

Tartu Ülikool
Sotsiaalteaduste valdkond
Psühholoogia instituut

Marko Toom
Psühheedeelse virtuaalreaalsuse mõju baasuskumuste muutmisele
Uurimistöö

Juhendajad: Jaan Aru, Madis Vasser

Läbiv pealkiri: Psühheedeelse virtuaalreaalsuse mõju baasuskumuste muutmisele

Tartu 2024

Psühheedeelse virtuaalreaalsuse mõju baasuskumuste muutmisele

Kokkuvõte

Psühheedelikumide kasutamine on potentsiaalselt kaalumisel raskekujuliste depressiooni ja sõltuvuste ravi ning selle toetamisel. Võib küsida, kas psühheedelikumide mõju baasuskumuste muutmisele ning aju plastilisuse suurendamisele on ainult keemiline või on seda võimalik tekitada ka läbi võimsa psühheedeelse virtuaalreaalsuse (VR) kogemuse, mis omakorda võib käivitada ajus keemilisi protsesse. Psühheedelne VR on värske ja uudne uurimisvaldkond, millel on potentsiaali selle kasutamisel täiendava tööriistana teraapias – näiteks depressiooni ravi toetamisel lisaks olemasolevatele meetoditele. Käesolevas töös uuriti esmakordselt eksperimentaalselt psühheedeelse VR mõju kognitiivsele paindlikkusele ning veendumuste muutmisele, kasutades selleks spetsiaalselt VR keskkonda disainitud ülesandeid ning lisades klassikalised TMT ja Stroopi testid. Eksperimendi käigus kogutud andmed ($N = 35$) ei kinnitanud hüpoteesi, et psühheedelne VR sessioon suurendaks katseisikute kognitiivset paindlikkust ning võimaldaks kognitiivset paindlikkust nõudvaid ülesandeid kiiremini lahendada.

Märksõnad: veendumused, uskumused, psühheedelikumid, virtuaalreaalsus, VR

The Impact of Psychedelic Virtual Reality on Changing Core Beliefs

Abstract

The use of psychedelics is being considered for the treatment or support of severe depression and addictions. It can be questioned whether the effect of psychedelics on changing core beliefs and increasing brain plasticity is solely chemical or whether it can also be induced through a powerful psychedelic virtual reality (VR) experience, which in turn may trigger chemical processes in the brain. Psychedelic VR is a fresh and novel research area with the potential to be used as an additional tool in therapy – for example, in supporting depression treatment in addition to existing methods. In this study, the experimental effects of psychedelic VR on cognitive flexibility and belief change were investigated for the first time, using specially designed tasks within the VR environment and including classical TMT and Stroop tests. The data collected during the experiment ($N = 35$) did not confirm the hypothesis that a psychedelic VR session would increase participants' cognitive flexibility and allow them to solve tasks requiring cognitive flexibility more quickly.

Keywords: convictions, beliefs, psychedelics, virtual reality, VR

Sissejuhatus

Veendumuste tekkimise ja muutumise protsesse ei osata tänasel päeval veel teadlaste poolt täpselt kirjeldada (Sharot et al., 2023; Musolino et al., 2022; Sommer et al., 2021). Üheks keskseks probleemiks nende uurimisel on, et veendumuste tekitamine ja muutmine eksperimentaalsetel tingimustel on üsna keerukas ning võib väga kergelt minna vastuollu eetiliste printsiipidega.

Veendumused, uskumused, vaatenurgad, põhimõtted, hoiakud ja (eel)arvamused on ajas püsivad, automaatsed teadvustamata protsessid, mis mõjutavad omakorda teisi otsuseid, valikuid, mõtteid, taju, emotsioone, hinnanguid ja käitumist. Osad veendumused jäävad ajas püsima, osad võimenduvad, osad kaovad järk-järgult iseenesest (Porot & Mandelbaum, 2021; Sommer et al., 2021; Musolino et al., 2022). Sealjuures veendumuste peamine erinevus uskumustest on nende suurem paindumatus ja püsivus (Beck et al., 1987). Osadel veendumustel on suurem mõju ja need mõjutavad hierarhiliselt omakorda teisi – neid võib tähistada kui baasuskumusi (Timmermann et al., 2021; Porot & Mandelbaum, 2021). Näiteks baasuskumus “võtan kõike isiklikult” mõjutaks omakorda seda, kuidas me tõlgendaks teiste käitumist ja emotsioone – ka siis, kui neil ei oleks meiega midagi pistmist.

