

TARTU ÜLIKOOL
Arvutiteaduse instituut
Informaatika õppekava

Kertu Kasesalu

MediqVR täiendused ja edasiarendused

Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendaja: Madis Vasser, PhD

Tartu 2025

MediqVR täiendused ja edasiarendused

Lühikokkuvõte:

Virtuaalreaalsust kasutatakse laste neurorehabilitatsioonis üha sagedamini. Tartu Ülikooli Kliinikumis on selleks kasutusel MediqVR, mis seab kasutaja erinevatesse virtuaalreaalsuskeskkondades toimuvatesse situatsioonidesse. Käesolev lõputöö kirjeldab, kuidas viidi läbi tehnilisi muudatusi ning uuendusi, et tõsta MediqVR kasutusmugavust ja -võimalusi. Samuti oli eesmärgiks lisada uusi stsenaariumid, et oleks võimalik rohkem olukordi simuleerida. Tulemusena valmis Meta Quest 2 platvormile kohaldatud ning täiendatud virtuaalreaalsuse rakendus ning veebipõhine kasutajaliides, mille abil on võimalik läbi viia sessioone, kus saab psühholoog jälgida kasutaja käitumist erinevatele virtuaalkeskonna teguritele.

Võtmesõnad:

Virtuaalreaalsus, neurorehabilitatsioon

CERCS: P175 Informaatika, süsteemiteooria

MediqVR improvements and further developments

Abstract:

Virtual reality is increasingly used in pediatric neurorehabilitation. At Tartu University Clinic, MediqVR is utilized to immerse users in various scenarios within virtual reality environments. This thesis describes the technical modifications and updates implemented to enhance the usability and capabilities of MediqVR. Additionally, the objective was to add new scenarios to simulate a wider range of situations. As a result, a refined and extended virtual reality application for the Meta Quest 2 platform was developed, along with a web-based user interface that allows psychologists to conduct sessions and monitor user behavior in response to various stimuli within the virtual environment.

Keywords:

Virtual reality, neurorehabilitation

CERCS: P175 Informatics, systems theory

Sisukord

| | |
|--|----|
| Sissejuhatus..... | 3 |
| 1. Alternatiivsed lahendused VR kasutamisel laste neurorehabilitatsioonis..... | 5 |
| 1.1 Floreo..... | 5 |
| 1.2 YourSkills..... | 5 |
| 2. MediqVR algne versioon..... | 7 |
| 2.1 Algse versiooni kirjeldus..... | 7 |
| 2.2 Tegevusplaan..... | 8 |
| 3. VR-rakenduse realisatsioon..... | 10 |
| 3.1 Kasutatud tehnoloogiad..... | 10 |
| 3.2 Meta Quest 2-le üleminek..... | 10 |
| 3.3 Veebirakendus..... | 12 |
| 3.4 Uute stsenaariumite implementatsioon..... | 14 |
| 3.4.1 Stsenaariumi keskkonna loomine..... | 14 |
| 3.4.2 Stsenaariumi animatsioonid..... | 16 |
| 3.4.3 Stsenaariumi sisu programmeerimine..... | 17 |
| 3.6 Edasiarendusvõimalused..... | 20 |
| Kokkuvõte..... | 22 |
| Kasutatud kirjandus..... | 23 |
| Lisad..... | 24 |
| I. Kliinikumi stsenaariumite sisend..... | 24 |
| II. Litsents..... | 29 |

Sissejuhatus

Virtuaalreaalsuse (VR) tehnoloogia on arenenud märkimisväärselt nii tehnilise töökindluse, kasutajamugavuse kui ka kättesaadavuse osas. Kui varasemalt oli VR peamiselt meelelahutuse ja mängutööstuse tööriist, siis tänaseks on selle kasutusvaldkonnad laienenud haridusse, tööstusesse, arhitektuuri ja mitmetesse teistesse valdkondadesse. Kõigis neis kontekstides osutub väärtuslikuks VR-i võimekus luua interaktiivne, simuleeritud keskkond, mis võimaldab reaalseid olukordi turvaliselt jäljendada, harjutada ja juhtida. Näiteks Dong Zhao, Jason Lucas ja Walid Thabet kirjeldavad oma uuringus, kuidas elektriohutuse simuleerimine VR-keskkonnas suurendas õppijate teadlikkust ohtlikest olukordadest ning võimaldas ohtlikku käitumist ohutult läbi mängida ilma reaalse tagajärgedeta. Sellistes keskkondades aitavad märguanded ja visuaalsed vihjed juhtida õppija tähelepanu kriitilistele punktidele, kus aktiveeruvad interaktiivsed harjutused, võimaldades alateadlikku ja korduvat õppimist realistlikus, kuid riskivabas keskkonnas [4].

Sarnastel põhimõtetel põhinev lähenemine leiab üha rohkem rakendust ka meditsiinis. Neurorehabilitatsiooni valdkonnas on VR töövahendiks sotsiaalsete ja kognitiivsete oskuste taastamisel, pakkudes samal ajal keskkonda, mis on turvaline, kontrollitav ja emotsionaalselt kaasav. Tartu Ülikooli Kliinikumi lasteneuroloog Anneli Kolk, selgitab oma artiklis, et laste puhul on see lähenemine eriti oluline, kuna arenev närvisüsteem vajab pidevat kohandumist ning iga teraapiline stiimul peab olema kohandatav, mänguline ja usaldusväärne. Klassikalised meetodid, nagu tegevusteraapia ja kõneravi, on sageli aeglased ning ei haaku lapse motivatsiooni ja kujutlusvõimega [3].

Käesolev lõputöö lähtub sellest reaalsusest. MediqVR on VR-rakendus, mille eesmärk ongi luua kontrollitud ja elulisi sotsiaalseid olukordi neurorehabilitatsioonis kasutamiseks. Rakenduse kasutamine eeldab juhendava spetsialisti osalust, kes valib sobiva keskkonna ning käivitab seal erinevaid tegevusi vastavalt teraapia eesmärkidele. Autoril on isiklik huvi tehnoloogia rakendamise vastu laste vaimse tervise toetamisel, mistõttu pakub just VR-i kasutamine neurorehabilitatsioonis ainulaadset võimalust ühendada erialased teadmised praktilise mõjuga valdkonnale.

Töö keskmes on MediQVR-i uuendamine nii tehnoloogiliselt kui ka sisuliselt. Peatükk üks kirjeldab alternatiivseid VR-lahendusi, mida kasutatakse laste neurorehabilitatsioonis. Teine peatükk käsitleb olemasoleva rakenduse tausta ning kirjeldab planeeritud arendussamme. Kolmandas peatükis tuuakse välja teostatud arendustööd, valminud rakenduse lõppkuju ning võimalikud edasised arengusuunad.

1. Alternatiivsed lahendused VR kasutamisel laste neurorehabilitatsioonis

VR kasutamine laste neurorehabilitatsioonis on kiiresti arenev valdkond, mis pakub uuenduslikke võimalusi ravi mitmekesistamiseks. Roberts-Yates ja Silvera-Tawil rõhutavad oma uurimuses, et VR suurendab õpilaste kaasatust ja kujutlusvõimet, soodustab vaba eneseväljendust ning pikendab tähelepanuvõimet [8]. Peatükk kirjeldab kahte VR-lahendust, mida kasutatakse neurorehabilitatsiooni valdkonnas.

1.1 Floreo

Floreo VR-süsteem on suunatud eelkõige autismispektril olevatele lastele. Floreo asutaja Vijay Ravindran tõi välja The New York Timesis ilmunud loos, et nende rakenduses on olemas üle 200 stsenaariumi, mis on loodud toetama laste kõne ja käitumise arengut [7]. Floreo tõhusust kinnitab Vijay Ravindran uuring, mis keskendus ühise tähelepanu ehk lapse võimekusele suunata ja jagada tähelepanu. Tulemuste põhjal paranesid oskused vähemalt ühes uuritud kategoorias 83% lastest [5]. Floreo kitsaskoht seisneb selle spetsiifilises keskendumises autismiga lastele, ent see on samas ka selle tugevus, kuna võimaldab süsteemi väga täpselt kohandada just nende vajadustele.

