

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Infotehnoloogia teaduskond

Kiira Ivanova 223031IAIB

**VEEBIRAKENDUSE LOOMINE FÜSIOTERAPEUTIDELE
HARJUTUSKAVADE KOOSTAMISEKS JA HALDAMISEKS**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: Gert Kanter

PhD

Tallinn 2025

Autorideklaratsioon

Kinnitan, et olen koostanud antud lõputöö iseseisvalt ning seda ei ole kellegi teise poolt varem kaitsmisele esitatud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on töös viidatud.

Autor: Kiira Ivanova

04.06.2025

Annotatsioon

Taastusravi on oluline osa paljude patsientide raviteekonnast, kuid selle korraldamine ja jälgimine nõuab meditsiinitöötajatelt palju käsitsi tööd ja ajaressurssi. Digilahendused võimaldavad muuta seda protsessi efektiivsemaks ja läbipaistvamaks nii spetsialistide kui ka patsientide jaoks.

Lõputöö eesmärgiks on arendada infosüsteemi allsüsteemi realiseeriv veebirakendus, mis võimaldab meditsiinitöötajatel luua, muuta ja määrata taastusravi programme patsientidele. Patsientidel on võimalik neile määratud programme mugavalt veebipõhiselt vaadata ning jälgida oma isikliku ravikava täitmist.

Rakenduse arendamisel toetuti eelnevale vajaduste analüüsile ja kasutajaküsitlusele, mille käigus selgus, et olemasolevad tööriistad ei paku piisavalt paindlikkust ega toeta piisavalt harjutuste personaliseerimist patsiendi seisundist lähtuvalt. Valideerimisprotsessis viidi läbi kaks kasutajatestimise vooru, mille tulemusel koguti väärtuslikku tagasisidet ja tehti rakenduses mitmeid täiendusi, et parandada kasutusmugavust, loogikat ja arusaadavust. Teise testimise vooru tagasiside kinnitas, et rakendus on kasutatav, protsessid on selged ning varasemad probleemid on lahendatud.

Töö annab ülevaate infosüsteemi analüüsist, kasutatud tehnoloogiast, loodud rakenduse toimimisloogikast, samuti valideerimistulemuste analüüsist ja arendusprotsessi käigus ilmnunud võimalike edasiarenduste käsitlust.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab 34 lehekülge, 7 peatükki, 3 joonist ja 3 tabelit.

Abstract

Creating a web application for physiotherapists to design and manage exercise programs

Rehabilitation is a crucial phase in many patients' treatment journeys, yet managing and monitoring this process often places a significant manual burden on healthcare professionals. Digital tools can help to make the process more efficient, flexible, and transparent for both therapists and patients.

The goal of this thesis is to develop a web-based application that supports healthcare professionals in managing personalized rehabilitation programs. It enables physiotherapists, rehabilitation specialists, and doctors to create, modify, and assign exercise plans tailored to each patient's needs and progress. Existing templates can be reused, and key parameters like duration, frequency, and exercise order can be customized. Patients can access their assigned programs via a self-service interface, track their progress, and view their therapy schedule. Planned future features include reminders, interactive calendars, personalized filtering, and feedback options to support engagement and adherence.

The application was iteratively developed and validated through two user testing sessions. Feedback from the first round led to several functional and usability improvements, including bug fixes, clearer navigation, and extended personalization options. In the second testing round, users confirmed that the application was understandable and ready for use, with no bugs found and all previously identified issues resolved.

The thesis provides an overview of system analysis, chosen technologies, application structure and logic, validation outcomes, and potential areas for future enhancements based on real user feedback and development experience.

The thesis is written in Estonian and contains 34 pages, 7 chapters, 3 figures, and 3 tables.

Lühendite ja mõistete sõnastik

AI	Tehisintellekt (<i>Artificial Intelligence</i>) – arvutisüsteemide võime sooritada ülesandeid, mis tavaliselt nõuavad inimintelligentsust
Angular	Veebiarenduse raamistik, mis põhineb TypeScriptil ning võimaldab dünaamiliste ühe-lehekülje rakenduste loomist
Bcrypt	Krüptograafiline räsi algoritm paroolide turvaliseks salvestamiseks
CI/CD	Pidev integreerimine ja juurutamine (<i>Continuous Integration / Continuous Deployment</i>)
CSS	Stiililehtede keel (<i>Cascading Style Sheets</i>), millega kujundatakse veebilehtede välimust (nt värvid, paigutus, fondid)
DevOps	Kultuur ja tööriistade kogum, mis ühendab tarkvaraarenduse (Dev) ja IT operatsioonid (Ops), et parandada süsteemide töökindlust ja kiirendada juurutustsükleid
Docker	Konteineriseerimisplatvorm, mis võimaldab rakendusi isoleerida ja käitada sõltumatult keskkonnast
Docker Compose	Tööriist mitme konteineri haldamiseks, määratledes teenused <code>docker-compose.yml</code> faili kaudu
Excel	Microsofti tabelitöötlusrakendus, mida kasutatakse andmete analüüsimiseks ja visualiseerimiseks
Flyway	Andmebaasi migratsioonitööriist, mis kasutab järjestatud SQL- või Java-põhiseid skripte skeemimuudatuste haldamiseks
GitLab	Veebipõhine DevOps-platvorm, mis ühendab lähtekoodi halduse, projektijuhtimise ja CI/CD tööriistad
Google Sheets	Veebipõhine tabelarvutusprogramm, mis võimaldab reaalajas koostööd ja andmete salvestamist pilve
Gradle	Koostetööriist Java ja teiste keelte projektide haldamiseks (<i>Build Tool</i>)
Helm	Pakendihaldustööriist Kubernetesi jaoks, mis võimaldab rakenduste haldamist ja juurutamist
Helm chart	Helmi konfiguratsioonipakett, mis sisaldab rakenduse definitsiooni, väärtusi ja skeeme juurutamiseks Kubernetesis
HL7 FHIR	Tervishoiu andmevahetusstandard, mis võimaldab struktureeritud ja masinloetavat infot tervisesüsteemide vahel (<i>Fast Healthcare Interoperability Resources</i>)

HTML	Hüperteksti märgistuskeel (<i>HyperText Markup Language</i>), mida kasutatakse veebilehtede struktuuri kirjeldamiseks
Java	Objektorienteeritud programmeerimiskeel, mida kasutatakse serveripoolsete rakenduste arendamiseks
JavaScript	Veebibrauseris töötav skriptikeel, mis võimaldab veebilehtede interaktiivsust
JDBC	Java andmebaasi ühendusliides (<i>Java Database Connectivity</i>), mis võimaldab suhelda SQL-andmebaasidega
JSON	Kergekaaluline andmevahetusvorming (<i>JavaScript Object Notation</i>), mida kasutatakse andmete struktureeritud edastamiseks
JSX	JavaScripti süntaksilaiendus, mis võimaldab HTML-laadset märgendit Reacti komponentides
JWT	Avatud standard turvaliseks andmete vahetamiseks (<i>JSON Web Token</i>) autentimise ja autoriseerimise eesmärgil
Liquibase	Andmebaasi skeemimuudatuste haldustööriist, mis võimaldab skeemide versioonihaldust ja automatiseeritud migratsioone
Logback	Java logimisraamistik, mis on SLF4J vaikimisi rakendus
Maven	Koostetööriist ja sõltuvuste haldur, mis põhineb XML-konfiguratsioonil; alternatiiv Gradle'ile
Mobiil-ID	Eesti mobiilipõhine isikutuvastuse ja digiallkirjastamise teenus
OpenAPI/Swagger	Standard API kirjelduste loomiseks ja dokumenteerimiseks, võimaldab automaatset dokumentatsiooni ja testimist
PostgreSQL	Tugev ja avatud lähtekoodiga relatsiooniline andmebaasisüsteem, mis toetab keerukaid SQL-päringuid
Postman	Tööriist REST API-de arendamiseks, testimiseks ja dokumenteerimiseks – võimaldab päringute koostamist ja automatiseeritud testimist
Python	Tõlgendatav, kõrgetasemeline ja mitmeparadigmiline programmeerimiskeel
React	Komponentidel põhinev JavaScripti teek kasutajaliideste loomiseks
REST API	Veebiteenuste arhitektuuriline stiil, mis kasutab HTTP protokollit ja ressursipõhist suhtlust (<i>Representational State Transfer Application Programming Interface</i>)
SCSS	CSS-i laiendus, mis lisab programmeerimisvõimalusi nagu muutujad ja funktsioonid (<i>Sassy CSS</i>)
SLF4J	Java logimise abstraksiooniraamistik (<i>Simple Logging Facade for Java</i>), mis võimaldab valida erinevaid logimisteostusi

Smart-ID	Eesti elektrooniline identiteediteenus, mis võimaldab turvalist isikutuvastust ja digiallkirja andmist
Spring Boot	Java raamistik, mis lihtsustab REST API-de ja teiste veebiteenuste arendamist
SQL	Struktureeritud päringukeel relatsiooniliste andmebaasidega suhtlemiseks (<i>Structured Query Language</i>)
UX/UI	Kasutajakogemus ja kasutajaliidese disain (<i>User Experience / User Interface</i>)
Vue	Progressiivne JavaScripti raamistik kasutajaliideste loomiseks
WCAG	Veebisisu ligipääsetavuse juhised (<i>Web Content Accessibility Guidelines</i>), mille eesmärk on muuta veebilehed ligipääsetavamaks
Word	Microsofti tekstiredaktor, mida kasutatakse dokumentide loomiseks ja töötlemiseks

Sisukord

1	Sissejuhatus.....	13
1.1	Ülesandepüstitus.....	13
1.2	Ülevaade tööst.....	14
2	Infosüsteemi analüüs.....	15
2.1	Olemasolevad lahendused.....	15
2.2	Teenuse valideerimine.....	16
2.2.1	Terapeutide küsitluse analüüs.....	16
2.2.2	Patsientide küsitluse analüüs.....	18
2.3	Nõuded.....	20
2.3.1	Mittefunktsionaalsed nõuded.....	20
2.3.2	Funktsionaalsed nõuded.....	21
3	Tehnoloogiate valik.....	24
3.1	Esikomponendi tehnoloogiad.....	24
3.2	Tagakomponendi tehnoloogiad.....	24
3.3	Andmebaasisüsteemi tehnoloogiad.....	26
4	Rakenduse loomine.....	27
4.1	Arhitektuuriline ülesehitus.....	27
4.1.1	Mikroteenuste paralleelne arendus.....	28
4.1.2	Harjutuste moodul kui eraldiseisev teek.....	28
4.2	Projekti haldus ja töökorraldus.....	28
4.3	Turvalisus ja autentimine.....	29
4.4	Tagakomponendi arendus.....	29
4.4.1	Kihiline arhitektuur: Repository, Service, DTO, Controller.....	29
4.4.2	Andmebaasi suhtlus JDBC Template'iga.....	30
4.4.3	Andmebaasimudel ja skeem.....	30
4.5	Eskomponendi arendus.....	30
4.5.1	Lehe- ja komponentstruktuur.....	31

4.5.2	Valmisrakenduse vaated	31
4.5.3	Alert-sõnumid ja kinnitusdialoogid.....	32
4.6	Teenuste vaheline suhtlus	33
4.7	Vigade käsitlemine ja teavitamine	33
4.8	Serverisse paigaldamine.....	33
5	Tulemuste valideerimine.....	34
5.1	Ühik- ja integratsioonitestimine	34
5.2	Postman kollektsioon.....	34
5.3	Kasutajatestimine.....	34
5.3.1	Teststsenaariumid	35
5.3.2	Kasutajatestimise esimese vooru tagasiside analüüs	36
5.3.3	Tehtud parandused.....	38
5.3.4	Kasutajatestimise teise vooru tagasiside analüüs.....	39
6	Edasine töö rakendusega	41
6.1	Rakenduse viimine iseseisvaks toimivaks lahenduseks	41
6.1.1	Mittefunktsionaalsed arendused	41
6.1.2	Funktsionaalsed arendused ja kasutajate soovitud	42
6.1.3	Harjutusteenuse arendamine ja sisu haldus	42
6.1.4	Patsiendi vaate ja funktsionaalsuse laiendamine	43
6.1.5	Kasutajakogemuse edasine täiustamine	43
6.1.6	Kokkuvõte.....	43
6.2	Integratsioon Eesti tervise infosüsteemidega.....	44
6.2.1	TIS-i ülesehitus ja andmevahetuse loogika	44
6.2.2	Ligipääsuõigused ja autoriseerimisteenus.....	45
6.2.3	Tehnilised eeldused rakenduse poolel.....	45
6.2.4	TEHIKu mittefunktsionaalsete nõuete järgimine	45
6.2.5	Järeldused ja soovitud	46
7	Kokkuvõte.....	47
	Kasutatud kirjandus	48
	Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	50
	Lisa 2 – Füsioterapeutide teenuse valideermise küsitluse kvantitatiivsed tulemused ...	51

Lisa 3 – Füsioterapeutide teenuse valideermise küsitluse kvalitatiivne tagasiside.....	52
Lisa 4 – Patsientide teenuse valideermise küsitluse kvantitatiivsed tulemused	53
Lisa 5 – Patsientide teenuse valideermise küsitluse kvalitatiivne tagasiside.....	56
Lisa 6 – Rakenduse andmebaasimudel	57
Lisa 7 – Rakenduse kuvatõmmised	59
Lisa 8 – Alert-sõnumid ja kinnitusdialoogid.....	66
Lisa 9 – Kasutajaliidese testimise esimese voogu kvantitatiivsed tulemused.....	68
Lisa 10 – Kasutajaliidese testimise esimese voogu kvalitatiivne tagasiside.....	71
Lisa 11 – Kasutajaliidese testimise teise voogu kvalitatiivne tagasiside.....	73

Jooniste loetelu

Joonis 1.	<i>Uue rakenduse soovitud funktsionaalsuse prioriteetid.</i>	17
Joonis 2.	<i>Patsientide kogemus harjutuskavade saamise ja formaatidega.</i>	18
Joonis 3.	<i>Rakenduse arhitektuur.</i>	27

Tabelite loetelu

Tabel 1.	<i>Infosüsteemi mittefunktsionaalsed nõuded.....</i>	20
Tabel 2.	<i>Testimise käigus leitud vead ja nende lahendamine</i>	38
Tabel 3.	<i>Kasutajate soovitud funktsionaalsuse ja kasutusmugavuse parandamiseks</i>	39

1 Sissejuhatus

Taastusravi eesmärk on aidata inimestel liikumisvõime taastamisel, kuid uuringud on näidanud, et patsiendid ei tee sageli piisavalt harjutusi, kuna neil puudub järjepidev juhendamine ja toetav struktuur, mis aitaks neil iseseisvalt harjutusi teha. Füsioterapeutide töökoormus on kõrge – neil ei ole alati piisavalt aega, et iga patsiendi jaoks personaalselt ja süstemaatiliselt harjutuskavu koostada. Sageli tuleb terapeutil harjutused kirjutada manuaalselt või kasutada üldiseid valmisvorme, mis ei arvesta patsiendi vajadustega [1].

Antud probleemi leevendamiseks on oluline pakkuda lahendust, mis aitaks füsioterapeutidel harjutuskavade koostamise protsessi kiirendada ja süsteemsemaks muuta. Lahenduseks saaks olla rakendus, mis pakub terapeutile tööriista, mis võimaldab lihtsalt koostada harjutuskavasid, neid patsiendile määrata ja hallata. Tänu selle abil loodavale selgemale struktuurile saavad patsiendid harjutusjuhiseid, mis toetavad iseseisvat harjutamist, ning terapeutidel on parem ülevaade määratud kavade sisust ja mahust. See aitab säästa aega, vähendada rutiinset käsitööd ning toetada ravi järjepidevust.

1.1 Ülesandepüstitus

Käesoleva lõputöö eesmärk on arendada veebipõhise infosüsteemi prototüüp, mis toetab füsioterapeute harjutuskavade koostamisel, haldamisel ning patsiendi taastumisprotsessi jälgimisel. Süsteem hõlmab nii terapeudi kui ka patsiendi vaadet ning on loodud eesmärgiga lihtsustada tööprotsessi, parandada infovahetust ning muuta raviteekond läbipaistvamaks ja tõhusamaks.

Erilist rõhku on pandud harjutuskavade isikupärastamise võimalustele – iga kava saab seadistada vastavalt patsiendi individuaalsetele vajadustele, tagades terapeutile maksimaalse paindlikkuse. Prototüüp on kavandatud viisil, mis toetab edasist arendust ning loob eeldused selle kasutuselevõtuks ka reaalses kliinilises keskkonnas, sealhulgas haiglates ja teistes tervishoiuasutustes.

Arenduse aluseks on analüüs olemasolevatest lahendustest ning füsioterapeutide seas läbi viidud küsitlus, mille tulemused määrasid arendatava rakenduse põhifunktsioonid ja kasutusloogika.

1.2 Ülevaade tööst

Lõputöö koosneb seitsmest peatükist. Esimeses peatükis tutvustatakse töö eesmärki ning kirjeldatakse süsteemi analüüsi ja kasutajate vajaduste valideerimist. Teises peatükis põhjendatakse kasutatud tehnoloogiate valikut ja võrreldakse neid alternatiividega. Kolmandas peatükis keskendutakse rakenduse arhitektuurile, arendusprotsessile ja turvalahendustele. Neljandas peatükis käsitletakse rakenduse testimist nii tehnilisel kui ka kasutaja tasandil. Viimased peatükid keskenduvad edasistele arendussuundadele ja töö kokkuvõttele.

2 Infosüsteemi analüüs

2.1 Olemasolevad lahendused

Viimastel aastatel on loodud mitmeid digitaalseid lahendusi, mis toetavad füsioteraapia harjutuskavade koostamist ja edastamist. Üks enam levinud platvorm Eestis on Physiotoools, mis on osa laiemast Physitrack platvormist [2]. Physiotoools võimaldab füsioterapeutidel koostada harjutuskavasid, kasutades ulatuslikku harjutuste andmebaasi koos piltide ja juhistega. Rakendus võimaldab mõningal määral individuaalset kohandamist, kuid ei pruugi pakkuda piisavalt paindlikkust ega sügavat isikupärastamist vastavalt iga patsiendi spetsiifilisele seisundile.

Lisaks Physiotooolsile on olemas mitmeid ingliskeelseid platvorme, mis pakuvad sarnaseid võimalusi. Näiteks Wibbi HEP keskendub koduste harjutuskavade loomisele ja jagamisele ning rõhutab visuaalset juhendamist ja lihtsat kasutajaliidest [3]. Samuti pakub Exercise Pro Live pilvepõhist süsteemi harjutuste jagamiseks, koos video- ja tekstijuhenditega [4]. Mõlemad rakendused on kasutusel peamiselt ingliskeelsetes tervishoiusüsteemides ja pole Eestis laiemalt levinud.

Olemasolevatel lahendustel on siiski mitmeid piiranguid. Enamasti on need tasulised, mis võivad piirata nende kasutust väiksemates organisatsioonides või avalikus sektoris. Samuti nõuavad need platvormid terapeudilt palju eeltööd harjutuskavade kohandamisel. Lisaks puudub sageli eesti keele tugi.

Läbiviidud küsitluse tulemused (vt alapeatükk 2.2.1) näitavad, et vaatamata olemasolevatele tööriistadele toimub harjutuste edastamine endiselt sageli paberkandjal või suuliselt, ilma visuaalsete abimaterjalideta. See näitab, et olemasolevad digitaalsed lahendused ei ole suutnud terapeudilist tööprotsessi piisavalt lihtsustada ega muuta neid laialdaselt igapäevases praktikas kasutatavaks. Seega eksisteerib vajadus uue lahenduse järele, mis oleks kasutajasõbralikum, paindlikum, lokaliseeritud ning toetaks tõhusamalt terapeudi tööd harjutuskavade koostamisel.

2.2 Teenuse valideerimine

Enne arendustöödega alustamist viidi läbi veebiküsitlus, mille eesmärk oli paremini mõista, millised probleemid ja ootused on füsioterapeutidel ja patsientidel seoses harjutuskavade koostamise, edastamise ja järgimisega. Soov oli saada selge pilt, millised kitsaskohad praegustes lahendustes esinevad ning millised vajadused võiksid uue rakenduse kaudu täidetud saada.

Küsitlus koosnes kahest osast – üks terapeutidele ja teine patsientidele. Selline lähenemine võimaldas koguda tagasisidet mõlemalt sihtrühmalt ja vaadelda teemat erinevatest vaatenurkadest.

2.2.1 Terapeutide küsitluse analüüs

Käesoleva rakenduse funktsionaalsuse määratlemisel oli üheks oluliseks sisendiks küsitlus füsioterapeutide seas. Küsitluse eesmärgiks oli mõista, millised on tänased praktikad harjutuskavade koostamisel, milliseid digitaalseid tööriistu terapeudid kasutavad, millised probleemid neil nendega tekivad ning millised funktsionaalsused oleksid uues rakenduses kõige olulisemad.