Veendumuste kujunemise uurimine ja mõistmine on oluline, sest veendumused mõjutavad inimese jaoks eluliselt määravaid valikuid ja käitumist – alates reklaamsõnumitele reageerimisest kuni otsuseni, kas oma laps vaksineerida. Osad veendumused ei kujuta endast inimese heaolule mingit ohtu, aga osad võivad olla elu ja surma küsimus. Äärmusliku näitena võib tuua Jonestown'i ususektis asetleidnud kollektiivse suitsiidiakti, milles hukkus üle 900 inimese (Eldridge, 2024).

Praktilise poole pealt on veendumuste kujunemine ja muutumine tähtis näiteks väärinfoga võitlemisel ning kliinilises kontekstis – depressiooni, ärevushäire, ebakohaste mõttemustrite, sõltuvuste jne ravil (Porot & Mandelbaum, 2021; Sommer et al., 2021). Ärevushäiret võib vallandada ja süvendada ebakohane uskumus, et mingi sümptom või olukord on meie jaoks ohtlik, nt. “see on ohtlik” või “ma võin ära surra”. Ka depressiooni kujunemisel võib ebakohastel mõtetel ja teadvustamata mõttemustritel olla suur roll – näiteks “ma ei ole piisav”, “ma ei saa hakkama” (Kannis-Dymand et al., 2020; Ratcliffe, 2015; Aru, 2022). Rumineerimine ehk negatiivsete mõtete kordamine (kuni need muutuvad veendumusteks) ehk “ülemõtlemine” on paljude psühhopatoloogiliste probleemide põhjuseks või võimendajaks (Ehring, 2021; Luca, 2019; Smith et al., 2018).

Väljakutsed baasuskumuste muutmisel

Veendumuste tekkimise ja muutmise protsess ei ole lineaarne ega lihtne (Beck et al., 1987). Esmalt peab arvestama, et kuna veendumustega seotud info talletatakse ajus fragmenteeritult (Elga & Rayo, 2021), siis ei piisa info muutmisest nn. “ühes kohas” ja “ühe korraga”. See vaatenurk läheb kokku ka kognitiiv-käitumusliku teraapia (KKT) põhimõttega, mille kohaselt näiteks ärevushäirete puhul ei piisa vaid ühe konkreetse ärevust vallandava episoodi ratsionaliseerimisest KKT teraapia käigus. Oluline "läbimurre" baasuskumuste muutmisel saavutatakse alles pärast mitmete "väiksemate" olukordade ratsionaliseerimist. Vajalike sekkumiste arv võib omakorda olla sõltuvuses baasuskumuse tugevusega (Beck et al., 1987). Sarnasusi võib leida ka spordipsühholoogiast, kus näiteks uue tehnika õppimine nõuab kindlat arvu kordusi harjutamisel, enne kui tehnika sooritatakse teadvustamata ja automaatselt (Ericsson et al., 1993).

Teiseks on oluline olla teadlik erinevatest piirangutest ja takistustest uue info vastuvõtmisel ja aktsepteerimisel ning olemasoleva info ümberkujundamisel. Lisaks aju plastilisuse- ja kognitiivse paindlikkuse faktoritele, mis võimaldavad baasuskumusi ümber korraldada (Carhart-Harris et al., 2023; Dajani & Uddin, 2015) on vajalik ka piisav sisemine või väline “pinge”, “surve” või motivatsioon (Aru, 2022), sest aju on oma olemuselt laisk (Tversky & Kahneman, 1974; Aru, 2022) ning kasutab enamjaolt kiiret, automaatset ja teadvustamata “Süsteem 1” mõtlemist (Kahneman, 2011). See tähendab, et isegi tavaolukorras on enda baasuskumuste neutraalne ja ratsionaalne auditeerimine “kõrvalpilguga” üsna keeruline, sest see nõuab aeglase ja ressursimahuka Kahnemani “Süsteem 2” käivitamist, mida tehakse enamasti vaid äärmisel juhul (Kahneman, 2011; Aru, 2022). Seda takistust illustreerib “*insight*’i” ehk teadlikkuse verstaposti olulisus teraapias, kus enda probleemi objektiivne tunnistamine on tihti läbimurde esimene ja kõige olulisem etapp. Enne oma probleemi tunnistamist võib näiteks alkohoolik väita, et võib "igal ajal maha jätta" ja et tema sõltuvus pole tema jaoks "probleem", kaaluprobleemidega inimene väidab, et sööb “ainult salatit”, anorektik peab ennast “liiga paksuks”, depressiooni all kannatav inimene pole enda meelest “midagi väärt”, vaktsiinivastane usub, et “vaktsiinid on kasulikud vaid ravimitööstusele” jne. Soovin aga rõhutada, et veendumuste kujunemisel tekkivate vigade eest ei ole kaitstud ka kõige nutikamad inimesed. Hans Rosling näitas, et ka Nobeli preemia laureaadid, akadeemikud, üliõpilased, poliitikud jt. liidrid teevad enda ebakohaste eelarvamuste (veendumuste) osas suuri eksimusi – näiteks hinnangutega erinevate arengumaadega seotud näitajate osas (Rosling et al., 2018).