Alates 2024. a. maist on Floreo saadaval Meta Quest platvormidel, pakkudes senisest sujuvamat kasutuskogemust ning muutes Floreo kättesaadavamaks. Varasemalt oli kasutusel süsteem, kus pandi mobiiltelefon spetsiaalse hoidiku sisse [7]. See võimaldas algelist VR kogemust ja muutis Floreo kasutamise võimalikuks pea igapähele, ent võimsama VR-komplektiga on kasutajakogemus parem.

1.2 YourSkills

YourSkills pole ainult VR-rakendus, vaid laiem, struktureeritud rehabilitatsiooniprogramm, mis on loodud toetama laste sotsiaalsete ja käitumuslike raskuste lahendamist. Veebilehe andmetel on programmi peamiseks sihtrühmaks poisid, kellel esineb agressiivset käitumist, nagu vaidlused ja impulsiivne, kontrollimatu käitumine¹. Programm kasutab VR-peaseadet ning selle käigus jälgib ja hindab juhendaja lapse reaktsioone väliselt, sarnaselt eelnevale Floreo lahendusele. YourSkills nõrkus seisneb selles, et rakendust saab kasutada vaid

¹ <https://www.yourskillstraining.nl/>

ettevõtte YourSkills läbiviidud tundides ja see on saadaval vaid hollandi keeles, mis vähendab selle kättesaadavust laiemale sihtrühmale.

Sophie Alsemi uuringus võrreldi YourSkills virtuaalreaalsuse komplekti, samade stsenaariumite rollimängu ja tavalisi sessioone. Agressiivsust mõõdeti iganädalaste küsitlusankeetidega. Võrreldes tavaliste sessioonidega olid YourSkills stsenaariumite läbimängimine kuuel agressiivsuse mõõdikul seitsmest tõhusam ning neljal seitsmest oli virtuaalreaalsus üle tavalise rollimängu [1]. See näitab virtuaalreaalsuse potentsiaali sotsiaalsete oskuste õpetamisel.

2. MediqVR algne versioon

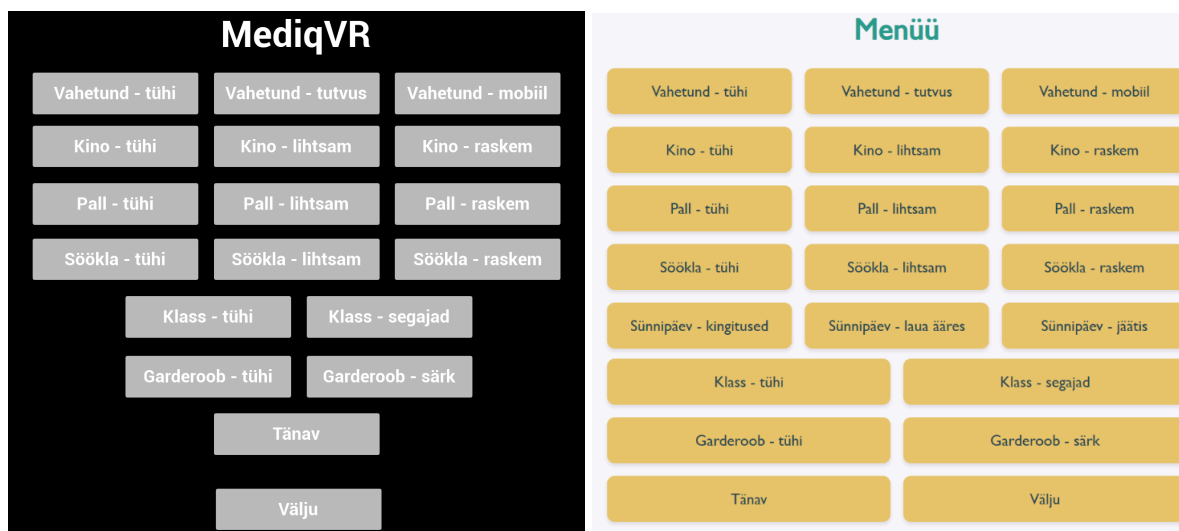
MediqVR on VR-rakendus, milles saab psühholoog panna mängija erinevatesse keerulistesse päriselulistesse sotsiaalsetesse situatsioonidesse. Keskkonna valimiseks ja selles olevate tegevuste käivitamiseks peab olema väline isik, kes eelseadistatud sisendite valimisega neid tegevusi ajendab. Rakendus valmis 2018. aastal TÜ Arvutiteaduse instituudi doktorandi Madis Vasseri ning ettevõtte VirtualFX OÜ koostöös. Peatükk 2.1 kirjeldab MediqVR seisu ning nõrkusi enne lõputöö käigus läbiviidud arendusi ja peatükk 2.2 planeeritud samme vigade parandamiseks ja rakenduse edasiarendamiseks.

2.1 Algse versiooni kirjeldus

MediqVR oli algselt arendatud juhtmetega seotud ja laserite abil töötava HTC Vive VR-komplektile. Kliinikum kasutas varem just seda varianti, ent 2024 sügisel kliinikumi külastades tuli välja, et seda lahendust pole juba aasta aega kasutatud ning soetatud oli Meta Quest 2 VR-komplektid, mis MediqVR rakendusega toimivad ainult juhtmega arvutiga ühenduses olles. Kasutusel olev HTC peaseade nõuab rohkem eelseadistamist ja on oluliselt raskema kaaluga kui Quest 2 ning see muudab kasutamise lastel kohmakaks.

Mängijal pidi peas olema VR-peaseade ja kõrval olev psühholoog nägi monitoril lisaks virtuaalreaalsusele toimuvale ka käsklusi sisendi jaoks. Psühholoog nägi kogemuse hetkeseisu arvutiekraanilt ning andis sisendi läbi klaviatuuri ja olenevalt stsenaariumist olid käsklused erinevad. Mängule oli lisatud taustahelisid ja tegelastele dialoogid.

Mängus oli juba olemas seitse stsenaariumi: vahetund, kino, pall, söökla, klass, garderoob ja tänav. Psühholoog sai nende vahel valida mängu menüüst. Menüüst on olemas lõigu lõpus pilt - seda nii vanal kui uuel kujul (vaata illustratsioon 1). Stsenaariumid on erinevad keskkonnad, kuhu on programmeeritud erinevaid situatsioone. Näiteks, stsenaarium "kino", kus mängija istekohal on juba keegi ees ning mängija eesmärk on suheldes enda koht tagasi saada või mõni teine lahendus leida. Neljal stsenaariumil on kolm eri versiooni: tühi, lihtne ja raske variant. Tühi variant sisaldab ainult keskkonda ilma tegelasteta. See on selleks, et laps saaks keskkonnaga harjuda. Lihtne ja raske variant erinevad keskkonna tegurite arvu poolest või dialoogide keerukuse poolest. Klassi ning garderoobi stsenaariumil on ainult tühi ja üks segajatega variant.



Illustratsioon 1. Vasakul menüü vanas vaates ning paremal menüü uues vaates

Kliinikumi personalil oli ettepanekuid olemasoleva rakenduse parendamiseks, kuid üldiselt oldi olemasolevaga rahul. Simulatsioonides olevad taustategelased nägid kõik väga sarnse välimusega välja. Tänavastenaarium ei toimunud psühholoogi jaoks intuiitiivselt, mis tekitas simulatsioonis probleeme. Näiteks stenaariumis, kus sai anda sisendit ratturi ilmumiseks, tekkis rattur ekraanile korduvalt, sest viivituse tõttu ei saanud psühholoog aru, et tegelikult ajend juba oli antud ja jätkas sisendi andmist.

2.2 Tegevusplaan

Pärast programmiga tutvumist ja kliinikumi külastust, analüüsiti läbi peamised probleemkohad ja koostati nimekiri asjadest, mida saaks selle lõputöö raames ära teha. Piirangud olid ajalimiit, sest programm pidi lõputöö raames valmis saama, ja puuduv eelnev kogemus VR-rakenduste arenduses.

Esialgseks plaaniks oli viia rakendus üle vanalt VR-süsteemilt Meta Quest 2 platvormile, mis on kasutajasõbralikum ja praktilisem. Nagu selgitas Erdem Yildirim oma artiklis, on Meta Quest 2 suurim eelis selle iseseisvus – erinevalt platvormidest nagu HTC Vive, ei vaja see töötamiseks eraldi arvutit [10]. Valik langes just Meta Quest 2 versioonile, kuna see oli lastekliinikumis juba olemas.

