnost liječnika, čime se osigurava da svaki terapijski proces započinje na temelju točnih i validnih informacija. Ova funkcionalnost dodatno osigurava da korisnici mogu biti sigurni u točnost informacija koje dobivaju i upute koje slijede.

5.4.2. Preciznost u odabiru terapija i opreme

Proces definiranja terapija i potrebne opreme proveden je pod nadzorom stručnjaka iz medicinske industrije kako bi se osiguralo da su sve terapije unutar sustava validne i usklađene s aktualnim medicinskim standardima. Svaka terapija u sustavu povezana je s točno određenim potrebama, uključujući specifičnu opremu i prostorije. Ovaj pristup osigurava da se terapijski procesi provode na način koji je optimalan za pacijenta i u skladu s medicinskim protokolima.

Prilikom zakazivanja termina, sustav automatski provjerava nekoliko ključnih parametara kako bi osigurao da su svi resursi pravilno raspoređeni:

- **Trajanje terapije:** Terapija ne smije trajati dulje od definiranog broja dana da se osigura kontinuitet rehabilitacije pacijenta. Broj dana se dobije množenjem broj terapija sa 5.
- **Interval između terapija:** Između dviju sesija mora proći minimalno 24 sata kako bi se omogućio adekvatan oporavak i izbjeglo preopterećenje pacijenta.
- **Dostupnost resursa:** Prije odobravanja termina, sustav provjerava dostupnost specijaliziranih zaposlenika i potrebne opreme. Terapija se može zakazati samo ako su svi potrebni resursi dostupni u željenom terminu.

5.4.3. Proces odobravanja terapija i upravljanje promjenama termina

Kada pacijent odabere željene termine za terapiju, sustav automatski generira zahtjev za odobrenje koji se šalje administratoru. Resursi su odmah rezervirani te nije moguće da više pacijenata traži iste resurse ili termine. Terapija postaje aktivna tek nakon što administrator pregleda i odobri sve odabrane termine, čime se osigurava dodatna razina kontrole i preciznosti u planiranju terapijskih sesija. Nakon odobrenja, pacijent je obaviješten putem e-maila, čime se osigurava transparentnost i pravovremena informiranost.

U slučaju potrebe za promjenom termina, pacijent može kontaktirati zdravstvenu ustanovu kako bi dogovorio novi datum i vrijeme. Ovaj proces omogućuje fleksibilnost, ali se istovremeno poštuju sva pravila koja su inicijalno postavljena prilikom planiranja terapije.

Integracija stvarnih podataka o doktorima i terapijama, uz stroge kontrole pri zakazivanju i odobravanju terapija, čini ovaj sustav izuzetno pouzdanim i vjerodostojnim alatom za

upravljanje zdravstvenim procesima. Ovaj pristup osigurava da su svi korisnici sustava sigurni u kvalitetu i točnost usluga koje dobivaju, dok istovremeno omogućuje zdravstvenim ustanovama da efikasno upravljaju resursima i pružaju optimalnu njegu svojim pacijentima.

5.5. Zahtjevi sustava

5.5.1. Funkcionalni zahtjevi

Iako je cilj pri izradi ove aplikacije bio pojednostaviti određene segmente zdravstvenog sustava, ona se i dalje temelji na već postojećim odnosima zdravstvene ustanove i pacijenata. Iz tog razloga, trebalo je identificirati te odnose i što vjernije ih prenijeti u digitalni oblik, bez gubitka funkcionalnosti.

Tako određeni zahtjevi obuhvaćaju tri glavna dionika:

- a) Administrator
- b) Djelatnik zdravstvene ustanove (u nastavku teksta: djelatnik)
- c) Bolesnik

gdje svaki dionik ima svoje zasebne funkcionalne zahtjeve:

1. Administrator može:
 - a. Prijaviti se u sustav
 - b. Prihvatiti ili odbiti registraciju bolesnika
 - c. Pregledati i potvrditi prijave bolesnika za rehabilitaciju
 - d. Pregledati sve termine sesija
 - e. Dodavati račune djelatnika
 - f. Brisati račune bolesnika i djelatnika
 - g. Pregledavati, uređivati i brisati podatke računa bolesnika i djelatnika
 - h. Otkazati zakazani termin
 - i. Pomicati zakazane termine
2. Djelatnik može:

- a. Prijaviti se u sustav
- b. Bilježiti napredak svojih bolesnika
- c. Pregledati raspored svojih sesija
- d. Pregledati podatke o bolesnicima
- e. Otkazati sesiju pod određenim uvjetima

3. Bolesnik može:

- a. Registrirati se u sustav
- b. Prijaviti se u sustav
- c. Prijaviti se na rehabilitaciju
- d. Odabrati terapiju i termine dolaska na rehabilitaciju
- e. Pomaknuti zakazani termin pod određenim uvjetima
- f. Pregledati vlastiti kalendar s terminima terapije
- g. Pregledati povijest svojih terapija

Interakcija ovih dionika ključna je za uspješan rad aplikacije.

5.5.2. Nefunkcionalni zahtjevi

Nefunkcionalni zahtjevi igraju ključnu ulogu u osiguravanju sveobuhvatne kvalitete softverskog sustava. Pružanjem dostupne i efikasne usluge omogućavajući pritom sigurnost i inkluzivnost osigurava se da sustav ne zadovoljava samo funkcionalne potrebe korisnika, već i pruža robusno i visokokvalitetno iskustvo.

Performanse i pouzdanost

- sustav treba podržavati simultani rad više korisnika bez gubitka performansi osiguravajući pouzdano iskustvo u stvarnom vremenu

- vrijeme odziva prilikom pristupa bazi podataka i drugim ključnim funkcijama sustava ne smije trajati duže od nekoliko sekundi, time se osigurava brz i efikasan rad sustava

Korisničko iskustvo

- korisničko sučelje treba biti intuitivno i jednostavno za korištenje, uz minimalnu potrebu za opsežnim instrukcijama ili obukom
- sustav mora podržavati više jezika i odgovarajuće posebne znakove u različitim jezicima (važno za stariju populaciju koja često govori samo materinjim jezikom)
- neispravno korištenje korisničkog sučelja ne smije narušiti funkcionalnost i rad sustava

Sigurnost i zaštita podataka

- sustav mora osigurati visoku razinu sigurnosti, koristeći enkripciju i druge sigurnosne postupke, posebice u komunikaciji s bazom podataka i tijekom prijenosa osjetljivih podataka
- pristup sustavu mora biti ostvaren uporabom sigurnosnih protokola kao što je HTTPS čime se osigurava zaštita podataka i privatnosti korisnika

Platforma i tehnička implementacija

- sustav će biti implementiran kao web aplikacija, koristeći objektno-orijentirane jezike što omogućuje fleksibilnost i lakše održavanje
- aplikacija treba biti prilagodljiva i kompatibilna s različitim web i mobilnim platformama, osiguravajući široku dostupnost i pristupačnost

Skalabilnost i nadogradnje

- sustav mora biti skalabilan kako bi podržao rast broja korisnika i povećanje opterećenja bez gubitka performansi
- nadogradnje sustava trebaju biti implementirane na način da ne narušavaju postojeće funkcionalnosti i da se mogu efikasno integrirati u operativni sustav

Standardi kvalitete i usklađenost

- sustav treba biti usklađen s nacionalnim i međunarodnim standardima kvalitete i sigurnosti, uključujući regulative vezane za zdravstvene informacijske sustave
- redovite provjere kvalitete i revizije trebaju osigurati da aplikacija kontinuirano zadovoljava sve postavljene standarde

Dostupnost i pouzdanost

- sustav treba osigurati visoku dostupnost i minimalno vrijeme prekida, posebno tijekom radnih sati zdravstvenih ustanova
- plan oporavka u slučaju kvara ili prekida treba biti jasno definiran i implementiran, osiguravajući brz povratak u normalan rad

Pristupačnost i inkluzivnost

- sustav treba biti dizajniran s obzirom na pristupačnost, omogućavajući laku upotrebu osobama s različitim stupnjevima sposobnosti, uključujući stariju populaciju i osobe s invaliditetom
- sustav treba podržavati prilagodbe za korisnike s posebnim potrebama poput prilagođenih fontova, kontrasta i pomoćnih tehnologija

Interoperabilnost i integracija

- sustav treba biti interoperabilan s drugim zdravstvenim informacijskim sustavima, omogućujući razmjenu podataka i integraciju s postojećim IT infrastrukturama
- integracija s vanjskim API-jima i servisima treba biti omogućena za proširivanje funkcionalnosti sustava kao što su integracije s laboratorijskim sustavima, elektroničkim zdravstvenim kartonima i slično

Održivost i ekološka osjećajnost

- sustav treba biti razvijen s obzirom na ekološke aspekte, promovirajući smanjenje upotrebe papira i drugih materijala u zdravstvenim ustanovama
- digitalizacija procesa treba doprinijeti održivijem načinu rada, smanjujući otpad i potrebu za fizičkim resursima

Prilagodba zakonodavnim okvirima

- sustav treba biti u skladu s lokalnim i međunarodnim zakonodavnim okvirima, uključujući propise o zaštiti osobnih podataka (npr. GDPR u EU)
- moraju se implementirati mehanizmi za usklađenost s pravnim zahtjevima u vezi sa zdravstvenim informacijama kao što su prava na pristup, ispravak i brisanje osobnih podataka

Praćenje i izvještavanje

- sustav treba omogućiti generiranje detaljnih izvještaja o korištenju resursa, učinkovitosti i performansama procesa rehabilitacije
- treba biti omogućeno praćenje korištenja aplikacije, uključujući analitiku i povratne informacije od korisnika za kontinuirano poboljšanje i prilagodbu sustava

Prilagodljivost budućim tehnološkim trendovima

- sustav treba biti dizajniran s mogućnošću laganog ažuriranja i prilagodbe novim tehnološkim trendovima i inovacijama
- treba postojati mogućnost integracije s budućim tehnologijama poput umjetne inteligencije, strojnog učenja i napredne analitike podataka

5.6. Implementirani mehanizmi

Aplikacija je razvijena koristeći moderne tehnologije i alate koji omogućuju visoku razinu sigurnosti, efikasnosti i pristupačnosti, uz poseban naglasak na korisničko iskustvo i fleksibilnost. Kroz niz pažljivo implementiranih mehanizama, aplikacija pruža robustan i siguran temelj za pružanje usluga u zdravstvenom sektoru, osiguravajući pritom visok stupanj zadovoljstva korisnika.

5.6.1. Sigurnost i autorizacija

Aplikacija koristi napredne mehanizme autentifikacije i autorizacije kako bi osigurala pristup sustavu samo ovlaštenim korisnicima. Primijenjena je token autentifikacija, koja omogućuje visoku razinu sigurnosti i skalabilnosti. Autorizacija je dodatno pojačana

korištenjem korisničkih uloga, gdje su određene funkcionalnosti dostupne samo korisnicima s odgovarajućim ovlastima, poput administratorske uloge.

5.6.2. Upravljanje korisničkim računima

Sustav za upravljanje korisničkim računima omogućuje korisnicima jednostavno i sigurno upravljanje svojim podacima. Implementiran je mehanizam za resetiranje lozinki putem e-maila, koji korisnicima omogućava brz i siguran povratak na platformu u slučaju zaboravljene lozinke. Osim toga, registracija novih korisnika podliježe odobrenju od strane administratora, čime se osigurava dodatna razina kontrole i sigurnosti.

5.6.3. Poslovna logika i upravljanje podacima

Poslovna logika aplikacije pažljivo je odvojena od prezentacijskog sloja, čime se omogućuje lakše održavanje i buduće nadogradnje sustava. Koristeći princip transakcijskog upravljanja (*transaction management*), ključne operacije, poput kreiranja terapija, osigurane su u cjelini, što garantira dosljednost i pouzdanost sustava. Pristup podacima implementiran je korištenjem JPA (Java Persistence API), omogućujući efikasnu i sigurnu interakciju s bazom podataka.

5.6.4. Pristupačnost i internacionalizacija

Kako bi se osigurala pristupačnost širokom spektru korisnika, aplikacija podržava višejezičnost, s ostvarenim opcijama za hrvatski i engleski jezik. Kroz jednostavan mehanizam izmjene jezika, korisnici mogu odabrati željeni jezik sučelja, što dodatno doprinosi inkluzivnosti i globalnoj pristupačnosti platforme.

Dodatno, implementiran je tamni i svijetli način rada, omogućujući korisnicima personalizaciju vizualnog izgleda aplikacije prema njihovim preferencijama, čime se dodatno poboljšava korisničko iskustvo.

5.6.5. Napredne funkcionalnosti uz AI pomoćnika

Aplikacija je obogaćena inovativnim AI pomoćnicima koji pružaju podršku korisnicima u svakodnevnom korištenju platforme. Dva virtualna pomoćnika, MedBot i BayBot, razvijena su kako bi korisnicima osigurala dodatnu razinu podrške i savjetovanja.

- **MedBot** je specijaliziran za preporuke terapija na temelju opisa simptoma i mišljenja liječnika. Ovaj pomoćnik može sugerirati terapije koje najbolje odgovaraju specifičnim potrebama pacijenata, osiguravajući time personaliziran i efikasan pristup liječenju.
- **BayBot** je dizajniran kako bi korisnicima pružio detaljne informacije o sustavu MedBay te ih vodio kroz sve korake korištenja platforme. Njegova uloga je olakšati korisnicima navigaciju i korištenje aplikacije, pružajući korisničku podršku dostupnu 24 sata dnevno, sedam dana u tjednu.

Važno je istaknuti da AI pomoćnici nisu zamišljeni kao zamjena za stručnjake, već kao alat koji korisnicima pomaže u boljoj komunikaciji sa stručnjacima, olakšavajući proces dijagnostike i pružajući psihološku podršku kroz stalnu dostupnost.

5.6.6. Notifikacije i Komunikacija

Integrirani sustav za slanje e-mail obavijesti omogućuje pravovremeno informiranje korisnika o ključnim događajima, poput prihvaćanja registracije ili zakazivanja termina terapije. Ovaj mehanizam osigurava transparentnu i učinkovitu komunikaciju između sustava i korisnika, čime se dodatno podiže razina korisničkog iskustva.