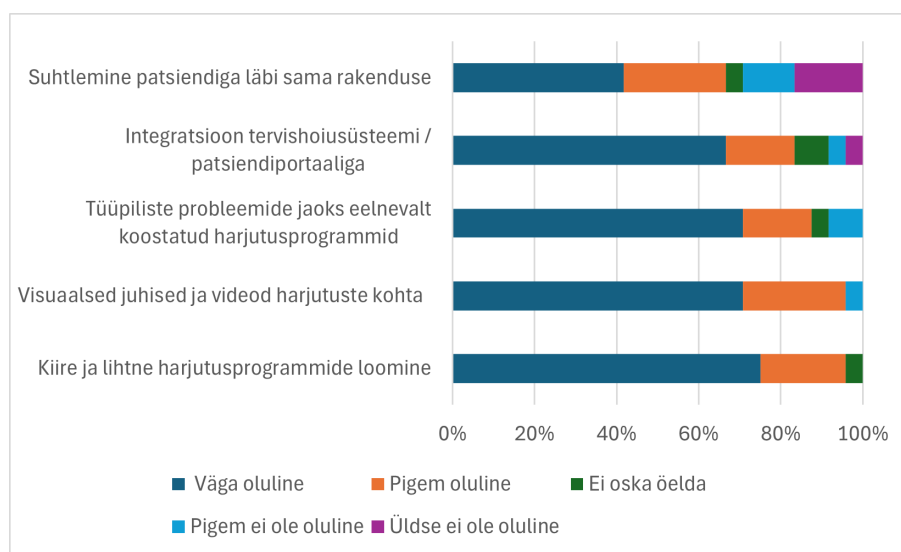
Harjutuskavade koostamine on igapäevane tööosa valdavale osale vastajatest, mis kinnitab, et lahendus peab olema kiiresti kasutatav ja integreeritav igapäevatöösse (Lisa 2, Joonis 4).

Praegused tööriistad ja rahulolu. Digitaalsete tööriistade kasutamine on küllaltki levinud, kus enim mainitud töövahendiks on Physiotools. Alternatiivina kasutatakse sageli paberkandjal juhiseid, samuti Wordi, Excelit ja Google Sheetsi. Leidub terapeute, kes kasutavad patsientide telefonidesse salvestatud pilte ja videoid (Lisa 2, Joonis 5). Siiski on lahendustega rahulolu varieeruv ning ulatub 1 kuni 5 punktini (keskmine 3) (Lisa 2, Joonis 6).

Tugevused olemasolevates lahendustes. Vastajad toovad esile, et olemasolevad lahendused võimaldavad harjutusjuhiste visuaalset esitust, mis toetab patsiendi mõistmist ja sooritust. Samuti hinnatakse võimalust koostada korduvkasutatavaid harjutuskavasid, mida saab kohandada erinevate probleemide korral. Lisaks peetakse oluliseks, et juhised oleksid patsiendi jaoks lihtsasti arusaadavad ja kergesti edastatavad, olgu see siis digitaalselt või prindituna (Lisa 3).

Puudused olemasolevates lahendustes. Küsitluses tõsteti esile mitmeid takistusi, mis vähendavad olemasolevate töövahendite tõhusust. Üheks oluliseks probleemiks on harjutuste piiratud valik ning sobimatute harjutuste rohkus, mis sunnib terapeute kasutama tööriistast väljaspool olevaid lahendusi. Mitmed vastajad rõhutasid, et harjutuskavade koostamine on aeganõudev, eriti kui puudub võimalus kordusi ja seeriaid täpsustada, ajakava seada või olemasolevaid kavasid hõlpsalt uuesti kasutada. Samuti mainiti tehnilisi piiranguid, mis raskendavad töövoogu ja piiravad koostöövõimalusi teiste spetsialistidega (Lisa 3).

Soovitused uue rakenduse funktsionaalsuseks. Terapeutide ootustest joonistusid välja selged prioriteedid rakenduse põhifunktsionaalsuse osas. Kõige olulisemaks peeti võimalust kiiresti ja mugavalt koostada harjutuskavasid, kusjuures kasutajaliidese lihtsus ja töövoosujuvus olid kesksed kriteeriumid. Eriti tähtsaks peeti visuaalse sisu – nii piltide kui videote – olemasolu igale harjutusele. Väärtustati ka eelnevalt valmistatud harjutuskavade olemasolu, mis võimaldaks tüüpiliste kaebuste korral kiiresti alustada ravi ja võimalust integreerida rakendus teiste terviseinfosüsteemidega. Mõnevõrra väiksema tähtsusega, kuid siiski kasulikuks peeti suhtlust patsiendi ja terapeudi vahel rakenduse kaudu (Joonis 1).



Joonis 1. Uue rakenduse soovitud funktsionaalsuse prioriteedid.

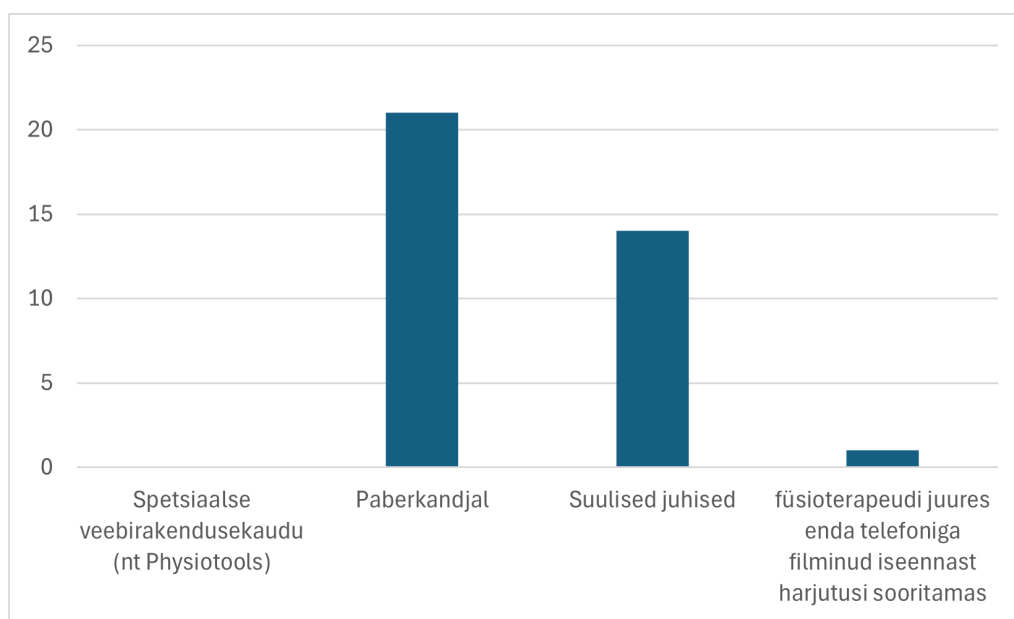
Visuaalide eelistused. Terapeutid eelistavad visuaalseid juhiseid, mis aitavad patsiendil iseseisvalt harjutusi sooritada. Kõige eelistatumaks peeti videoid, kus inimene sooritab harjutust täpselt ja õigesti. Samuti peeti kasulikuks staatilisi pilte harjutuse võtmeasenditest (alg- ja lõppasend) ning liikuvaid GIF-animatsioone. Oluline oli, et visuaalid oleksid selged, korrektsed ja patsiendile kergesti mõistetavad (Lisa 2, Joonis 7).

Vaba vastuse sisendi põhjal tehtud järeldused. Avatud vastustes kajastusid mitmed praktilised vajadused, mille põhjal kujundati rakenduse spetsiifilised funktsionaalsused. Esile kerkis vajadus seada iga harjutuse jaoks täpsed korduste ja seeriade arvud ning võimalus lisada harjutustele individuaalseid kommentaare. Samuti rõhutati, et terapeutil peaks olema võimalus määrata harjutuskavale sagedus ja kestus, et patsient teaks täpselt, kui sageli harjutusi teha. Korduvkasutatavate kavade loomise ja haldamise lihtsus tõusis samuti esile – see vähendab töökoormust ja toetab järjepidevust teraapias (Lisa 3).

Kokkuvõte. Analüüs näitab, et kuigi olemasolevad tööriistad pakuvad terapeudile mõningaid kasulikke funktsioone, esineb mitmeid puudujääke kasutusmugavuse, kohandatavuse ja ajasäästlikkuse osas. Terapeutide selgelt väljendatud ootused uuele lahendusele võimaldasid defineerida rakenduse põhifunktsionaalsuse, mis keskendub kiirusele, isikupärastamisele, visuaalsele selgusele ja töövoole tõhususele.

2.2.2 Patsientide küsitluse analüüs

Patsiendiküsitluse eesmärk oli kaardistada nende kogemusi ja vajadusi seoses harjutuskavadega, mida nad on saanud füsioteraapia käigus. Tulemused annavad olulist teavet selle kohta, kuidas patsiendid mõistavad juhiseid, millist tuge nad vajavad ning milliseid funktsionaalsusi ootavad digitaalselt rakenduselt.



Joonis 2. Patsientide kogemus harjutuskavade saamise ja formaatidega.

Harjutuskavade saamise ja kasutamise kogemus Enamik vastanutest on saanud harjutuskava mõnel korral ning valdavalt paberkandjal või suuliste juhistena. Mõned patsiendid on kasutanud isiklikke nutiseadmeid, et füsioterapeudi juures harjutuste tegemist salvestada ja hiljem meelde tuletada (Joonis 2). Tüüpiline kogemus näitab, et harjutused olid mõistetavad, kuid esines segadust mõnede harjutuste osas. See viitab vajadusele selgemate ja struktureeritumate juhiste järele (Lisa 4, Joonis 8).

Visuaalse sisu olemasolu ja mõju arusaamisele Harjutuskavade visuaalne tugi ei olnud kõikidele patsientidele tagatud. Osad vastajad tõid välja, et harjutused olid illustreeritud, mis parandas oluliselt arusaamist. Teised märkisid, et visuaalid puudusid või olid ebatäielikud. Sellest võib järeldada, et visuaalne tugi – pildid, videod või animatsioonid – mängib kesket rolli harjutuste mõistmisel ja õiges sooritamises (Lisa 4, Joonis 9 ja 10).

Harjutuskavade sobivus Harjutuskavad olid sageli vaid osaliselt kohandatud – kõikidele need ei sobinud. Mõned patsiendid kogesid, et harjutused ei vastanud nende seisundile, samas kui teised hindasid täielikult isikupärastatud kavasid. See viitab terapeudi lähenemise ja tööriistade olulisusele isikupärastamise tagamisel (Lisa 4, Joonis 11).

Olulised funktsioonid ja ootused digitaalsele rakendusele Küsitluses toodi välja mitmeid funktsionaalsusi, mida patsiendid peavad vajalikuks, et digitaalne lahendus toetaks nende taastumist (Lisa 4, Joonis 12). Kõige sagedamini mainitud ootused olid:

- Kergesti mõistetavad juhised
- Individuaalne lähenemine ja kohandamine
- Harjutuste lihtsus ja sobivus patsiendi seisundile
- Edusammude jälgimine ja tagasiside võimalus

Soovitati lisada võimalus patsiendile selgelt kuvada harjutuste sooritamise sagedust ning pakkuda meeldetuletusi, kuna treeningud jäävad sageli tegemata unustamise tõttu (Lisa 5).

Kokkuvõte Küsitlusest joonistub selge vajadus digitaalse tööriista järele, mis võimaldab patsiendile paremat juhendamist, kohandatud harjutuskavu ja tagasisidestatud seiret. Olulised komponendid on visuaalne tugi ning korduste ja seeriade selge märkimine. Lisaks ootavad patsiendid, et rakendus toetaks nende motivatsiooni ja koostööd terapeudiga, võimaldades selget suhtlust ja järjepidevat tagasisidet.

2.3 Nõuded

Selles peatükis on kirjeldatud rakenduse peamised funktsionaalsed ja mittefunktsionaalsed nõuded. Nõuete koostamise aluseks oli kaheosaline lähenemine: ühelt poolt analüüsiti olemasolevaid füsioteraapia valdkonnas kasutatavaid digilahendusi ning teisalt viidi läbi veebiküsitlus füsioterapeutide ja patsientide seas. Kogutud sisendi põhjal kujunes arusaam sellest, millised probleemid on praegu kasutatavatel tööriistadel ning millised ootused on uuele rakendusele. Nende teadmiste põhjal sõnastati rakenduse eesmärgid, olulised funktsioonid ning kvaliteedinõuded.

2.3.1 Mittefunktsionaalsed nõuded

Mittefunktsionaalsed nõuded kirjeldavad seda, millised peavad olema rakenduse kvaliteediomadused – näiteks kui turvaline, mugav ja töökindel see peab olema. Eesmärk on tagada, et rakendust oleks lihtne kasutada, see töötaks kiiresti ja usaldusväärselt, sobiks erinevatele kasutajatele ning oleks tulevikus kergesti laiendatav.

Tabel 1. Infosüsteemi mittefunktsionaalsed nõuded

Tüüp	Nõude kirjeldus
Turvalisus	Kõik kasutajad peavad süsteemi kasutamiseks autentima end isiklike sisselogimisandmetega. Patsientide ja terapeudiandmete turvaliseks hoidmiseks peab paroolide salvestamine toimuma räsitud kujul. Realiseeritud.
Ligipääsetavus	Rakendus peab olema kasutatav ka madalama digipädevusega spetsialistide poolt. Tekstide loetavus, nuppude suurus ja värvi-contrastid peavad vastama WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) standardite miinimumnõuetele. Osaliselt realiseeritud: WCAG juhised on osaliselt arvesse võetud, kuid ligipääsetavuse hindamine ja täiendav kohandamine toimub edasiarenduste käigus.
Töökiirus ja jõudlus	Kõik päringud andmebaasile ja süsteemisisesed toimingud (nt kava salvestamine, patsiendi lisamine) peavad toimuma alla 3 sekundi tavatingimustes. Süsteem peab taluma mitme samaaegse kasutaja tegevust ilma jõudluse märgatava languseta. Osaliselt realiseeritud: rakendus toimib praktikas sujuvalt ja piisava kiirusega, aga põhjalikku jõudlustestimist ei ole veel läbi viidud. Vastav testimine on kavandatud tulevaste arendusetappide osaks.

Jätkub...

Tabel 1 – Jätkub...

Tüüp	Nõude kirjeldus
Kasutajaliides	Rakendus on optimeeritud kasutamiseks lauaarvutis või sülearvutis. Kuigi mobiilseadmete tugi ei ole prioriteet, peab disain jääma responsiivseks ja visuaalselt loetavaks väiksematel ekraanidel. Kasutajaliidese loogika peab vastama tavapärastele UX-praktikatele, et tagada ka tehnilise taustata kasutajate edukas toimetulek. Realiseeritud.
Keel	Süsteemi kasutajaliides peab olema kasutatav eesti keeles, kuna sihtgrupiks on Eesti füsioterapeudid ja patsiendid. Vajadusel peab süsteem olema laiendatav ka teistes keeltes kasutamiseks. Osaliselt realiseeritud: hetkel on kasutajaliides saadaval ainult eesti keeles. Inglise ja vene keele tugi on planeeritud edasiste arenduste käigus, vastavalt kasutajate tagasisidele.
Skaleeritavus ja laiendatavus	Arhitektuur peab toetama süsteemi funktsionaalse kasvu vajadusi. Rakendus peab olema struktureeritud nõnda, et uut funktsionaalsust saaks lisada minimaalsete muudatustega olemasolevates komponentides. Järgida tuleb kõrge sidususe ja madala sidestuse põhimõtteid. Realiseeritud.
Testitavus	Kogu süsteem peab olema üles ehitatud moodulitena, mis võimaldavad üksustestimist (unit testing) ning integreeritud funktsionaaltestide loomist. Oluline on katta testidega vähemalt kõik ärikriitilised komponendid: harjutuskava loomine, määramine ja patsiendi haldus. Realiseeritud.
Turvalisuse auditivõimekus	Süsteemi logides peavad olema jälgitavad kasutajate tegevused, eriti andmete muutmise või määramise puhul. Logimine peab toimuma viisil, mis ei riku kasutajate privaatsust, kuid võimaldab hiljem probleeme diagnoosida. Realiseeritud.

2.3.2 Funktsionaalsed nõuded

Infosüsteemi funktsionaalsed nõuded on jaotatud loogilisteks funktsionaalplokkideks vastavalt kasutajate rollidele ning süsteemi põhifunktsioonidele.

Kasutajakonto haldamine

- Terapeut saab rakendusse sisse logida ja end registreerida autentimissüsteemi kaudu.

Harjutuste sirvimine ja otsimine

- Terapeut saab sirvida kõiki süsteemi sisestatud harjutusi.
- Harjutusi saab filtreerida erinevate kriteeriumide alusel (nt lihasgrupid, vajalikud varustused, raskusaste, harjutuse tüüp).
- Iga harjutuse kohta on võimalik avada detailvaade, kus kuvatakse harjutuse nimi, kirjeldus, juhendiga pilt, vajaminevad varustused, raskusaste, peamised ja teisased lihased kasutatud antud harjutuses.

Harjutuskavade koostamine

- Terapeut saab luua uue harjutuskava nullist või kasutada aluseks varem koostatud kavasid ja kavade malle.
- Harjutuskavale saab määrata nimetuse ja lisada täiendavaid kommentaare või juhiseid.
- Harjutuskava kestuse määramiseks on neli võimalust:
 - konkreetne lõppkuupäev,
 - kestus päevade, nädalate või kuude kaupa,
 - vajalik treeningute arv,
 - määramata kestus.
- Treeningute sageduse saab määrata intervalli (nt „iga 3 päeva pärast“) või eesmärgipõhiselt (nt „10 korda nädalas“).
- Harjutused lisatakse kavasse valikumenüü kaudu.
- Iga harjutuse juurde saab lisada juhised, korduste arvu ja seeriade arvu.
- Harjutuste järjestust saab muuta, et moodustada loogiline ja sobiv järjekord.

Harjutuskavade mallid ja salvestamine

- Terapeut saab kasutada eeldefineeritud harjutuskavasid tüüpiliste probleemide jaoks.
- Kavasid saab kohandada vastavalt patsiendi individuaalsetele vajadustele.
- Terapeut saab salvestada enda loodud harjutuskava edaspidiseks kasutamiseks.

Patsientide haldus

- Terapeut saab lisada patsiente nende isikukoodi alusel. Kui patsient on juba patsiendirakenduses registreerunud, tuvastatakse ta automaatselt. Vajadusel saab lisada ka veel registreerimata patsiente.

- Terapeut saab vaadata patsiendi profiili, mis sisaldab nime, isikukoodi ja määratud harjutuskavasid.
- Patsiente saab otsida nime ja isikukoodi alusel.

Harjutuskavade määramine patsiendile

- Terapeut saab määrata harjutuskava konkreetsele patsiendile.
- Terapeut saab vaadata, millised harjutuskavad on patsiendile määratud.
- Terapeut saab jälgida patsiendi progressi määratud harjutuskava täitmisel.
- Terapeut saab eemaldada patsiendile määratud harjutuskava juhul, kui see on määratud tema enda poolt. Teiste terapeutide määratud kavasid ei ole võimalik eemaldada.
- **Realiseeritakse edasiarenduses:** Harjutuskava määramine võib toimuda terapeudi poolt saadetuna e-kirjaga või prinditud kujul.

Patsiendirakenduse funktsionaalsus

- Patsient saab rakendusse sisse logida ja end registreerida autentimissüsteemi kaudu.
- Patsient saab vaadata talle määratud harjutuskavasid.
- Iga harjutuskava kohta on nähtav detailvaade, mis sisaldab:
 - harjutuskava kestust,
 - soovituslikku treeningute sagedust,
 - eesmärgiks seatud treeningute arvu (arvutatud kestuse ja sageduse põhjal),
 - progressi vaadet,
 - harjutuste loendit,
 - iga harjutuse kirjeldust, juhendiga pilti, korduste ja seeriade arvu.
- Patsient saab märkida harjutusi tehtuks ning jälgida oma edenemist.
- **Realiseeritakse edasiarenduses:** Patsient saab anda terapeudile tagasisidet harjutuskava kohta (nt valu, raskusaste).
- **Realiseeritakse edasiarenduses:** Patsiendil on võimalik lubada rakendusel saata meeldetuletusi harjutuskava sooritamiseks.

3 Tehnoloogiate valik

3.1 Esikomponendi tehnoloogiad

Kasutajaliidese arendamiseks otsustas autor kasutada Reacti, kuna see raamistik võimaldab luua kaasaegseid ja dünaamilisi veebirakendusi komponentide põhised [5]. See tähendab, et iga osa kasutajaliideseist – näiteks harjutusloend, patsiendivalik või filtrid – on eraldi iseseisev komponent, mida on lihtne arendada, testida ja taaskasutada.

Võrreldes teiste populaarsete lahendustega nagu Angular või Vue, tundus React kõige sobivam just selle projekti jaoks. Angular on võimas, aga ühtlasi ka keerulisem ja nõuab rohkem aega õppimiseks ja seadistamiseks. Vue seevastu on lihtsam, aga Reacti kasuks rääkis lai kogukond, rohked valmisraamatukogud ja hea dokumentatsioon, mis aitas arendust kiirendada [6].

Reacti JSX süntaks, kus HTML-laadne struktuur on kirjutatud otse JavaScripti sisse, muudab koodi loetavaks ja arusaadavaks, eriti kui arendaja peab korraga töötama nii kasutajaliidese loogika kui ka selle visuaalse osa kallal [7].

Stiilide haldamisel otsustas autor kasutada SCSS-i, kuna see pakub rohkem võimalusi kui tavaline CSS – näiteks muutujad, pesastamine ja funktsioonid. See teeb stiilikoodi organiseerimise lihtsamaks, eriti kui võtta arvesse projekti kasvu edasiarendamise protsessis [8].