Arendustööde raames plaaniti lahendada kliinikumi personalilt saadud tagasisides esitatud probleemid ning optimeerida mängu nii, et see töötaks sujuvalt Meta Quest 2 seadmel. Täienduste hulka kuulus ka kahe uue stsenaariumi loomine, mille teksti koostas Tartu Ülikooli Kliinikumi personal. Pärast rakenduse valmimist oli eesmärgiks esitleda uuendatud programmi kliinikumi personalile, et koguda nende tagasiside.

3. VR-rakenduse realisatsioon

Varem välja toodud MediqVR-is olevate probleemide lahendamiseks ja uute funktsionaalsuste lisamiseks arendati rakendust edasi.

3.1 Kasutatud tehnoloogiad

Olemasolev MediqVR oli tehtud Unreal Engine 4.27 mängumootoriga. Kuigi puudus varasem kogemus Unreal Engine'iga, otsustati selle juurde jääda ning kasutada põhjana olemasolevat lähtekoodi. Kaasajastamise ning Meta Quest kasutamise tõttu viidi programm üle Unreal-i versioonile 5.3.2.

3.2 Meta Quest 2-le üleminek

Selleks, et rakendus kompileeruks ja sujuvalt Meta rakendusena jookseks, tuli teha mitmeid muudatusi programmi seadetes ja lisada projektile pistikprogramme. Selleks lähtuti Unreal Engine foorumis antud juhistest [2]. Projekti jaoks seati üles Android Studio, sest Meta Quest kasutab Androidi põhise operatsioonisüsteemi ning selleks on vaja vastavaid vahendikomplekte rakendusprogrammide kirjutamiseks. Selgus kiiresti, et kõik pistikprogrammid ja projekti sätted ei tööta omavahel hästi koos. Foorumi juhendi tulemusena avanes programm Meta Quest-is 2D aknas ning küsis Google Play poe võtit. Seda sõltumata sellest, et projekti sätetes oli ära märgitud VR avamise säte (*Start in VR*). Prooviti lisada Meta Quest 2 projekti sätetes toetatud Meta Quest seadete alla ning teisi Meta ja VR-iga seotud sätteid sisse lülitada. Neid leiti märksõnade abil sätetest otsides. Lahendusena aga toimis konfiguratsiooni failide kopeerimine Unreal Engine vaikimisi projektist. On võimalik, et probleemi allikaks oli vana, arvutiga ühendatud VR seadmetele mõeldud lähtekoodi sätted, mis mängumootori uuema versiooni ning teistsuguse VR seadme peal segadust tekitasid.

Meta Questile üle minnes oli teine küsimus, mida lahendada – kuidas saab mängijat juhendav kasutaja anda programmile sisendit, kui arvuti ja klaviatuur pole enam kasutusel? Variandid olid peegeldada VR-prillides nähtut lihtsalt monitorile, kirjutada sisendid eraldi faili ja kasutada Bluetooth klaviatuuri; või veebipõhise andmebaasi loomine, kuhu veebilehe kaudu sisend anda ja VR-programmis andmeid küsida. Ootamatu takistusena selgus, et Meta Quest 2 platvormile ise arendatud rakendustega toimivat klaviatuuri polnud lihtne leida ega

eelarveliselt võimalik soetada (erinevad proovitud Bluetooth klaviatuurid töötasid üldmenüüdes, aga mitte rakendustes). Seega jäi kaalule teine variant, luua veebileht ja andmebaas ning ühendada see VR-programmi.

Andmebaasi loomiseks valiti Google Firebase'i, kuna see pakub reaajas pilveteenust, mis muudab süsteemi kasutamise mugavaks ja efektiivseks. Teades, et andmebaas ei pea sisaldama suures mahus infot, oli Firebase sobiv valik. Loodud andmebaasi salvestati tõeväärtused mõnekümne välja kohta, mis jagunesid menüü ja stsenaariumi põhisteks väljadeks. Andmebaasiga suhtles Swagger UI, kuhu tehti vajalikud rakendusliidesed. Veebipõhine kasutajaliides on arendatud Vue 3-s ja üles laetud ETAIS virtuaalmasinasse.

Selleks, et psühholoog saaks vahetult jälgida VR-seadmes toimuvat, oli vaja kuvada sealne pilt reaajas arvuti ekraanile. Esialgu planeeriti selleks kasutada Meta Quest peaseadmes sisseehitatud kuvalevi (*casting*) funktsionaalsust. Selle meetodi puhul tuli ühendada nii VR-peaseade kui ka arvuti samasse WiFi võrku ning logida mõlemas seadmes sisse sama kasutajakontoga. Pärast seda sai alustada kuvalevi sessiooni ja suunduda Meta kuvalevi veebilehele, kus genereeriti privaatne link. See link tuli seejärel peaseadmes valida, et kuvamine algaks. Praktilise katsetuse käigus ilmnisid tehnilised probleemid: nii arvutiekraanil kui ka VR-peaseadmes esines märgatavat pildi vilkumist. Probleemi lahendamiseks prooviti kasutada Meta Horizon mobiilirakenduse kaudu kuvalevi, toimides samalaadselt eelneva lahendusega, kuid ka selle meetodi korral püsisid samad probleemid. Samuti katsetati VR-peaseadme ühendamist arvutiga füüsilise kaabli abil, lootuses parandada ühenduse stabiilsust ja vähendada latentsust. Ehkki pildi vilkumine vähenes mõnevõrra, ei kadunud see täielikult.

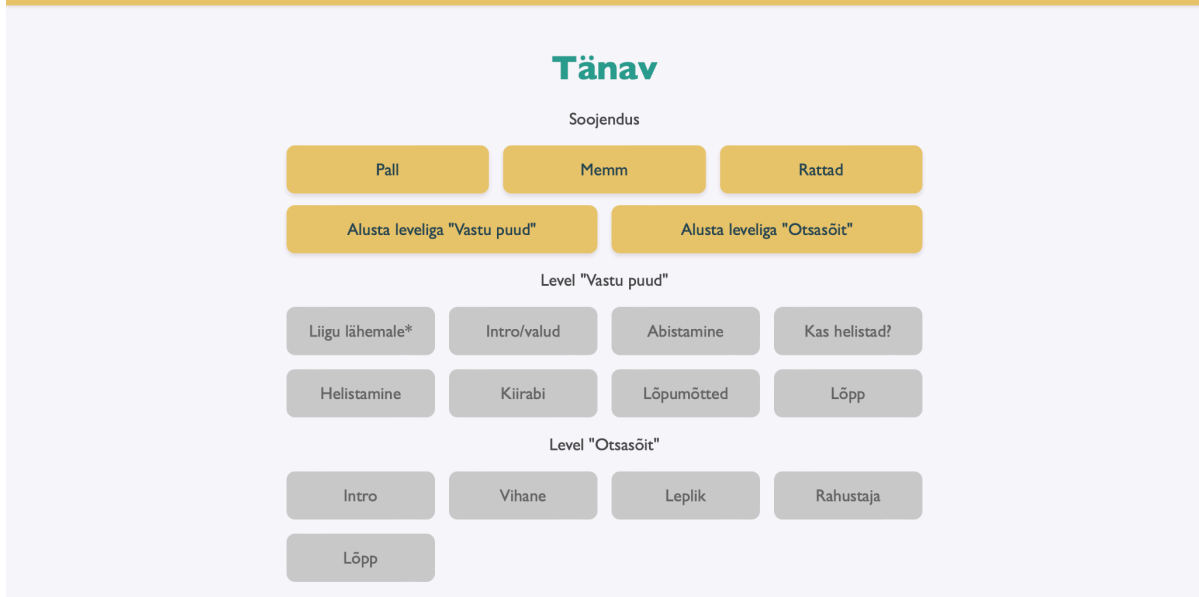
Vilkumise põhjust ei õnnestunud kindlaks teha. Tõenäoliselt oli probleem seotud rakenduse poolt tekitatud liigse ressursikasutusega, mis tõi kaasa kaadrisageduse languse ja renderdus võimekuse vähenemise, eriti kui lisandub kuvalevi tekitatav täiendav koormus Meta Quest seadmele. Kuna vilkumine oli üsna sagedane, kaaluti võimalust, et selle võis põhjustada taustal toimuvate regulaarsete veebipäringute sagedus (iga sekund), kuid lihtsamas menüü keskkonnas, kus esinesid samad päringud, vilkumist ei täheldatud. Seetõttu järeldati, et vilkumise tõenäolisem põhjus oli keskkonna üldine koormus – näiteks dünaamilised objektid

või keerukad valguslahendused, mis suurendasid renderdus ressursside vajadust. Algse programmi jõudluse optimeerimine Quest 2 platvormile, nii et võimalik oleks ka sujuv kuvalevi, jäi suure eeldatava töömahu ja ajalise piirangu tõttu lõputööst välja.