5.6.7. Sigurnosne Mjere i Praćenje

Osiguranje podataka korisnika i integriteta sustava postavljeni su kao prioritet. Implementirane su mjere zaštite poput CORS (*Cross-Origin Resource Sharing*) i CSRF (*Cross-Site Request Forgery*), dok je ključna komunikacija između klijenta i servera zaštićena HTTPS protokolom. Ključne operacije i podaci koji ulaze i izlaze iz sustava pažljivo se logiraju, omogućujući tako praćenje aktivnosti i brzu reakciju u slučaju sigurnosnih incidenata.

6. Korisnički vodič

U okviru projekta MedBay uspješno su izvedeni svi dijelovi razvojnog ciklusa aplikacije navedeni u poglavlju Implementacija.

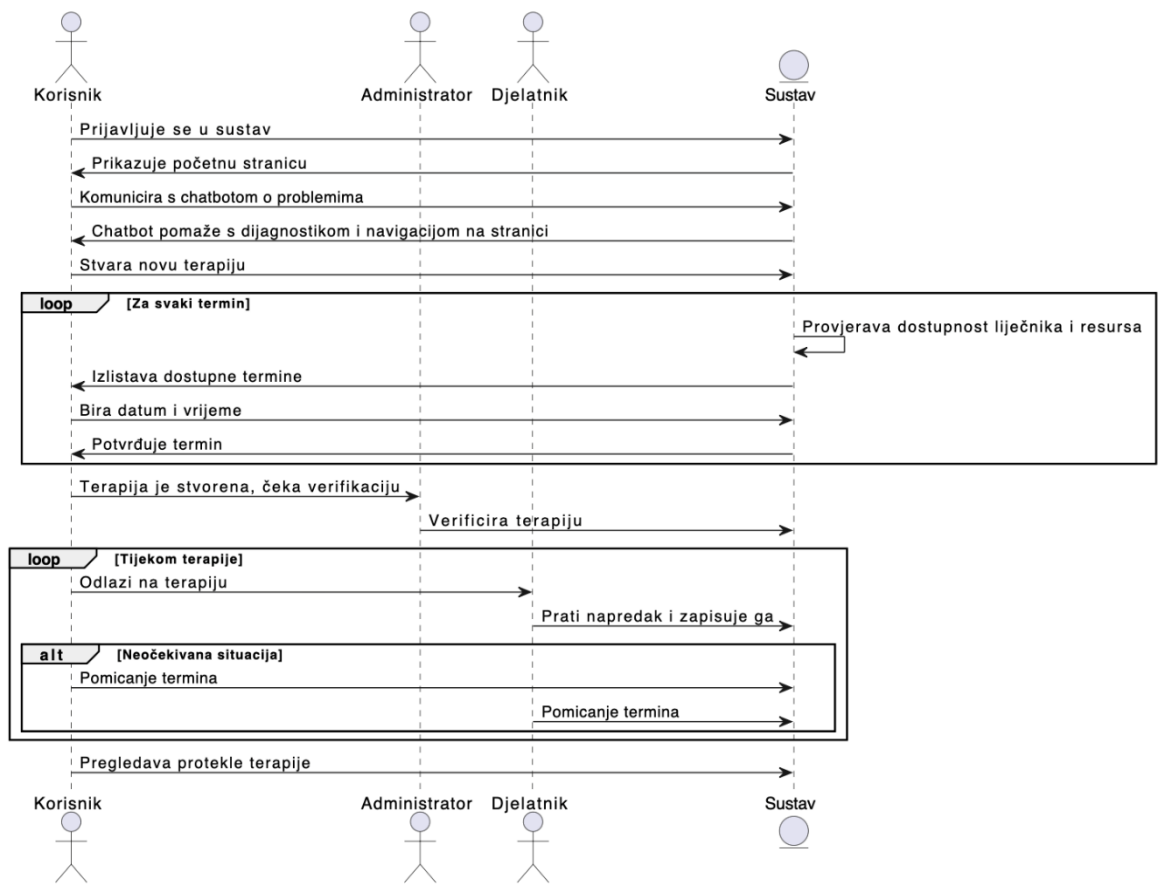
Time je stvoren zaokružen centralizirani sustav za organizaciju, pregled i planiranje fizikalnih terapija u bilo kakvom zdravstvenom sustavu. Sama je aplikacija modularna te ju je kao takvu moguće preoblikovati u temeljnu platformu zdravstvenog sustava čitave države, ili je pak zadržati na razini sustava za jednu privatnu polikliniku. U svakom slučaju, ponuđeno je rješenje uvelike superiorno nad trenutno korištenim pristupima.

U nastavku će biti opisan osnovni obrazac korištenja aplikacije, kako konceptualno, tako i konkretno u aplikaciji te će se kroz njega prikazati prednosti korištenja platforme MedBay u odnosu na tradicionalne metode.

6.1. Dijagram osnovnog obrasca korištenja

Osnovni je obrazac korištenja platforme MedBay najpraktičnije prikazati visoko apstraktnim sekvencijskim UML dijagramom. Dakako, zbog preglednosti u njemu nisu dane sve mehanike koje platforma nudi, ali je stvoren kako bi iz jednog dijagrama bilo transparentno što aplikacija radi i na koji način olakšava logistički proces fizikalne rehabilitacije.

Dijagram je prikazan na Slika 6.1.



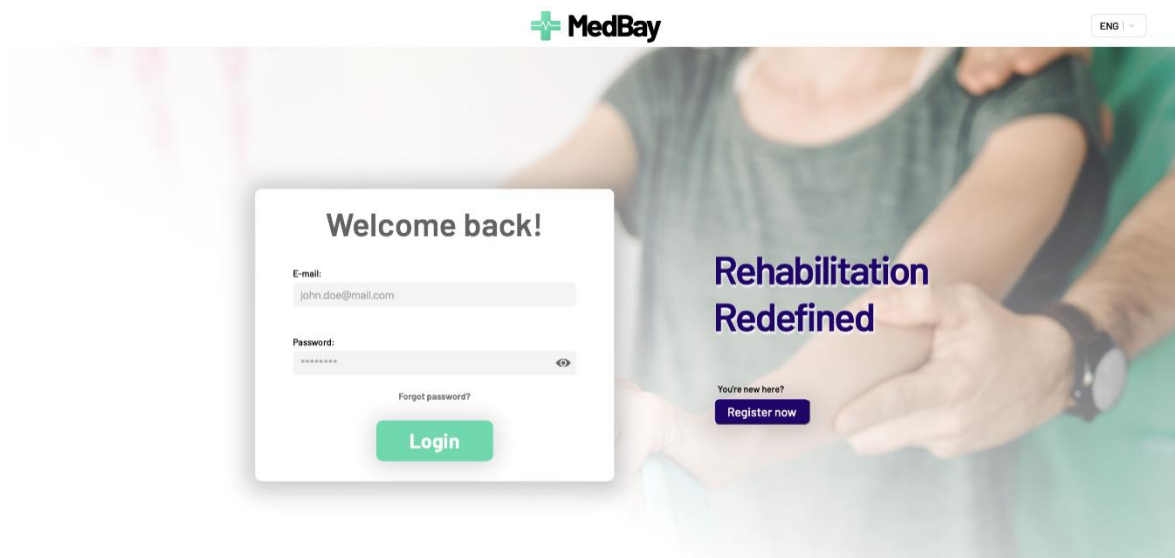
Slika 6.1 Sekvencijski dijagram s osnovnim obrascem korištenja platforme

6.2. Osnovni obrazac korištenja platforme

U nadolazećem će potpoglavlju gore opisan obrazac korištenja biti prikazan u praksi. Na taj će način do izražaja doći sve prednosti platforme MedBay u odnosu na tradicionalne metode.

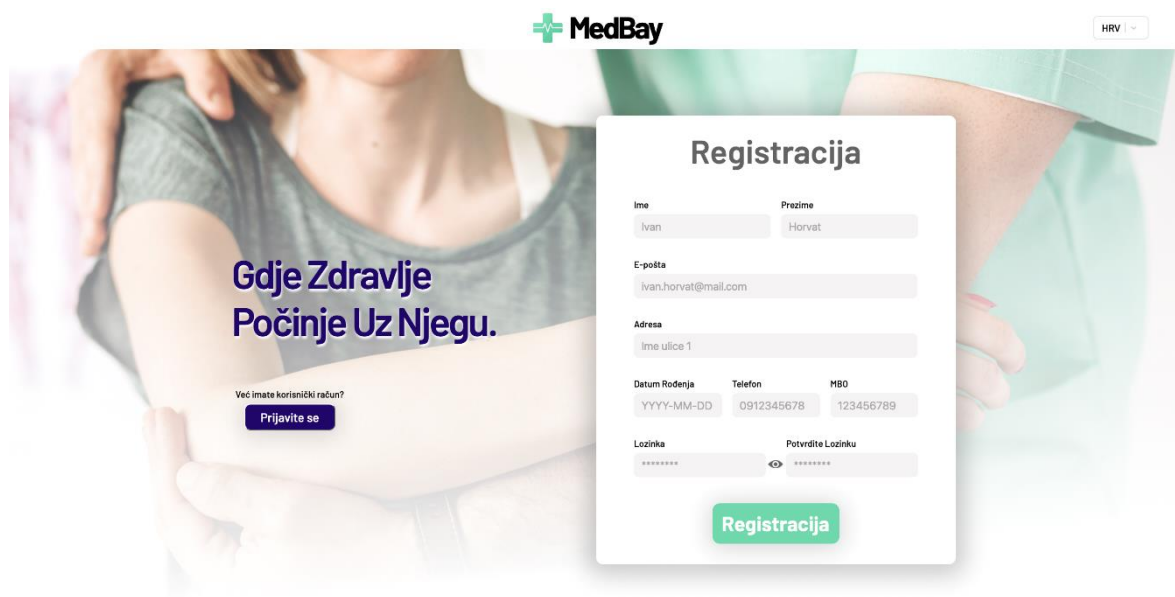
6.2.1. Registracija i prijava

Ulaskom na osnovnu stranicu platforme, korisniku je ponuđen dijalog za prijavu (Slika 6.2).



Slika 6.2 Početna stranica platforme

Ukoliko korisnik nema napravljen korisnički račun, klikom na gumb za registraciju se otvara prozor za stvaranje novog računa (Slika 6.3).

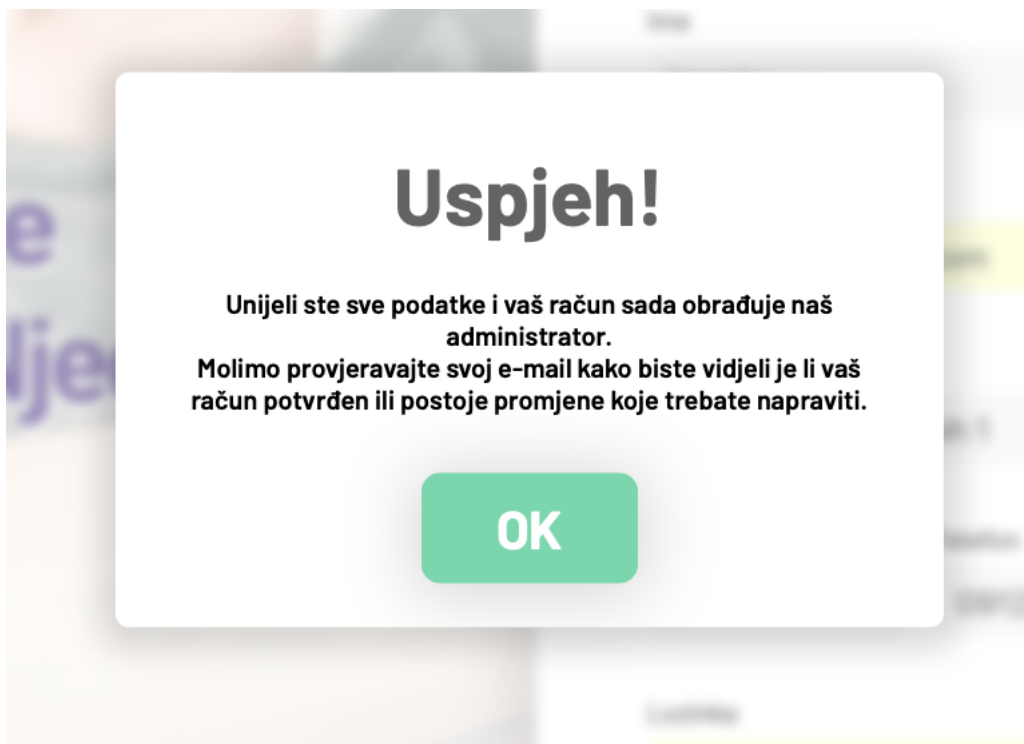


Slika 6.3 Prozor za stvaranje novog računa

Zanimljivo je primijetiti kako je na Slici 4.3 sadržaj napisan na hrvatskom jeziku. Naime, čitava je platforma u potpunosti dvojezična, a trenutni se jezik lako mijenja klikom na padajući izbornik u gornjem desnom kutu.

Dodatno, važno je napomenuti iznimnu brigu o veličini fonta i kontrastu zbog povećanja pristupačnosti. Jasno je kako će mnogi korisnici platforme biti starije životne dobi i bez iznimne informatičke pozadine, pa je bitno stvoriti aplikaciju koja će svim korisnicima omogućiti jednostavnu uporabu.

Nakon upisanih osobnih podataka pri izradi korisničkog računa, sustav provjerava uneseni matični broj i potvrđuje ostale podatke te, ukoliko su oni ispravni, pojavljuje se skočni prozor koji obavještava korisnika da je njegova prijava poslana na provjeru kod administratora i da će o ishodu iste biti obaviješten na unesenu adresu elektroničke pošte (Slika 6.4).