3.2 Tagakomponendi tehnoloogiad

Rakenduse tagumise poole – ehk äriloogika ja andmetöötluse – loomiseks otsustas autor kasutada Java programmeerimiskeelt koos Spring Boot raamistikuga [9], [10]. Keelena oli kaalumisel ka Python, mis oma lihtsuse ja kiire prototüüpimisvõime tõttu on populaarne valik paljudes arendusprojektides [11]. Siiski langes valik Java kasuks, kuna projekti vajadused eeldasid klassipõhist arhitektuuri, tugevat tüübiturvet ja paremat jõudlust suuremate andmemahutuste töötlemisel.

Lisaks on Java paremini sobiv struktureeritud, pikaajaliselt hooldatava koodi loomiseks. Erinevalt Pythonist, mille dünaamiline andmetüüpide käsitlemine võib põhjustada raskemini tuvastatavaid vigu suuremas koodibaasis, võimaldab Java staatiline andmetüüpide käsitlemine juba varakult vigasid avastada. Ka objekti-orienteeritud lähenemine, millele Java on tugevalt orienteeritud, sobis hästi projekti vajadusele modelleerida selgelt erinevad äriloojika osad – näiteks patsiendid, terapeudid, harjutused ja harjutuskavad [12].

Tagaraamistiku valikul oli võrdluses kaks peamist varianti: Spring Boot ja Micronaut. Micronaut on uuem ja kergema jalajäljega raamistik, mille tugevusteks on kiire käivitusaeg ja madalam mälu kasutus. Need omadused võivad olla olulised ressursside piirangutega keskkondades. Käesoleva rakenduse puhul osutus aga olulisemaks Spring Booti küpsus, stabiilsus ning laialdane ökosüsteem. Spring Booti kasuks rääkis ka selle suur ja aktiivne arendajate kogukond, mis tähendab paremat dokumentatsiooni, rohkem näiteid ning tuge mitmesuguste probleemide lahendamisel. Lisaks pakub Spring Boot mitmeid valmis komponente REST API-de, autentimise, andmebaasiühenduste ja logimise loomiseks, mis kiirendasid arendusprotsessi ja võimaldasid keskenduda äriloojika realiseerimisele, mitte madalama taseme seadistusele. Seetõttu oli Spring Booti valik kõige sobivam antud rakenduse arendamiseks [13].

Rakenduses otsustas autor kasutada REST arhitektuurstiili, mitte GraphQL-i. REST sobib hästi olukordadesse, kus andmete struktuur on suhteliselt stabiilne ja iga kliendipäring vajab selget, ettemääratud andmevormi. RESTi eelisteks on selle lihtsus, lai tugi erinevates raamistikutes ning selge ressursipõhine URL-ide struktuur. Kuigi GraphQL pakub paindlikumat andmete päringut, lubades kliendil täpsustada, milliseid andmevälju vaja on, kaasneb sellega ka keerukam juurutus ning suurem hoolduskulu, eriti just autentimise ja õiguste halduse osas. Kuna antud rakendus ei eelda väga mitmekesiseid ja muutuvaid andmepäringuid, osutus REST praktilisemaks ja hooldatavamaks lahenduseks [14].

Projektide koostamiseks ja sõltuvuste haldamiseks kasutas autor Gradle'it, kuna see on paindlikum kui Maven ning võimaldab kiiremini ja täpsemalt seadistada erinevaid töövooge [15]. See on oluline edasiarenduste jaoks, kus erinevates keskkondades tuleb kasutada eri konfiguratsioone.

3.3 Andmebaasisüsteemi tehnoloogiad

Andmete salvestamiseks ja haldamiseks kasutas autor PostgreSQL-i, mis on stabiilne, võimas ja avatud lähtekoodiga relatsiooniline andmebaasisüsteem. See sobib hästi just selliste struktuursete andmete jaoks, millega projekt töötab – näiteks harjutuskavad, kasutajad ja nendevahelised seosed.

PostgreSQL osutus parimaks valikuks võrreldes näiteks MySQL-i või SQLite-iga. MySQL on samuti levinud ja hästi toetatud, aga PostgreSQL pakub rohkem andmetüüpe, paremat tuge keerulistele päringutele ning täpsemat kontrolli andmete tervikluse üle [16]. SQLite on lihtne ja sobib pigem mobiilirakenduse või väikese rakenduse jaoks, kuid projekt vajab usaldusväärsust ja mitme kasutaja samaaegset andmekasutust.

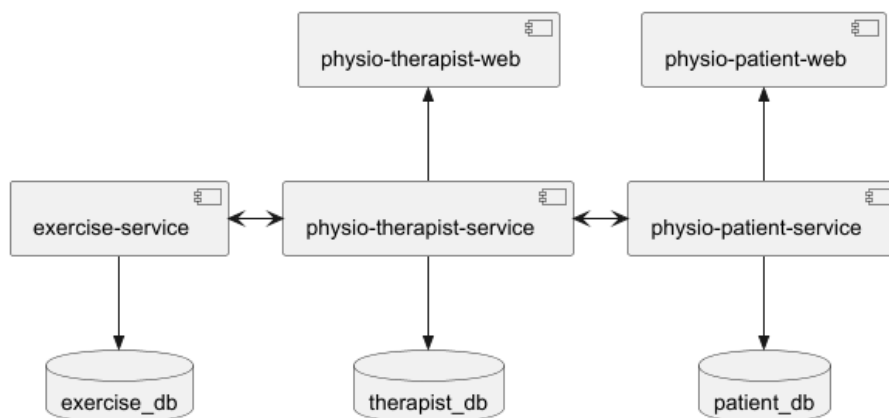
Andmebaasiga suhtlemiseks rakendati JDBC (*Java Database Connectivity*) standardi, mis võimaldab Java rakendusel andmeid andmebaasist lugeda ja kirjutada. Lisaks kasutas autor skeemimuudatuste haldamiseks Liquibase'i, mis aitab hoida andmebaasi struktuuri kooskõlas koodibaasiga. Võrreldes alternatiivse lahenduse, Flyway'ga, pakub Liquibase rohkem võimalusi keerukamate muudatuste korral – näiteks tingimuslikud skeemimuudatused või keskkonnapõhine käitumine [17].

4 Rakenduse loomine

Käesolevas peatükis kirjeldatakse loodud rakenduse arendusprotsessi ning tuuakse välja olulisemad tehnilised ja arhitektuurilised valikud, mis töö käigus tehti. Arendusprotsess ei olnud lineaarselt jaotatud etappideks, vaid paljuski iteratiivne ning paralleelne, kus erinevad rakenduse osad kujunesid samaaegselt vastavalt vajadustele ja prioriteetidele. Lähtekood on avalik ja saadaval GitLab repodes¹.

4.1 Arhitektuuriline ülesehitus

Rakenduse arendamisel oli üheks oluliseks lähtekohaks mikroteenustel põhinev arhitektuur, mis võimaldab süsteemi paremini hallata, laiendada ja hooldada. Arendusprotsessi käigus otsustati arendada eraldiseisvad teenused terapeudi, patsiendi ning harjutuste funktsionaalsuse jaoks (vt Joonis 3). Selline jaotus võimaldab iga teenust arendada ja juurutada iseseisvalt ning vajadusel ka eraldi skaleerida.



Joonis 3. Rakenduse arhitektuur.

¹Füsioterapeutide teenus: <https://gitlab.cs.ttu.ee/kiivan/physio-therapist>; Patsientide teenus: <https://gitlab.cs.ttu.ee/kiivan/physio-patient>; Harjutuste teenus: <https://gitlab.cs.ttu.ee/kiivan/pt-exercise>.

4.1.1 Mikroteenuste paralleelne arendus

Arenduse käigus töötati terapeudi, patsiendi ja harjutuste teenustega paralleelselt. Selline lähenemine võimaldas erinevaid funktsionaalsusi arendada sõltumatult ning testida neid iseseisvalt juba varajases faasis. Iga teenus oli üles ehitatud kui eraldi rakendus, millel oli oma andmebaas ning API ja kasutajaliides (vajadusel). Paralleelne tööjaotus võimaldas kiiremat prototüüpimist ja võimaldas arendusprotsessi paremini planeerida vastavalt sprintide prioriteetidele.

4.1.2 Harjutuste moodul kui eraldiseisev teek

Harjutuste teenus ehitati eraldi repositooriumina, et toetada tulevikus plaanitavat arhitektuurilist lahendust, kus harjutuste haldus muutub keskseks ja taaskasutatavaks komponendiks mitme erineva süsteemi jaoks. Antud lahenduse eesmärk oli valmistada ette pinnas suuremahulise harjutuste andmeteegi loomiseks, mis toimib sõltumatu teenusena. Selline modulaarne lähenemine võimaldab rakendust kergemini laiendada, hoida äriloogika selgelt eraldatuna ning saavutada kõrgem koodibaasi korduvkasutatavus ja skaleeritavus tulevikus.

Rakenduse arenduse käigus kasutati mitmete harjutuste visuaalse esituse jaoks illustreerivaid pildid, mis pärinevad veebilehelt <https://workoutlabs.com/exercise-guide/>. Kõik pildid, millel on nähtav *WorkoutLabs* logo, on lisatud autori loal spetsiaalselt käesoleva lõputöö tarbeks. Kirjalik luba nende piltide kasutamiseks on olemas ja vajadusel esitatav juhendajale või komisjonile.

4.2 Projekti haldus ja töökorraldus

Projekti arendusprotsessi juhtimiseks kasutati GitLab platvormi, mis pakkus kõikehõlmavat keskkonda nii lähtekoodi haldamiseks kui ka tööülesannete jälgimiseks. Kõik rakenduse komponendid olid versioneeritud.

Töökorralduses võeti aluseks *SCRUM* arendusmetoodika, mille abil jaotati töö väiksemateks ajaliselt piiritletud tsükliteks ehk sprintideks. Iga sprint kestis üks kuni kaks nädalat ning selle alguses seati konkreetne eesmärk ja ülesannete hulk, mida sooviti saavutada.

Tööülesannete haldamiseks ja planeerimiseks kasutati GitLab'i *issue tracking* ja *milestone*

funktsioone. Iga planeeritud ülesanne loodi eraldi *issue*’na ning seoti vastava sprindiga. Ülesannete edenemist jälgiti GitLabi *board* vaates, kus iga ülesanne liikus läbi etappide – „Backlog“, „In Progress“ ja „Resolved“.

4.3 Turvalisus ja autentimine

Kasutaja autentimine ja sessiooni haldus põhinesid *JWT* (JSON Web Token) mehhanismil. Pärast edukat sisselogimist väljastatakse kasutajale allkirjastatud JWT-token, mis sisaldab olulisemaid identiteediga seotud andmeid. Iga päring, mis nõuab autentimist, peab sisaldama seda tokenit päises. Teenus valideerib tokeni autentsuse ja kehtivusaja ning võimaldab sellele vastava ligipääsutaseme.

Paroolide turvaliseks hoidmiseks rakendati *BCrypt* räsimisalgoritmi. Kasutaja registreerimisel räsitakse sisestatud parool enne andmebaasi salvestamist. Samamoodi kontrollitakse sisselogimisel sisestatud parooli vastavust räsitud väärtusele. *BCrypt* lisab igale paroolile unikaalse „soola“ ja rakendab kohandatavat iteratsioonide arvu, muutes räsimurdmise rünnakud ebaefektiivseks.

4.4 Tagakomponendi arendus

4.4.1 Kihiline arhitektuur: Repository, Service, DTO, Controller

Rakenduse backend jaguneb nelja põhilisse kihti: *Controller*, *Service*, *Repository* ja *DTO* (Data Transfer Object). Selline struktuur järgib tarkvaraarhitektuuri parimaid praktikaid ja soodustab puhtamat, skaleeritavamat ning paremini testitavat koodi.

- **Controller-kiht** vastutab HTTP-päringute vastuvõtmise ja neile vastamise eest. See kiht on otseselt seotud kasutajaliidesest või muudest teenustest tulevate päringutega ning kutsub tööks vajalikke teenuseid teenusekihist.
- **Service-kiht** sisaldab äriloogikat ning orienteerub tegevuste sisulisele läbiviimisele. See kiht toimib vahendajana kontrolleri ja andmekihi vahel, hoides kontrolleri lihtsana ja andmepöörduse abstraktsena.
- **Repository-kiht** tegeleb andmebaasiga suhtlemisega ning sisaldab päringute tegemiseks vajalikke meetodeid. Kasutati *JdbcTemplate* lahendust, mis võimaldab SQL-põhist, kuid mugavalt hallatavat andmebaasipöördust.

- **DTO-kiht** ehk andmekandjad võimaldavad andmete liikumist erinevate kihtide vahel ilma, et andmebaasimudel oleks otseselt seotud näiteks väliste API-de või kasutajaliidese struktuuriga. DTO kasutamine aitab hoida sisemised struktuurid kapseldatuna ja toetab arhitektuuri paindlikkust.

Selline kihiline lähenemine võimaldab süsteemi komponentidel olla iseseisvalt testitavad, muudab koodi loetavamaks ja hooldatavamaks ning võimaldab vajadusel igat kihti sõltumatult muuta või asendada. Arhitektuurne lahendus toetab ka tulevikus teenuse skaleerimist ning eraldi mikroteenusteks jagamist, kui see peaks osutuma vajalikuks.

4.4.2 Andmebaasi suhtlus JDBC Template'iga

Rakenduses teostatakse andmebaasipöördused Springi *JdbcTemplate* abil, mis pakub paindlikku ja madalama taseme kontrolli SQL-päringute teostamiseks võrreldes näiteks JPA-ga. *JdbcTemplate* võimaldab kirjutada selgeid ja optimeeritud SQL-käskke ning annab arendajale täpse kontrolli, kuidas andmeid loetakse ja kirjutatakse. Iga päring on otseselt nähtav ning andmesidumine toimub käsitsi, mis teeb selle sobilikuks süsteemidele, kus andmebaasi struktuur on selge ja kontrollitav. See lähenemine võimaldas hoida koodi läbipaistvana, ilma liigsete abstraktsioonikihtideta, samas säilitades testitavuse ja modulaarse struktuuri.

4.4.3 Andmebaasimudel ja skeem

Rakenduse andmemudel on loodud toetama mitut erinevat teenust, mis kasutavad oma andmebaasi skeemi. Olulisemad tabelid hõlmavad kasutajate (terapeudid ja patsiendid) andmeid, harjutuste metainfot ja harjutuskavade andmeid ning seoseid nende vahel. Iga teenuse andmebaas on isoleeritud ja optimeeritud vastavalt konkreetse teenuse vajadustele. Tabelitevahelised seosed on loodud võõrvõtmete abil, et tagada andmete terviklikkus ja vältida dubleerimist (Lisa 6).

4.5 Eeskomponendi arendus

Kasutajaliidese arendus mängis olulist rolli rakenduse tervikpildis, kuna just eeskomponent on see, mille kaudu lõppkasutaja rakendusega suhtleb.

4.5.1 Lehe- ja komponentstruktuur

Kasutajaliides ehitati üles moodulitena, jagades liidese loogiliselt lehtedeks (*pages*) ja korduvkasutatavateks komponentideks (*components*). Iga leht vastutas konkreetse funktsionaalsuse eest, näiteks harjutuste haldus või kasutajate sisselogimine, samas kui väiksemad komponendid – nagu nupud, vormid ja kaardid – olid loodud nii, et neid sai mitmel lehel taaskasutada. Selline jaotus aitas hoida koodi selgena ja paremini hallatavana, võimaldades tulevikus kiiremat muudatuste tegemist.

4.5.2 Valmisrakenduse vaated

Füsioterapeutide teenuse vaated:

- **Sisselogimise ja registreerimise vaade**

Vaade võimaldab kasutajate autentimist. Kasutajaliides on lihtne ja intuitiivne – sisestatakse kasutaja andmed (Lisa 7, Joonis 16a ja Joonis 16b).

- **Harjutuste vaade**

Kuvab terapeutile kõik olemasolevad harjutused kaardipõhiselt. Iga kaardi peal on harjutuse nimi, lühikirjeldus ja joonis harjutuse juhendiga. Vaatesse on lisatud filtrid lihasgrupi, raskusastme, varustuse ja harjutuse tüübi alusel, mis lihtsustab sobiva harjutuse leidmist. Nimekirjavaade toetab testtsenaariumis harjutuste otsimist (Lisa 7, Joonis 17).

- **Harjutuse detailvaade**

Näitab harjutuse kohta detailsemat infot: juhendiga pilt, kirjeldus, seotud lihasgrupid ja kasutatav varustus. Kasutajaliidese struktuur järgib visuaalse hierarhia põhimõtteid – pealkiri, pilt, kirjeldus ja tehnilised detailid on selgelt eristatud (Lisa 7, Joonis 29).

- **Uue harjutuskava loomise vaade**

Leht võimaldab nullist koostada uue harjutuskava. Kasutaja valib harjutused Harjutuste vaadest. Kasutaja saab anda kavale nime, lisada kommentaare, määrata kestuse ja treeningusageduse. Harjutused lisatakse valikumenüü kaudu ning igaühele saab määrata korduste/seeriade arvu ning täiendavad juhised (Lisa 7, Joonis 18, Joonis 19 ja Joonis 20).

- **Harjutuskavade vaade**

Vaade sisaldab eeldefineeritud kavasid, mida saab kasutada uue kava aluseks ja

terapeudi poolt loodud ja salvestatud kavade loetelu. Harjutuskava vaade sisaldab andmeid valitud harjutuskava kohta ka loendi harjutustega (Lisa 7, Joonis 21 ja Joonis 22).

■ **Patsientide halduse vaade**

Terapeut saab otsida ja lisada patsiente isikukoodi alusel. Vaates on nähtavad patsiendi nimi ja isikukood (Lisa 7, Joonis 23 ja Joonis 40).

■ **Patsiendi profiilivaade**

Näitab patsiendi üldandmeid ja määratud harjutuskavasid. Iga kava kõrval on võimalus vaadata selle sisu ja kustutada, kui see on määratud vastava terapeudi poolt. Vaade toetab progressi jälgimist (Lisa 7, Joonis 25, Joonis 26 ja Joonis 27).

■ **Kava määramise vaade**

Terapeut valib patsiendi profiili alt sobiva harjutuskava ja määrab selle kasutajale või valib patsiendi otse harjutuskava vaadest (Lisa 7, Joonis 28).

Patsiendi teenuse vaated:

■ **Patsiendirakenduse koduleht**

Kuvab patsiendile üldvaate tema aktiivsetest harjutuskavadest. Vaates on selgelt nähtav progress, eesmärk ja järgmine planeeritud tegevus. Kujundus on suunatud motiveerimisele ja lihtsusele (Lisa 7, Joonis 30 ja Joonis 31).

■ **Patsiendi harjutuskava detailvaade**

Kuvab patsiendile määratud kava detailid: treeningute arv, kestus, iga harjutuse juhised ja kordused. Iga harjutus on tähistatud värvikoodiga (tehtud/tegemata), võimaldades visuaalset ülevaadet progressist. Harjutuskava vaade sisaldab infot patsiendi edenemisest antud kavas (Lisa 7, Joonis 32, Joonis 33, Joonis 34a ja Joonis 34b).

4.5.3 Alert-sõnumid ja kinnitusdialoogid

Et parandada kasutajakogemust ja anda kasutajale selget tagasisidet tema tegevuste kohta, implementeeriti kasutajaliidesesse mitmesuguseid teavitusi. Näiteks pärast edukat andmete salvestamist kuvatakse teavitus, samas kui vigade korral – nagu vale parool või puuduv väli – kuvatakse hoiatussõnum. Lisaks kasutati oluliste tegevuste puhul, nagu kustutamine, kinnitusdialooge, mis nõuavad kasutajalt täiendavat kinnitust. See lähenemine aitab ennetada

eksimusi ning loob usaldusväärsema ja intuitiivsema kasutajaliidese (Lisa 8).

4.6 Teenuste vaheline suhtlus

Rakendus põhineb mikroteenuste arhitektuuril, mis tähendab, et iga teenus töötab eraldi seisvana ja suhtleb teistega läbi määratletud liideste. Selleks kasutatakse REST API-sid, mis võimaldavad teenustel andmeid vahetada ja omavahel koostööd teha.

Teenuste omavaheline suhtlus toimub REST arhitektuuri põhimõtteid järgides, kus iga teenus pakub oma funktsionaalsust HTTP-põhise API kaudu. Päringute tegemiseks teistesse teenustesse kasutatakse Spring raamistiku *RestTemplate* komponenti.

4.7 Vigade käsitlemine ja teavitamine

Usaldusväärse rakenduse loomisel on oluline roll vigade korrektse käsitlemise ja logimise mehhanismidel. Rakenduses implementeeriti tsentraalne veahaldus, mis tagab, et süsteemi sisemised probleemid ei jõua kasutajani toorandmetena. Veateated püütakse kinni globaalses erindihalduris, mis edastab kasutajale arusaadava ja viisaka tagasiside. Samal ajal logitakse vead serverisse, kasutades *SLF4J* ja *Logback* teeki, võimaldades hilisemat analüüsi ja probleemide tuvastamist arenduse või hoolduse käigus.

4.8 Serverisse paigaldamine

Rakenduse reaalne kasutamine eeldas selle paigaldamist serverisse. Paigaldusprotsessi käigus pakiti tagakomponent, eeskomponent ja andmebaas eraldi teenusteks ning konteineriti need Dockeri abil. Iga teenus töötab eraldi konteineris ja eraldi pordil, mis lihtsustab nende haldamist ja skaleerimist.