Lõputöö esitamiseks ja kliendile programmi demonstreerimiseks oli oluline tagada VR-stsenaariumide usaldusväärne ja sujuv esitus, otsustati alternatiivse lahendusena kompileerida rakendus ka Windowsi rakendusena. Selle jaoks seadistati arenduskeskkonnas rakenduse Windowsi sätteid nii, et Vulkan graafikamootor oleks toetatud. Siis sai Windows programmi arvutist käivitada ning Meta Link'i ja kaabliga peasedmega ühenda. Meta Link'i saab ühendada ka üle WiFi võrgu ilma kaablita. Sellise lahendusega õnnestus VR-sisu sujuvalt kuvada nii peaseadmes kui ka arvutiekraanil, vältides eelnevalt esinenud pildi vilkumise probleeme.

3.3 Veebirakendus

Veebirakendusel pidi olema kaks põhifunktsioonaalsust – menüü ja stsenaariumi põhine sisendi platvorm. Menüü disain tehti sarnaselt varem kasutusel olnud menüüle ehk ruudustiku põhimõttel. Sellist vormingut kasutati ka stsenaariumi sisendi lehtedel. Enamasti olid stsenaariumi olukorrad lineaarsed ehk sai järjest nuppe vajutades sobiva tempoga stsenaariumis liikuda. Ent stsenaariumites nagu “Tänav”, mis on alloleval pildil (illustratsioon 2), sai teha valikuid erinevas järjekorras. Selleks, et kasutajaviga vältida, värviti mitte-aktiivsed nupud halliks. Lisaks loodi turvalisuse huvides lihtne sisselogimise lehekülg, mille kaudu kasutaja saab ülejäänud lehtedele ligi.



Illustratsioon 2. Stsenarium "Tänav" lehekülg

Veebirakendus pidi olema internetist vabalt kättesaadav, et kasutaja sellele lihtsalt ligi pääseks. Selleks loodi ETAIS-is privaatne pilv ja sinna virtuaalmasin. Juhiseid saadi HPC ametlikult juhendite lehelt². Pilv loodi minimaalse mäluruumi ja muutmäluga. Vastavalt 20GB ja 2 RAM GB. Virtuaalmasinale lisati erinevad pordid. Nende seast olulisemad pordid 80 ja 443, mis lubab protokolle HTTP ja HTTPS kasutamist ning port 22, mille läbi saadi väliselt virtuaalmasinale ligi. DNS kirje saamiseks võeti ühendust ETAIS toega, kes virtuaalmasina välise internetiaadressiga sidusid.

Virtuaalmasinasse rakenduse paigaldamiseks loodi esmalt SSH-ühendus, mille kaudu pääseti kaugelt ligi Ubuntu-põhisele süsteemile. Järgmiseks oli vaja seadistada veebiserver, milleks valiti Apache HTTP Server - avatud lähtekoodiga ja laialdaselt kasutatav veebiserver, mis sobib hästi Ubuntu keskkonda. Apache paigaldati ja seadistati vastavalt Ubuntu ametlikule dokumentatsioonile [6]. Serveri konfiguratsiooni jaoks kasutati VirtualHost direktiivi, mis võimaldas määrata, millist kataloogi server veebilehena teenindab ja serveri nime. Selleks, et veebileht oleks kaitstud ehk saaks kasutada HTTPS-i oli vaja seadistada sertifikaadid. SSL (*Secure Sockets Layer*) sertifikaat on digitaalne tunnistus, mis kinnitab veebisaidi autentsust

² <https://docs.hpc.ut.ee/public/>

ning võimaldab andmevahetust turvalise, krüpteeritud ühenduse kaudu [9]. Tänapäevased sertifikaadid põhinevad SSL edasiarendusel - TLS-il (*Transport Layer Security*), mis pakub paremat turvalisust ja jõudlust [9]. Apache pistikprogrammiga Cerbot, loodi sertifikaadid automaatselt. Viimaks MediqVR veebirakenduse projekti kaustas jooksutati käsku *npm run build*, et tekiks tootmisserveri jaoks vajalikud minimeeritud ja optimeeritud failid. Veebirakendus muutus seejärel kättesaadavaks aadressil: <https://mediqvr.cgvr.cs.ut.ee/>.

3.4 Uute stsenaariumite implementatsioon

Teine mahukam osa praktilisest tööst oli uute stsenaariumite loomine. Selleks tuli esmalt läbi töötada kliinikumi poolt antud sisend keskkonna kirjelduse ja tegelaste dialoogidega. Leitav [lisast I](#). See koosnes kolmest stsenaariumist, mille tegevus toimus mängija sünnipäeva peol. Sisendi kohaselt olid mängija treenitavad oskused: teistega arvestamine, tüli vahele sekkumine, lepitamine, rahunemistehnikad. Esmalt koostati detailne loetelu vajalikust keskkonnast ja objektidest. Seejärel määratleti tegelaste asukohad ja liikumismustrid mängu stseenides. Tuginedes nendele liikumistele ja interaktsioonidele, kirjeldati iga tegelase olekut ja tegevust, et tagada sujuv animatsioonide teostus ning korrektne integreerimine olekumasinatesse.

3.4.1 Stsenaariumi keskkonna loomine

Stsenaariumi visuaalse keskkonna kujundamisel tuli luua ruum, mis kannaks edasi sünnipäeva temaatikat ja toetaks soovitud meeleolu loomist. Selleks kasutati erinevaid selle teemalisi esemeid, mis otsiti Fab keskkonnast³ – tegemist on mitmekesise digitaalsete ressursside keskkonnaga, kust on võimalik leida nii 3D-mudeleid, materjale kui ka muid visuaalseid elemente interaktiivsete keskkondade loomiseks. Valitud objektide hulka kuulusid näiteks õhupallid, kingitused, lauamängud ja tort, mis aitasid luua teemakohast atmosfääri. Teise ja kolmanda stsenaariumi jaoks lisati lauale jäätised, kuna narratiiv nägi ette olukorda, kus üks tegelane kukutab jäätise teise peale. Mõned elemendid jäid kasutusest välja, kuna tekitasid visuaalseid või tehnilisi probleeme. Näiteks eemaldati liiga kirju ja karvane vaip, millelt varjud ei paistnud selgelt välja. Samuti esines raskusi liiga läikivate seinte ja põrandatega, mille valguspeegeldused häirisid stseeni üldmuljet. Lahenduseks sai materjale muuta karedamaks, lubades materjali seadetest omadust: täielikult kare (*fully rough*).

³ <https://www.fab.com/>

Keskkonna loomisel kõige keerulisem osa oligi valguse ja varjude korrektne seadistamine. Eriliseks väljakutseks kujunes platvormidevaheline erinevus – lahendused, mis töötasid laitmatult arvutiekraanil testides, ei andnud samaväärset tulemust Meta virtuaalreaalsuse peaseadmes, mis kasutab Android süsteemi. Näiteks, nagu illustratsioonil 3 näha, nägi Android vaates terve maailm roosa välja, kuigi arvutivaates oli kõik visuaalselt korras. Selline probleem viitas renderdusmootori sobimatule seadistusele VR-platvormi jaoks. Lahenduseks tuli projekti seadetes muuta vaikimisi renderdusliides (*Default RHI*) Vulkan-tehnoloogiale, mis võimaldab paremat graafikatuge ja paremat ühilduvust Android seadmetega, sh Meta VR-peaseadega. See muudatus parandas oluliselt valguse ja varjude kuvamist ning võimaldas keskkonda realistlikumalt esitada mobiilses virtuaalreaalsuses.