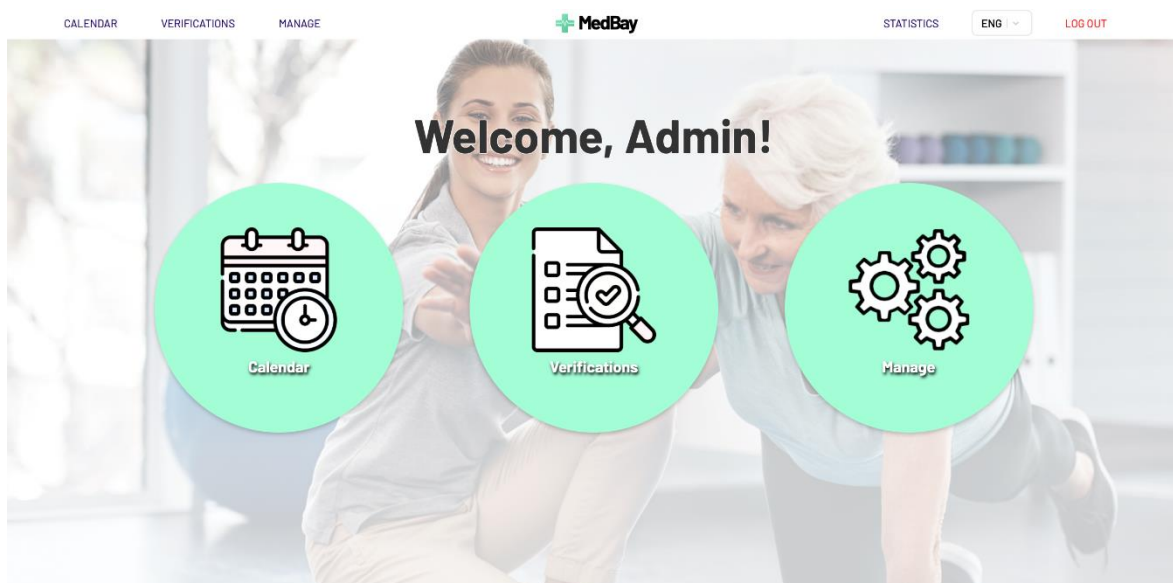
Slika 6.4 Skočni prozor koji obavještava korisnika o prijavi

Dok korisnik čeka na verifikaciju, administrator otvara svoju korisničku ploču (Slika 6.5).

Temeljne funkcionalnosti administratorske uloge na platformi MedBay su:

- Praćenje kalendara za terapije uz mogućnost reorganiziranja zakazanih termina
- Upravljanje verifikacijama za nove terapije i korisničke račune
- Upravljanje korisničkim računima djelatnika i pacijenata

- Upravljanje informacijama o prostorima i uređajima dostupnima u ustanovi
- Praćenje statistike zauzetosti prostora, uređaja i djelatnika kroz vrijeme



Slika 6.5 Početno sučelje administratora

Bitno je primijetiti kako unatoč složenim funkcionalnostima, administratorsko je sučelje maksimalno pojednostavljeno kako bi administrator sustava mogao biti netko tko nije nužno informatičke struke.

Većina će funkcionalnosti biti objašnjena u potpoglavlju 6.2.6.3 Administratorske funkcionalnosti, dok će sada biti nastavljen opis tijeka registracije novog korisnika.

Administrator iz svog sučelja ulazi u *Verifications* gdje mu se pokazuje prikaz svih novih zahtjeva za terapiju i stvaranje korisničkog računa (Slika 6.6 Prikaz svih novih zahtjeva).

Verifications

THERAPIES	REGISTRATIONS
Request #38 14/01/2024 17:54 Review	Request #55 27/12/2023 19:49 Review
Request #85 16/01/2024 13:01 Review	Request #54 28/12/2023 10:13 Review
Request #16 18/01/2024 17:42 Review	Request #116 31/12/2023 18:14 Review
Request #60 17/01/2024 09:19 Review	Request #52 01/01/2024 01:08 Review
Request #63 17/01/2024 09:42 Review	Request #110 02/01/2024 15:52 Review
Request #17 17/01/2024 09:48 Review	Request #117 02/01/2024 19:14 Review
Request #45 18/01/2024 11:52 Review	Request #53 02/01/2024 20:30 Review
Request #82 18/01/2024 18:30 Review	Request #111 02/01/2024 22:25 Review

Slika 6.6 Prikaz svih novih zahtjeva

Klikom na gumb *Review* otvara se skočni prozor u kojem administrator vidi podatke korisnika (Slika 6.7).

Registration Request #151

USER DATA:

Full name: Imenko Prezimenković
Email: kvrancic11@gmail.com
Address: Ulica adresa adresnih 1, 11111 Adresići
Date of birth: 2002-08-24
Phone number: 0912345678
MBO: 123456789

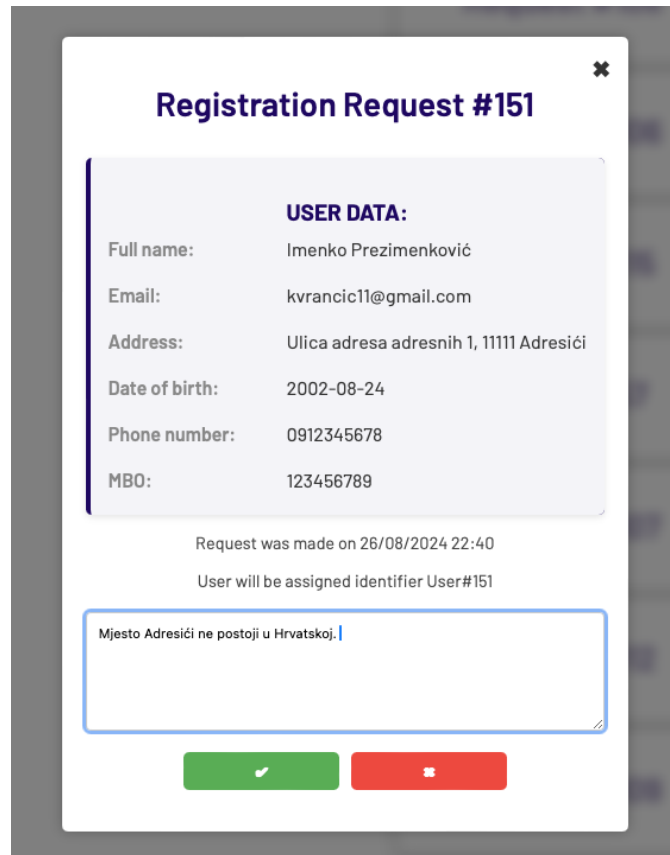
Request was made on 26/08/2024 22:40
User will be assigned identifier User#151

[Approve](#) [Reject](#)

Slika 6.7 Skočni prozor s podacima novog korisničkog računa

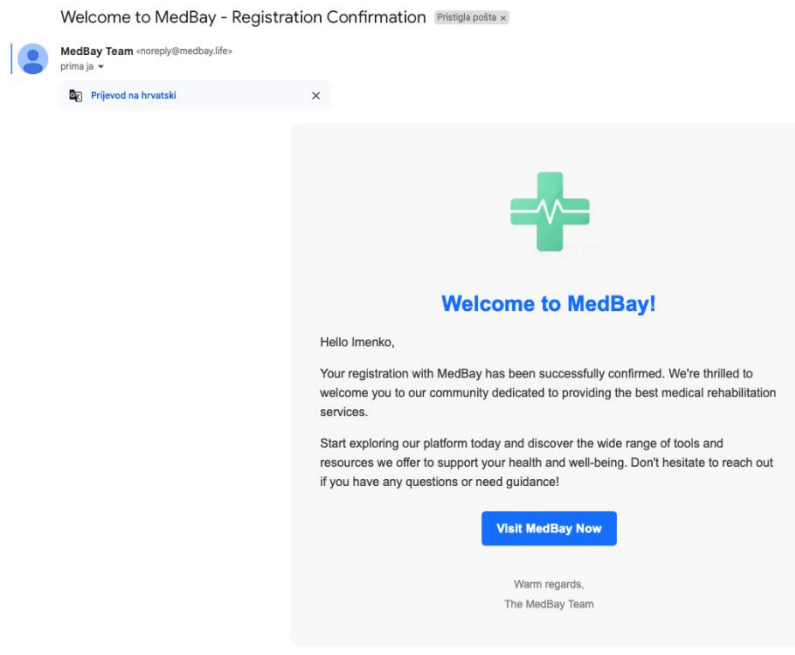
Ukoliko administrator procijeni da podaci nisu ispravni, klikom na gumb *Reject* otvara se dijalog u kojem administrator objašnjava korisniku zašto njegovi podaci nisu ispravni te

obavijest koja sadrži tu poruku dolazi korisniku na unesenu adresu elektroničke pošte (Slika 6.8).



Slika 6.8 Unos poruke za odbijanje kreacije novog korisničkog računa

S druge strane, ukoliko administrator smatra da su uneseni podaci ispravni, odobrava se račun te na adresu elektroničke pošte dolazi potvrda o tome da je korisnički račun uspješno napravljen (Slika 6.9).



Slika 6.9 Potvrda o stvaranju korisničkog profila

Navedeni tijek korištenja efektivno uklanja potrebu za fizičkim dolaskom u bolnicu zbog stvaranja tzv. „kartona“ pacijenta. Navedena je stavka naročito bitna kod starijih ili teže pokretnih pojedinaca jer ovakav sustav ne olakšava život samo njima, već i njihovim bližnjima.

6.2.2. Interakcija s AI pomoćnikom

Kako bi dodatno povećali pristupačnost i olakšali korištenje aplikacije, stvoren je AI pomoćnik koji pacijentima pomaže pri korištenju platforme, ali i kao savjetnik u dijagnostici.

Važno je napomenuti kako je posvećena posebna pažnja tomu da AI pomoćnik ne potiče pacijente da stručnjaka zamijene digitalnim alatima, već da pomogne pacijentima objasniti njihove probleme kako bi ih lakše opisali specijalistu i time olakšali dijagnostiku.

Dodatno, važan je faktor i psihološka pomoć koju ovakav pomoćnik predstavlja s obzirom na svoju dostupnost od dvadeset četiri sata dnevno, sedam dana u tjednu.

Tehnički opis implementacije samog virtualnog asistenta dan je u poglavlju **Napredne funkcionalnosti uz AI pomoćnika**, ali za korištenje platforme bitno je znati sljedeće:

- Razvijena su dva virtualna pomoćnika.

- Prvi pomoćnik, **MedBot**, istreniran je na skupu terapija koje MedBay nudi kako bi po opisu simptoma i liječnikovog mišljenja mogao sugerirati različite terapije koje nudi ustanova.
- Drugi pomoćnik, **BayBot**, istreniran je na detaljnom opisu sustava MedBay i njegovim korisničkim uputama kako bi korisnicima olakšao iskustvo korištenja platforme.

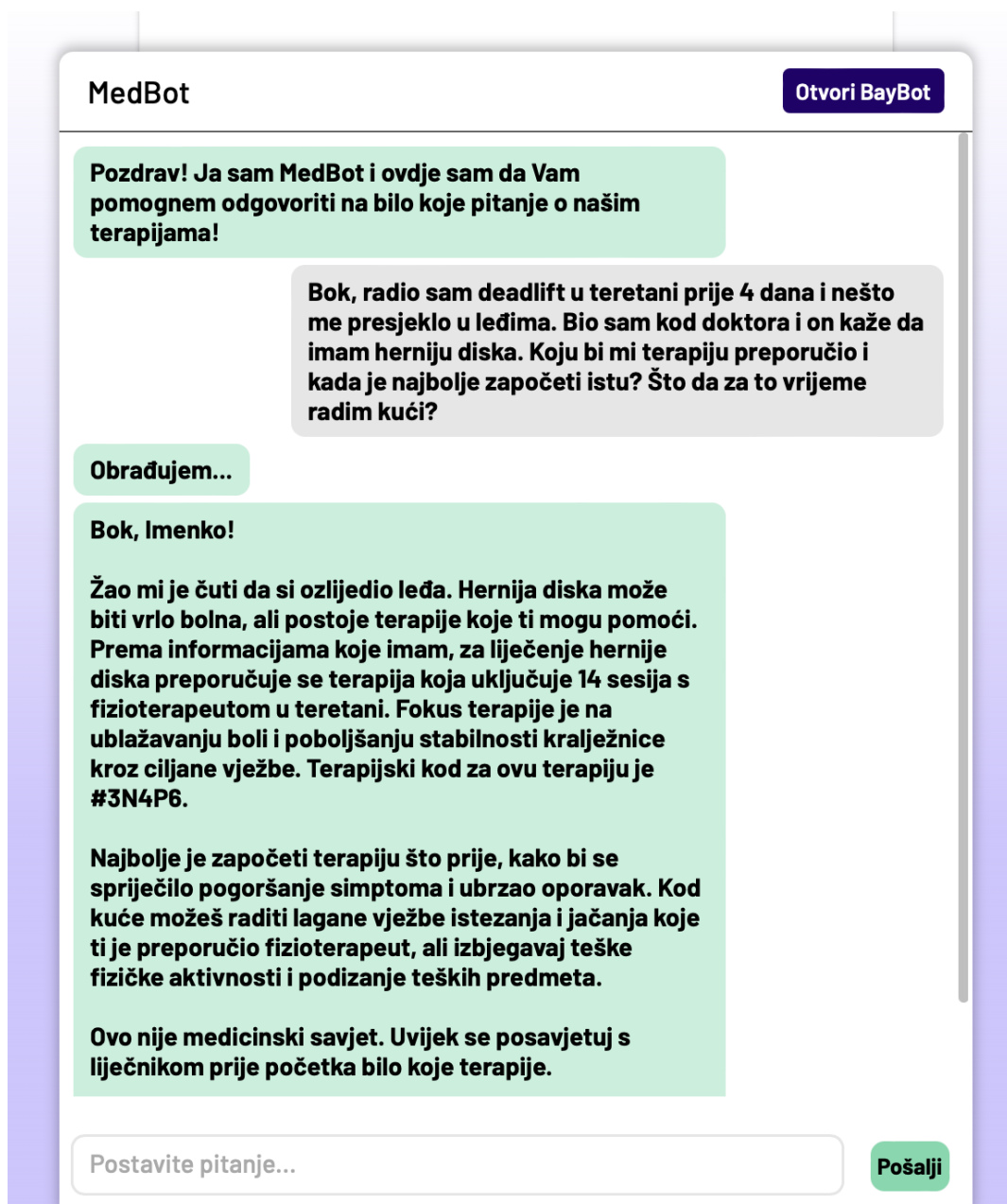
U nastavku je prikazan obrazac korištenja oba AI pomoćnika.

Nakon što se korisnik prijavio u sustav, želi pokrenuti novu terapiju ali nije siguran koja mu je točno terapija potrebna.

Kroz razvoj projekta MedBay se došlo do zaključka kako bi većina terapija i protokola oporavka trebala biti standardizirana, odnosno da se zna kako je za ozljedu X potrebna terapija Y. Međutim, to trenutno nije slučaj i vjerojatno će biti potrebno uložiti mnogo vremena i truda za postizanje tog cilja.