Veendumused tekkivad sõltumata sellest, kas need põhinevad tõesel või ebakohasel infol. Kahneman (2011) on näidanud, et veendumuste kujunemist mõjutavad omakorda ka info tajumise ja tõlgendamise protsessid ning seal esinevad automaatsed mõttevead (*cognitive bias* ehk kognitiivne kallutus), mida on kirjeldatud tänaseks üle 200 (Flyvbjerg, 2021; Kahneman, 2011). On hämmastav, kui paljud erinevad mõttevead takistavad meil ebakohaseid veendumusi, nendega seotud käitumist ja mõttemustreid ratsionaalselt ning objektiivselt vaatlemast ja teadvustamast. Näiteks eitatakse ja eiratakse faktipõhist infot, kui see on vastuolus inimese praeguste veendumustega (Kunda, 1990). Samuti ignoreeritakse asjakohast tõendusmaterjali (Hogarth, 2006) ja otsitakse selektiivselt tõendeid, mis toetavad eelnevalt omaks võetud uskumusi (Snyder & Swann, 1978). Lisaks on paljud mõttevead seotud info korrektse tajumise ja interpreteerimisega.

Kolmandaks – Gilberti (1993) sõnul tekkivad arvamused ja veendumused automaatselt reaktsiooniga “Süsteem 1” kaudu iga uudse väite kohta, ning alles teadvustatud kriitiline analüüs “Süsteem 2” poolt võib klassifitseerida info vääraks või ebakohaseks. Sarnaselt, nn. “Spinoza mudeli” järgi, vastutavad uue info vastuvõtmisel selle aktsepteerimise ja kontrollimise eest erinevad süsteemid (Porot & Mandelbaum, 2021). See muudab meid teatud juhtudel uute veendumuste kujundamisel väga haavatavaks, kuna infot kontrolliva “valvekoera” mehhanismi on võimalik kaaperdada. On tõenäoline, et kogu vastuvõetav valeinfo talletatakse peale kognitiivse ressursi ülekoormamist kui tõene. Samal ajal ei tekki aga vigu tõese info väära talletamisel, kuna tõese info vastuvõtmise protsess on automaatne (Asp & Tranel, 2013).

Liigne jäikus ja kinnistumine veendumuste osas ning vähene paindlikkus nende ülevaatamise osas võib olla üks peamistest faktoritest ebakohaste uskumustega seotud psühholoogiliste probleemide tekkimisel ning ka võtmeks nende lahendamisel (Beck et al., 1987; Aru, 2022). Mõtlemise rigiidsus on seotud ka psühhoosiliste episoodidega ning takistab uue infoga kohanemist ja näitab halvemat ettenägemisvõimet (Tversky & Kahneman, 1974). Samuti teevad rigiidsete veendumustega inimesed halvemaid ennustusi tuleviku sündmuste analüüsis, kui suurema paindlikkusega inimesed (Tetlock, 2015). On ka võimalik, et üks funktsionaalne põhjus baasuskumuste rigiidsuseks on veendumuste uuendamise protsessis osalev “immuunsüsteem”, mis vastutab enesekohaste (ja oluliste) uskumuste püsimise eest (Gilbert et al., 1993; Rachman, 2016; Porot & Mandelbaum, 2021). Osaliselt toetab veendumuste kujunemise mittelineaarsust ka mõtteväljatuste tekkimise kontseptsioon (Tulver et al., 2023; Aru, 2022).

WHO andmetel on ülemaailmselt kasvutrendis inimeste arv, kes kannatavad levinud vaimse tervise häirete all nagu depressioon ja ärevushäire (WHO, 2017). Kuigi nende raviks on olemas efektiivsed teraapiad ja ravimeetodid – näiteks depressiooni puhul KKT, antidepressandid, transkraniaalne magnet- (rTMS) ja alalisvoolustimulatsioon (tDCS), ketamiin jt (Kivilo, 2022), siis nõudlus kvaliteetse KKT teraapia järgi on suurem kui selle kättesaadavus. Samuti on teada, et osadele patsientidele KKT ei sobi ning tagasilangus on ca 50% juhtudel (Springer et al., 2018). Seetõttu on alternatiivide ja toetavate meetodite uurimine oluline.