Illustratsioon 3. Android vaade enne parandust

Selliseid anomaaliaid oli veel palju ja ühe probleemi lahendamine viis uute probleemide tekkimisele. Näiteks Vulkan kasutuselevõtt tõi kaasa selle, et esemetel kadusid varjud, mis algselt olid kuvatud. Põhjus selgus selles, et Vulkan toetab varjude loomist vaid ühe valguskomponendi – *Directional Light Component* – abil ning seda on üldjuhul keskkonnas üks ja seda kasutatakse tavaliselt keskkonnas päikese simulatsiooniks. Lahenduse leidmiseks otsustati jätta valgus küll taevasse, kuid liigutada see ruumi keskele ja suunata otse alla, luues seeläbi efekti, mis meenutab toas olevat lampi. Kuna ruumil pidi lagi olema, siis selleks, et valgus läbi paistaks kasutati objekti *Plane*, mis on geomeetriline objekt, mis esindab tasapinda ilma paksuse või ruumilise mahuta. *Plane* eeliseks on selle ühelt poolt läbipaistvus.

Antud lahenduses suunati *Plane*-i üks pool tuppa, et luua efekt, nagu valgus paistaks läbi lae, samas kui teine pool jäi suunatud taevasse, võimaldades valgusel õigesti läbi paista.



Illustratsioon 4. “Sünnipäeva” stsenaariumi valmis keskkond

Loodi ka lihtsama välimusega keskkond ajaks, kui mängijal on peaseade ees, ent pole veel stsenaariumit valitud ehk mil ollakse veebirakenduses “Menüü” vaates. Selle keskkonna eesmärgiks oli pakkuda mängijale visuaalset ruumi, mis ei häiriks ja oleks minimaalne. See koosnes valgusest, taevast ja hallist platvormist, mille keskel on mängija.

3.4.2 Stsenaariumi animatsioonid

Tegelaste animatsioone ja liikumisi loodi TÜ Arvutiteaduse instituudi arvutigraafik ja virtuaalreaalsuse labori spetsialisti Ats Kurveti poolt arendatud Unreal Engine liikumise salvestamise (*motion capture*) tööriista abil. Seda sama programmi on ka varem MediqVR arendamisel kasutatud, seega sai programmiga sobitavuses kindlam olla ning kuna töö on tehtud CGVR laboris, siis sai sealseid seadmeid kasutada. Animatsioonide loomiseks kasutati HTC Vive virtuaalreaalsuse komplekti ja täiendavaid Vive Tracker andureid, mis kinnitatakse kehale – üks andur asetatakse kummagi jala ümber ja üks puusa peale. Pea liikumist tuvastatakse VR-peaseade abil ning käte liikumine registreeritakse pultidelt. Detailsemate animatsioonide jaoks saaks kasutada rohkem andureid. Andurid töötavad koos laes olevate laseritega, mis jälgivad andurite asukohta ja liikumist, võimaldades täpset ja reaalajas liikumisandmete kogumist. Eeltööna mängiti läbi varem kirja pandud liikumised ja olekud, mille tulemuseks olid animatsioonid, mis salvestusid Unreal Engine-i UASSET-failidena.

Need failid viidi hiljem üle MediqVR projekti, võimaldades neid seelses keskkonnas kasutada.

MakeHuman⁴ on avatud lähtekoodiga tarkvara, mis on loodud realistlike 3D-tegelaste loomiseks. Varasemalt olemasolevas MediqVR programmis oli kasutusel ainult kaks tegelast, kelle eristamiseks muudeti vaid riietust. “Sünnipäeva” stsenaariumitesse oli vaja kolme erinevat tegelast: ema ja kaks sõpra. Poiss-tegelase puhul oli võimalik taaskasutada juba olemasolevat skeletti, kuid ema ja tüdrukust sõbra puhul oli vajalik luua uued mudelid. Selleks loodi MakeHuman-is kaks täiesti uut skeletti, mis võimaldasid visuaalselt eristuvate karakterite loomist.

Tegelaste dialoogide jaoks kasutati neurokõne⁵, mis on Tartu Ülikooli keeletehnoloogia uurimiskeskuse poolt arendatud närvivõrgupõhine kõnesünteesi prototüüp. Süsteem on treenitud nii ilukirjanduse kui uudiste tekstidel, võimaldades realistliku ja loomuliku intonatsiooniga eestikeelse kõne genereerimist. Dialoogid sisestati tekstina ning süsteem genereeris neist koheselt sobivad helifailid. Need helid laeti alla ja integreeriti loodud animatsioonidesse, ajastades need täpselt vastavatesse positsioonidesse, et saavutada loomulik dialoogi ja liikumise sünkroonsus.

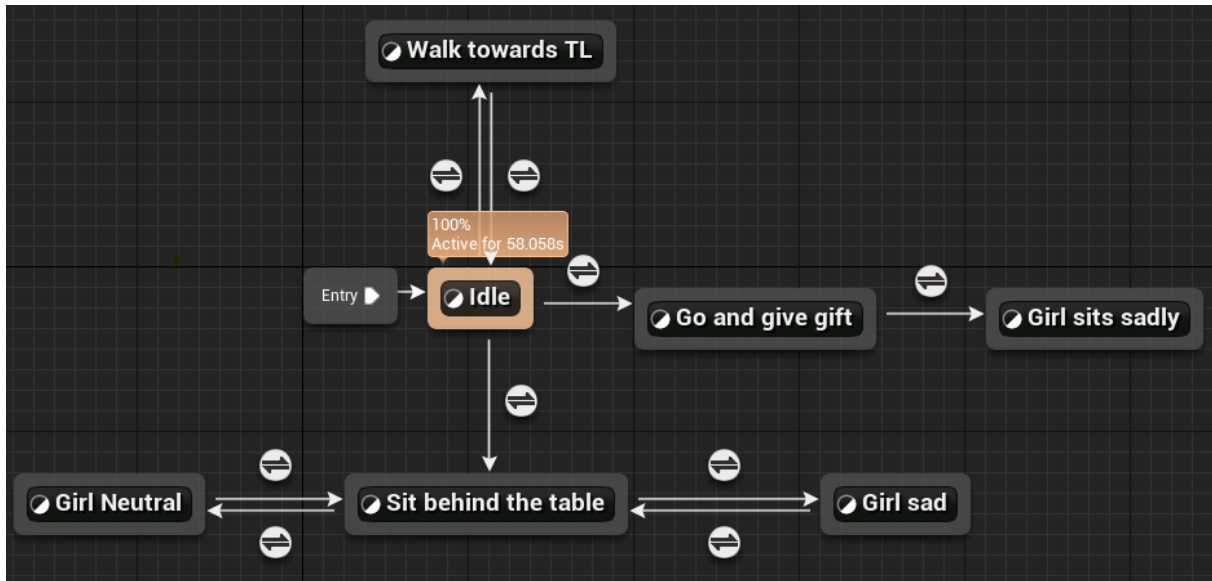
3.4.3 Stsenaariumi sisu programmeerimine

Unreal Engine keskkonnas ühendati loodud skeletid vastavate animatsiooni failidega ning animatsioonid kohandati sobivaks kasutamiseks olekumasinas (*state machine*). Selleks tuli animatsioonid sageli jagada lühemateks lõikudeks ning luua nendest vajadusel erinevad koopiad, et neid saaks paindlikult kasutada mitme dialoogi valiku või tegevusjärjestuse puhul. Olekumasinade loomine osutus üheks ajamahukamaks etapiks kogu tööprotsessis, kuna iga võimaliku sisendi ja olukorra jaoks tuli defineerida vastav olek ning tagada, et üleminekud animatsioonide vahel oleksid sujuvad ja loomulikud. Kuigi juba animatsioonide salvestamise ajal pöörati tähelepanu tegelaste ajastusele – vältimaks olukorda, kus üks tegelane teisega vales hetkel kokku liigub – oli siiski vajalik need järjestused ka Unreal Engine-is täiendavalt üle kontrollida. Osadel juhtudel tuli muuta animatsiooni pikkust või

⁴ <http://www.makehumancommunity.org/>

⁵ <https://neurokone.ee/>

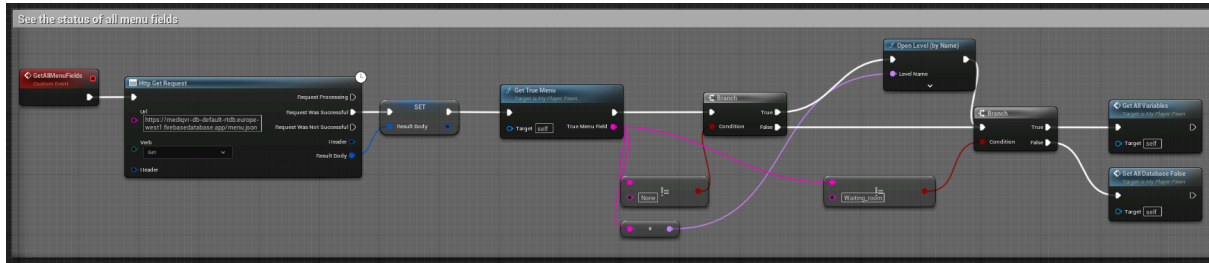
selle ülemineku kiirust, kohandada tegelase liikumise suunda või positsiooni ruumis, et saavutada narratiiviliselt ja visuaalselt usutav tulemus.