Za to vrijeme korisnik može opisati svoj slučaj MedBotu koji će mu na temelju opisa i liječničke dijagnoze sugerirati jednu od terapija iz naše baze podataka, ukoliko postoji odgovarajuća terapija.

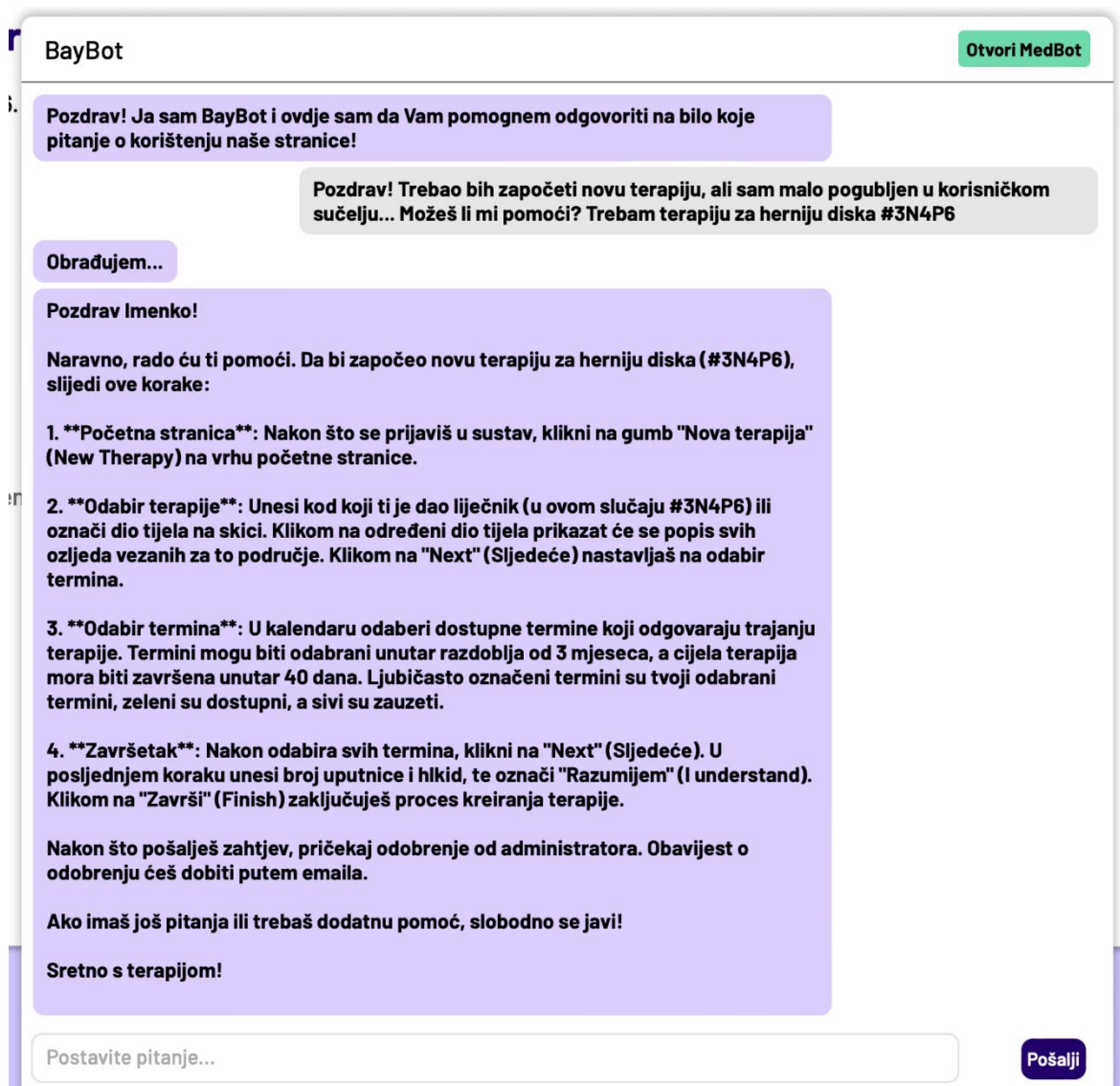
U ogleđnom se primjeru radi o ozljedi uzrokovanom izvođenjem vježbe mrtvog podizanja koju je liječnik okarakterizirao kao herniju diska (Slika 6.10).



Slika 6.10 Razgovor s MedBotom

Nakon što korisnik zna koja mu je terapija potrebna, mora stvoriti zahtjev za započinjanje iste na platformi MedBay.

Iako se pri izradi posebno pazilo da taj proces bude maksimalno jednostavan, jasno je kako pojedinci koji nisu informatički pismeni i dalje mogu imati problema sa stvaranjem zahtjeva za novu terapiju. Ovdje se od iznimne koristi pokazao BayBot (Slika 6.11).



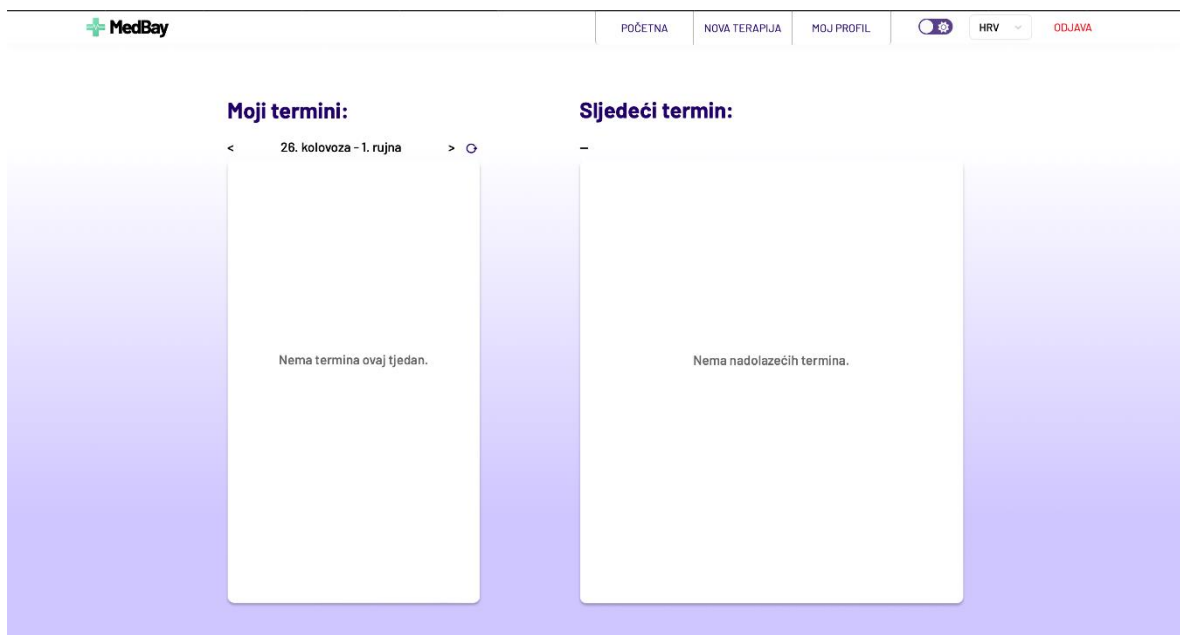
Slika 6.11 Razgovor s BayBotom

Korištenje ovakvih virtualnih pomoćnika uspješno zamjenjuje brojne telefonske pozive, upite elektroničkom poštom i pitanja na pultu koji često uzrokuju veliki stres i frustraciju za sve uključene stranke.

Korisnik je sada spreman za samostalno stvaranje novog zahtjeva za terapiju.

6.2.3. Stvaranje nove terapije

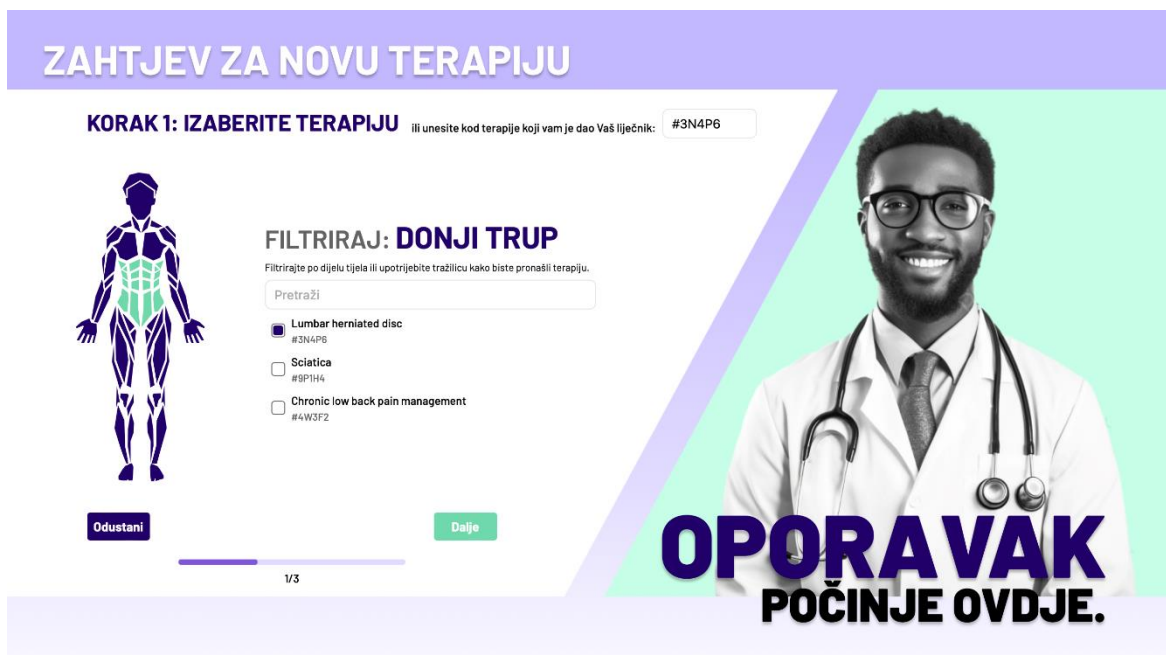
Nakon što se korisnik prijavi u sustav, preusmjeren je na svoju kontrolnu ploču. (Slika 6.12)



Slika 6.12 Korisnička kontrolna ploča

Kontrolna je ploča prazna budući da korisnik trenutno nema započetu niti jednu terapiju.

Klikom na „Nova Terapija“ otvara se čarobnjak za stvaranje novog zahtjeva za terapiju (Slika 6.13) čiji je tijek podijeljen na tri koraka.



Slika 6.13 Prvi korak u stvaranju zahtjeva za novu terapiju

Ukoliko korisnik zna kod terapije, dovoljno je samo upisati isti u zadani prozorčić. Međutim, kod se može dobiti samo na sljedeće načine:

- a) Kodovi za protokole terapija su globalno ili nacionalno standardizirani
- b) Korisnik je koristio AI asistent MedBot

Zato u većini slučajeva korisnik odabire terapiju filtriranjem kroz dijelove tijela klikom na interaktivni ljudski model čime se prikazuje popis terapija za ozljede odabranog dijela tijela.

U pokaznom primjeru odabrana je terapija *Lumbar Herniated Disc (#3N4P6)*.

Sljedeći je korak odabir termina koji možda čini i najveću razliku između MedBaya i konvencionalnih pristupa organizaciji fizioterapije (Slika 6.14).

ZAHTJEV ZA NOVU TERAPIJU

KORAK 2: IZBOR TERMINA

Ograničenja:
1. Odabrani termini moraju biti udaljeni barem 24 sata.
2. Ukupno trajanje terapije ne smije prelaziti 70 dana.
3. Termini se ne mogu zakazati više od 3 mjeseca unaprijed.

Sivo obojani datumi/vremena su nedostupni. Odabrani datumi/vremena označeni su ljubičastom bojom i podebljani.

Datum	Vrijeme
Četvrtak, 5. rujna	8:00 - 9:00
Petak, 6. rujna	9:00 - 10:00
Subota, 7. rujna	10:00 - 11:00
Nedjelja, 8. rujna	11:00 - 12:00
Ponedjeljak, 9. rujna	12:00 - 13:00
Utorak, 10. rujna	13:00 - 14:00
Srijeda, 11. rujna	14:00 - 15:00

Natrag Dalje

2/3

ODABRANO: 6/14
trajanje: 8 dana

**OPORAVAK
POČINJE OVDJE.**

Slika 6.14 Dijalog za odabir termina

MedBay ima ugrađen algoritam koji na temelju dostupnih liječnika i njihove povijesti uspješnosti, kapaciteta potrebnih prostora i dostupnih uređaja za pojedinu terapiju pokazuje slobodne termine i sugerira one najbolje.

Svaka terapija se odrađuje u fiksnom broju termina, a osim toga postoje i ograničenja specifična za svaki protokol. U slučaju terapije *Lumbar Herniated Disc (#3N4P6)* ograničenja su sljedeća:

- Odabrani termini moraju biti udaljeni barem 24 sata.
- Ukupno trajanje terapije ne smije prelaziti 70 dana (5 * broj termina).
- Termini se ne mogu zakazati više od 3 mjeseca unaprijed.

Odabirom svakog pojedinog termina se ponuđeni termini ažuriraju i osvježavaju u stvarnom vremenu.

Nakon što su zadovoljeni svi uvjeti, korisnik može prijeći na posljednji korak (Slika 6.15).

ZAHTJEV ZA NOVU TERAPIJU

KORAK 3: ZAVRŠNI KORAK

pregled:

LUMBAR HERNIATED DISC	MOJI TERMINI
#3N4PS trajanje: 25 dana broj termina: 14	Petak, 30. kolovoza 9:00 - 10:00
	Ponedjeljak, 2. rujna 11:00 - 12:00
	Utorak, 3. rujna 11:00 - 12:00

[Proširi](#)

verifikacija:

Broj uputnice: ?

ID liječnika (nikid): ?

Kada vašu terapiju odobri admin, obavijestit ćemo Vas putem e-pošte. Razumijem

3/3

OPORAVAK POČINJE OVDJE.

Slika 6.15 Završni korak stvaranja zahtjeva za novu terapiju

U njemu je moguće pregledati odabranu terapiju i termine te verificirati svoju uputnicu za terapiju i identifikator liječnika.