Psühhedeelikumid

Psühhedeelikumide mõju baasuskumuste muutmisele on teaduslikult palju uuritud ning leitud, et psühhedeelikumid mõjutavad aju plastilisust (Timmermann et al., 2021; Zeifman et al., 2022; Carhart-Harris et al., 2023). Seetõttu on psühhedeelikumide kasutus potentsiaalselt kaalumisel raskekujuliste depressiooni ja sõltuvuste ravis või selle toetamisel. Meta-uuringu kohaselt psühhedeelikumidega ravi saanud depressiooniga patsientidel vähenesid depressiooni sümptomid märgatavalt (kohati juba alates esimesest päevast) peale psühhedeelset seansi (Romeo et al., 2020).

Näiteks ketamiini ravi on saadaval juba ka Eestis raskekujulise depressiooni puhul (Eerme, 2018) ning paljutõotav on hallutsinogeensetest seentest isoleeritud psühhedeelikum psilotsübiin (Kivilo, 2022). Samas ei ole psühhedeelikumide antidepressiivse toime mehhanismid veel täpselt teada ning nende täpsem uurimine võib anda sisendit uute ja tõhusamate ravimeetodite väljatöötamiseks (Lazarevic et al., 2021). On teada, et psühhedeelikumid mõjutavad ajukoore aktiivsust aju eesgaras (Vollenweider & Preller, 2020). Aju eesgara aktiivsuse stimulatsioon on ka näiteks tDCS teraapia eesmärk, mis suurendab potentsiaalselt eesmise ajukoorega seotud kognitiivseid funktsioone nagu tähelepanu, otsustamine ja töömälu (Begemann et al., 2020; Woodham et al., 2023) ning on tunnustatud ravimeetod näiteks depressiooni ravil (Kivilo, 2022). Neuroloogiliselt on leitud, et psühhedeelikumid mõjutavad ajus TrkB ning 5-HT_{2A} retseptoreid, mis omakorda on seotud aju plastilisuse mõjutamisega (Moliner et al., 2023; Sumner & Lukasiewicz, 2023). Psühhedeelikumide mõju läbi 5-HT_{2A} retseptorite on sarnane SSRi tüüpi antidepressantide poolt tekitatud mõjule läbi 5-HT_{1A} retseptorite (Carhart-Harris & Goodwin, 2017).

Olson jt (2020) aga leiab, et “psühhedeelikum ise võib isegi mitte vajalik olla, kuna platseebovastus on nii tugev seoses oodatavate psühhedeelsete mõjudega, et nende

esilekutsumiseks ei pruugi üldse ravimit vaja minna”. Ka Aday jt (2020) ning Aru (2022) on püstitanud hüpoteesi, kas psühheedelikumide mõju tuleneb vaid läbi keemilise mõju või võib sarnase reaktsiooni esile kutsuda ka läbi võimsa psühheedeelse või “valgustava”, “erilise” visuaalse kogemuse, kasutades selleks VR-i.

Virtuaalreaalsus

Virtuaalreaalsus (VR) on üks ohutu võimalus panna katseisik sellisesse olukorda, kus ta peaks hakkama enda veendumusi (instinktiivselt) üle vaatama või muutma (muutama plastilisemaks, hindama alternatiivseid võimalusi, ümber õppima), kui ta soovib lahendada talle antavat ülesannet. VR ja AR (liitreaalsus) abil tehtavate psühholoogia alaste uuringute osakaal on viimasel kümnendil olnud kasvavas trendis. Näiteks otsing andmebaasis EBSCO andis tulemuseks, et ainuüksi 2023. aastal avaldati 613 teadusartiklit märksõnadega “VR” ja “depressioon”. Uuritakse näiteks tähelepanu ning ärevuse ja depressiooni diagnostikat, samuti nendega toimetulekut toetavaid harjutusi ja meetmeid. Näiteks VR keskkonnas ärevust vallandavatele olukordadele eksponeerimine kombineerituna KKT teraapiaga on paljulubav ka raskemate ärevushäirete raviks (Loenen et al., 2022) ning VR kasutamisel ravi- või taastumist toetava meetmena meditsiinis (Patsaki et al., 2023). Samuti on VR keskkonnas elektrooniliselt läbi viidud KKT teraapia depressiooni puhul vähemalt sama tõhus, kui tavaline KKT teraapia (Luo et al., 2020). Katseisikud tajuvad tehnoloogia arenedes VR keskkonda järjest reaalsemana, VR tekitab katseisikutes kohaloleku tunde ning see võimaldab ka disainida ja teostada uudseid ja ohutuid uuringuid, mida tavareaalsuses ei oleks võimalik läbi viia (Huberman, 2019; Vasser & Aru, 2020). Aday jt (2020) soovitas uurida psühheedelikumide ja VR kombineeritud mõju, ning seda suunda on psühheedeelse VR-iga edasi arendanud Aru, Kaup ja Vasser (Aru, 2022; Kaup et al., 2023).