Teenuste omavahelise suhtluse ja seadistuste haldamiseks kasutati spetsiaalseid konfiguratsioonifaile ning keskkonnamuutujaid, mis võimaldavad paindlikku ja turvalist rakenduse seadistamist erinevates keskkondades. Docker Compose abil kirjeldati kogu süsteemi struktuur ja sõltuvused, võimaldades rakendust käivitada ühtsena ilma vajaduseta lokaalse arendusmasina järele.

5 Tulemuste valideerimine

5.1 Ühik- ja integratsioonitestimine

Arenduse käigus viidi läbi tehniline testimine, et tagada rakenduse komponentide korrektsus ja nende omavaheline koostöö. Ühikutestide abil kontrolliti üksikute meetodite ja teenuste funktsionaalsust, tagades, et need käituvad ootuspäraselt erinevates olukordades. Integratsioonitestid keskendusid mitme komponendi koostöö kontrollimisele, näiteks teenuste ja andmebaasi vahelise suhtluse testimisele. Testimine aitas tuvastada potentsiaalseid vigu varajases staadiumis ja kindlustada süsteemi stabiilsus enne kasutajale üleandmist.

5.2 Postman kollektsioon

Rakenduse REST API testimiseks koostati eraldi Postmani kollektsioon, mis võimaldas manuaalselt kontrollida iga teenuse lõpp-punkte ning automatiseerida regressiooniteste.

Postmani abil koostati kollektsioonid kõikide teenuste REST-päringute testimiseks, sealhulgas autentimine, andmete pärimine, loomine ja muutmine. Iga päring oli varustatud vastava näidissisendi ja oodatud vastusega, mis võimaldas järjepidevalt kontrollida API käitumist.

5.3 Kasutajatestimine

Lisaks tehnilisele valideerimisele viidi läbi ka kasutajatestimine, mille eesmärk oli hinnata rakenduse kasutusmugavust, funktsionaalsuse arusaadavust ning üldist kasutajakogemust. Testimise käigus sooviti mõista, kuivõrd loogilisena ja sujuvana rakenduse erinevad töövood kasutajatele tunduvad ning millised kohad vajavad täiendavat selgitust või ümberkujundamist.

Kasutajatestimise aluseks oli struktureeritud küsimustik koos teststsenaariumitega, mis juhtisid osalejaid läbi rakenduse peamiste funktsionaalsuste. Küsimustik oli ühtne nii terapeutide kui ka potentsiaalsete patsientide (ehk lõppkasutajate) jaoks. Sellise lähenemise eesmärgiks oli saada tagasisidet nii professionaalidelt, kes puutuvad kokku rakenduse

terapeutiliste funktsioonidega, kui ka tavakasutajatelt, kes kogevad teenust patsiendivaates. See võimaldas analüüsida rakenduse sobivust erinevat tüüpi kasutajatele ning tuvastada parenduskohti nii sisulise töövoos kui ka kasutajaliidese tasandil.

Testimises viidi läbi kaks järjestikust testimisvoorut, kus osalejad said juhiseid ja ülesandeid täpselt sama stsenaariumi alusel. Selline lähenemine võimaldas võrrelda osalejate kogemusi ning hinnata, kui ühtlaselt ja loogiliselt rakendus erinevatele kasutajatele toimis.

5.3.1 Teststsenaariumid

Testimiseks koostati detailne stsenaarium, mille põhjal said kasutajad süsteemi funktsionaalsust hinnata. Stsenaarium jagunes loogilisteks sammudeks, mis hõlmasid kõiki olulisemaid tegevusi alates konto loomisest kuni patsiendi kava määramiseni ja progressi jälgimiseni.

1. Konto loomine ja süsteemi üldine ülevaatus

- Ava rakendus lingilt: *Terapeutide rakenduse link*
- Loo endale kasutajakonto ja logi sisse
- Tutvu veebirakenduse võimalustega ja funktsionaalsusega

2. "Harjutused"vaate kasutamine

- Ava *Harjutused* vaade
- Leia harjutus, mis on mõeldud kõhulihaste treenimiseks
- Otsi kõik harjutused, mida saab teha ilma lisavahenditeta
- Ava ühe vabalt valitud harjutuse detailvaade

3. Uue harjutuskava loomine

- Loo uus harjutuskava
- Lisa kava koostisse ligikaudu viis harjutust
- Pane kavale nimi ja kommentaar
- Määra kava kestvus ning soovituslik treeningu sagedus
- Sea iga harjutuse korduste arv
- Muuda harjutuste järjekorda redaktoris
- Salvesta loodud harjutuskava

4. Mallide kasutamine ja kava vaatamine

- Ava *Harjutuskavade mallid*
- Loo uus kava valides sobiva malli

- Vaata kõiki enda loodud kavasid ning veendu, et eelnevalt loodud kava on nähtav

5. Patsientide haldamine ja testimine patsiendi rakenduses

- Leia nimekiri kõigist oma patsientidest
- Lisa uus patsient isikukoodiga 43402160196
- Vaata kõiki temale määratud kavasid
- Lisa veel üks patsient, kes pole veel süsteemis registreeritud – kasuta selleks suvalist isikukoodi
- Ava Patsientide rakendus lingilt: *Patsientide rakenduse link*
- Registreeru patsiendina, kasutades eelnevalt sisestatud isikukoodi
- Ava terapeudi teenuses sama patsiendi profiil, keda just registreerisid

6. Harjutuskava määramine ja progressi jälgimine

- Lisa patsiendile uus harjutuskava
- Ava patsiendi teenuses tema profiil ja vaata määratud kava
- Täida määratud harjutuskava ja märgi oma progress

5.3.2 Kasutajatestimise esimese vooru tagasiside analüüs

Registreerimine ja sisselogimine Kasutajad hindasid konto loomise ja sisselogimise protsessi valdavalt positiivselt, märkides, et tegevused olid loogilised ja kergesti järgitavad. Enamus vastajatest ei esinenud takistusi info sisestamisel ega süsteemi mõistmisel (Lisa 9, Joonis 36). Siiski mainiti mitmel korral, et pärast registreerimist või sisselogimist ilmus valge ekraan, mille tõttu tuli lehte käsitsi värskendada, et korrektne vaade ilmuks. Samuti toodi välja, et puudub e-posti aadressi formaadi kontroll. Ühe soovitusliku täiendusena mainiti võimalust registreerimisel sisestatud salasõna nähtavaks teha ning kuvada kinnitus edukast registreerumisest. Mõned vastajad soovitasid ka lisada alternatiivseid autentimisviise, nagu näiteks Smart-ID (Lisa 10).

Harjutuste otsimine ja filtreerimine Harjutuste kategooriate ja otsingufunktsionaalsuse kasutamine hinnati üldiselt intuitiivseks ja arusaadavaks (Lisa 9, Joonis 37). Otsingu ja filtrite töö loogika oli testijate arvates hästi teostatud. Mõned kasutajad mainisid, et oleks kasulik võimaldada harjutuste filtreerimisel mitme lihasgrupi valimist korraga, et kiirendada sobivate harjutuste leidmist (Lisa 10).

Harjutuskava koostamine Harjutuskava koostamise töövoog sai üldiselt positiivset tagasisidet – kasutajad leidsid, et kõik vajalikud funktsioonid on kergesti leitavad ning nende kasutamine loogiline (Lisa 9, Joonis 38). Kõige kasulikumateks funktsioonideks hinnati harjutuskavale sageduse ja kestuse määramine, iga harjutusele korduste ja seeriade määramine ning harjutuste järjekorra muutmine (Lisa 9, Joonis 39). Kasutajad tõid välja, et harjutuskava salvestamine ei õnnestu, kui sinna pole lisatud harjutusi – seda peeti ebaselgeks ja vajab paremat märgistamist (Lisa 10).

Harjutuskava vaade ja muutmine Harjutuskava vaadet ja muutmise loogikat hinnati kõrge hinnanguga. Vastajate sõnul sisaldas vaade kogu vajalikku infot ning muudatuste tegemine oli kiire ja lihtne. Mitmed vastajad märkisid, et kui valitakse olemasolev mall, võiks nupp „Muuda“ asemel olla näiteks „Loo uus kava“, kuna muidu jääb mulje, et malli ennast hakatakse muutma. Kriitilise tähelepanekuna toodi välja, et koostatud harjutuskava ei saa täiendada uute harjutustega, kui see on juba salvestatud. Samuti tekkis segadust, miks kasutajad said vaadata teiste kasutajatega loodud harjutuskavasid (Lisa 10).

Patsiendi lisamine ja harjutuskava määramine Patsiendi lisamise ja haldamise funktsioonid olid testijate arvates selged ja lihtsalt kasutatavad (Lisa 9, Joonis 40). Mõned kasutajad märkisid, et said määrata harjutuskava patsiendile, kes ei olnud nende nimekirjas, mis võib tekitada segadust. Samuti leiti, et patsiendi teenusevaade on loogiline, kuid oleks hea võimaldada lisada või muuta infot harjutuskava kohta otse patsiendi vaates (Lisa 10).

Harjutuskava progressi määramise ja jälgimise funktsionaalsust hinnati kasulikuks ja toetavaks (Lisa 9, Joonis 41).

Üldmulje ja soovitus Üldmuljet rakendusest hinnati valdavalt väga positiivseks – mitmed vastajad tõid välja, et rakendus on kasulik ja hästi läbimõeldud ning pakub olulist tuge terapeutilises töös. Esitati soovitusi kasutajaliidese visuaalse kujunduse lihtsustamiseks ning rõhutati mobiilivaate olulisust. Korduvalt mainiti vajadust parandada loogikat kasutusvoogudes, näiteks mallide põhjal kavade loomisel ja pooleliolevate tööde haldamisel (Lisa 10).

Kokkuvõte Kasutajatestimise tulemused näitavad, et rakenduse põhifunktsioonid on kasutajate jaoks valdavalt selged ning töövood intuiitiivsed. Tagasiside aitas esile tuua väiksemaid ebaloomingusi ja kitsaskohti, mille kõrvaldamine suurendab rakenduse kasutusmugavust ja

töökindlust. Eriti hinnati selget ja arusaadavat protsessi harjutuskavade koostamisel ning patsiendivaates funktsioone, mis võimaldavad salvestatud kavasid paindlikult kohandada. Kasutajate tähelepanekud ja soovitusel on väärtuslik sisend edasiseks arendustööks.

5.3.3 Tehtud parandused

Tuvastatud tehnilised vead ja kasutusmugavust vähendanud aspektid dokumenteeriti ning parandati enne järgmisse arendusetappi liikumist. Lisaks koguti mitmeid kasulikke ettepanekuid rakenduse funktsionaalsuse ja kasutajaliidese parandamiseks. Osa soovitustest on rakendatud lõputöö arenduste protsessis, ülejäänud on plaanis ellu viia edasiste täiustuste käigus.

Leitud vead ja nende staatus. Alljärgnev tabel koondab testimisel esinenud vead koos nende lahendamise staatusega.

Tabel 2. Testimise käigus leitud vead ja nende lahendamine

Vea kirjeldus	Staatuse
Peale registreerimist või sisselogimist ilmus valge ekraan, mis kadus alles lehte värskendades.	Parandatud
Registreerimisel ei kontrollitud meiliaadressi formaati.	Parandatud
Registreerumispupu vajutamisel ei ilmunud kinnitus, et konto on loodud.	Parandatud
Salvestatud kavas ei olnud võimalik lisada uusi harjutusi.	Parandatud
Kasutaja sai määrata harjutuskava patsiendile, kes ei olnud tema patsient.	Parandatud
Kasutaja sai vaadata harjutuskavasid, mis olid koostatud teiste kasutajatega.	Parandatud
Harjutuskava koostamisel ei saanud salvestada kava, kui selles ei olnud veel harjutusi.	Parandatud

Kasutajatelt kogutud täiendussoovitused. Kasutajatelt saadud tagasiside sisaldas mitmeid konstruktiivseid ettepanekuid, mis puudutasid nii terminoloogiat kui ka funktsionaalsust. Mõned soovitusel realiseeriti kohe, osad on arendusplaani sisestatud.

Tabel 3. *Kasutajate soovitud funktsionaalsuse ja kasutusmugavuse parandamiseks*

Soovituse kirjeldus	Staatus
Pärast registreerumist peaks ilmuma kinnitus „Olete edukalt registreerunud“.	Tehtud
Salasõna nähtavuse võimalus (vaata salasõna) registreerimisvormis.	Planeeritud
Mallide vaates nupu „Muuda“ asemel „Loo uus kava mall“, et vältida segadust.	Tehtud
Filtrite säilitamine harjutuste detailivaate ja tagasi liikumise järel.	Tehtud
Võimalus valida mitu objekti samas kategoorias korraga harjutuste filtreerimisel.	Planeeritud
Võimalus muuta või lisada harjutusi otse patsiendi vaates.	Planeeritud
Mobiilivaate ja parema visuaalse stiili arendamine.	Tehtud

5.3.4 Kasutajatestimise teise vooru tagasiside analüüs

Teine kasutajatestimise voor viidi läbi pärast esimeses voorus ilmnenud vigade ja soovitude põhjal tehtud paranduste rakendamist. Testimises osalesid samad kasutajad, et hinnata, kas muudatused on parandanud rakenduse kasutusmugavust ja funktsionaalsust.

Tagasiside koguti samade küsimuste alusel nagu esimeses voorus. Kõik vastajad kinnitasid, et varasemad probleemid ja ebaselgused on lahendatud ning rakendus on nüüd selgelt mõistetav ja lihtsalt kasutatav.

- **Registreerimis- ja sisselogimisprotsess** oli sujuv ning kõik osalejad märkisid, et nad said probleemideta süsteemi sisse.
- **Harjutuste ja kavade loomine** toimis loogiliselt. Kasutajad mõistsid, kuidas luua uus kava, kasutada malli ning muuta olemasolevaid kavasid.
- **Navigatsioon ja vaated** olid selged ning liikumine rakenduses oli intuitiivne. Varasemad segadust tekitavad kohad (nt mallide kasutamine ja kava salvestamine) olid parandatud.
- **Visuaalne selgus ja kasutajaliides** oli paranenud, eriti mobiilivaates. Kuigi osa soovitusi visuaali osas on veel arenduses, olid juba tehtud täiendused märgatavad.
- **Vead ja tehnilised probleemid** ei ilmnenud. Kõik funktsioonid töötasid ootuspäraselt ning katkematult.

Kasutajad märkisid, et rakenduse teisel kasutuskorral sujus töövoog oluliselt kiiremini, mis viitab vajadusele kaaluda kasutusjuhendi või esmase tutvustava juhise loomist, et toetada kasutajakogemust juba esimesel kasutuskorral.

Kokkuvõttes kinnitasid kõik testijad, et rakendust saab nüüd pidada kasutusvalmiks. Parandused olid mõistetavad ja kasulikud ning kasutajate kogemus oli positiivne. Mõned täiendavad ideed ja soovid esitati tuleviku arendusetappideks, kuid üldine hinnang teise testimisvooru põhjal oli üheselt toetav (Lisa 11).

6 Edasine töö rakendusega

Veebirakendus, mis töötati välja käesoleva lõputöö raames, ei ole lõplik versioon, vaid esmane prototüüp, mille põhjal on planeeritud mitmeid edasiarendusi. Arendustöö tulemusel valmis funktsionaalne süsteemi alus, kuid selleks, et rakendus oleks täielikult kasutuskõlblik reaalsetes kliinilistes tingimustes, on vajalik edasine täiustamine ja täienduste elluviimine.

Teenuse edasiarendamine hõlmab mitut kriitilist komponenti, mis on vajalikud nii funktsionaalsete kui mittefunktsionaalsete nõuete täitmiseks. Järgnev analüüs annab ülevaade töö käigus realiseeritavatest ja realiseerimata jäänud, kuid tulevikus vajaminevatest tehnilistest elementidest.

6.1 Rakenduse viimine iseseisvaks toimivaks lahenduseks

Käesolevas peatükis käsitletakse arendusetappe, mis on vajalikud enne rakenduse lõplikku juurutamist ja kasutusele võtmist realses keskkonnas. Tegemist on nii funktsionaalsete kui ka mittefunktsionaalsete komponentide täiendamise ja stabiliseerimisega, et tagada rakenduse töökindlus, turvalisus ning hea kasutajakogemus. Arendusplaani sisaldab nii kasutajatestimise järel saadud soovitude realiseerimist kui ka üldisi tehnilisi ja arhitektuurilisi ettevalmistusi.

6.1.1 Mittefunktsionaalsed arendused

Rakenduse viimine avalikku kasutusse eeldab kindlate mittefunktsionaalsete aspektide põhjalikku ettevalmistust, mis tagavad süsteemi töökindluse, turvalisuse ja skaleeritavuse.

- **Turvalisuse tugevdamine:** Enne kasutusele võtmist tuleb läbi viia süsteemi turvatestimine. Parandada tuleb kõik võimalikud nõrkused, mis võivad mõjutada andmete konfidentsiaalsust või süsteemi töökindlust.
- **Autentimise täiustamine:** Plaanis on lisada tuge alternatiivsetele autentimisviisidele, näiteks Smart-ID või Mobiil-ID.

- **Jõudlustestimine ja skaleeritavus:** Süsteemile tuleb teha koormustestid, et hinnata selle suutlikkust suurema kasutajate arvu korral. Vajadusel optimeeritakse päringuid ja rakenduse arhitektuuri.
- **Regressioonitestide lisamine:** Arendusprotsessi osaks peab saama automatiseeritud regressioonitestide kogum, mis tagab uute funktsioonide lisamisel olemasolevate osade töökindluse.
- **Andmete varundus ja taasteplaan:** Enne live'i minekut tuleb luua süsteemne andmete varundusmehhanism ning testida andmete taastamise võimalikkust tõrgete korral.
- **Monitooring ja logihaldus:** Tuleb integreerida monitooringu- ja logihalduslahendus, mis võimaldavad tuvastada ja jälgida vigasid ja süsteemi käitumist reaalajas.

6.1.2 Funktsionaalsed arendused ja kasutajate soovitud

Alljärgnevalt on loetletud arendused, mis on tuvastatud kasutajate tagasiside ja testimiste põhjal ning vajavad rakenduse stabiilseks ja täielikuks toimimiseks elluviimist:

- registreerimisel on võimalus salasõna vaadata. Kasutajal peab olema võimalus enda andmed pärast registreerimist muuta;
- harjutuskavade muutmine peab olema võimalik otse harjutuskava vaades;
- harjutuste filtreerimisel võimalus valida mitu objekti ühes kategoorias.

6.1.3 Harjutusteenuse arendamine ja sisu haldus

Hetkel põhineb rakenduses kasutatav harjutuste andmestik välistel allikatel ja puudub ühtne hallatav andmebaas. Enne rakenduse live-versiooni juurutamist tuleb:

- luua struktuurne harjutuste andmebaas, mis sisaldab nii staatilisi pilte kui ka harjutuste õpetuslikke videoid;
- lisada võimalus hallata harjutuste metaandmeid (nt raskusaste, sihtlihasgrupid, sobivus erinevatele patsientidele);
- arendada admin-liides harjutuste lisamiseks ja haldamiseks terapeuti või administraatori poolt.

6.1.4 Patsiendi vaate ja funktsionaalsuse laiendamine

Hetkeseisuga on patsiendivaade piiratud vaid harjutuskavade vaatamise ja iseseisva edene-
mise märkimisega. Plaanis on täiendada patsienditeenust järgmiste funktsioonidega:

- **Harjutuste teek:** patsiendile avaneb võimalus iseseisvalt sirvida ja otsida sobivaid harjutusi filtrite abil;
- **Tagasiside terapeutidele:** patsiendid saavad anda tagasisidet harjutuste ja kavade kohta (nt valulikkus, raskus, soovitud);
- **Meeldetuletused ja teavitused:** kasutajale saadetakse märguanded planeeritud treeningute või muutmata kava kohta;
- **Kalendrivaatamine:** visuaalne ülevaade kõikidest planeeritud treeningutest koos märgitud edenemisega.

6.1.5 Kasutajakogemuse edasine täiustamine

Kuigi rakenduse üldine kasutajamugavus on paranenud, sisaldab mobiilivaade ja visuaalne disain veel täiustamist vajavaid elemente. Tähelepanu tuleb pöörata järgmistele aspektidele:

- Intuiitiivsemad nupustandardid ja paigutus mobiilivaates;
- Visuaalse kontrasti ja komponentide suuruse optimeerimine väiksematel ekraanidel;
- Täiendava juhendmaterjali või interaktiivse õpetuse lisamine esmakordsele kasutajale.

6.1.6 Kokkuvõte

Live-versioonini jõudmiseks tuleb rakenduse arendust jätkata nii tehnilisel kui ka funktsionaalsel tasandil. Turvalisus, jõudlus, automatiseeritud testimine ja kasutajakogemuse parendamine on keskse tähtsusega mittefunktsionaalsed eesmärgid. Samal ajal tuleb realiseerida mitmed kasutajate poolt välja toodud funktsionaalsed soovitud, et rakendus pakuks maksimaalset väärtust nii terapeutidele kui ka patsientidele. Kõigi nimetatud arenduste elluviimine võimaldab rakendust usaldusväärselt ja tõrkevabalt kasutusele võtta reaalses töökeskkonnas.

6.2 Integratsioon Eesti tervise infosüsteemidega

Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskus (TEHIK) on riiklik organisatsioon, mille ülesandeks on arendada, hallata ja koordineerida erinevaid tervise-, sotsiaalkaitse- ja töövaldkonna IT-lahendusi Eestis. TEHIK tegutseb Sotsiaalministeeriumi haldusalas ning vastutab oluliste riiklike infosüsteemide eest, nagu näiteks Tervise Infosüsteem (TIS), Tööelu Infosüsteem (TEIS) ja Sotsiaalkindlustusameti infosüsteemid. Lisaks arendab ja haldab TEHIK ka Terviseportaali [18], mis koondab inimese terviseandmeid ja pakub ligipääsu meditsiinidokumentidele, retseptidele ning teistele tervisega seotud teenustele.