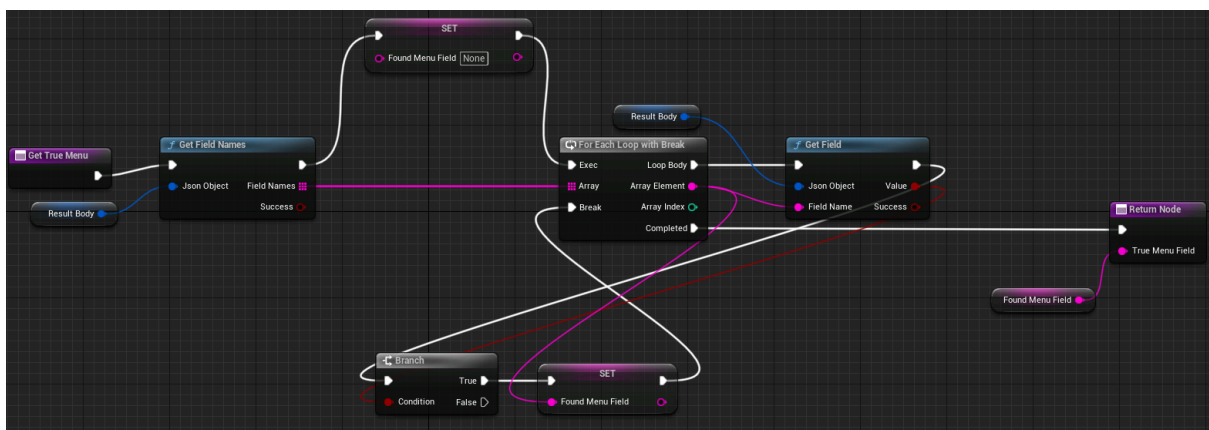
Illustratsioon 5. “Sünnipäeva” stsenaariumis tüdruk tegelase olekumasin. Kastid tähistavad erinevaid animatsioone, nooled üleminekuid ja vastavaid reegleid.

Varasemalt klaviatuuri kaudu toimunud sisendi edastamine olekumasinale ja aktiivsele stseenile tuli veebirakenduse kasutuselevõtu tõttu asendada HTTP-põhise suhtlusega. Selleks lisati olemasolevasse *player pawn* klassi komponendid, mis haldavad neid päringuid. *Player pawn* on komponent, mis esindab mängijat VR-keskkonnas. Selle kaudu toimub mängija liikumine, vaatepunkti määramine ja erinevate objektidega suhtlemine. Selles klassis käivitati kindla ajaintervalli (iga sekundi) järel ja programmi esmasel käivitamisel HTTP saatmispäring, mille kaudu seati kogu andmebaasis olevate muutujate tõeväärtused vääraks. Intervall üks sekund määrati empiirilise katsetamise teel – see osutus optimaalseks kompromissiks, võimaldades piisavalt kiiret kasutajasündmustele reageerimist, säilitades samas piisava viivituse, et projektis olevad ülesanded saaksid lõpule viidud. Seejärel tehti saamispäring sisendi tuvastamiseks. Kui mingi sisend oli tõene, siis liides saatis mängu isendi klassile teate, mis seadis seal vastava muutuja tõeseks. Paari millisekundi möödudes lähtestati muutujad taas vääraks, et sellist tsüklit oleks võimalik pidevalt korrata. Alguses kasutati andmebaasist saadud muutujate tõeväärtuste itereerimiseks *Sequencer* komponenti, ent siis sisendi tuvastamine ei töötanud stabiilselt. Viga oli selles, et *Sequencer* käivitab etteantud

ülesanded korruga, mitte ei oota eelmise lõpetamist, et järgmisega alustada. Probleem lahenes pärast *Sequnecer*-i eemaldamist ja sama loogika muutmiseks tsüklil põhinevaks universaalseks loogikaks, mis tagas sujuvama ja töökindlama sisendite töötlemise.



Illustratsioon 6. Menüü väljade väärtuste pärimise funktsioon



Illustratsioon 7. Menüü päringu tulemuse sobivale kujule viimine ja tulemuse tagastamine

Kui muutuja sai tõese väärtuse, käivitati selle põhjal vastav animatsioon või reaktsioon konkreetsetes klassides, mis panid vastava tegevuse tööle. Samaselt aktiveeriti ka muud sündmused, näiteks uksekella helin või objektide liikumine ajajoone kaudu. Ajajoones oli eelnevalt kaadri täpsusega määratud, millal ja kuidas objekt – näiteks jäätis – peab liikuma või reageerima. Teine objekt, mis “Sünnipäeva” stsenaariumis rolli mängis oli kingitus. Mõlemad sõber tegelased pidid selle mängijale ulatama. Tegelikult andmise animatsiooni loomine osutus keerukaks, kuna mängija pole maailmas füüsiliselt eksisteeriv tegelane ning vastuvõtmise ajastamine pole tema poolt võimalik. Lisaks välistas see võimaluse kontrollida, kas mängija on valmis kingitust vastu võtma. Lahendusena panid sõber tegelased kingid lihtsalt mängija kõrvale diivanile. Selleks kinnitati kingituse objekt algselt tegelase skeleti käelaba luu külge. Kui tegelane jõudis diivanini, kasutati kokkupõrke tuvastamist – hetkel,

mil käsi puudutas diivanit, vabastati objekt käelabast ning kingitus paigutati automaatselt kokkupõrke asukohta, ehk diivani peale. See andis visuaalselt edasi mulje, et kingitus asetatakse mängija kõrvale.

3.6 Edasiarendusvõimalused

Nii kasutajaliidese veebirakendust kui MediqVR VR-rakendust oleks kindlasti võimalik edasi arendada. Siin on välja toodud mitmed suunad, mille arendamine võiks oluliselt suurendada rakenduse kasutatavust, efektiivsust ja parandada visuaalset poolt. Samuti on esitatud kliendi tagasiside kirjeldus ning kliendi poolt pakutud edasiarenduse võimalused.

Rakenduse kasutajaliides on funktsionaalne, kuid visuaalselt tagasihoidlik. Disaini muutmine illustratiivsemaks ja esteetilisemaks parandaks kasutajakogemust, ent see nõuaks eraldi disainianalüüsi ning kliinikumi sisendit, milleni selle töö raames ei jõutud. Tähelepanu tuleks pöörata ka mobiili- ning tahvelarvuti vaate optimeerimisele. Hetkel ei jõutud lahenduseni, mis optimeeriks VR-rakendust piisavalt, et kuvalevi töötaks ilma arvuti toeta. Edasiarendusena võiks uurida probleemile lahendust. Lisaks, võiks mõelda kuvalevi näitamises otse veebirakenduses. See säästaks mitme ekraani või seadme kasutamist. Praegune süsteem kasutab andmete uuendamiseks perioodilisi HTTP-päringuid. See lähenemine võib olla ressursimahukas ning tekitada viivitusi. Näiteks WebSocketi kasutuselevõtt võimaldaks rakendusel saada andmeid serverist reaalajas ning vähendaks tarbetut koormust.