Käesoleva uuringu eesmärk

Psühheedeelse VR-i alaseid uurimusi on teostatud maailmas üsna vähe – tegemist on uudse uurimisvaldkonnaga. Otsing “virtuaalreaalsus” ja “psühheedelikumid” andis PubMed andmebaasis tulemuseks kokku 22 teadusartiklit ning EBSCO andmebaasist leiti kokku 99 artiklit. Üks vähestest psühheedeelse VR-i simulaatoritest, Psyrréal (kirjeldatud peatükis Meetod), on loodud Jaan Aru uurimisrühma poolt Tartu Ülikoolis, et uurida selle abil ohutumalt psühheedeelse kogemuse mõju veendumustele. Depressioonipatsientidel läbi viidud psühheedeelse VR-i pilootprojekt andis lootustandvaid tulemusi (Kaup et al., 2023). Seda

uurimissuunda on jätkanud ja toetanud ka mitmed üliõpilaste uurimistööd (Kaljo, 2024; Kant, 2023; Kase, 2022; Naruski, 2022; Siimon, 2023). Teise psühheedeelse VR simulaatori, Hallucination Machine (Deep Dream algoritm) on loonud Suzuki jt (2018), kes keskenduvad oma uurimustes aga mitte veendumustele, vaid teadvusele. 2024. aasta mais avaldatud psühheedeelsete VR-ide ülevaates (Casu et al., 2024) tuuakse välja ka Rastelli jt (2022) poolt edasi arendatud Deep Dream rakendus, millel uuriti psühheedeelse VR mõju kognitiivsele paindlikkusele. Lisaks mainitakse erinevaid psühheedeelseid VR simulaatoreid nagu TRIPP, Cosmic Flow, SoundSelf, VR-NIOBE, Lucid Trips, Ayahuasca jt. Ülevaade tehakse üheksast uuringust, millest kaks on seotud Tartu Ülikooliga.

Siiani ei ole uuritud psühheedeelse VR mõju eksperimentaalselt inimeste sisseõpitud käitumisele (harjumused, veendumused) ning nende ümberõppimise protsessile. See on käesoleva uurimuse peamine eesmärk. Uurin, kas ja kuidas psühheedeelse VR mõjutab selliste ülesannete lahendamist, mis nõuaks katseisikult olulise baasuskumuse või harjumuse muutmist või paneks proovile katseisiku kognitiivse paindlikkuse. Kasutan VR keskkonnas klassikalisi Stroopi ja TMT teste (Trail Making Test) ning spetsiaalselt selle uuringu jaoks loodud VR ülesandeid, mille puhul katseisik peaks muutma baasuskumusi või harjumusi. Ülesanded on täpsemalt kirjeldatud peatükis Ülesanded ja Lisades 2.1–2.9.

Võrreldes katseisikute veendumuste ümberkujunemise protsessi peale psühheedeelset VR-i ning tavalist VR-i, saab näha, kas psühheedeelset VR kogemusel on suurem mõju uskumuste muutmisele kui tavalisel VR kogemusel. Teadmine, kas viimasel ajal palju uuritud psühheedeelikumide paljutöötav mõju veendumuste muutmisele tuleneb psühheedeelikumi enda keemilistest omadustest ja mõjust ajule või hoopiski võimsa psühheedeelse või “valgustava”, “erilise” visuaalse kogemuse läbi (mis omakorda võib käivitada keemilisi protsesse ajus) (Aday et al., 2020; Aru, 2022; Kaup et al., 2023), on uudne ning oluline baasteadmine psühholoogias, samamoodi nagu veendumuste muutmise protsessi täpsem mõistmine. Psühheedeelse VR mõju eksperimentaalne mõõtmise veendumuste muutuste osas aitaks kaasa uue uurimissuuna avamisele.

Hüpotees: psühheedeelse VR kogemus aitab kergemini baasuskumusi (veendumusi) muuta (läbi kognitiivse paindlikkuse suurendamise) kui tavaline VR kogemus.