Moguće je proširiti prozor s popisom svih termina kako bi se povećala preglednost (Slika 6.16).

pregled:

LUMBAR HERNIATED DISC

#3N4P6
trajanje: 25 dana
broj termina: 14

MOJI TERMINI

Petak, 30. kolovoza	9:00 - 10:00
Ponedjeljak, 2. rujna	11:00 - 12:00
Utorak, 3. rujna	11:00 - 12:00
Srijeda, 4. rujna	12:00 - 13:00
Četvrtak, 5. rujna	13:00 - 14:00
Petak, 6. rujna	14:00 - 15:00
Ponedjeljak, 9. rujna	8:00 - 9:00

[Sažmi](#)

verifikacija:

Broj uputnice: ?

ID liječnika (hlkid): ?

Slika 6.16 Pregled odabranih termina i verifikacija

Što se verifikacijskih identifikatora tiče, oni su stvarni i ispravni podaci koji su povučeni sa službenih stranica. Nije dovoljno da su broj uputnice i ID liječnika ispravni, već mora postojati uputnica koju je izdao točno taj liječnik za konkretnu terapiju.

Po upisu istih se radi validacija te se provjerava postojanje identifikatora u sustavu. Ukoliko su isti neispravni korisniku je onemogućeno kreiranje terapije (Slika 6.17).

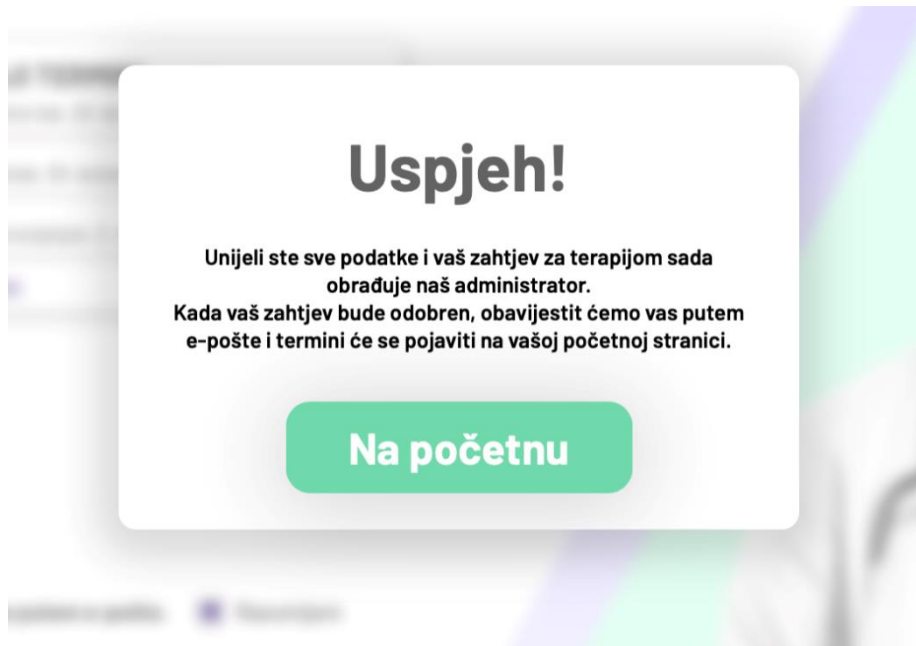
Broj uputnice: ?

ID liječnika (hlkid): ?

Nevažeći broj uputnice ili hlkid.

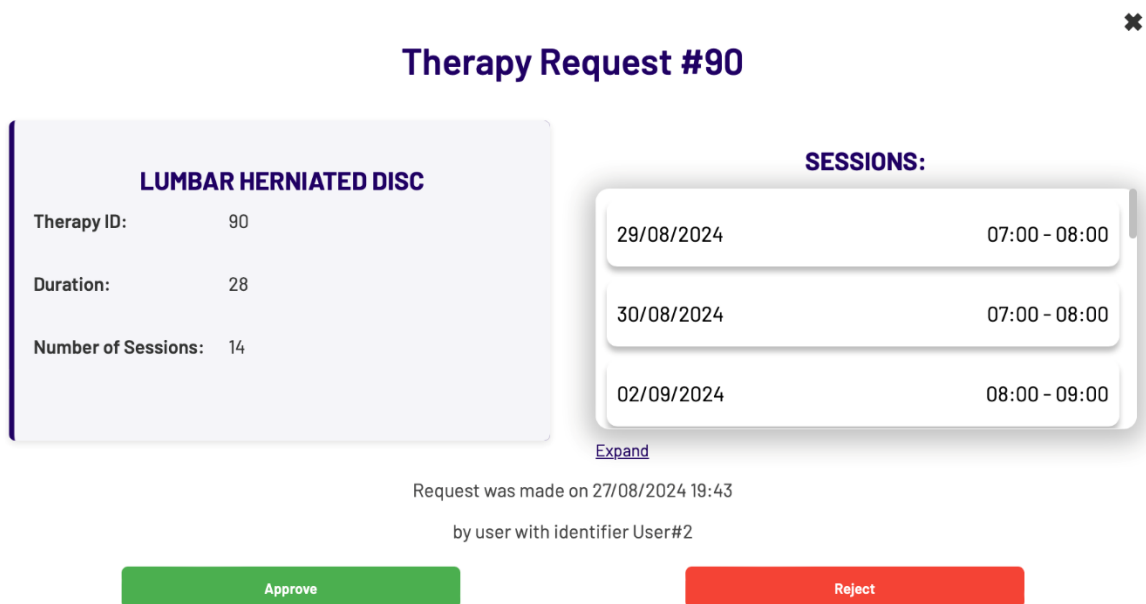
Slika 6.17 Neispravan unos broja uputnice i identifikatora liječnika

S druge strane, ako je sve ispravno zahtjev za terapiju ide kod administratora na odobrenje. (Slika 6.18).



Slika 6.18 Uspješno slanje zahtjeva za stvaranje terapije

Sada administrator analogno potvrdi registracije opisanoj u potpoglavlju Registracija i prijava radi potvrdu terapije (Slika 6.19).



Slika 6.19 Dijalog za verifikaciju terapije

Ovisno o tome je li administrator odbio ili potvrdio zahtjev, korisnik dobiva odgovarajuću poruku e-pošte (Slika 6.20).



Therapy Terms Confirmed

Hello Imenko,

Great news – your journey with MedBay is officially underway! Your therapy plan has been tailored to meet your unique needs and set you on the path to wellness.

With your therapy terms now confirmed, a personalized approach to your health and recovery awaits. Our dedicated team is committed to providing you with the highest quality of care and support throughout your healing process.

On our website, you'll find a wealth of resources, from expert advice to community stories, all designed to keep you informed and engaged as you move forward. Plus, your personal dashboard provides a quick overview of upcoming sessions, progress tracking, and easy communication with your therapy team.

[Explore Your Dashboard](#)

Should you have any questions or require further assistance, our support team is just a message away. We're here to ensure a smooth and successful therapy experience.

Thank you for choosing MedBay. Let's embark on this path to better health together!

Warm regards,
The MedBay Team

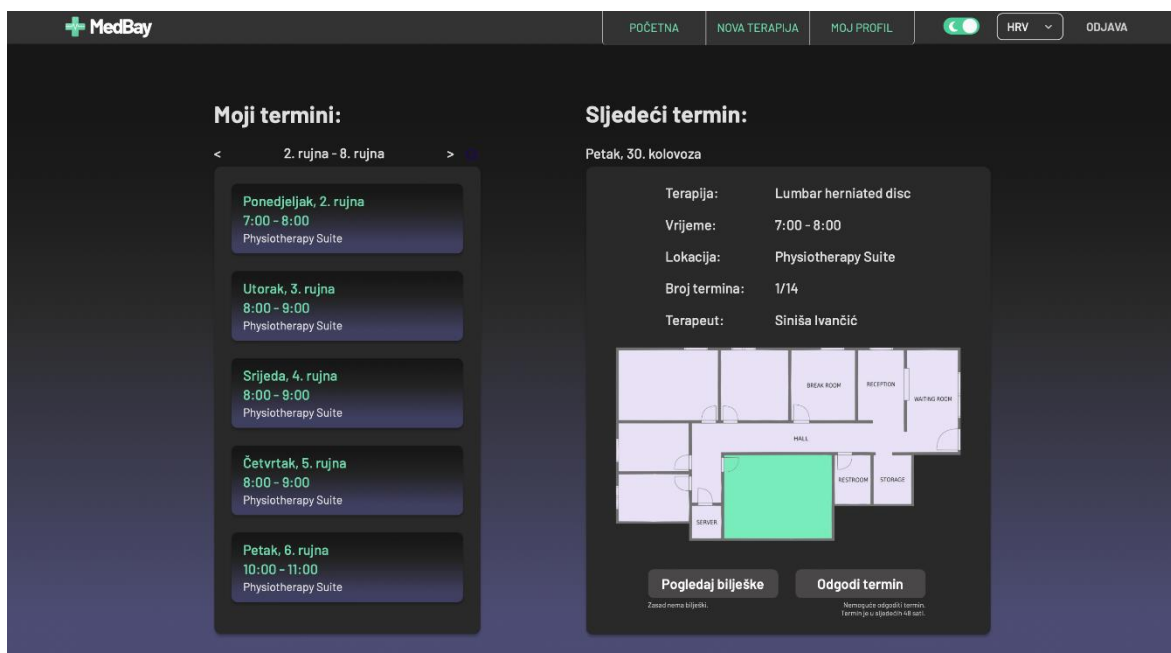
Slika 6.20 Potvrda o početku terapije

Terapija je sada vidljiva u korisničkom kalendaru na njegovoj kontrolnoj ploči (Slika 6.21).

6.2.4. Praćenje rezultata terapije

Korisnik otvara svoju upravljačku ploču na kojoj vidi osnovne informacije o svojim terapijama.

Na lijevoj je strani vidljiv raspored termina, dok su na desnoj strani vidljivi detalji o označenom terminu (početno se radi o prvom nadolazećem terminu) (Slika 4.21).



Slika 6.21 Korisnička kontrolna ploča

Može se primijetiti kako je gornja snimka zaslona u tamnom načinu koji je u posljednje vrijeme izrazito popularan zbog čega je implementiran i u platformu MedBay.

Korisnik lako može birati između svijetlog i tamnog načina klikom na gumb sa simbolom sunca (odnosno mjeseca) u navigacijskoj traci.

Zbog lakše diferencijacije, u nastavku potpoglavlja će pacijent koristiti tamni način, a djelatnik svijetli.

Kao i pacijent, djelatnik na svojoj kontrolnoj ploči vidi raspored svojih termina i detalje o istima (Slika 6.22).

The screenshot displays a doctor's control panel with two main sections: 'Moj raspored' (My Schedule) and 'Odabrani termin:' (Selected Appointment:). The 'Moj raspored' section shows a calendar for the period from 22. siječnja to 28. siječnja. It lists four appointments, all at the 'Electrotherapy Zone':

- Ponedjeljak, 22. siječnja, 8:00 - 9:00
- Utorak, 23. siječnja, 19:00 - 20:00
- Četvrtak, 25. siječnja, 8:00 - 9:00
- Četvrtak, 25. siječnja, 12:00 - 13:00

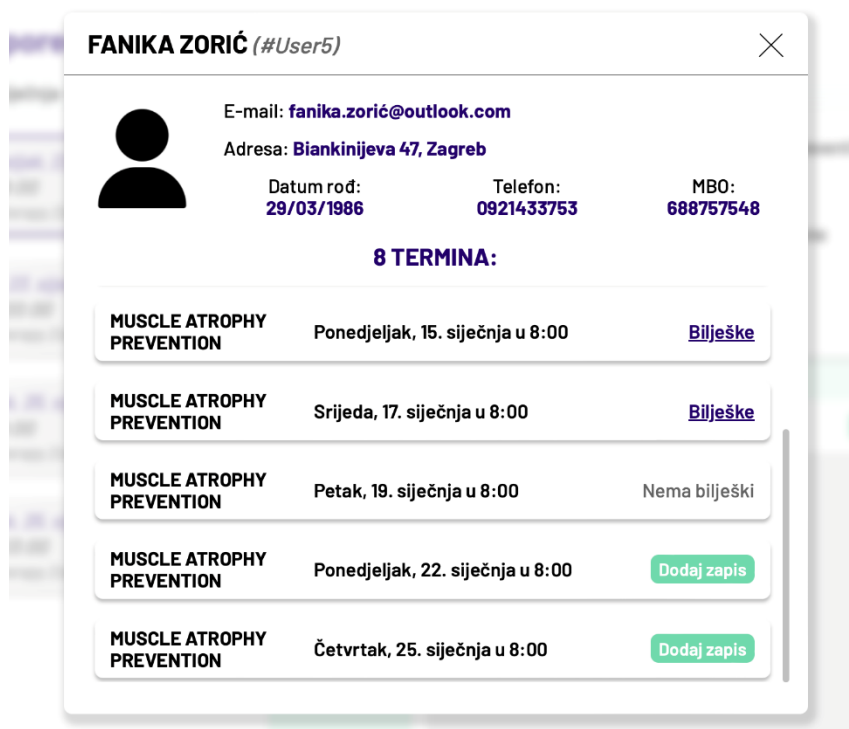
The 'Odabrani termin:' section provides details for the selected appointment on Monday, 22. siječnja:

- Terapija: Muscle atrophy prevention
- Vrijeme: 8:00 - 9:00
- Lokacija: Electrotherapy Zone
- Broj termina: 7/9
- Pacijent: [Fanika Zorić](#)

Below the appointment details is a section for 'Vaša bilješka:' (Your Note:), which includes a text area containing the note 'sve grmi top' and a green 'Uredi zapis' (Edit Note) button.

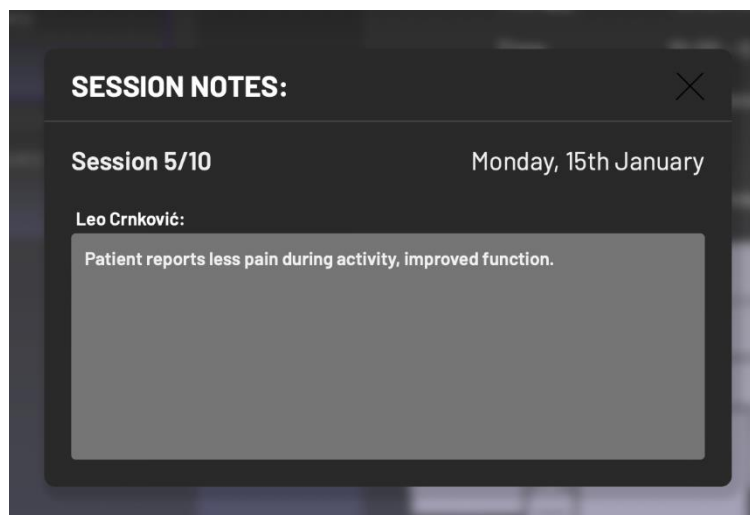
Slika 6.22 Liječnikova kontrolna ploča

S ovog prikaza direktno može unijeti bilješke za navedeni termin, a klikom na ime pacijenta otvara se skočni prozor sa popisom svih dosadašnjih termina i njihovim bilješkama (Slika 6.23). Na taj način djelatnik može vidjeti i bilješke koje su drugi djelatnici pisali za pojedinog pacijenta.