Meta Quest 3 pakub võimalust liitreaalsuse rakendusteks, kus virtuaalsed tegelased või objektid projitseeritakse kasutaja reaalsesse keskkonda. Selle rakenduse kontekstis võiks kaaluda näiteks animatsiooni toomist tegelikkusse keskkonda. See võiks tõsta kaasahaaravust ning potentsiaalselt ka neurorehabilitatsiooni efektiivsust.

Esitledes MediqVR programmi uuendusi kliendile, oldi tulemusega väga rahul. Märgiti, et pildikvaliteet on oluliselt paranenud ning uut uut sisendisüsteemi kasutajasõbralikuks, kuna see kuvab rohkem teavet sisestatava kohta ning tahvelarvutis oli parem sisendit anda kui klaviatuurilt arvude sisestamise kaudu. Uued stsenaariumid vastasid ootustele ning nii keskkond kui ka tegelaskujud pälvisid positiivset tagasisidet. Parendusvõimalustena toodi

välja peamiselt vanemate stsenaariumite visuaalne pool – näiteks “kino” stsenaariumite tegelaskujude välimuse mitmekesistamine, mõnede stsenaariumite keskkonna esteetilise külje täiustamine ning alguskoha korrigeerimine. Lepiti kokku, et enne rakenduse kasutuselevõttu korraldatakse lisademonstratsioon, et ka teised projektiga seotud kliinikumi töötajad saaksid uuendatud rakendusega tutvuda ja seda proovida.

Kokkuvõte

Töö eesmärk oli täiendada ja edasi arendada olemasolevat virtuaalreaalsuse rakendust MediqVR, mis on loodud neurorehabilitatsiooni toetamiseks. Rakenduse varasem versioon oli tehniliselt funktsionaalne, ent see oli loodud vananenud süsteemile ning polnud seetõttu enam aktiivselt kasutuses. Seega tekkis vajadus rakendus viia üle uuemale tehnoloogilisele lahendusele, mis toetaks Meta Quest 2 seadet ning võimaldaks sisendi haldamist läbi veebirakenduse.

Esmalt uuriti alternatiivseid lahendusi ning sarnaseid virtuaalreaalsuse põhiseid rakendusi, et koguda ideid ja mõista, milliseid funktsionaalsusi ja tehnoloogilisi lahendusi kasutatakse muja. Leiti, et kõigil neil on omad tugevused ja puudused. Analüüsiti nende rakenduste kasutamise mõju laste tervisele ja toodi välja mõnede uuringute tulemused.

Töö tulemusena arendati valmis uus versioon MediqVR rakendusest, mille arendused keskendusid varasema versiooni probleemide lahendamisele ning uute funktsionaalsuste lisamisele, mis parandasid kasutajakogemust ja muutsid rakendust sisukamaks. Arendustööd hõlmasid mitmeid valdkondi, alates rakenduse teisele platvormile üleminekust kuni uute stsenaariumi elementide lisamiseni. Kõige olulisemad muudatused keskendusid Meta Quest 2 toe täiustamisele, sealhulgas andmebaasi loomisele ja sisendi haldamiseks veebirakenduse arendamisele. Virtuaalreaalsus rakenduste arendamise mootoris esinevate tehniliste probleemide lahendamiseks tehti konfiguratsiooni muudatusi Unreal Engine'i projektis, et muuta graafikat paremaks ja lahendada virtuaalreaalsuse platvormi vahetusest tingitud probleeme. Samuti arendati välja uusi stsenaariume, mis pakkusid mängijatele erinevaid interaktiivseid olukordi, mis aitasid arendada nende käitumuslikke ja sotsiaalseid oskusi. Loodud stsenaariumite kujundamisel tegeleti animatsioonide, nende liikumise ja olekumasinatega.

Kokkuvõttes muudavad teostatud arendused MediqVR rakenduse kasutajasõbralikumaks ja rohkemate kasutusvõimalustega töövahendiks laste neurorehabilitatsioonis, pakkudes paremat platvormi ja mitmekesisemat kasutajakogemust.

Kasutatud kirjandus

- [1] Alsem, S. Improve your skills with virtual reality: Enhancing and understanding treatment effects for aggressive behavior problems in children, 2023, page 56. <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/426951> (07.12.2024)
- [2] antinnit, Unreal Engine 5.3.2 for Meta Quest VR, 2024. <https://dev.epicgames.com/community/learning/tutorials/3Vx6/unreal-engine-5-3-2-for-meta-quest-vr> (07.12.2024)
- [3] Kolk A. Uute tehnoloogiliste lahenduste kasutamine laste neurorehabilitatsioonis. *Eesti Arst*, 2020, nr 99(5), lk 285-288.
- [4] Lucas J., W. Thabet, Zhao D., Using virtual environments to support electrical safety awareness in construction, 2019 https://www.researchgate.net/publication/224123791_Using_virtual_environments_to_support_electrical_safety_awareness_in_construction (03.05.2025)
- [5] Nagesh, G., Can Virtual Reality Help Autistic Children Navigate the Real World?, 2022. <https://www.nytimes.com/2022/06/14/business/virtual-reality-autism-children-telehealth-floeo.html> (07.12.2024)
- [6] Padilla A., Install and Configure Apache, 2025. <https://ubuntu.com/tutorials/install-and-configure-apache> (20.04.2025)
- [7] Ravindran V., Osgood, M., Sazawall V., Solorzano R., Turnacioglu S., Virtual Reality Support for Joint Attention Using the Floreo Joint Attention Module: Usability and Feasibility Pilot Study, Parent and Child Education on Physical Activity, 2019, no. 2. <https://pediatrics.jmir.org/2019/2/e14429/> (07.12.2024)
- [8] Roberts-Yates, C. ja Silvera-Tawil, D. Better Education Opportunities for Students with Autism and Intellectual Disabilities Through Digital Technology, *International journal of special education*, 2019, page 205. <https://internationalsped.com/ijse/issue/view/11> (07.12.2024)
- [9] SSL-i tugitiim, Mis on SSL / TLS Sertifikaat?, 2024. <https://www.ssl.com/et/artikkel/what-is-an-ssl-tls-sertifikaat/> (20.04.2025)
- [10] Yildirim, E. Exploring Architectural Tools for Oculus Quest 2, 2024, page 114. <https://dergipark.org.tr/en/pub/hafebid/issue/88151/1542678> (07.12.2024)

Lisad

I. Kliinikumi stsenaariumite sisend

VR uued stsenaariumid

1. SÜNNIPÄEVAPIDU

Esimene osa

Treenitav oskus: teistega arvestamine, tüli vahele sekkumine/lepitamine, rahulikuks jäämine

Keskkond: elutuba täidetud õhupallide ja suure sünnipäevatoridiga. Kaks last Ott ja Mari on koondunud sünnipäevalapse (treeningu lapse) ümber.

Taustal on ka ema (kui ta otseselt ei pea sekkuma/rääkima, siis ta võiks kõndida, sättida veidi laual asju nt. kohendada midagi, vaadata aknast välja jne. Ema tuleb astub lähemale kui on vaja TL aidata (ta ei saa hakkama), siis on stsenaariumis emla roll

- **treenitaval lapsel (TL) ca 8.a.poisil on sünnipäev-** toas õhupallid ja laual küpsised, kook ja jook
- toas on veel 2-külalist: poiss Ott ja tüdruk Mari, kes tahavad oma kingitusi üle anda, liiguvad TL suunas.
- tüdruk hakkab kinki andma ja ütleb: “Mul on sulle väga eriline kingitus! See kindlasti meeldib sulle!”
- poiss Ott tahab esimesena kinki anda, trügib ette, lükkab tüdruku eest ära,
- Ott: “mul on palju suurem pakk ja mina pean enne saama kingituse üle anda”
- Mari: “mina jõudsin enne sind peole!” vaatab Oti suunas vihaselt

- **TL vastab**
 - variandid kui ei oska ise öelda aitab ema - **ema võiks juurde tulla n-ö terapeudi nupuvajutusega, vajadusel:** Ema: pöördub TL poole:
 - palume Otti oodata oma korda
 - aega ju on, kõik jõuavad kingitused üle anda
 - teisi ei ole küll viisakas lükata
 - laseme Maril kingituse ära anda, tema tuli esimesena
 - kingituse eest tänada on viisakas: suur aitäh sobiks

- tüdruk tahab ulatada väikese paki ja ütleb: “toredat sünnipäeva”

Ott teeb vihast nägu, surub pead rusikasse ja pobiseb:

- ma olen suurem ja targem, mul on kindlasti parem kingitus
- ärge hädaldage
- miks mina pean ootama! Mari tõi nii väikese paki, selles ei saa midagi normaalset olla
- Ma olen kindel, et minu kingitus on ägedam!
- ma tahan, et sa kohe minu kingi lahti teed, siis te näete, kui võimas see on!