Meetod

Valim

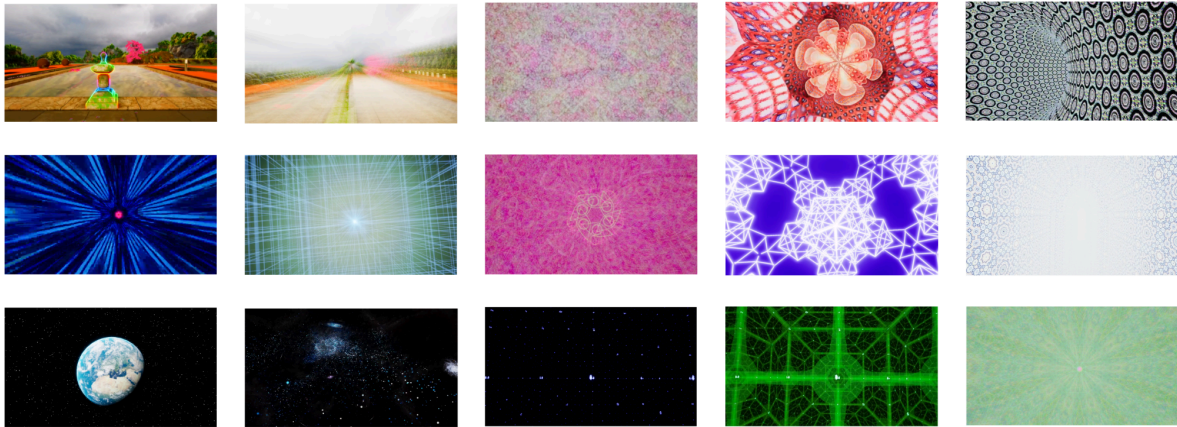
Katses osales 35 katseisikut ($N = 35$; 20 naist, 15 meest) vanusevahemikuga 19–63 aastat ($M = 41,1$; $SD = 13,3$). Enamik neist – 25 katseisikut – värvati sotsiaalmeedias lokaalselt sihitud reklaamide kaudu. Lisaks värvati 10 katseisikut lumepallivalimi meetodil. Katsele registreerimisel sobiva aja valimist ning meeldetuletuste saatmist enne katset hallati Calendly tarkvaraga.

Katseisikuks sobisid vabatahtlikud, täisealised, normaalse nägemise ja kuulmisega ning füüsiliselt ja vaimselt terved isikud. Varasem VR kasutamise kogemus ei olnud katseisikute valikul oluline (28 katseisikut olid varem VR-i kasutanud, 7 ei olnud).

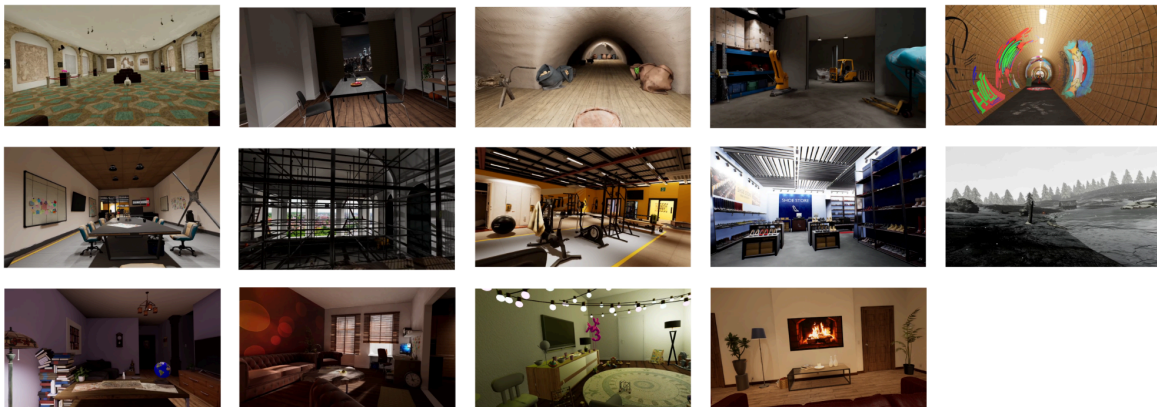
Kõik katseisikud said enne katsele kohaletulekut tutvuda informeeritud nõusoleku vormiga (Lisa 1) ning andsid kohapeal kirjaliku nõusoleku katses osalemiseks. Katseisikud kinnitasid, et neil ei ole VR kasutamisele vastunäidusi – neil ei ole diagnoositud ega esinenud tasakaaluhäireid, epilepsiat, psühhootilist episoodi või skisofreeniat. Katses osalemise aja kompensatsiooniks anti kõigile katseisikutele 20€ väärtuses raamatupoe kinkekaart. Uuring ei ole saanud rahastust ei era- ega avalikust sektorist. Katse läbiviimiseks saadi nõusolek Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteelt.