Tervise Infosüsteem (TIS) on keskne andmevahetuskeskkond, kuhu on koondatud suurem osa meditsiinilisest infost, mis tekib inimese raviteekonnal. TIS-i kaudu suhtlevad omavahel erinevad tervishoiuasutused, arstid, apteegid ja muud teenusepakkujad. Kasutajad, sealhulgas patsiendid, saavad oma terviseandmetele ligi eelkõige Terviseportaali kaudu, kuhu koondatakse kogu neile seotud info struktureeritud kujul [19].

Käesoleva veebirakenduse kui füsioterapeutidele mõeldud töövahendi täielik potentsiaal avaneb eeldusel, et see liidestatakse riiklike infosüsteemidega, eelkõige TIS-iga. Liides-tamine võimaldaks, et terapeudi koostatud harjutuskavad oleksid nähtavad patsiendile Terviseportaalis, seotud tema üldise terviseinfoga ning toetaksid paremini taastumisega seotud otsuseid.

6.2.1 TIS-i ülesehitus ja andmevahetuse loogika

Tervise Infosüsteem on üles ehitatud turvalisele andmevahetuskihile – X-tee – mis on Eesti riigi ametlik andmevahetusplatvorm. X-tee kaudu toimub kogu teabevahetus erinevate asutuste ja infosüsteemide vahel standardiseeritud ja logitaval viisil. TIS-iga liidestuvad rakendused peavad kasutama kas SOAP- või REST-liidestust, vastavalt ametlikule *X-Road Message Protocol for REST* spetsifikatsioonile [20].

Rakenduse kaudu andmete edastamine eeldab, et see on registreeritud X-tee liikmena ning selle teenused on dokumenteeritud keskregistris. Iga süsteem, mis soovib liidestuda TIS-iga, peab looma turvaserveri, seadistama teenuse metaandmed ning tagama X-tee teenuste nõuetele vastava autentimise ja logimise.

6.2.2 Ligipääsuõigused ja autoriseerimisteenus

Olulise komponendina tuleb arvestada TEHIKi autoriseerimisteenusega, mis võimaldab rollipõhist juurdepääsu andmetele [21]. Teenuse kasutajad autentitakse kas ID-kaardi, Mobiil-ID, Smart-ID või asutuse infosüsteemi kaudu, mille järel määratakse neile ligipääsuroll vastavalt ametlikule rollikirjeldusele [22]. Autoriseerimine on eelduseks, et konkreetne kasutaja, nt füsioterapeut, saaks juurde pääseda patsiendi terviseandmetele ning neid dokumenteerida.

6.2.3 Tehnilised eeldused rakenduse poolel

Rakenduse liidestamine TIS-iga eeldab tehnilise arhitektuuri märkimisväärset täiendamist. Esmalt tuleb rakendus muuta konteineripõhiseks ning juurutada Kubernetes-keskkonnas, mida haldab näiteks Rancher [23]. Selleks tuleb luua *Helm* chart'id, mis võimaldavad süsteemi paindlikku paigaldust ning konfigureerimist eri keskkondades. Bakalaureusetöö raames need komponendid ei valminud, kuid need on liidestamise eelduseks.

Rakendus peab toetama autentimist standardprotokollide alusel (nt OpenID Connect), võimaldama logimist ja auditilogide genereerimist ning pakkuma REST-API teenuseid, mis on kirjeldatud OpenAPI/Swagger standardis. Kõik andmed, mida rakendus soovib TIS-i edastada, peavad olema struktureeritud vastavalt HL7 FHIR või muule kokkulepitud formaadile [24].

6.2.4 TEHIKu mittefunktsionaalsete nõuete järgimine

TEHIKu ametlike mittefunktsionaalsete nõuete [25] dokument määratleb hulga tingimusi, mida peab täitma iga infosüsteem, mis soovib töötada tervisevaldkonna infosüsteemidega. Nende hulgas on:

Kättesaadavus ja töökindlus: süsteem peab olema kättesaadav pidevalt, toetama koormustestimist ja kõrge saadavuse arhitektuuri. Turvalisus: kõik andmed tuleb edastada krüpteeritult, kasutajad peavad olema autentitud ning tegevused logitud. Skaleeritavus ja hooldatavus: süsteem peab toetama horisontaalset skaleerimist ning võimaldama lihtsat haldust. Kasutajaliidese ja API dokumenteeritus: süsteemil peavad olema hästi dokumenteeritud liidesed ja kasutusjuhendid.

6.2.5 Järeldused ja soovitused

Veebirakenduse integreerimine Eesti tervise infosüsteemiga on tehniliselt teostatav, kuid eeldab olulisi arendustöid ning kooskõlastusi TEHIKiga. Liidestus ei piirdu üksnes API-ühenduse loomisega, vaid hõlmab ka rakenduse infrastruktuuri, autentimis- ja autoriseerimismoduleid, dokumenteerimist ning turvanõuete täitmist. Et see oleks realistlikult saavutatav, tuleb edasise arenduse käigus kaasata süsteemiarhitektid, DevOps insenerid ning TEHIKu esindajad.

Kui kõik vajalikud tehnilised ja organisatsioonilised tingimused on täidetud, on võimalik füsioterapeudi rakendus muuta täisfunktsionaalseks töövahendiks, mis töötab osana Eesti e-tervise ökosüsteemist ning pakub patsientidele ja spetsialistidele integreeritud ja turvalist tuge raviteekonna igas etapis.

7 Kokkuvõte

Käesoleva lõputöö eesmärk oli arendada füsioteraapia valdkonda toetav infosüsteem, mis lihtsustab terapeutide ja patsientide vahelist koostööd ning toetab harjutuskavade koostamist, jälgimist ja kohandamist. Töö algas probleemi kaardistamise ja olemasolevate lahenduste analüüsiga, millele järgnes vajaduste ja nõuete kogumine sihtgruppide, terapeutide ja patsientide, kaasabil.

Infosüsteemi arendus viidi läbi mikroteenustel põhineva arhitektuuriga, kasutades sobivaid kaasaegseid tehnoloogiaid nii esi- kui tagakomponendi loomiseks. Töö hõlmas ka andmebaasi modelleerimist, turvalisuse tagamist ning autentimis- ja autoriseerimismehhanismide rakendamist. Eraldi tähelepanu pöörati kasutajakogemuse optimeerimisele.

Töös kirjeldati detailselt ka projektijuhtimise ja töökorralduse põhimõtteid, sealhulgas versioonihaldust, tööjaotust ja tagasisidepõhist iteratiivset arendust. Rakenduse kvaliteeti hinnati läbi testimise: teostati ühik- ja integratsioonitestid, samuti kasutajatestimine kahes voorus. Kasutajate tagasiside põhjal viidi sisse mitmeid parendusi nii funktsionaalsuse kui ka kasutusmugavuse osas.

Lisaks valmis edasine tegevusplaan, et viia rakendus täisfunktsionaalse ja turvalise live-versioonini. See hõlmab nii tehnilisi aspekte nagu jõudluse, turvatestimise ja andmehalduse täiustamist kui ka mitme funktsionaalse täienduse rakendamist, näiteks patsiendi harjutustee, meeldetuletuste süsteem ja tagasisidevõimalused.

Lõputöö tulemusena valmis hästi struktureeritud ja kasutatav rakenduse prototüüp, mis vastab terapeuti töövoole loogikale ja patsiendi vajadustele. Edasine arendus ja liidestamine Eesti tervise infosüsteemidega looks võimaluse viia loodud lahendus ka reaalse kasutuseni tervishoiupraktikas.

Kasutatud kirjandus

- [1] Nisha Aravind *et al.* „Implementing digital devices to increase mobility training for people receiving inpatient rehabilitation: Protocol for a feasibility hybrid type II randomized controlled trial“. *Pilot and Feasibility Studies* 9.1 (2023), lk. 74. DOI: 10.1186/s40814-023-01298-y. URL: <https://doi.org/10.1186/s40814-023-01298-y>.
- [2] Physitrack Ltd. *Physiotools – osa Physitrack platvormist*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2025. URL: <https://www.physitrack.com/physiotools>.
- [3] Wibbi Inc. *Wibbi HEP: Home Exercise Program*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2025. URL: <https://wibbi.com/hep-features/>.
- [4] Exercise Pro Live. *Exercise Pro Live: Home Exercise Software*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2025. URL: <https://www.exerciseprolive.com/home-exercise-software/>.
- [5] Inc. Meta Platforms. *React documentation*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2024. URL: <https://react.dev/learn>.
- [6] Smashing Magazine. *Vue vs React in 2024 – Comparison Guide*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2024. URL: <https://www.smashingmagazine.com/vue-vs-react>.
- [7] Inc. Meta Platforms. *Introducing JSX — React Documentation*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2024. URL: <https://legacy.reactjs.org/docs/introducing-jsx.html>.
- [8] Akvateq. *CSS vs SCSS: What's the Difference and Why It Matters*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2023. URL: <https://akvateq.com/blog/css-and-scss/>.
- [9] VMware. *Spring Boot Documentation*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2024. URL: <https://spring.io/projects/spring-boot>.
- [10] Amazon Web Services. *What is Java? - Java Programming Language Explained*. <https://aws.amazon.com/what-is/java/>. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2024.
- [11] Python Software Foundation. *What is Python? Executive Summary*. <https://www.python.org/doc/essays/blurbs/>. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2024.
- [12] Imaginary Cloud. *Python vs Java: What's the Difference?* [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2023. URL: <https://www.imaginarycloud.com/blog/python-vs-java>.
- [13] Adaumir Costa. *Micronaut vs Spring Boot: A Detailed Comparison*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2023. URL: <https://dev.to/adaumircosta/micronaut-vs-spring-boot-a-detailed-comparison-4og5>.

- [14] IBM. *GraphQL vs REST API: Everything You Need to Know*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2023. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/graphql-vs-rest-api>.
- [15] Ahmet Temel Kundupoglu. *Maven vs Gradle: A Detailed Comparison of Pros and Cons With Examples*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2023. URL: <https://medium.com/@ahmettemelkundupoglu/maven-vs-gradle-a-detailed-comparison-of-pros-and-cons-with-examples-594ba33cc57f>.
- [16] RunCloud. *SQLite vs MySQL vs PostgreSQL: A Quick Overview*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2023. URL: <https://runcloud.io/blog/sqlite-vs-mysql-vs-postgresql>.
- [17] Bytebase. *Flyway vs Liquibase: Key Differences*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13.05.2025]. 2023. URL: <https://www.bytebase.com/blog/flyway-vs-liquibase/>.
- [18] Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskus. *Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskus – Avaleht*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12.05.2025]. 2024. URL: <https://www.tehik.ee>.
- [19] Sotsiaalministeerium. *Terviseportaal*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12.05.2025]. 2024. URL: <https://www.sm.ee/uptis>.
- [20] X-Road Message Protocol for REST. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12.05.2025]. 2024. URL: https://www.x-tee.ee/docs/live/xroad/pr-rest_x-road_message_protocol_for_rest.html.
- [21] Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskus. *Autoriseerimise teenus*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12.05.2025]. 2024. URL: <https://teabekeskus.tehik.ee/et/teenused/tis-teenused/tis-andmevahetus/autoriseerimise-teenus>.
- [22] Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskus. *Autoriseerimise teenuse kasutajate rollid*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12.05.2025]. 2024. URL: <https://teabekeskus.tehik.ee/et/teenused/tis-teenused/tis-andmevahetus/autoriseerimise-teenuse-kasutajate-rollid>.
- [23] Tallinna Tehnikaülikool. *Rancheril põhineva lahenduse juurutamise näide*. Tehniline raport. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12.05.2025]. Tallinna Tehnikaülikool, 2021. URL: <https://digikogu.taltech.ee/et/item/c90b385a-77bb-485c-9415-17499790490f>.
- [24] Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskus. *HL7 FHIR standard terviseandmete struktureerimiseks*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12.05.2025]. 2024. URL: <https://teabekeskus.tehik.ee/et/standardid/hl7/fhir>.
- [25] *TEHIK mittefunktsionaalsed nõuded arendustele*. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 12.05.2025]. Tervise ja Heaolu Infosüsteemide Keskus. 2024. URL: <https://s3-web-1a.tehik.ee/tehik-live-web-prd/s3fs-public/2024-05/TEHIK%20mittefunktsionaalsed%20no%CC%83uded%20arendustele.pdf>.

Lisa 1 – Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina, Kiira Ivanova

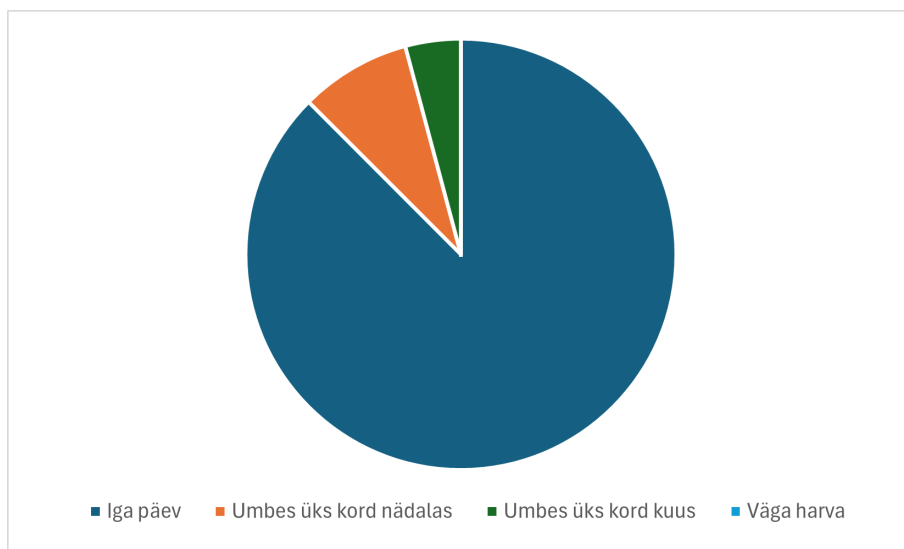
1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose “Veebi-rakenduse loomine füsioterapeutidele harjutuskavade koostamiseks ja haldamiseks”, mille juhendaja on Gert Kanter
 - 1.1. reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

04.06.2025

¹Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtjaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

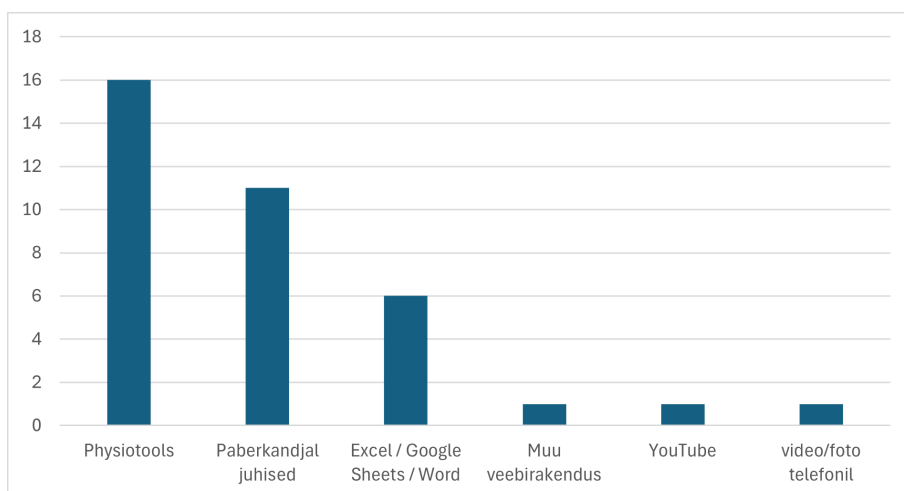
Lisa 2 - Füsioterapeutide teenuse valideermise küsitluse kvantitatiivsed tulemused

Küsimus: Kui tihti koostate patsientidele personaalseid harjutuskavad?



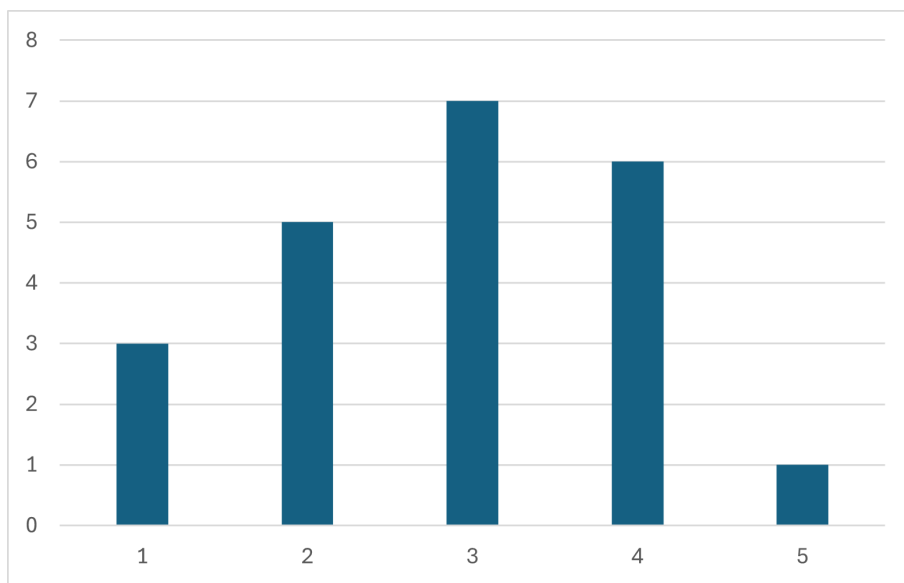
Joonis 4. Harjutuskavade koostamise sagedus.

Küsimus: Milliseid tööriistu või rakendusi kasutate harjutuskavade loomiseks ja haldamiseks?



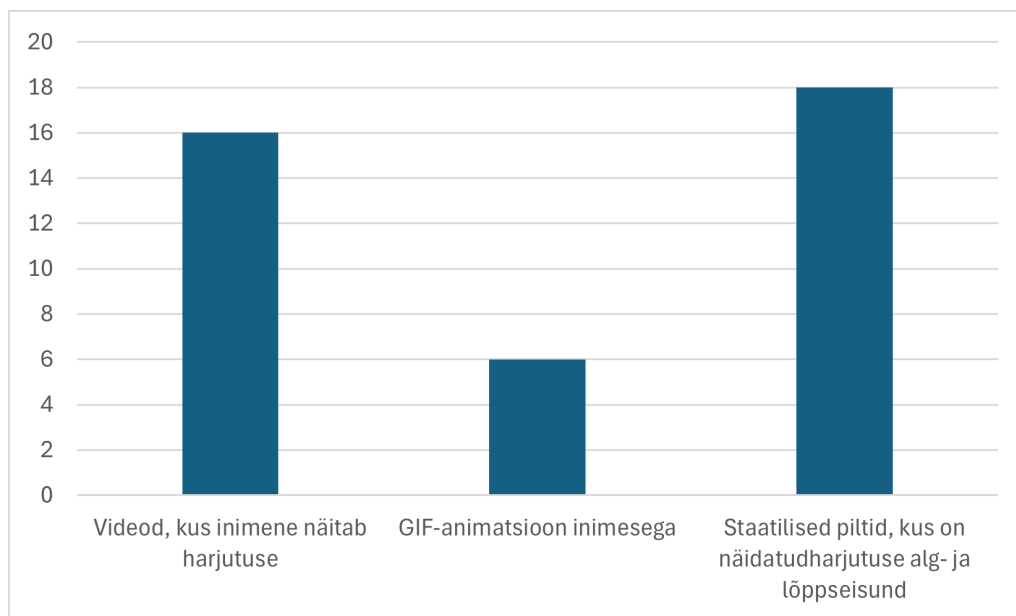
Joonis 5. Kasutatavad tööriistad ja rakendused.

Küsimus: Kui rahul olete oma praeguse lahendusega harjutuskavade koostamiseks? Küsimusele vastati 5-pallisel skaalal, kus 1 tähendas "Üldse ei ole rahul" ja 5 "Väga rahul".



Joonis 6. Rahulolu olemasolevate lahendustega.

Küsimus: Millised variandid visuaalsete harjutuste näidete jaoks on kõige mugavamad teie mõttes?



Joonis 7. Eelistatud harjutuste visuaalid.