Slika 6.23 Skočni prozor s informacijama o prošlim terminima

Nakon što je bilješka unesena, korisnik je obaviješten te može pregledati tekst same bilješke (Slika 6.24).



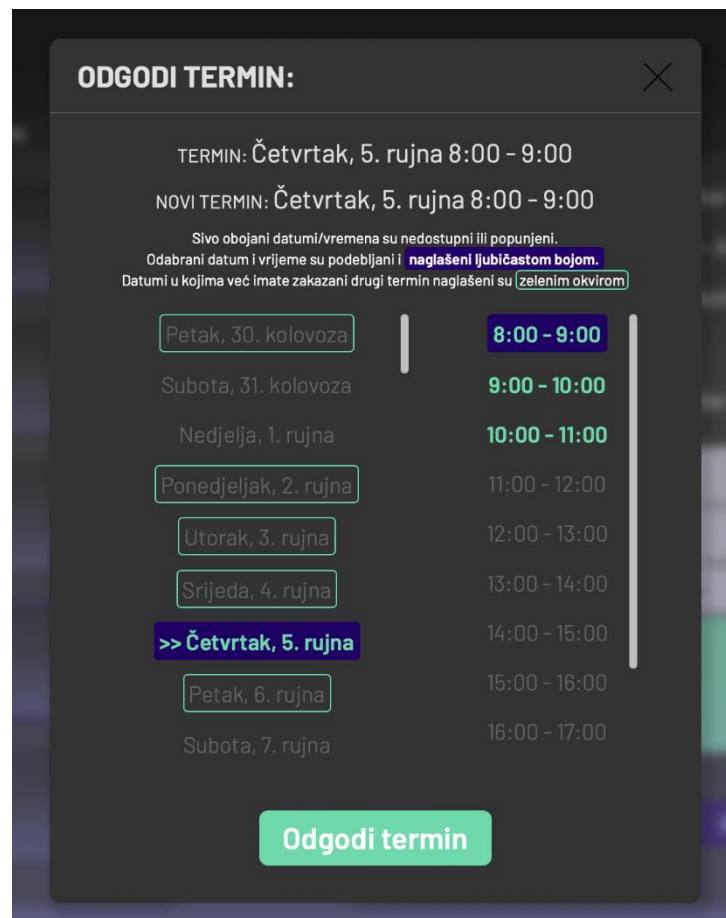
Slika 6.24 Prikaz bilješki iz perspektive pacijenta

Ovakav pristup vođenju evidencije termina dopušta transparentan i konkretan način da korisnik i ostali djelatnici u svakom trenutku vide komentare o napretku pacijenta bez potrebe za neugodnim razgovorima i subjektivnim mišljenjima samog pacijenta.

6.2.5. Izmjena i otkazivanje termina

Korisnik može otkazati ili pomaknuti termin samo u slučaju da je do istog preostalo minimalno 48 sati.

To radi na način da iz kalendara odabere željeni termin čime dobija detaljnije informacije na desnoj strani ekrana. Zatim klikom na gumb “*Odgodi termin*” se otvara skočni prozor sa specificiranim pravilima odgode termina i ponudom dostupnih termina. (Slika 6.25)



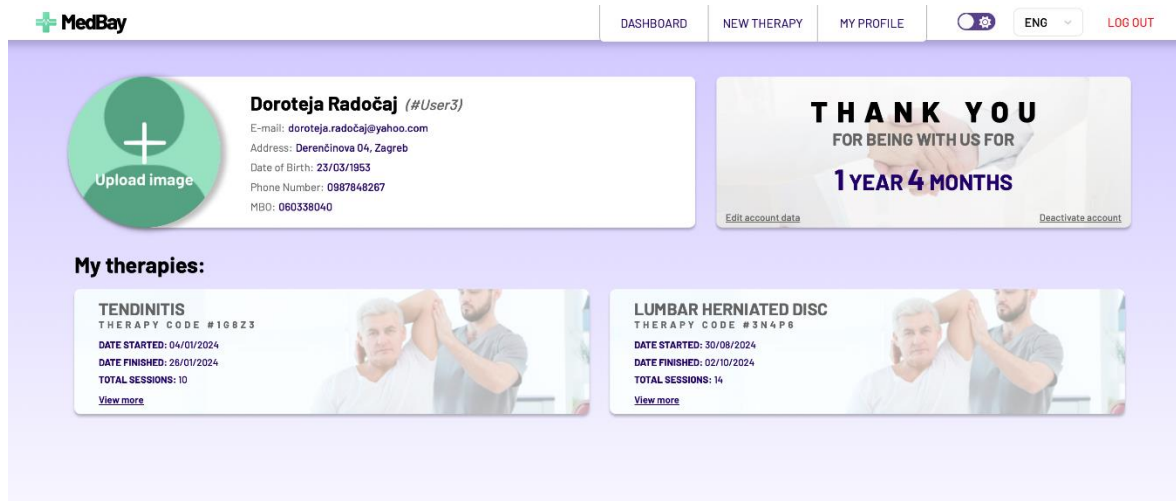
Slika 6.25 Prozor za odgodu termina

Nakon odabira novog željenog termina sustav će korisnika još jednom upitati za potvrdu odluke, a ukoliko je ona uspješna, termin će biti izmijenjen.

6.2.6. Dodatne funkcionalnosti

6.2.6.1 Korisnički profili

Svaki korisnik posjeduje korisnički profil na kojem može pregledati osobne informacije i vidjeti podatke o prošlim terapijama (Slika 6.26)



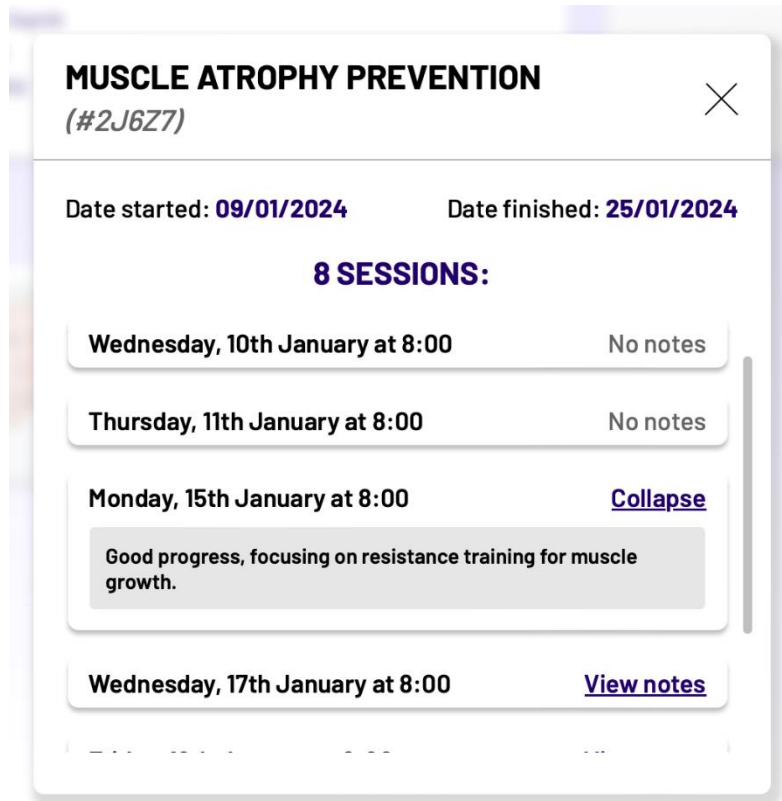
Slika 6.26 Prikaz korisničkog profila

Klikom na poveznicu *Edit account data*, otvara se skočni prozor s mogućnošću mijenjanja osobnih podataka (Slika 6.27).

The 'EDIT ACCOUNT DATA' modal form contains the following fields and controls: Name (Doroteja), Surname (Radočaj), E-mail (doroteja.radočaj@yahoo.com), Address (Derenčinova 04, Zagreb), Date Of Birth (23/03/1953), Phone Number (0987848267), and MBO (060338040). A Password field is present with a 'Change password' button and a 'CANCEL' button. A note indicates '(Input current password first)'.

Slika 6.27 Prozor za izmjenu osobnih podataka

Ako korisnik želi vidjeti detalje o terapijama, klikom na karticu terapije otvara se skočni prozor s detaljima o navedenoj terapiji (Slika 6.28)



Slika 6.28 Detalji o terapiji

Konačno, korisnik u iznimnim slučajevima može i deaktivirati vlastiti profil.

6.2.6.2 Djelatničke funkcionalnosti

Osim zapisivanja bilješki i pregledavanja vlastitog kalendara koji su navedeni kroz tijek osnovnog obrasca korištenja, djelatnik ima pristup bazi podataka pacijenata te može pregledavati njihovu povijest terapija (Slika 6.29)

SHOWING: SEARCH RESULT (all patients)

#	NAME	SURNAME	E-MAIL	ADDRESS	DOB	PHONE	MBO	
76	Nino	Tadić	nino.tadic@icloud.com	Buliceva 23, Zagreb	02/10/2002	0971880410	592119574	DETAILS
77	Rajko	Kovač	rajko.kovac@yahoo.com	Livadiceva 38, Zagreb	28/09/1993	0912970910	423171818	DETAILS
78	Tin	Bašić	tin.bašić@yahoo.com	Martićeva 09, Zagreb	17/10/2001	0910058140	472254491	DETAILS
79	Miloš	Matijević	miloš.matijević@yahoo.com	Trg hrvatskih velikana 30, Zagreb	19/07/1972	0989480898	105842753	DETAILS
80	Fran	Samardžić	fran.samardžić@gmail.com	Utješinićeva 47, Zagreb	17/02/2003	0982661711	517334661	DETAILS
81	Valent	Majstorović	valent.majstorović@gmail.com	Vlaška 09, Zagreb	16/11/1975	0959912826	130104982	DETAILS
82	Valent	Butković	valent.butković@gmail.com	Švearova 22, Zagreb	22/06/1989	0984046006	293300548	DETAILS
83	Manuel	Petric	manuel.petric@gmail.com	Novakova 17, Zagreb	03/06/1996	0987569699	524506508	DETAILS
84	Andro	Vojnović	andro.vojnović@gmail.com	Babukićeva 06, Zagreb	07/01/1955	0989660693	366673053	DETAILS
85	Gojko	Kovačević	gojko.kovacevic@gmail.com	Šubićeva 13, Zagreb	03/05/1993	0984800570	789610460	DETAILS
86	Zlatko	Katić	zlatko.katic@outlook.com	Ulica Ante Kovačića 42, Zagreb	06/02/1980	0953234465	271071030	DETAILS
87	Milan	Barbarić	milan.barbarić@yahoo.com	Teslina 42, Zagreb	29/05/1958	0917958064	753883734	DETAILS
88	Mladen	Burić	mladen.buric@gmail.com	Ribnjak 45, Zagreb	03/10/2004	0958747935	829908366	DETAILS
89	Valentin	Marić	valentin.marić@yahoo.com	Ilica 36, Zagreb	12/01/1994	0924230749	808880990	DETAILS
90	Vanja	Bartulović	vanja.bartulović@gmail.com	Kačićeva 43, Zagreb	29/12/1953	0913980220	328434825	DETAILS

Slika 6.29 Baza podataka pacijenta

Zbog sigurnosnih razloga i zaštite osobnih podataka, važno je naglasiti kako djelatnik ima direktan pristup samo onim pacijentima kojima je on vodio terapije, dok ostalim pacijentima može pristupiti samo pretragom po identifikatoru.

6.2.6.3 Administratorske funkcionalnosti

U prethodnim je poglavljima opisan mehanizam potvrde korisničkih računa i terapija od strane administratora, ali osim verifikacija administrator ima sljedeće funkcionalnosti:

- Pregled glavnog kalendara
- Upravljanje korisničkim računima djelatnika i pacijenata
- Upravljanje resursima i terapijama
- Evidencija statistike

Na glavnom je kalendaru vidljiv broj zakazanih terapija po svakom terminu (Slika 6.30)

Appointment Calendar

Use the filters to search for appointments by patient, therapist, or therapy name.

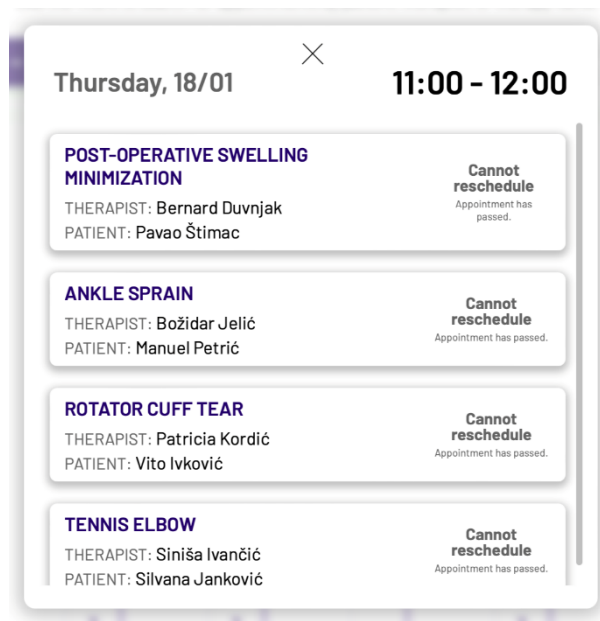
Time / Date	Jan 15, Monday	Jan 16, Tuesday	Jan 17, Wednesday	Jan 18, Thursday	Jan 19, Friday
08:00	7	2	4	5	4
09:00	4	1		4	
10:00	5	2	6	5	3
11:00	4		1	4	1
12:00	4	2	4	1	3
13:00	1	1		1	3
14:00				1	2
15:00	3	2	1	2	4

Slika 6.30 Administratorov glavni kalendar

Na prvi se pogled kalendar može činiti neintuitivan, međutim sadrži jako velik broj informacija u jako jednostavnom sučelju.