Ott ulatab suure paki

- tüdruk läheb kingituse üleandmise järgselt eemale istuma kurvalt - vaatab Oti poole ja raputab pead.
- Ema:
 - Ott ära mossita
 - täna on teie sõbra sünnipäev ja te mõlemad olete talle väga head toredad kaaslased
 - pöördub TL poole: Mulle tundub, et Mari on kurb. Mis sa arvad, mida ta võib tunda. Kas sa lähleksid räägiksid temaga?

TL läheb tüdruku juurde / kaamera lähemal - proovib tüdrukut lohutada

- Tüdruk Mari tegevused
 - hakkab nutma
 - ütleb, et tahab koju ära minna
 - see pole tore sünnipäev
 - Ott on alati nii võimatu
 - Lootsin, et saame peol kõik koos lõbusalt aega veeta ja naerda

Mari neutraalsed vastused, kui TL on lohutanud:

- Tundub, et Ott on oma kingitusest väga elevel
- Sul on õigus, proovime nüüd kõik koos edasi mängida
- Aitäh, tuju on nüüd palju parem

Teine osa

Treenitav oskus: lohutamine, tunnete äratundmine, viha juhtimine (raahunemistehnikad)

- Mari selgitab TL-le, mida ta tundis:
 - Oti käitumine tegi mind kurvaks.
 - Kui Ott mind lükkas, siis kartsin, et kukun ja saan haiget.
 - Ma tunnen, et mulle tehti liiga ja minuga ei arvestatud.
 - Kas sa oled ka kunagi nii tundnud?
 - Mis sind on kurvaks teinud?
 - Aga mis on sind aidanud sellistel hetkedel? Kuidas said tuju paremaks?
 - kuidas te saaksite minu tuju parandada?
 - Kas sa palun räägiksid Otiga?
- TL selgitab Otile, et tema käitumine tegi teda ja Mari mõlemaid kurvaks
- VÕI tuleb ema ja ütleb:
 - kuulge lapsed, rahuneme ja lepime ära
- Ott:
 - palun väga vabandust
 - mul oli raske oodata, sest tahtsin sulle ruttu rõõmu teha

- olin nii uhke, et valisin sulle nii hea kingituse
 - olen alati esimene olnud ja seekord sain Mari peale vihaseks
 - kui ma vihane olen, siis ma enne käitun ja pärast mõtlen
 - Kas teil on ka nii juhtunud? mida sina vihasena teed?
 - **ma vabandan oma käitumise pärast**
 - teinekord ma enam nii ei tee
- Mari (küsib TL-lt): Mis sind on aidanud maha rahuneda?
 - Kui TL-l ei oska vastata, siis Mari õpetab:
 - mulle on õpetatud kuidas maha rahuneda
 - räägime kõigepealt rahuliku häälega
 - teisi solvata pole ilus
 - teistega tasub käituda nii nagu sa tahad, et sinuga käitutakse
 - meil kõigil on koos tore olla, kui omavahel viisakalt räägime ja üksteisega arvestame

Mari:

- mõnikord tõstab tuju ja aitab rahuneda mõni tore laul
 - siis hakkab mängima lühike lauluviis ja nt Ott ning Mari koos hakkavad korraks liigutama/tantsima

Mari teatab: Oi, aga Siimu pole veel tulnudki peole!

Ott:

- miks me teda ootama peame,
- mulle ei meeldi oodata
- parem hakkame kooki sööma
- kui TL ei reageeri tuleb taas lähemale ema:
 - ootame Siimu ära, veidi kannatust
 - sööme seniks jäätist, las sünnipäevalaps näitab Teile, kus on jäätis (laps peab toas leidma jäätise laua pealt nt?)

Mari pöördub TL poole:

- Mis maitselist jäätist seal on?

TL peab ütlema, mis maitselisi jäätisi näeb. Laual nt võiks olla siis erinevad jäätised (roosa, pruun, valge), treening laps saab nuputada mis maitse on.

Kui TL on öelnud mis jäätised on, siis jätkab Mari ja hakkab jäätist võtma (laduma endale):

- mina soovin kõigepealt shokolaadi jäätist ja siis kohe vanilje oma

Ott:

- mis sa ahnitsed, nii teistele ei jätkugi, mulle maitseb ka vaniljejäätis....
- ma saan anda oma jäätise sünnipäevalapsele kui ei jätku, siis on kõik rõõmsad

Tuleb ema ja ütleb:

- Siim helistas ja on haige ega tule

Ott:

- ongi parem, Siim on üks tüütu poiss, mis teie arvate?

Mari:

- mul on küll nii kahju, tal on kindlasti paha olla.

Kolmas osa

Treenitav oskus: lepitamine, rahustamine

Mari üritab laua äärest Otist mööda saada jäätise kausiga ja siis koperdab ja määrib pluusi ära.

Ott vihaselt:

- Mari mida sa teed! see on uus pluus!
- saan ema käest kodus kindlasti riielda
- jäätist nüüd põrandal ja ei kõlba süüa
- Mari sa peab nüüd koju ära minema ja mitte meid segama ja pahandusi tegema kogu aeg

Mari õnnetult:

- ma ei teinud meelega,
- tõesti kogemata juhtus
- andke mulle andeks palun
- las ma aitan pluusi pesta
- pühin põranda ka ära

Mis TL teeb?.....peab proovima lepitada lapsi omavahel

Ott :

Vihased vastused:

- ise ta seisis mul ees!
- ta rikkus mu pluusi ära, ta peab selle kinni maksma
- ta peab nüüd koju ära minema ja mitte meid segama enam kogu aeg
- ta peab minult vabandust paluma vähemalt!

Neutraalsed vastused, kui Ott hakkab TL selgituste peale rahunema:

Ott:

- okei eks ma ise ka ei vaadanud ette,
- lepime ära, ma tahan ise ka edasi mängida
- aitäh, et aitasite mul olukorda teise nurga alt näha

Uksekell käib ja teisest toast hüüab ema: Mari, Ott teile tuldi järgi.

Mari ja Ott: hüvasti, suur tänu toreda peo eest ja jooksevad/lähevad siis toast minema. Ema aga tuleb tuppa rääkima TL-ga:

Ema:

- see oli küll üks tunneterohke sünnipäevapidu
- Sa oskasid nii hästi oma sõpru lohutada ja nende tuju parandada!
- Tubli, et sa ise rahulikuks jäid!
- Mis sa arvad, mida Mari ja Ott tundsid?
- Mis sa arvad, miks tekkis tüli
- kas Ott tahtis Marile halba?
- Miks Ott lükkas Marit?

Ema õpetab:

- kui keegi on vihane ja sina saad ka vihaseks, muudab see olukorra ainult hullemaks.
- Kui jääd rahulikuks, võib see aidata ka teistel rahuneda.
- Inimesed ikka vihastavad, sest nad on pettunud või haiget saanud või tunnevad, et neile on ülekohut tehtud, siis nad tahavad ennast välja elada.
- Rahulikuks jäädes näitad, et te ei võta asju isiklikult ja oled valmis teisi mõistma.
- Nii annad teisele võimaluse mõelda selgelt ja asju teistmoodi näha.
- Ei saa kontrollida seda, kuidas teised tegutsevad, kuid saad kontrollida, kuidas ise reageerid ja käitud
- Kannatlikkus ja mõistmine võivad oluliselt teisi aidata.

rõõmsa tuju loomine,

õiglus-teistega arvestamine,

vastutus oma sõnade ja tegude eest

II. Litsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Kertu Kasesalu,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose MediqVR täiendused ja edasiarendused, mille juhendaja on Madis Vasser, reprodutseerimiseks ees- märgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Kertu Kasesalu

15.05.2025