Lisa 3 - Füsioterapeutide teenuse valideermise küsitluse kvalita-tiivne tagasiside

Tugevused olemasolevates lahendustes:

- „Juhistavad pildid kõik enamasti olemas ja neid ei pea ise otsima.“
- „Harjutuskava on võimalik üles ehitada noorsportlastele arusaadavalt“
- „Üldine kontseptsioon on hea. Võib salvestada patsiendi kava tema nime all.“
- „Ajapikku tekkinud oma harjutuskavad erinevate probleemide korral, mida kiirelt edastada kliendile erinevatel viisidel (pberkandjal ja e-maili teel).“

Peamised puudused:

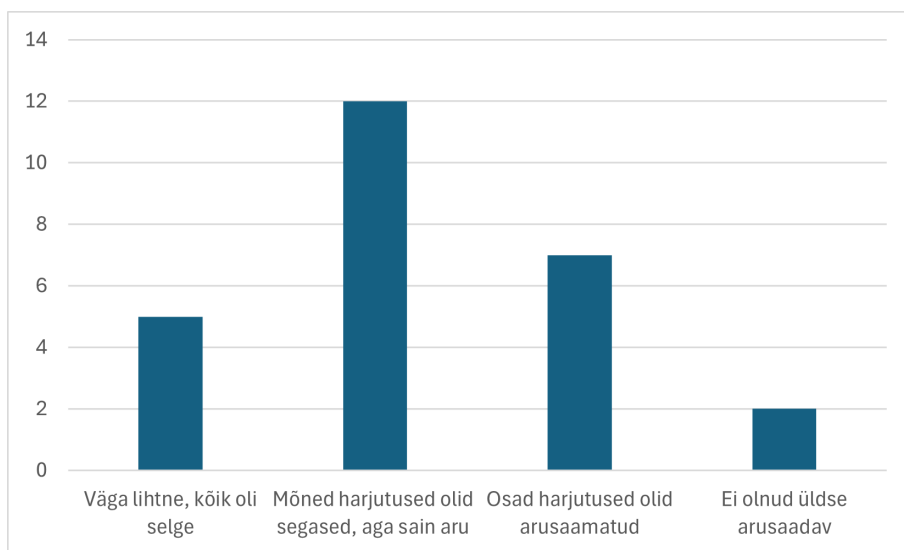
- „Paljud harjutused ei sobi, tahaks suurema harjutuste hulka“
- „Harjutuste valik liiga kitsas“
- „Physiotools ei võimalda valida harjutuste raskusastet – eakatele sobib, sportlastele liiga lihtne.“
- „Puudub korrektne tõlge – sageli tuleb juhised käsitsi tõlkida või ümber kirjutada.“
- „Harjutuskava ei saa piisavalt kohandada – puudub korduste määramine harjutustele ja enda kavade taaskasutusvõimalus.“
- „Tehnilised piirangud – kasutajate arv on piiratud ja võib toimuda automaatne väljalogimine.“
- „Paberikandjal: ajamahukus, peab käsitsi kõik paberile kirjutama/joonistama.“

Soovitused funktsionaalsuseks:

- „Seadistada iga harjuse jaoks korduste ja seeriade arvu, lisada kommentaarid iga harjutuse kohta“
- „Oleks tore kui ma saaks määrata harjutuskavas sagedust ja kestust, ehk kui tihti ja mis perioodil peab patsient antud harjutuskava sooritada.“
- „Tahaks, et oleks võimalik enda koostatud harjutuskavasid taaskasutada ja mugavalt muuta patsiendi vajaduste jaoks“

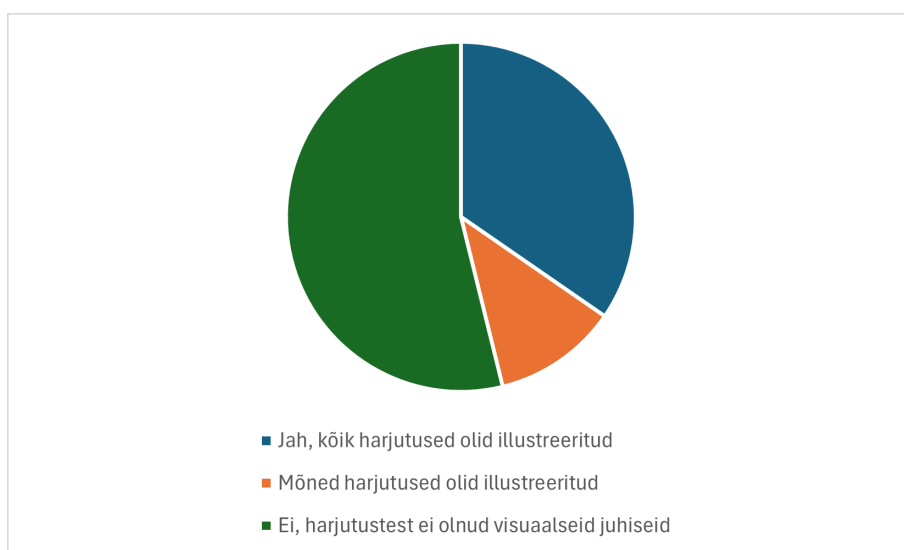
Lisa 4 - Patsientide teenuse valideermise küsitluse kvantitatiivsed tulemused

Küsimus: Kui lihtne oli mõista ja järgida teie saadud harjutuskava?



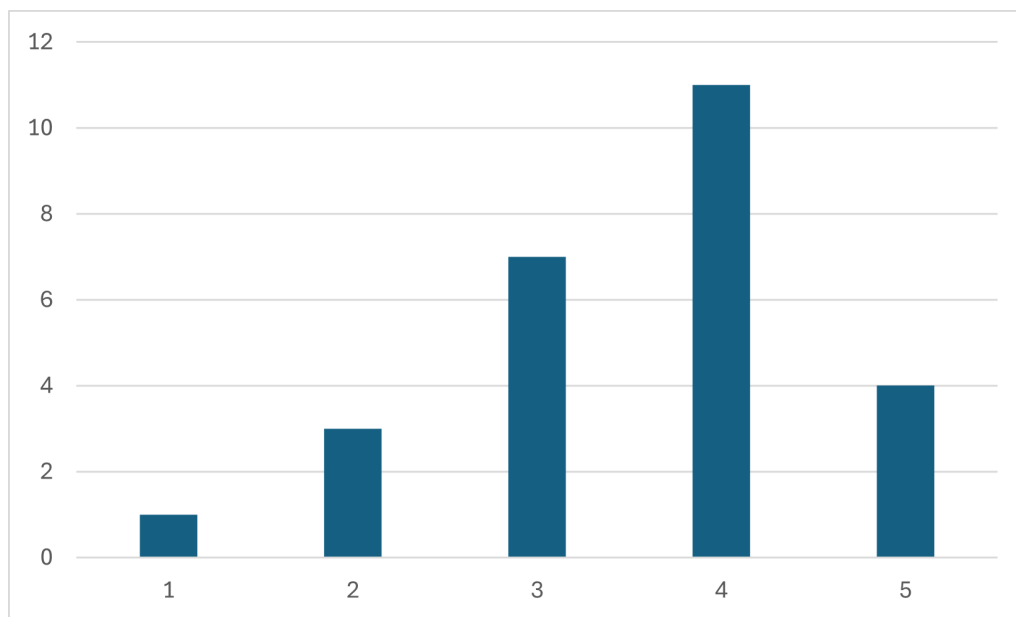
Joonis 8. Harjutuskava arusaadavus ja jälgitavus.

Küsimus: Kas harjutuskava sisaldas visuaalseid juhiseid (näiteks pilte või videosid harjutustest)?



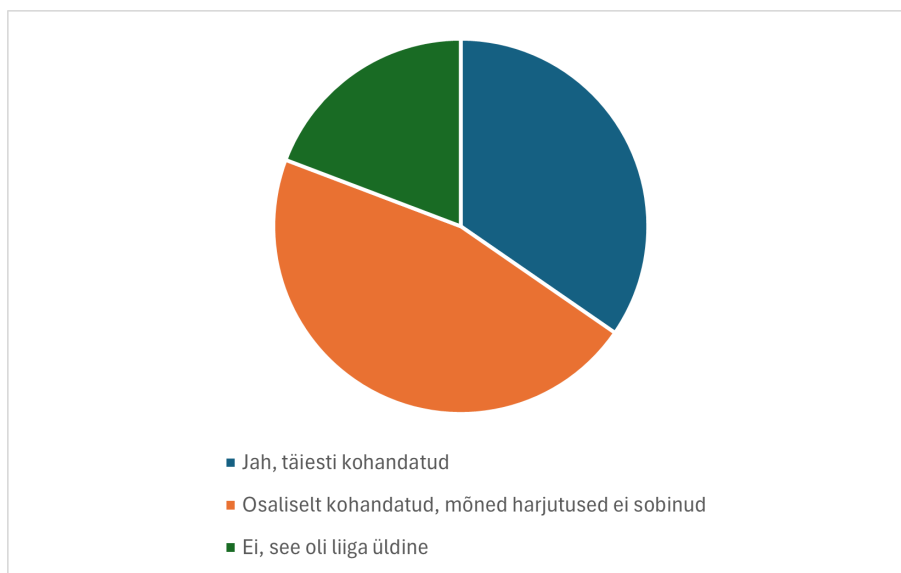
Joonis 9. Visuaalsete juhiste olemasolu.

Küsimus: Kui harjutuskava sisaldas visuaalseid juhiseid, siis palun hinnake, kui abistav see oli? Küsimusele vastati 5-pallisel skaalal, kus 1 tähendas "Üldse ei olnud kasulik" ja 5 "Väga kasulik".



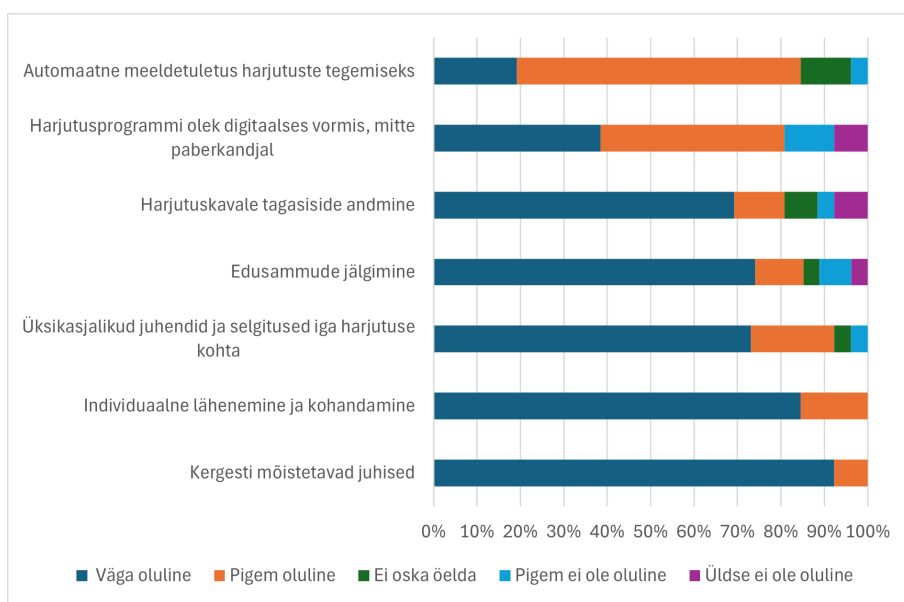
Joonis 10. Visuaalsete juhiste kasulikkus.

Küsimus: Kas harjutuskava oli kohandatud teie individuaalsetele vajadustele?



Joonis 11. Harjutuskava personaliseeritus.

Küsimus: Milline all olevatest teguritest aitaks teil harjutuskava täitmist lihtsamaks teha?



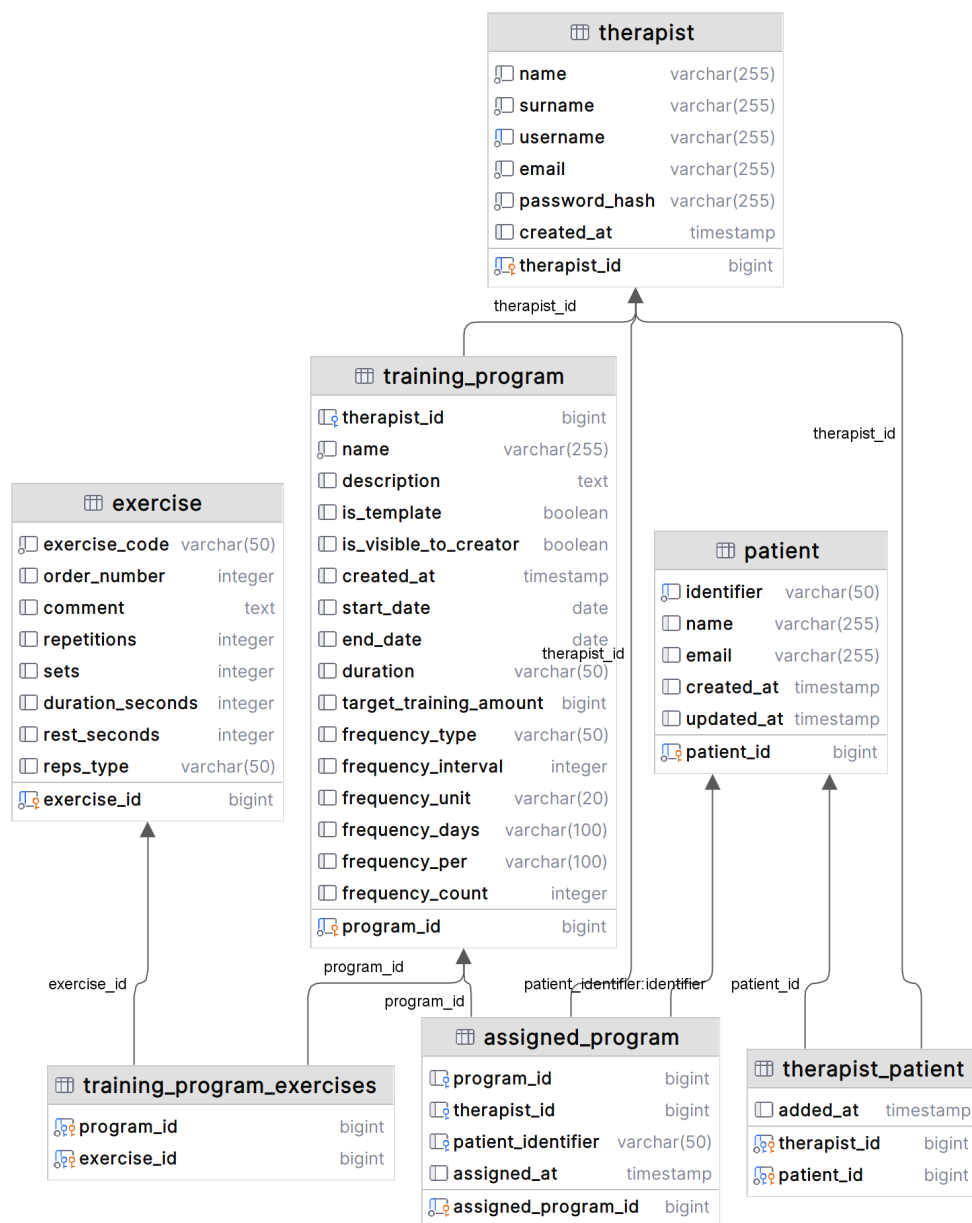
Joonis 12. Tegurid, mis toetavad harjutuskava täitmist.

Lisa 5 - Patsientide teenuse valideermise küsitluse kvalitatiivne tagasiside

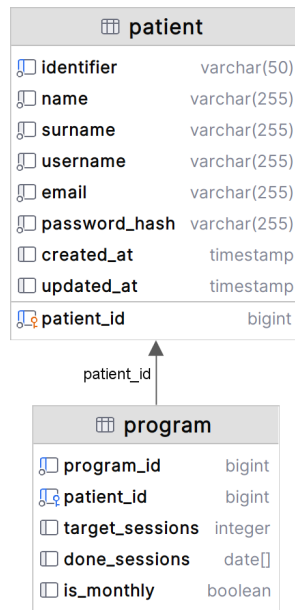
Soovitused funktsionaalsuseks:

- *„Suurim osa ajast jäävad trennid tegemata, kuna unustan nendest. Oleks tore kui ma saaks meeldetuletusi, et tuleb antud harjutuskava tegema.”*
- *„Tahaks, et oleks nähtav kui tithi pean antud kava sooritada.”*

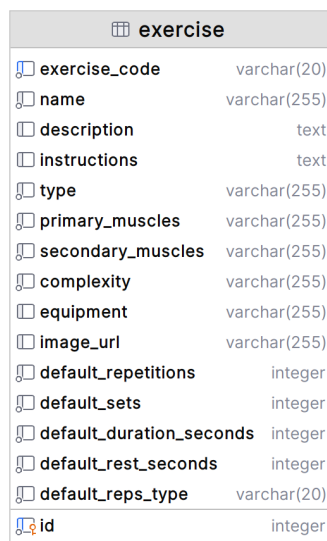
Lisa 6 - Rakenduse andmebaasimudel



Joonis 13. Terapeutide teenuse andmebaasi struktuuri skeem

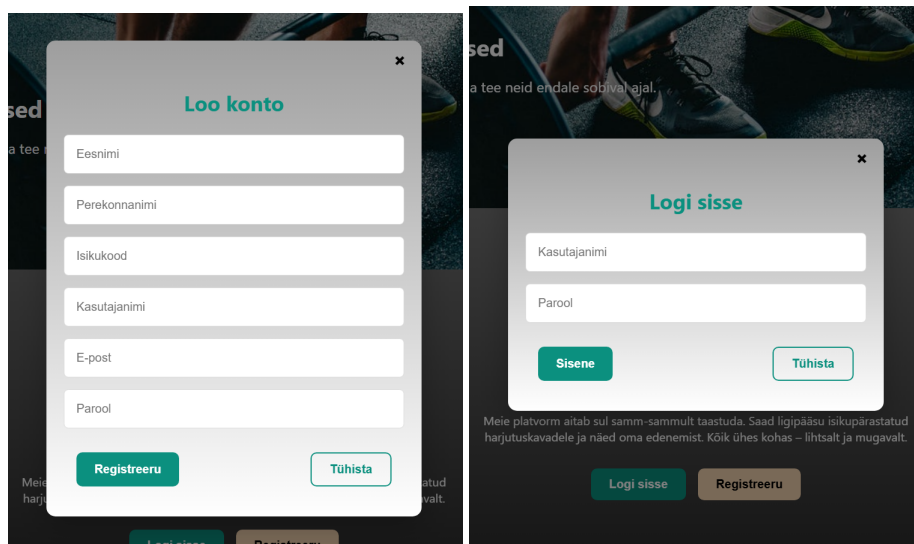


Joonis 14. Patsientide teenuse andmebaasi struktuuri skeem



Joonis 15. Harjutuste teenuse andmebaasi struktuuri skeem

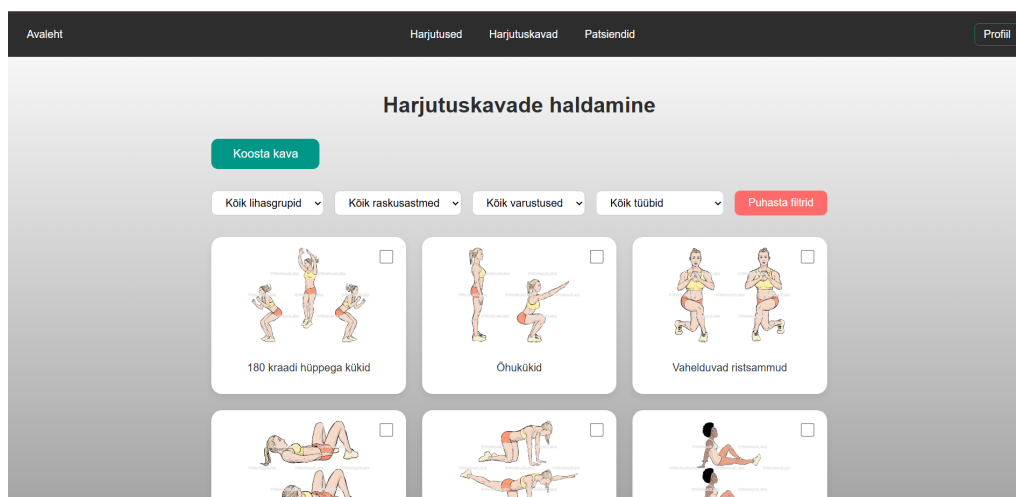
Lisa 7 - Rakenduse kuvatõmmised



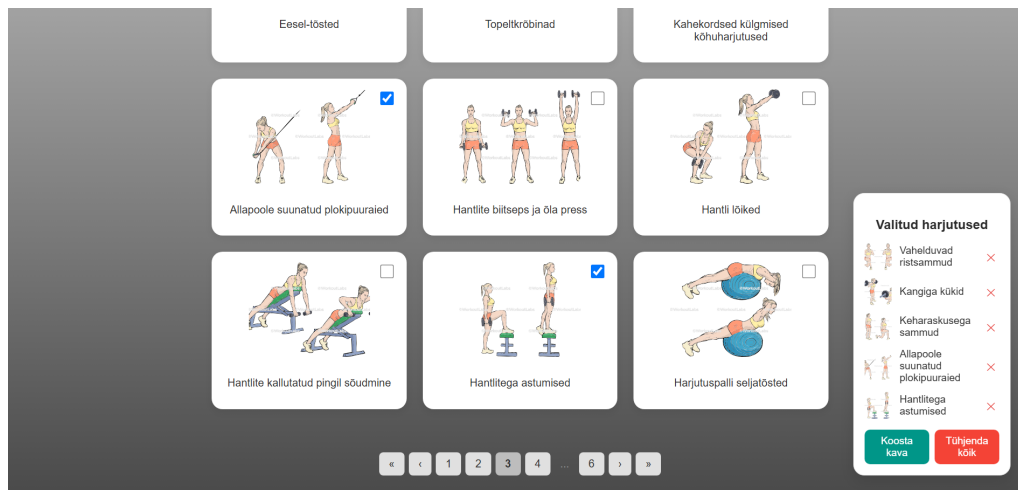
(a) Rakenduse kuvatõmmis: sisselogimis-leht. (b) Rakenduse kuvatõmmis: sisselogimis-leht.

Joonis 16. Autoriseermise lehed.