Kalendar se može pretraživati i po ključnoj riječi (ime djelatnika, pacijenta, terapije ili resursa), a može se i dodatno filtrirati da se ključna riječ gleda u samo jednoj od tih kategorija.

Pritiskom na određeni kvadrat prikazuje se popis svih terapija u tom terminu te se daje mogućnost administratoru da pomakne određeni termin ukoliko je to moguće (Slika 6.31)



Slika 6.31 Prikaz svih terapija po terminu

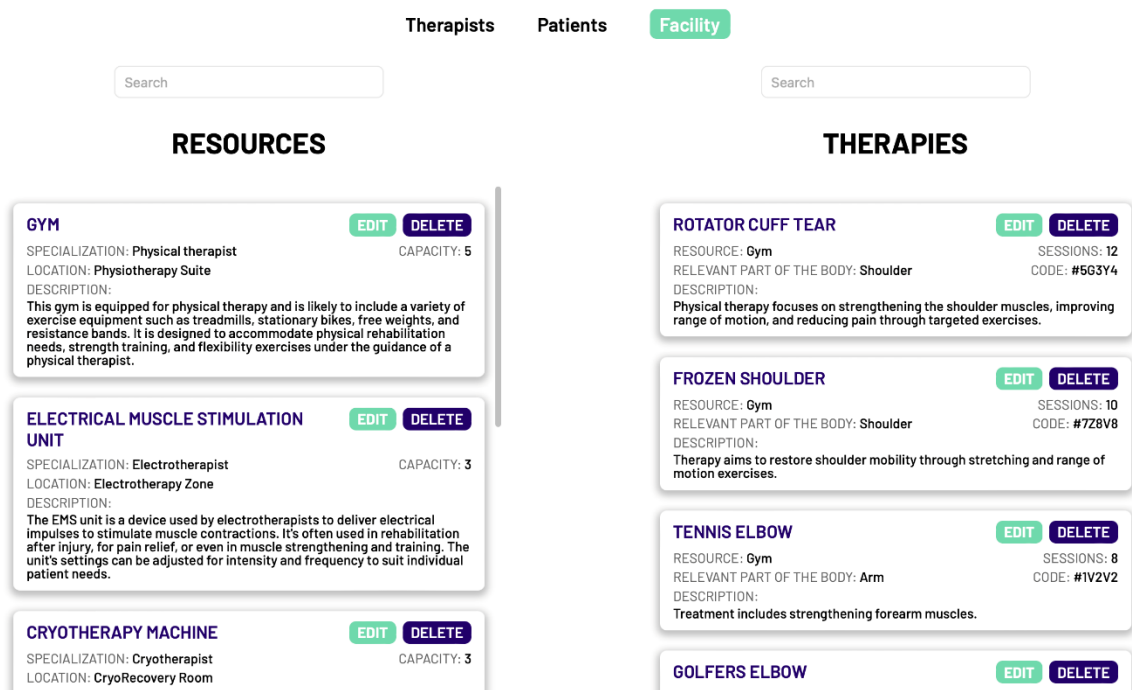
Što se tiče upravljanja korisničkih računa, administrator može dodavati, pregledavati, uređivati i deaktivirati račune djelatnika (Slika 6.32) i korisnika.

Therapists
Patients
Facility

#	NAME	SURNAME	E-MAIL	SPECIALIZATION	EMPLOYED SINCE	ADD NEW	
1	Dragica	Tomašić	dragica.tomasic@outlook.com	Physical therapist	21/12/2022	EDIT	DEACTIVATE
2	Ilinka	Budimir	ilinka.budimir@outlook.com	Electrotherapist	01/11/2022	EDIT	DEACTIVATE
3	Vilma	Stojanović	vilma.stojanovic@icloud.com	Thermotherapist	09/03/2023	EDIT	DEACTIVATE
4	Tina	Vlašić	tina.vlasic@yahoo.com	Hydrotherapist	20/06/2023	EDIT	DEACTIVATE
5	Patricia	Kordić	patricia.kordic@yahoo.com	Physical therapist	27/11/2022	EDIT	DEACTIVATE
6	Klaudija	Gregurić	klaudija.greguric@icloud.com	Hydrotherapist	01/11/2022	EDIT	DEACTIVATE
7	Tomislava	Brkić	tomislava.brkic@outlook.com	Physical therapist	24/03/2023	EDIT	DEACTIVATE
8	Irma	Vlahović	irma.vlahovic@gmail.com	Cryotherapist	13/07/2023	EDIT	DEACTIVATE
9	Paulina	Čosić	paulina.cosic@icloud.com	Hydrotherapist	17/12/2023	EDIT	DEACTIVATE
10	Ena	Grgić	ena.grgic@yahoo.com	Physical therapist	10/08/2023	EDIT	DEACTIVATE
11	Jakov	Savić	jakov.savic@outlook.com	Electrotherapist	15/11/2022	EDIT	DEACTIVATE
12	Marinko	Ivanković	marinko.ivankovic@gmail.com	Physical therapist	10/01/2023	EDIT	DEACTIVATE
13	Niko	Turković	niko.turkovic@yahoo.com	Hydrotherapist	29/10/2023	EDIT	DEACTIVATE
14	Siniša	Ivančić	siniša.ivancic@gmail.com	Physical therapist	10/11/2022	EDIT	DEACTIVATE
15	Viktor	Pavlović	viktor.pavlovic@outlook.com	Physical therapist	18/08/2023	EDIT	DEACTIVATE

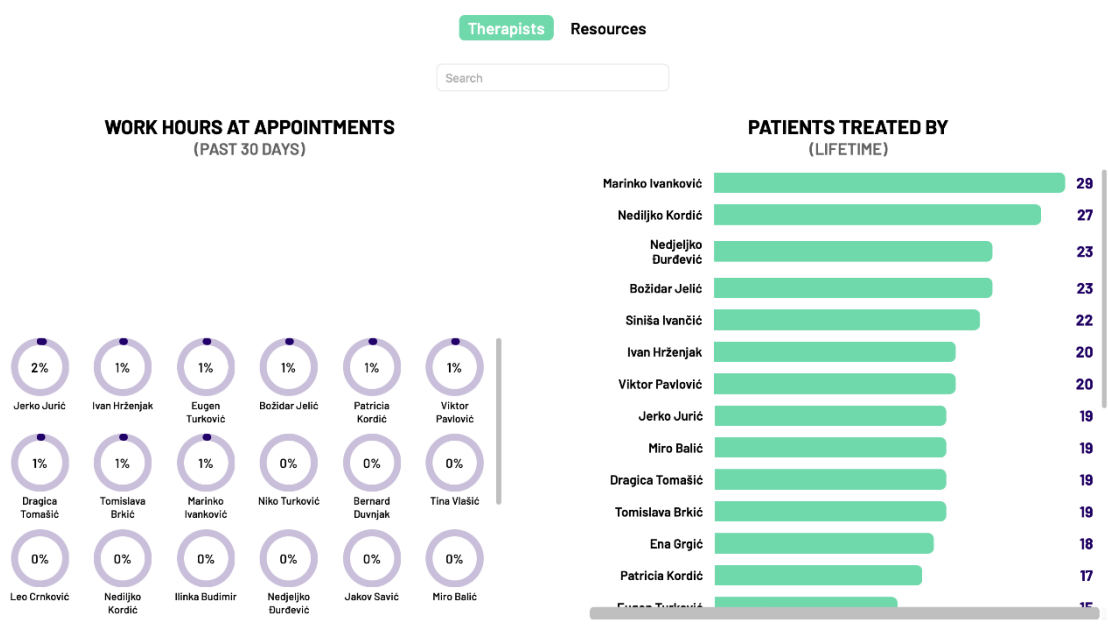
Slika 6.32 Pregled pacijenata iz administratorskog sučelja

Također, administrator može upravljati resursima i terapijama (Slika 6.33).



Slika 6.33 Upravljanje resursima i terapijama

Konačno, administrator može i pratiti statistike popunjenosti djelatnika u posljednjih 30 dana, kao i broj ukupno tretiranih pacijenata (Slika 6.34).



Slika 6.34 Statistika u administratorskom sučelju

Analogno vrijedi i za resurse, odnosno prostore i dostupne uređaje u instituciji.

7. Povratne informacije

Budući da su svi članovi tima s Fakulteta elektrotehnike i računarstva u trenutku nastanka projekta bili studenti 3. godine preddiplomskog studija, tim je aplikaciju MedBay razvijao kao projektni zadatak na kolegiju Programsko inženjerstvo pod mentorstvom doc. dr. sc. Miljenka Krhena.

Komentar doc. dr. sc. Miljenka Krhena dan je u nastavku:

Grupa studenata koja je razvila aplikaciju MedBay jedna je od najboljih i najangažiranijih grupa od svih grupa studenata koje su ove, a i nekoliko prošlih, akademskih godina radile na rješavanju projektnog zadatka u okviru predmeta Programsko inženjerstvo.

Tijekom rada pokazali su izuzetno veliku zainteresiranost za rješavanje pred njih postavljenih zadataka pri čemu su pokazali da su vrlo dobro savladali sve izazove koji se javljaju prilikom razvoja složenijih aplikacija. Koristili su suvremene metode, tehnike i alate koji se koriste u suvremenom okruženju za potrebe razvoja aplikacija.

Rezultat toga bila je potpuno funkcionalna i na javnoj adresi dostupna aplikacija MedBay u kojoj su bila implementirana rješenja problema uočenih pri administraciji medicinske rehabilitacije. O pojedinim problemima za koje je su postojale određene nejasnoće su se konzultirali s studentima Medicinskog fakulteta.

Sama aplikacija realizirana je na suvremeni način poštujući sve paradigme razvoja aplikacija, tj. programskog inženjerstva. U cilju poboljšanja lakoće upotrebe realiziran je i mogućnost odabira tamnog načina rada i višejezična struktura. Kao posebni dodatak implementiran je umjetno inteligencijski dio (AI Chatbot) za pomoć pri radu s aplikacijom i kao pomoć pri ispravnom dijagnosticiranju problema. Za tu namjenu AI sustav je koristio uobičajene medicinske protokole za uspostavu dijagnoza.

Aplikacija MedBay uvelike olakšava komunikaciju između potencijalnih korisnika usluge medicinske rehabilitacije i djelatnika institucija koje pružaju te usluge. Osim toga smanjuje se i potreba za fizičkim odlascima i putovanjima, nepotrebno korištenje pisanih dokumenata što u današnjem svijetu postaje sve važnije zbog potrebe smanjivanja svih mogućih negativnih utjecaja na okoliš.

Na kraju semestra, od ukupno 600-tinjak studenata koji su pohađali kolegij odabrani su timovi s najboljim projektima te su svoje radove predstavili na prezentaciji otvorenoj za javnost u dvorani D1. Jedan od predstavljenih projekata bio je i MedBay.

Sudeći po reakciji publike, predstavljanje platforme MedBay bilo je veliki uspjeh te su i članovi ostalih timova složno tvrdili kako se radi o najrazrađenijem projektu.

Iskreno, kad sam čuo da je ovaj projekt rad studentske ekipe, prvo sam pomislio da se netko šali. Nevjerojatno je kako su uspjeli napraviti nešto što izgleda kao da je već spremno za tržište! Mislim, svaka čast svima, ali ova ekipa stvarno ima potencijal da transformira zdravstveni sustav. AI chatbot jest kao da su spojili Siri i Dr. Housea, samo bez sarkazma. Iskreno, mislim da bi mogli dobiti Rektorovu nagradu samo za to. Jedva čekam vidjeti kako će aplikacija nastaviti s razvojem! Bravo ekipa!

Maksim Madžar, student 3. godine preddiplomskog studija računarstva

Pozitivno mišljenje o projektu imao je i izv. prof. dr. sc. Vlado Sruk:

Kao jedan od najuspješnije realiziranih projekata među 57 timova na kolegiju Programsko inženjerstvo, ovaj je tim slučajnim odabirom bio prvi na redu za prezentaciju. Njihova profesionalnost i kvaliteta izvedbe odmah su me ugodno iznenadili. Poštovali su sve preporuke, uključujući precizno pridržavanje vremenskog okvira prezentacije, jasno rješenje koje njihova aplikacija nudi, iznadprosječan broj ključnih funkcionalnosti, naprednu tehničku arhitekturu, te na kraju demonstrirali rad aplikacije.

Moj prvi komentar ostalim studentima bio je: 'Ovaj tim je postavio visoku letvicu.' I zbilja njihov rad nije samo nadmašio prosječni angažman studenata, već su svojim timskim pristupom pokazali izvanredno razumijevanje programskog inženjerstva.

Značajno su proširili svoja praktična i teorijska znanja iz računarstva te su demonstrirali kako se tehnološka rješenja mogu primijeniti u društveno korisne svrhe. Njihova aplikacija MedBay ne samo da poboljšava korisničko iskustvo i učinkovitost zdravstvenih usluga, već i optimizira resurse na način koji nadmašuje postojeća službena rješenja.

Dodatno, snimka predstavljanja projekta objavljena je na platformi LinkedIn te je zabilježila više od 6000 impresija, što svjedoči o tome da i šira publika prepoznaje važnost projekta.

8. Planovi za budućnost

MedBay kao potpuna i funkcionalna aplikacija ipak predstavlja samo tzv. *proof of concept* unutar šireg zdravstvenog sustava.

Projekt je dokazao kako ovakva platforma rješava mnoge manjkavosti u sferi rehabilitacije, ali je evidentno kako se slične mehanike mogu primijeniti i na ostalim područjima zdravstvene skrbi.

Što se trenutne platforme tiče, bitno se opredijeliti za pristup daljnjem razvoju iste. MedBay se može usmjeriti prema tome da postane:

- SaaS (*Software As A Service*) aplikacija koja će se modificirati za svakog posebnog klijenta (bolnicu) i nuditi svakoj ustanovi posebno
- Dio centralnog bolničkog informacijskog sustava na državnoj razini

Bez obzira na odabrano usmjerenje, jasno je kako potrebno uložiti još mnogo rada kako bi projekt u stvarnom svijetu riješio sve probleme koje trenutno rješava u izoliranim uvjetima.