Materjalid ja aparatuur

Psühheedeelse VR simulatsiooniks kasutati Kaup, Vasser ja Aru poolt loodud Psyrrreal tarkvara uusimat versiooni, mis on detailselt kirjeldatud (Kaup et al., 2023) töös ning mille tutvustus on nähtav aadressil <https://psyrrreal.mozello.site.com/>. Käesoleva eksperimendi tarbeks kasutasime ca 21 minutini lühendatud versiooni, millest omakorda psühhoaktiivse osa pikkus peale meditatsiooni oli ca 17 minutit, mille jooksul näidati kokku 14 erinevat psühheedelset kogemust jälgendavat esitlust (Joonis 1). Tava VR kogemuse jaoks loodi spetsiaalne rakendus, kus algus ja lõpp olid sarnased psühheedeelse sessiooni alguse ja lõpuga, kuid vahepeal näidati katseisikule 18 minuti jooksul juhuslikus järjekorras kokku 14 erinevat sise- ja välisruumi koos taustahelidega (Joonis 2). Mõlema VR kogemuse algusesse oli monteeritud sama eestikeelne audiofail ca 3 minuti pikkuse meditatsiooniga. Mõlema sessiooni lõpp sisaldas ca 30 sekundilist teavitust audiofaililt, et katseisik võtaks endale vajaliku aja ning annaks eksperimentaatorile märku, kui ta on valmis jätkama ülesannete lahendamisega.



Joonis 1 Psühheedeelse VR elemendid -14 erinevat psühheedelset kogemust



Joonis 2 Tava VR kogemuses oli 14 erinevat sise- ja välisruumi koos taustahelidega

Riistvarana oli kasutusel kommertslikult kättesaadav VR süsteem HTC Vive Pro Eye (90Hz ekraan resolutsiooniga 2800 x 1600 ning 110 kraadise vaateväljaga), millel olid integreeritud kõrvaklapid. VR süsteem oli juhtme abil ühendatud lauaarvutiga (AMD Ryzen 9 3900X 12 tuumaline protsessor 3.79 GHz, 32 GB RAM), millelt kontrolliti esitatavaid ülesandeid ning VR esitlusi. Katse läbiviija sai jälgida katseisiku VR kogemust väliselt ekraanilt ning vajadusel katseisikut toetada. Seadmed vastasid kõigile kehtivatele ohutusnõuetele.

Ülesannete lahendamise ajal salvestati katseisikule VR ekraanil nähtavat ala videona eksperimentaatori arvuti ekraanilt, kasutades OBS Studio tarkvara. Salvestati ka rakenduses ja ruumis olevat heli, et ülesannete sooritamist hiljem täpsemini dekodeerida. Ülesannete sooritamise täpsemaks mõõtmiseks kuvati salvestataval ekraanil ülesannete lahendamiseks kuluvat aega ning eksimuste arvu, mis ei olnud nähtav katseisikutele.

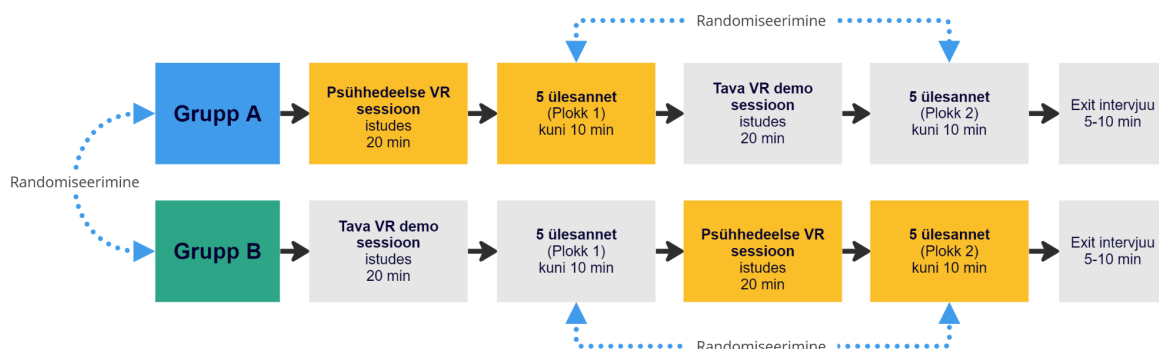
Katsed viidi läbi märtsis 2024 Tartu Ülikooli Delta õppehoone VR laboris, kus oli katseisikutele tagatud eraldatus, mugav peatoega tool istumiseks ning piisavalt ruumi ohutuks liikumiseks. Jälgitati, et arvuti ja VR seadme vahelised ühendusjuhtmed ei takistaks katseisikute ruumis liikumist ülesannete lahendamise ajal. Samuti, et et läheduses ei oleks teravaid esemeid, mille vastu minnes võiks olla oht ennast vigastada.