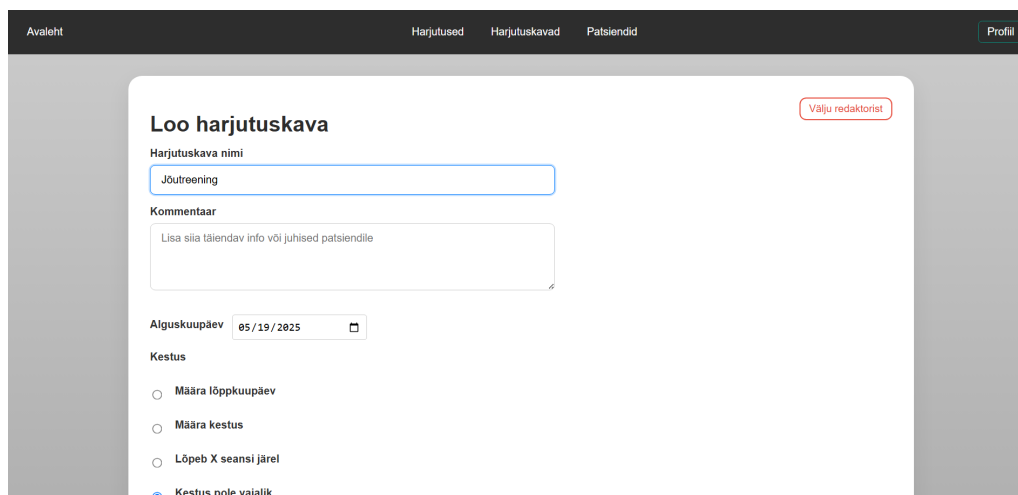
Terapeutide teenus:



Joonis 17. Rakenduse kuvatõmmis: harjutuste otsing.



Joonis 18. Rakenduse kuvatõmmis: harjutuste valimine.



Joonis 19. Rakenduse kuvatõmmis: harjutuskava parameetrid redaktoris.

Lisa harjutusi

Salvesta kava

Määra kava

#1

Vahelduvad ristsammud
Vahelduvad ristsammud on tõhus harjutus keha tugevdamiseks ja vastupidavuse parandamiseks.
Raskusaste: Algaja
Varustus: Puudub

Lisa kommentaar harjutusele (nt valu, piirangud vms)

Tüüp: kordused või aeg
Korduste arv

Korduste arv
12

Vali, kas harjutust tehakse korduste kaupa või aja järgi
Seeriate arv
3

Puhkeaege seeriate vahel (sekundites)
30

Eemalda harjutus

#2

Kangliga küübid
Kangliga küübid on tõhus harjutus keha tugevdamiseks ja vastupidavuse parandamiseks.
Raskusaste: Edasijõudnud
Varustus: Kang

Joonis 20. Rakenduse kuvatõmmis: harjutuste parameetrid redaktoris.

Avaleht

Harjutused

Harjutuskavad

Patsiendid

Profil

Harjutuskavad

Mallid

Minu kavad

Loo uus kava

Harjutuspalliga mobiilne treen
6 harjutust
Õrn programmi liikuvuse parandamiseks.
Sagedus: 3x päevas

Ülakeha jõud
6 harjutust
Harjutused rindkere ja käte lihaste tugevdamiseks.
Sagedus: 2x päevas

Alakeha jõud
6 harjutust
Harjutused puusa ja jalgade tugevdamiseks.
Sagedus: 2x päevas

Bosu palliga treen
6 harjutust
Pingete vähendamine kogu kehas.
Sagedus: 1x päevas

Tasakaalu parandamine
6 harjutust
Arendab keha tasakaalu ja koordinatsiooni.
Sagedus: 5x nädalas

Lõõgastav venitusrutiin
6 harjutust

Selja tugevdamine
6 harjutust

Põlve taastusravi
6 harjutust

Jõusaalis kogu keha treen
6 harjutust

Õla liikuvus
6 harjutust

Joonis 21. Rakenduse kuvatõmmis: harjutuskavade vaade.

Avaleht

Harjutused

Harjutuskavad

Patsiendid

Profil

← Tagasi

Jõutreening
Kestus
Kestus: 4 nädalat
Sagedus
3x nädalas (T, L, P)

Määra patsiendile

Muuda või loo uus

Kustuta kava

#1

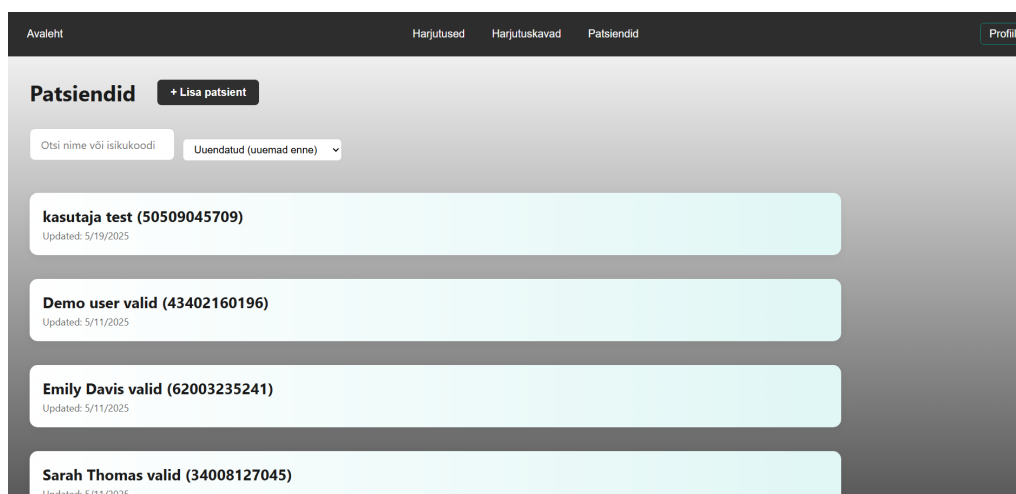
Vahelduvad ristsammud
Vahelduvad ristsammud on tõhus harjutus keha tugevdamiseks ja vastupidavuse parandamiseks.
Raskusaste: Algaja
Varustus: Puudub
Kordused: 10 **Seeriad:** 3 **Puhkus (sek):** 60

#2

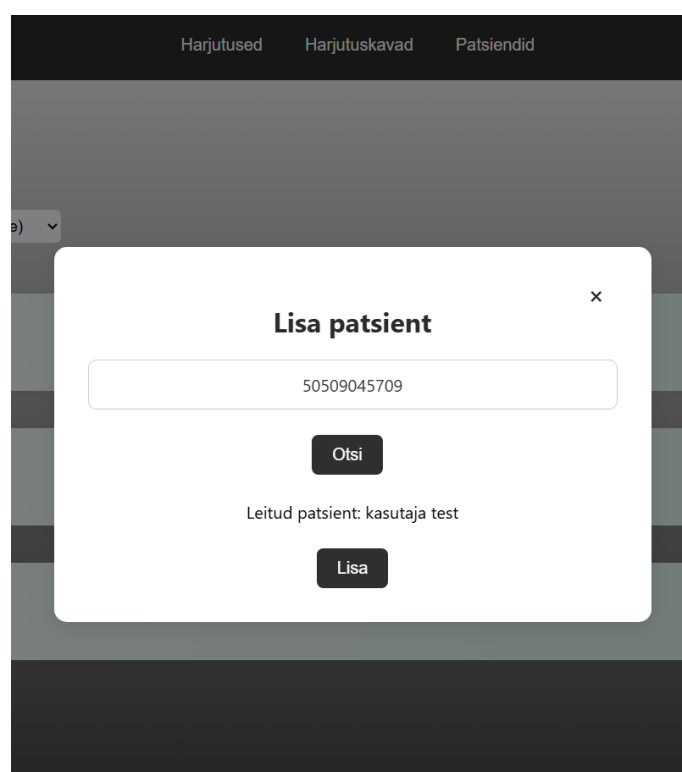
Ette kallutatud kahe käe trititsepi tagasilöögid

Joonis 22. Rakenduse kuvatõmmis: harjutuskava vaade.

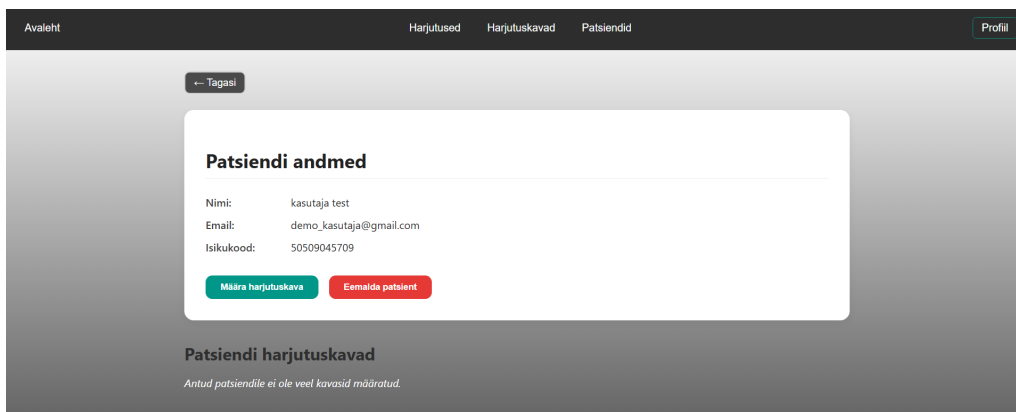
62



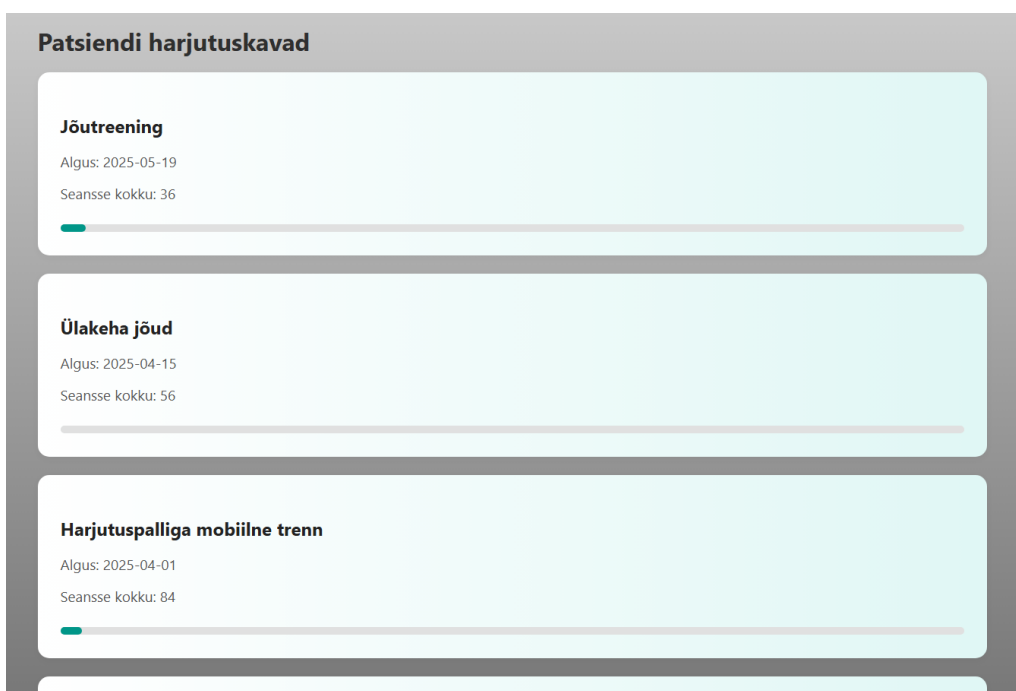
Joonis 23. Rakenduse kuvatõmmis: patsientide otsing.



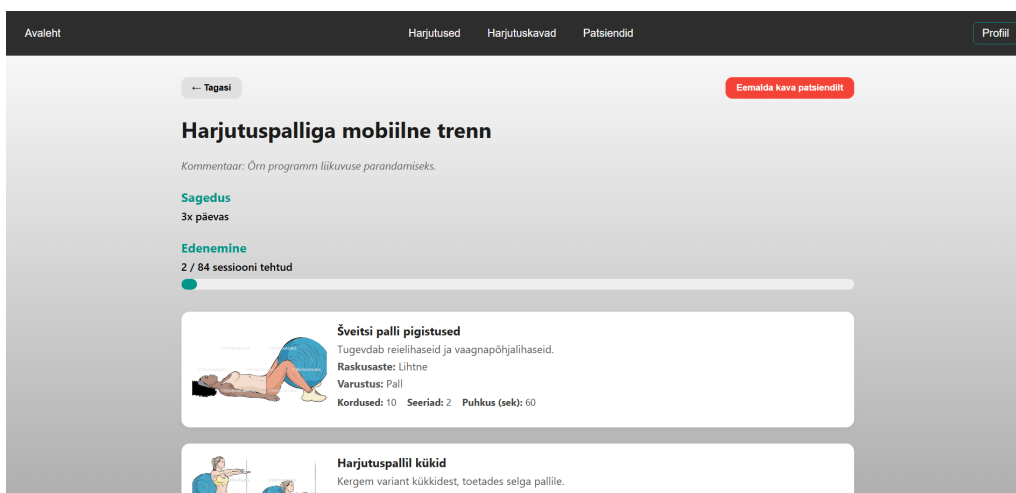
Joonis 24. Rakenduse kuvatõmmis: patsiendi lisamine.



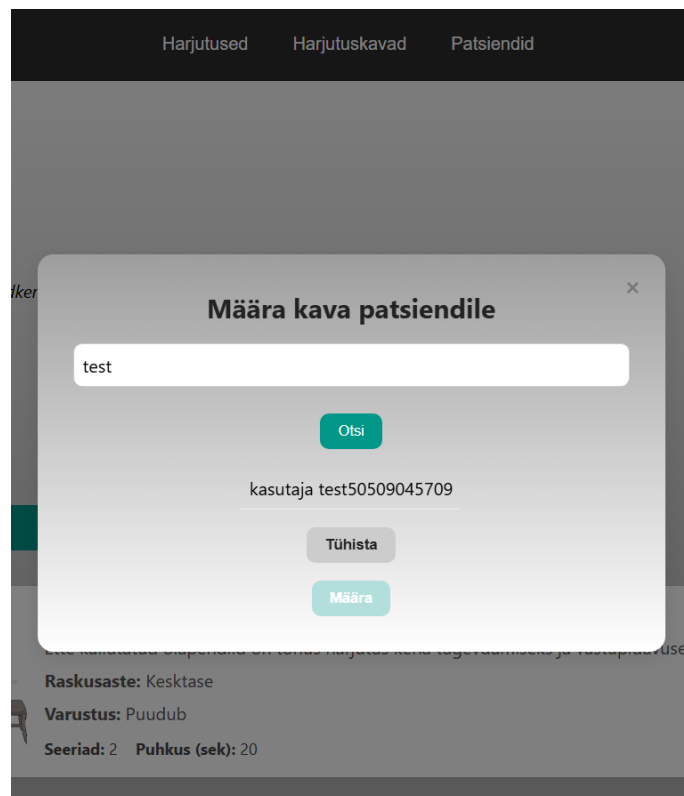
Joonis 25. Rakenduse kuvatõmmis: patsiendi vaade.



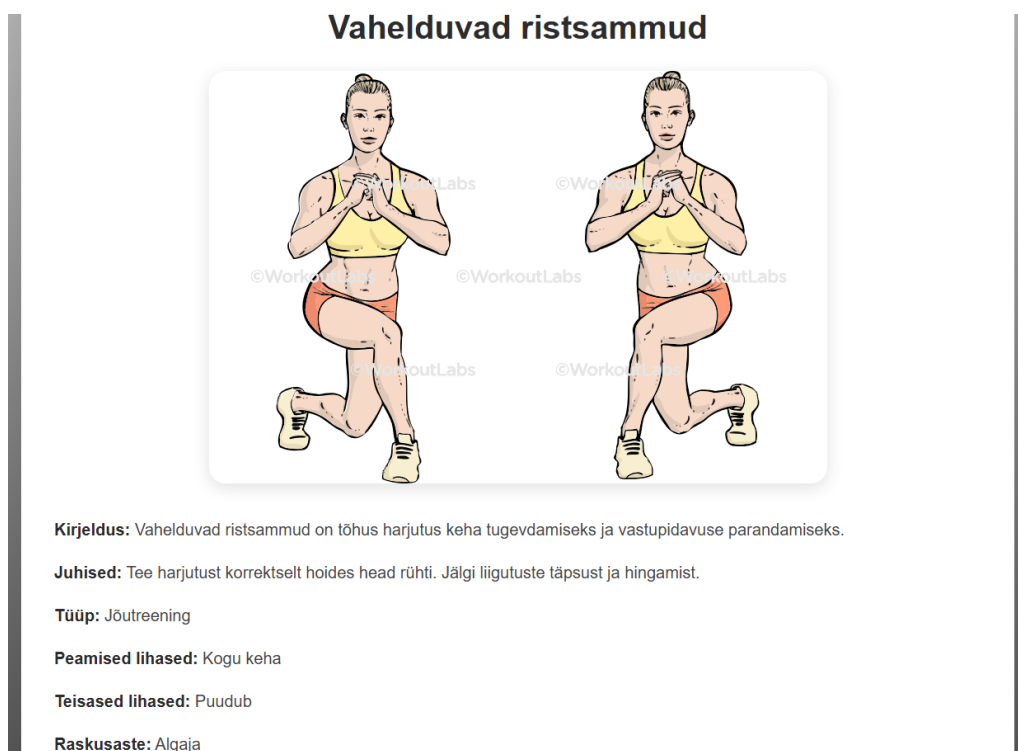
Joonis 26. Rakenduse kuvatõmmis: patsiendi harjutuskavad.



Joonis 27. Rakenduse kuvatõmmis: patsiendile määratud kava.

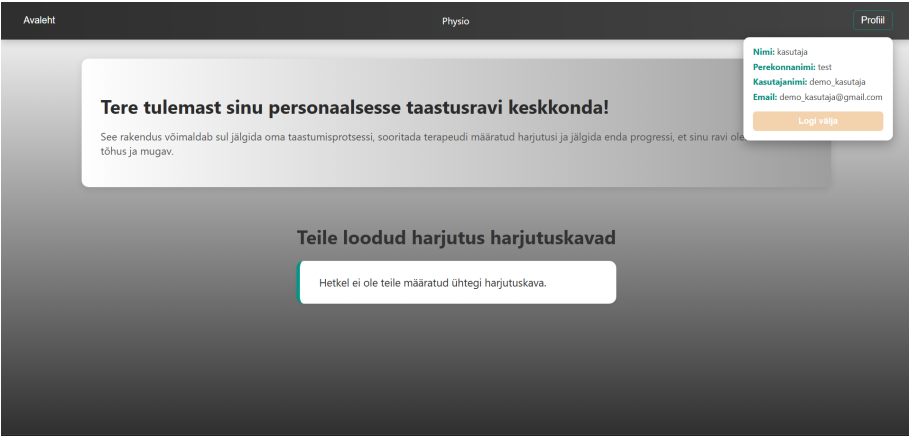


Joonis 28. Rakenduse kuvatõmmis: harjutuskava määramine patsiendile.

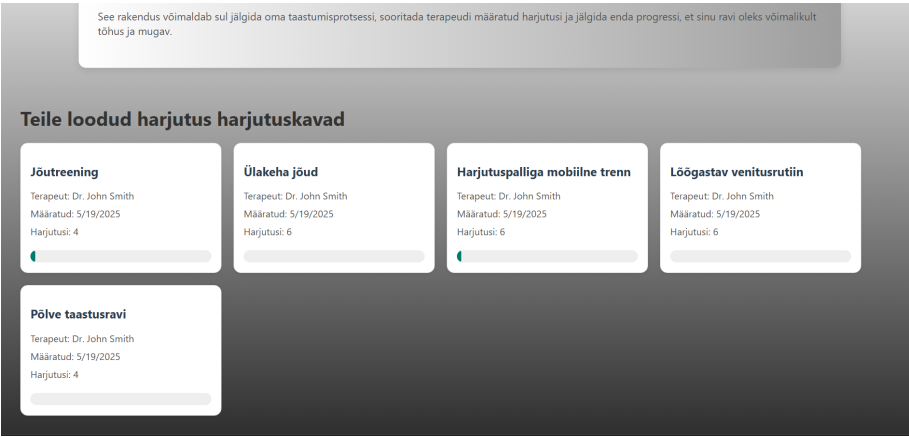


Joonis 29. Rakenduse kuvatõmmis: harjutuse detailvaade.