Po dovršetku istoga fokus bi definitivno prešao na modernizaciju ostalih dijelova zdravstvenog sustava, a konkretan način realizacije takvoga plana bio bi puno jasniji nakon iskustva prikupljenog u čitavom životnom ciklusu projekta MedBay.

9. Zaključak

Zaključno, ovaj rad pokazuje kako su studenti Medicinskog fakulteta svjesni brojnih zaostalosti i izazova s kojima se suočava hrvatski zdravstveni sustav, posebno u području organizacije i administracije zdravstvenih usluga. Istovremeno, studenti Fakulteta elektrotehnike i računarstva prepoznali su potencijal tehnologije u rješavanju navedenih problema.

Kombinirajući svoja znanja i vještine, studenti ovih dvaju fakulteta razvili su platformu MedBay koristeći tehnologije poput Spring Boota, PostgreSQL-a i Reacta. Kao rezultat rada stvorena je aplikacija koja pruža inovativno rješenje za organizaciju i upravljanje fizikalnom terapijom, učinkovito rješavajući mnoge izazove s kojima se pacijenti i zdravstveni djelatnici suočavaju u svakodnevnom radu. MedBay centralizira procese rehabilitacije, optimizira raspored termina i digitalizira brojne administrativne zadatke, čime se smanjuje potreba za nepotrebnim dolascima u zdravstvene ustanove i poboljšava opća kvaliteta usluge.

Kroz ovaj projekt, dokazano je da suradnja između medicinskih stručnjaka i inženjera računarstva može rezultirati praktičnim tehnološkim rješenjima koja mogu znatno unaprijediti funkcioniranje zdravstvenog sustava, počevši od mikropodručja poput fizikalne rehabilitacije. MedBay stoga predstavlja važan korak prema modernizaciji i efikasnijem pružanju zdravstvenih usluga u Hrvatskoj.

10. Sažetak

Autori: Karlo Vrančić, Ian Balen, Lovro Dujić, Ivan Kordić, Tea Četojević-Tisaj, Niko Kaštelan, Nikola Baretić, Nika Radičević

Naslov: Platforma za medicinsku rehabilitaciju MedBay u naprednoj digitalizaciji zdravstvenog sustava

Činjenica je da hrvatsko (a najčešće i globalno) zdravstvo ne prati svjetski tehnološki razvoj što ostavlja negativne posljedice na kvalitetu zdravstvene usluge.

Jedan od nusprodukata napretka tehnologije jest alijenacija pojedinaca koji imaju sve veću tendenciju vjerovati nepovjerljivim zdravstvenim savjetima s Interneta umjesto konzultacije sa stručnjacima zbog nemogućnosti da sustav koji podupire te stručnjake zadrži korak s vremenom. Protiv tehnologije se nema smisla boriti, već ju treba okrenuti u svoju korist.

Zato je kao plod kolaboracije studenata Fakulteta elektrotehnike i računarstva te Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu stvorena platforma MedBay.

Sama platforma rješava uzak problem unutar šireg zdravstvenog sustava u vidu centraliziranog rješenja za administraciju i organizaciju fizikalne terapije. Već kao takva pozitivno djeluje na milijune korisnika takvih usluga, ali još bitnije služi kao legitiman tzv. *proof of concept* za izradu daljnjih rješenja.

Stvorena je potpuno funkcionalna aplikacija koja centralizira sustav fizikalne rehabilitacije te na taj način sistematizira i olakšava čitav proces rehabilitacije za pacijente i djelatnike.

Pacijent stvara korisnički račun te nakon verifikacije od strane administratora može unijeti broj uputnice koji po uspješnoj provjeri dopušta stvaranje nove terapije. Korisnik sam odabire termine ovisno o dostupnosti djelatnika i potrebnih resursa. Za vrijeme terapije djelatnik bilježi napredak pacijenta, a po potrebi pacijenti i djelatnici mogu pomicati i otkazivati termine. Za potrebe rješavanja optimizacijskog problema raspodjele termina, umjesto A1 papira i olovke kao dosadašnje metode, stvoren je napredni algoritam koji pronalazi optimalne termina kako za pacijenta, tako i za djelatništvo.

Osim temeljnih mehanika, implementirane su i dodatne funkcionalnosti poput AI *chatbota* koji služi za pomoć pri dijagnostici problema jer je istreniran na skupu visoko sofisticiranih medicinskih protokola za različite ozljede, ali i pri samom snalaženju na platformi MedBay jer je detaljno naučen kako koristiti istu. Zajedno sa podržanim tamnim načinom i

višejezičnošću, ovakve funkcionalnosti uvelike povećavaju pristupačnost koja je od ključne važnosti budući da su česti korisnici ovakvih usluga pojedinci treće životne dobi.

Dodatno, digitalizacija mnogih dosad manualnih mehanika štiti prirodu i donosi očuvanju okoliša. Korištenjem platforme MedBay eliminira se potreba za brojnim dolascima u bolnicu koji ne podrazumijevaju sam čin terapije, masovnu upotrebu papira i sl.

Konačno, može se zaključiti da je stvoren cjelovit sustav s mnogim prednostima za sve vrste korisnika istog koji osim trenutne koristi potencijalno predstavlja prvi korak ka široj revitalizaciji zdravstvenog sustava.

Ključne riječi: zdravstveni sustav, digitalizacija, MedBay, pristupačnost, AI pomoćnik

11. Summary

Authors: Karlo Vrančić, Ian Balen, Lovro Dujčić, Ivan Kordić, Tea Četojević-Tisaj, Niko Kaštelan, Nikola Baretić, Nika Radičević

Title: MedBay platform for medical rehabilitation in the advanced digitalisation of the healthcare system

It is a fact that the Croatian healthcare system, and often healthcare systems globally, do not keep pace with global technological advancements, which negatively affects the quality of healthcare services. One of the byproducts of technological progress is the alienation of individuals who increasingly tend to trust unreliable health advice from the Internet rather than consulting experts, due to the inability of the system that supports these experts to keep up with the times. It is not sensible to fight against technology; instead, it should be turned to our advantage.

This is why, as a result of the collaboration between students from the Faculty of Electrical Engineering and Computing and the Faculty of Medicine at the University of Zagreb, the MedBay platform was created. The platform addresses a specific issue within the broader healthcare system by providing a centralized solution for the administration and organization of physical therapy. As such, it already positively impacts millions of users of these services, but more importantly, it serves as a legitimate proof of concept for the development of further solutions.

A fully functional application has been developed that centralizes the physical rehabilitation system, thereby systematizing and facilitating the entire rehabilitation process for both patients and staff. Patients create a user account, and after verification by an administrator, they can enter a referral number, which, upon successful verification, allows the creation of a new therapy. Users can select their appointments based on the availability of staff and necessary resources. During therapy, staff record the patient's progress, and if necessary, patients and staff can reschedule or cancel appointments. To address the optimization problem of scheduling, an advanced algorithm has been created to find optimal appointment times for both patients and staff, replacing the previous method of using A1 paper and pencil.

In addition to the core mechanics, additional functionalities have been implemented, such as an AI chatbot that assists in diagnosing issues, as it is trained on a set of highly sophisticated medical protocols for various injuries. It also helps users navigate the MedBay platform as

it is thoroughly taught how to use it. Together with features like a supported dark mode and multilingual options, these functionalities greatly enhance accessibility, which is crucial given that older individuals are frequent users of such services.

Moreover, the digitalization of many previously manual processes helps protect the environment. By using the MedBay platform, the need for numerous hospital visits that do not involve the therapy itself, as well as the mass use of paper, is eliminated.

In conclusion, it can be said that a comprehensive system with numerous benefits for all types of users has been created, which, beyond its immediate advantages, potentially represents the first step towards broader revitalization of the healthcare system.

Keywords: healthcare system, digitalization, MedBay, accessibility, AI assistant

Literatura

- [1] Atlas liječništva. Poveznica: <https://atlas.hlk.hr/atlas>; pristupljeno 10. kolovoza 2024.
- [2] *Pravo na zdravstvenu zaštitu iz obaveznoga zdravstvenog osiguranja*, HZZO. Poveznica: <https://hzzo.hr/obvezno-zdravstveno-osiguranje-0/pravo-na-zdravstvenu-zastitu-iz-obaveznoga-zdravstvenog>; pristupljeno 10. kolovoza 2024.
- [3] OECD/European Observatory on Health Systems and Policies (2023), Hrvatska: *Pregled stanja zdravlja i zdravstvene zaštite 2023, State of Health in the EU*, OECD Publishing, Paris/European Observatory on Health Systems and Policies, Brussels.
- [4] Klinički bolnički centar. Poveznica: <https://www.kbc-zagreb.hr>; pristupljeno 17. kolovoza 2024.
- [5] Bobinac, A., *Pristup zdravstvenim uslugama u Hrvatskoj*, (2003). Poveznica: https://www.cms.hr/system/publication/pdf/95/Pristup_zdravstvenim_uslugama_u_Hrvatskoj_.pdf;
- [6] Tiseo, I. *Distribution of carbon dioxide emissions produced by the transportation sector worldwide in 2022, by sub sector*, Statista, (2023). Poveznica: <https://www.statista.com/statistics/1185535/transport-carbon-dioxide-emissions-breakdown>; pristupljeno 12. kolovoza 2024.
- [7] *Broj narudžbi na listi narudžbi po ustanovama – Prvi dijagnostički i terapijski postupci*, HZZO. Poveznica: http://www.hzzo-net.hr/dload/eListe/Broj_pacijenata_na_listi_narudzbi_po_ustanovama_prvi_pregledi_dijag_ter_postupaka.html; pristupljeno 10. kolovoza 2024.
- [8] WHO, *Health Care-Associated Infections Fact Sheet*, (2013). Poveznica: https://www.convatec.at/media/1286/gpsc_ccisc_fact_sheet_en.pdf; pristupljeno 13. kolovoza 2024.
- [9] Haque, M., Sartelli, M., McKimm, J., Abu Bakar, M. *Health care-associated infections—An overview*, *Infect. Drug Resist.*, 11, (2018), str. 2321–2333.
- [10] Harding, K., Lewis, A., Taylor, F., *'I just need a plan': Consumer perceptions of waiting for healthcare*, *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 29,6 (2023), str. 976–983

- [11] *Notable Survey: 61% of Patients Skip Medical Appointments Due to Scheduling Hassles*, Notable, (2022). Poveznica: <https://www.notablehealth.com/blog/notable-survey-61-of-patients-skip-medical-appointments-due-to-scheduling-hassles>; pristupljeno 20. kolovoza 2024.
- [12] Lee, V., Earnest, A., Chen, M., Krishnan, B., *Predictors of failed attendances in a multi-specialty outpatient centre using electronic databases*, BMC Health Services Research, 5,51 (2005)
- [13] *NHS to trial tech to cut missed appointments and save up to £20 million*, NHS, (2018). Poveznica: <https://www.england.nhs.uk/2018/10/nhs-to-trial-tech-to-cut-missed-appointments-and-save-up-to-20-million>; pristupljeno 15. kolovoza 2024.
- [14] Slawson, N., *Patients missing their appointments cost the NHS £1bn last year*, The Guardian, (2018). Poveznica: <https://www.theguardian.com/society/2018/jan/02/patients-missing-their-appointments-cost-the-nhs-1bn-last-year>; pristupljeno 15. kolovoza 2024.
- [15] Jiao, W., Chang, A., Ho, M., Lu, Q., Liu, M.T., Schulz, P.J., *Predicting and Empowering Health for Generation Z by Comparing Health Information Seeking and Digital Health Literacy: Cross-Sectional Questionnaire Study*, Journal of Medical Internet Research, 25 (2023)
- [16] Cieza, A., Causey, K., Kamenov, K., Hanson, S.W., Chatterji, S., Vos, T., *Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019*, The Lancet, 396,10267 (2020), str. 2006-2017
- [17] Halfon, P., Egli, Y., Morel, Y., Taffé, P., *The effect of patient, provider and financing regulations on the intensity of ambulatory physical therapy episodes: A multilevel analysis based on routinely available data*, BMC Health Services Research, 15,1 (2015)

Popis slika

Slika 5.1 Relacijski model baze podataka	21
Slika 6.1 Sekvencijski dijagram s osnovnim obrascem korištenja platforme	33
Slika 6.2 Početna stranica platforme	34
Slika 6.3 Prozor za stvaranje novog računa.....	34
Slika 6.4 Skočni prozor koji obavještava korisnika o prijavi	35
Slika 6.5 Početno sučelje administratora	36
Slika 6.6 Prikaz svih novih zahtjeva.....	37
Slika 6.7 Skočni prozor s podacima novog korisničkog računa.....	37
Slika 6.8 Unos poruke za odbijanje kreacije novog korisničkog računa.....	38
Slika 6.9 Potvrda o stvaranju korisničkog profila	39
Slika 6.10 Razgovor s MedBotom.....	41
Slika 6.11 Razgovor s BayBotom.....	42
Slika 6.12 Korisnička kontrolna ploča	43
Slika 6.13 Prvi korak u stvaranju zahtjeva za novu terapiju	43
Slika 6.14 Dijalog za odabir termina	44
Slika 6.15 Završni korak stvaranja zahtjeva za novu terapiju	45
Slika 6.16 Pregled odabranih termina i verifikacija	46
Slika 6.17 Neispravan unos broja uputnice i identifikatora liječnika.....	46
Slika 6.18 Uspješno slanje zahtjeva za stvaranje terapije	47
Slika 6.19 Dijalog za verifikaciju terapije	47
Slika 6.20 Potvrda o početku terapije	48
Slika 6.21 Korisnička kontrolna ploča	49
Slika 6.22 Liječnikova kontrolna ploča.....	50
Slika 6.23 Skočni prozor s informacijama o prošlim terminima.....	51

Slika 6.24 Prikaz bilješki iz perspektive pacijenta	51
Slika 6.25 Prozor za odgodu termina.....	52
Slika 6.26 Prikaz korisničkog profila	53
Slika 6.27 Prozor za izmjenu osobnih podataka.....	53
Slika 6.28 Detalji o terapiji.....	54
Slika 6.29 Baza podataka pacijenta	55
Slika 6.30 Administratorov glavni kalendar.....	56
Slika 6.31 Prikaz svih terapija po terminu.....	57
Slika 6.32 Pregled pacijenata iz administratorskog sučelja.....	57
Slika 6.33 Upravljanje resursima i terapijama.....	58
Slika 6.34 Statistika u administratorskom sučelju.....	58