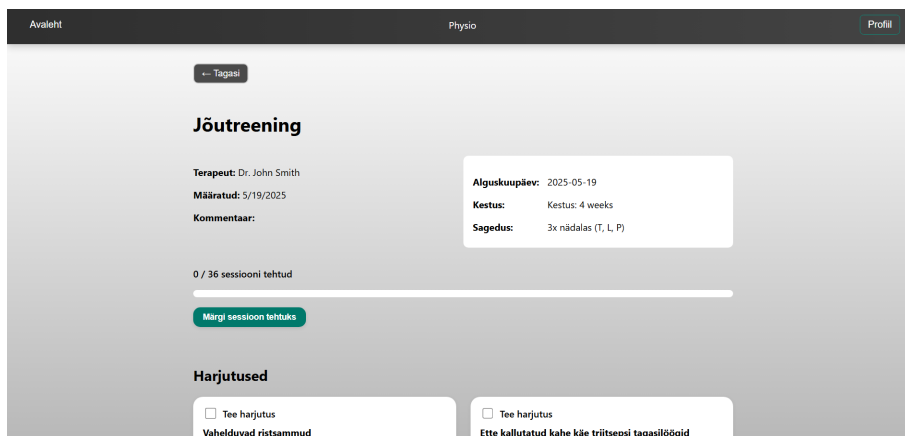
Patsientide teenus:



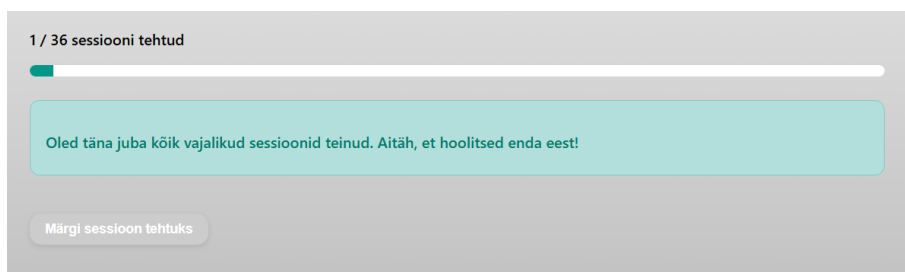
Joonis 30. Rakenduse kuvatõmmis: koduleht.



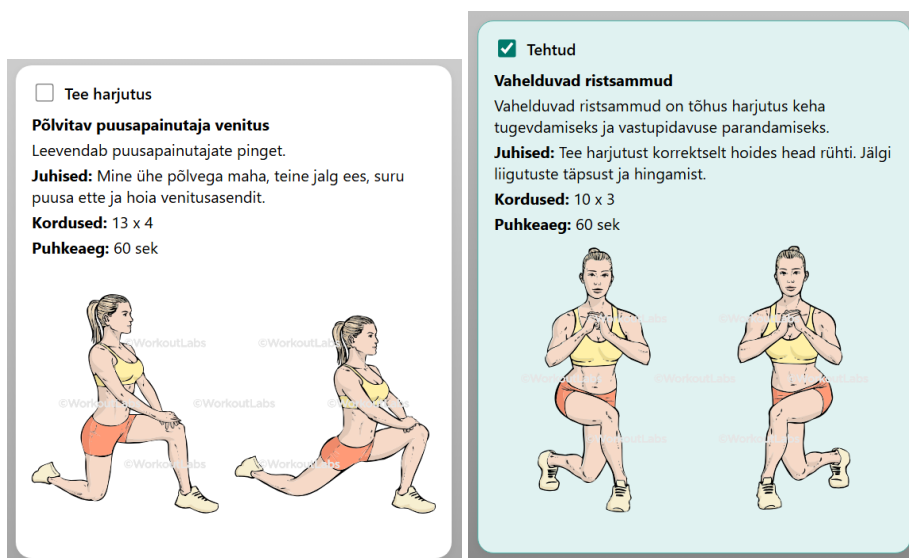
Joonis 31. Rakenduse kuvatõmmis: harjutuskavad kodulehes.



Joonis 32. Rakenduse kuvatõmmis: patsiendi harjutuskava.



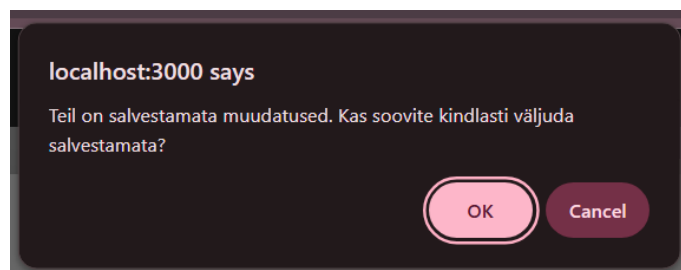
Joonis 33. Rakenduse kuvatõmmis: tehtud sessionide sõnum.



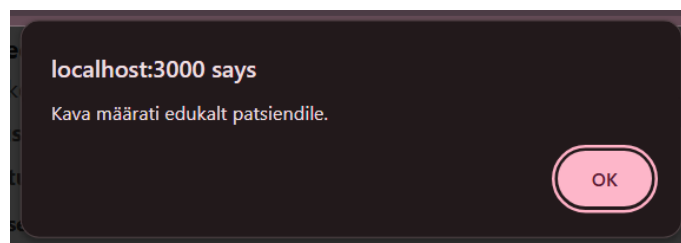
(a) Rakenduse kuvatõmmis: harjutuse vaade (b) Rakenduse kuvatõmmis: tehtud hsrjutuse vaade harjutuskavas.

Joonis 34. Harjutuste kaardid harjutuskavas.

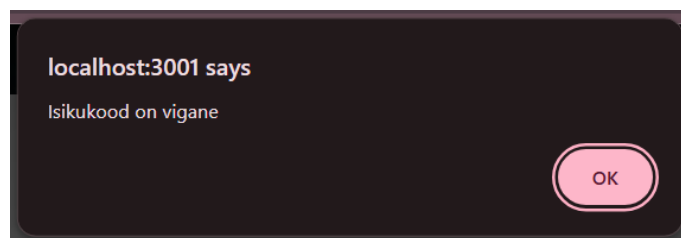
Lisa 8 - Alert-sõnumid ja kinnitusdialoogid



(a) Kinnitusdialoog



(b) Kinnitussõnum

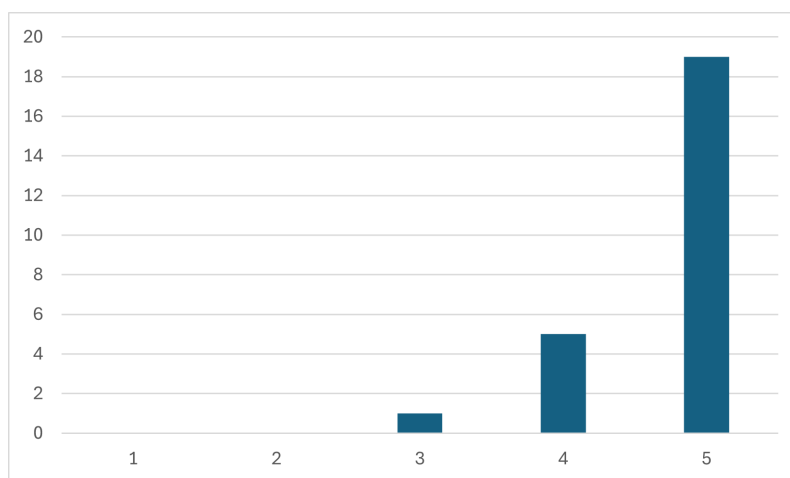


(c) Veasõnum

Joonis 35. Alert-sõnumid ja kinnitusdialoogid

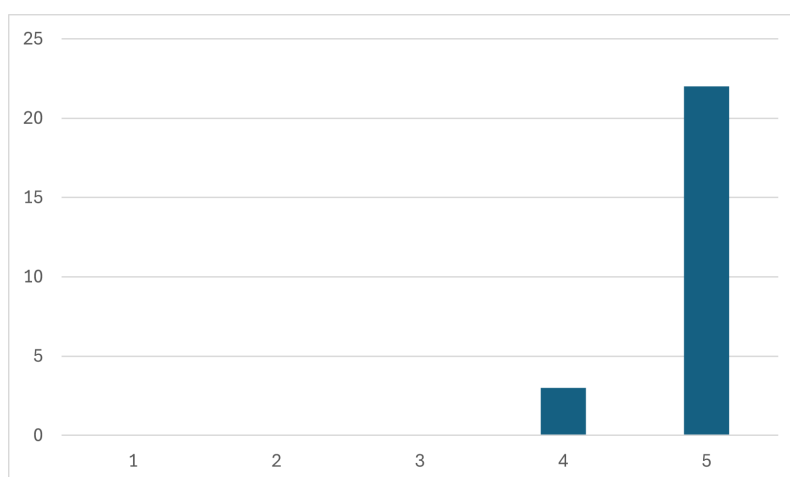
Lisa 9 - Kasutajaliidese testimise esimese voogu kvantitatiivsed tulemused

Küsimus: Kui lihtne oli uue konto loomine? *Küsimusele vastati 5-pallisel skaalal, kus 1 tähendas "Väga keeruline" ja 5 "Väga lihtne".*



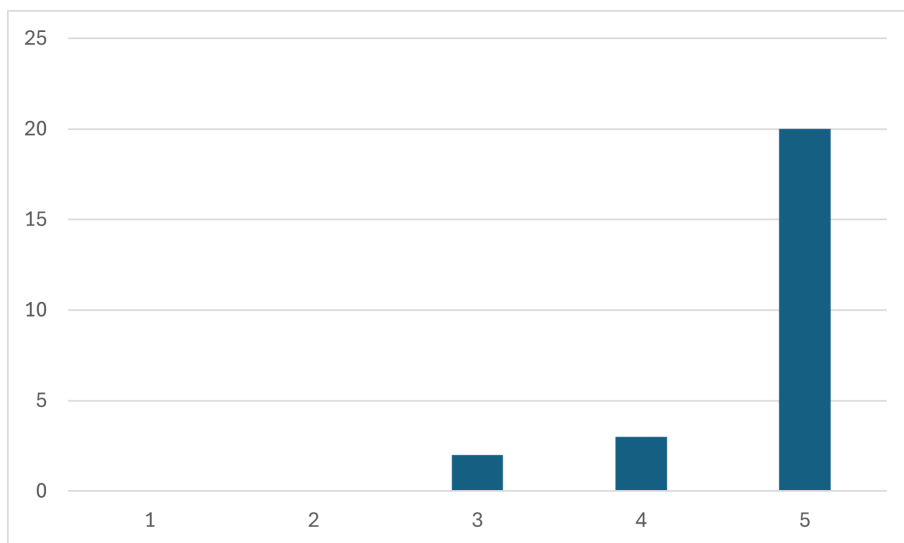
Joonis 36. Konto loomise lihtsus.

Küsimus: Kas harjutuste kategooriad, otsing ja filtreerimine olid arusaadavad? *Küsimusele vastati 5-pallisel skaalal, kus 1 tähendas "Üldse mitte arusaadav" ja 5 "Väga arusaadav".*



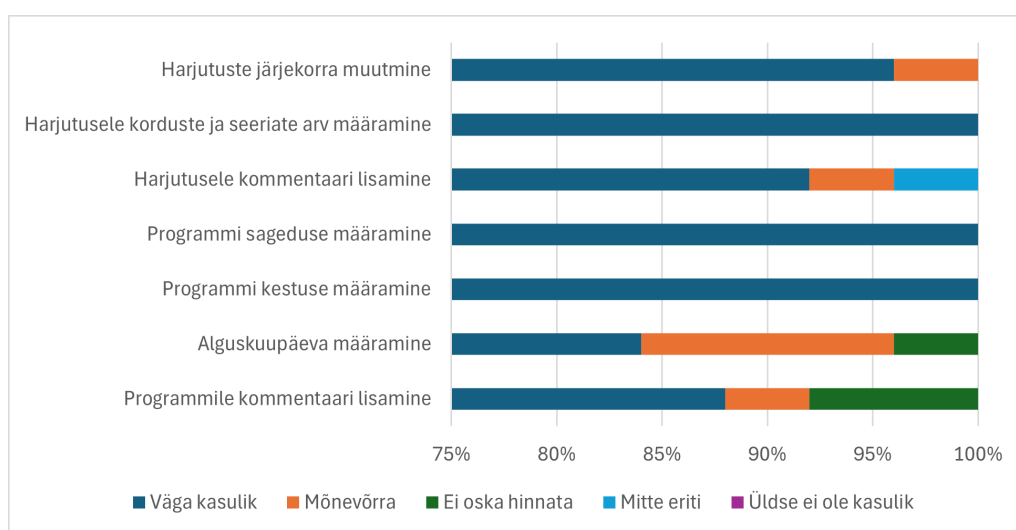
Joonis 37. Harjutuste otsingu ja filtreerimise arusaadavus.

Küsimus: Kui lihtne oli uue harjutuskava koostamise protsess? Küsimusele vastati 5-pallisel skaalal, kus 1 tähendas "Väga keeruline" ja 5 "Väga lihtne".



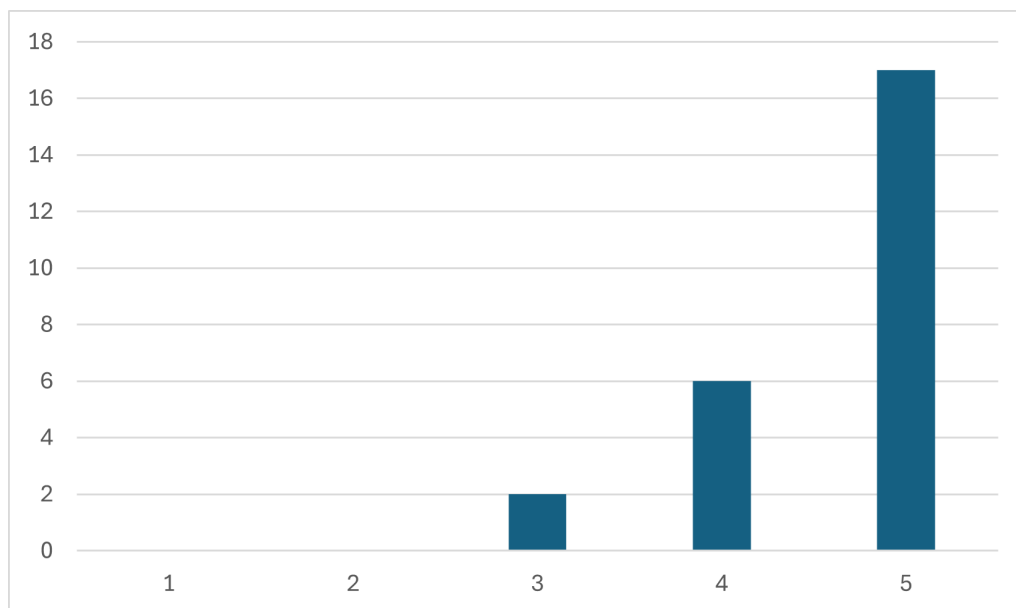
Joonis 38. Harjutuskava loomise lihtsus.

Küsimus: Kui kasulikud olid sinu jaoks järgmised funktsioonid harjutuskava redaktoris?



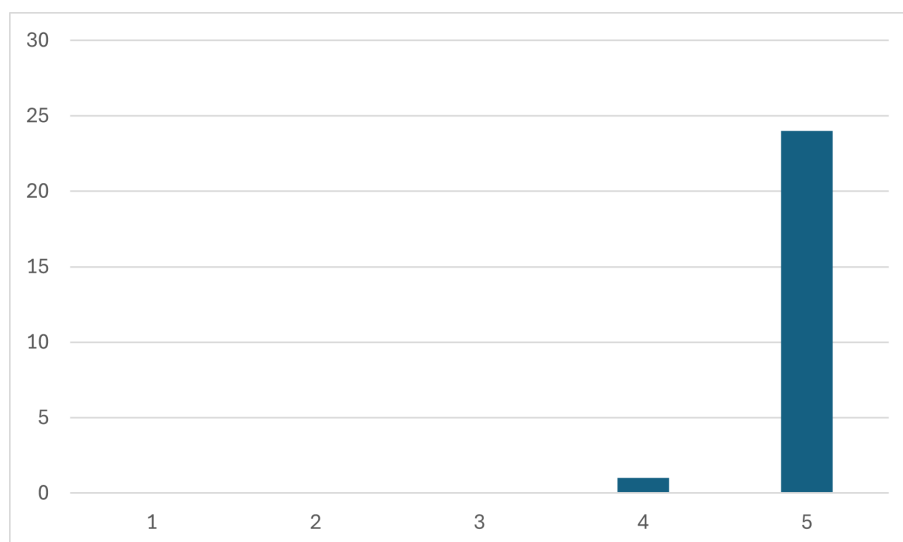
Joonis 39. Funktsioonide kasulikkus kava redaktoris.

Küsimus: Kui arusaadav oli patsiendi lisamise protsess? Küsimusele vastati 5-pallisel skaalal, kus 1 tähendas "Üldse mitte arusaadav" ja 5 "Väga arusaadav".



Joonis 40. Patsiendi lisamise protsessi arusaadavus.

Küsimus: Hinnake teie arvates, kui kasulik on harjutuskava progressi määramise ja jälgimise protsess? Küsimusele vastati 5-pallisel skaalal, kus 1 tähendas "Seda funktsionaalsust pole vaja realiseerida antud rakenduses" ja 5 "Väga kasulik".



Joonis 41. Progressi jälgimise kasulikkus.

Lisa 10 - Kasutajaliidese testimise esimese voogu kvalitatiivne tagasiside

Kas registreerimise ja sisselogimise protsess tundus lihtne ja arusaadav?

- „Kõik selge, vahel tekib valge ekraan peale registreerimist/sisselogimist ja peab lehte värskendama, et tuleks õige vaade uuesti ette.“
- „Registreerimisel ei kontrollita meili formaadi.“
- „Võiks lisada võimalust vaadata salasõna ja lisada salasõna kinnitust.“
- „Tulevikus oleks väga mugav, kui sisse logimine oleks võimalik näiteks Smart-ID abil.“

Kas harjutuste vaatamise, otsimise ja filtreerimise protsess tundus lihtne ja arusaadav?

- „Intuiitiivne, on arusaadav kuhu peab vajutama ja meeldib ka see et otsing toimub automaatselt, kui minna detailivaatele ja siis tagasi otsingusse siis filtrid ei nulli ära vaid jäävad samadeks, mis on minu arust väga mugav.“
- „Filtreerimise kasutusmugavust parandaks võimalus valida mitu väärtust ühe filtri kategooria sees, mis lihtsustaks sobivate harjutuste leidmist.“

Kas harjutuskava loomise protsess tundus lihtne ja arusaadav? Kas saab midagi teha teistmoodi, et teha seda protsessi loogilisemaks?

- „Kui koostasid harjutuskava, mis ei sisaldanud harjutusi, siis tekkis viga salvestamisel, kuid tundub nagu selline võiks olla.“

Kas harjutuskava vaade ja harjutuskava muutmise protsess tundus lihtne ja arusaadav?

- „Salvestatud harjutuskavas pole võimalust lisada harjutusi“
- „Kui avada malli, võiks olla nupul “Muuda” asemel kirjas “Loo uus kava mallist” vms, siis oleks arusaadavam, et ei muudeta malli ennast, vaid luuakse selle põhjal uus kava. Muidu kõik arusaadav“

- „Nähtavad on ka need harjutuskavad, mis pole minu loodud.“

Kas patsiendi lisamise ja patsiendile harjutuskava määramise protsess tundus lihtne ja arusaadav?

- „Sain määrata harjutuskava patsientidele keda ma veel ei lisanud endale.“
- „Näiteks oleks tore, kui saaks vajadusel muuta või lisada harjutusi otse patsiendi ankeedis.“

Lisa kommentaarid ja soovitused

- „Väga tore rakendust. On kindlasti kasulik, kõik asjad on hästi läbimõeldud. võib olla muuta natukene kasutajaliidese stiili ning lisada mobiilivaade ja siis on super.“
- „Rakendus on väga kasulik ja sisaldab palju funktsionaalsust, kuid navigeermist saaks paranda, et see oleks natuke intuitiivsem.“

Lisa 11 - Kasutajaliidese testimise teise voogu kvalitatiivne tagasiside

Kas registreerimise ja sisselogimise protsess tundus lihtne ja arusaadav?

- „Seekord läks registreerimine ja sisselogimine täiesti probleemivabalt. Kõik toimis kohe esimesel katsel.“
- „Eelmine kord oli probleeme, aga nüüd oli kõik selge ja töötas hästi.“
- „Ei olnud enam valgeid ekraane – süsteem käivitus sujuvalt.“

Kas harjutuste vaatamise, otsimise ja filtreerimise protsess tundus lihtne ja arusaadav?

- „Filtrid ja otsing töötavad hästi, kõik oli väga loogiline.“
- „Ei tekkinud segadust – sain vajalikud harjutused kiiresti kätte.“
- „Meeldis, et filtrid jäid peale ka pärast liikumist detailvaatesse.“

Kas harjutuskava loomise protsess tundus lihtne ja arusaadav?

- „Kava loomine oli palju sujuvam kui esimesel korral. Väga lihtne mõista, kust alustada ja kuidas salvestada.“
- „Mallide kasutamine on nüüd arusaadav ja ei tekkinud enam segadust.“

Kas harjutuskavade vaade ja harjutuskava muutmise protsess tundus lihtne ja arusaadav?

- „Kavade muutmine toimib hästi, sain lihtsalt redigeerida olemasolevat harjutuskavat.“
- „On selge, millal muudan malli ja millal loon sellest uue kava. Väga hästi lahendatud.“

Kas patsiendi lisamise ja patsiendile harjutuskava määramise protsess tundus lihtne ja arusaadav?

- „Protsess oli loogiline ja lihtne. Ei pidanud midagi otsima – kõik oli hästi leitav.“

- *„Tundus sujuv ja arusaadav. Sain patsientidele kavad määratud ilma probleemideta.“*

Lisa kommentaarid ja soovitused

- *„Visuaalselt on nüüd parem, eriti mobiilis – kuigi mõnes kohas võiks veel pisut kohendada.“*
- *„Kogu kogemus oli palju sujuvam kui eelmisel korral. Rakendus tundub nüüd valmis, ainult väike juhend uutele kasutajatele oleks veel abiks.“*
- *„Super töö – kõik vajalik olemas. Esimese kasutuskorra lihtsustamiseks võiks kaaluda väikest õpetust.“*