Teksti toimetamisel kasutati OpenAi ChatGPT 4.0 tarkvara.

Ekspriimendi disain

Joonisel 3 on toodud eksperimendi disain. Kasutati tasakaalustatud ning randomiseeritud eksperimendi disaini, milles iga katseisik läbis mõlemad katse tingimused (sõltuvate gruppide meetod). See disain võimaldab andmetöötlusel paremini arvesse võtta katseisikute eripärasid ning saavutada usaldusväärsemat statistilist analüüsi.

Katseisikud jaotati juhuslikkuse alusel kahte gruppi, milles oli erinev katsetingimuste esitamise järjekord. Grupi A esimene VR kogemus oli psühheedeelne, millele järgnes esimene ülesannete plokk. Peale seda esitati katseisikule tavaline VR kogemus, millele järgnes teine ülesannete plokk. Mõlemad VR seansid kestsid 21 minutit. Grupp B alustas tavalisest VR kogemusest, millele järgnes psühheedeelne VR kogemus. Pärast mõlemat VR kogemust esitati ülesannete plokid (plokk 1 ja plokk 2) juhuslikus järjekorras, kusjuures iga plokk sisaldas viit ülesannet. Samuti randomiseeriti ülesannete lahendamise järjekord igas plokkis. Vähendamaks õppimise efekti mõju katse käigus, varieeriti ülesandeid, et need oleks mõningal määral erinevad kummaski ülesannete plokkis. Mõlemas plokkis olid ka osad ülesanded veidi raskemad kui teises plokkis olevad ülesanded.



Joonis 3 *Ekspriimendi disain*

Protseduur

Katseisikud ($N = 35$) osalesid ca 75 minutit kestnud individuaalselt läbiviidud katses, kus iga katseisik sai kogeda juhuslikus järjekorras nii tavalist VR sessiooni kui ka psühheedelset VR sessiooni mugaval toolil istudes. Peale igat VR esitlust lahendasid katseisikud viiest ülesandest koosneva ülesannete ploki. Ülesannete plokkide esitamise järjekord oli juhuslik, ka ülesannete järjekord mõlema ploki sees oli randomiseeritud.

Enne katset täideti katseisikuga uuringus osalemise informeerimise ja nõusoleku vorm ning tutvustati katseisikule katse olemust ja ülesehitust. Katseisikutelt küsiti võimalike tervislike vastunäidustuste kohta VR-i osas ning informeeriti ebamugavuste puhul koheselt märku andma. Osalejatele paigaldati VR seade, mida vajadusel reguleeriti. Seejärel paluti katseisikutel istuda ning järgnes VR sessioon kestusega 21 minutit. Sõltuvalt grupist alustati kas psühheedeelse või tavalise VR sessiooniga. Enne mõlemat sessiooni anti katseisikutele juhised lõdvestuda, toetada võimalusel pea tooli peatoele ning sissejuhatava meditatsiooni ajal sulgeda silmad.

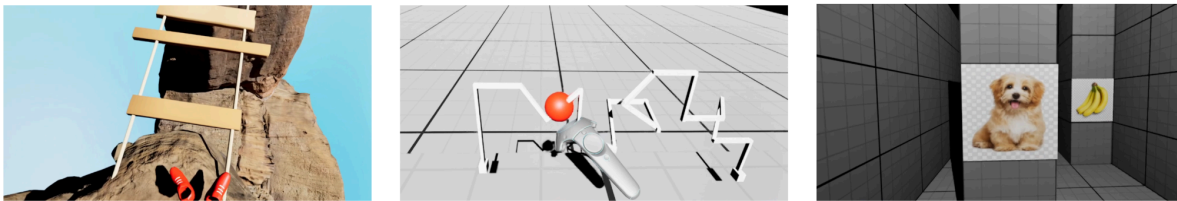
Pärast iga VR-seansi esitati ülesannete plokk, milles eksperimentaator käivitas arvutist juhuslikus järjekorras ülesanded 1–5. Ülesanded on täpsemalt kirjeldatud allpool peatükis Ülesanded ning Lisades 2.1–2.9. Silla ja seinte ülesanded lahendasid katseisikud seistes, teised ülesanded lahendati toolil istudes. Eksperimendi läbiviija juhendas katseisiku ülesannete alguspunktidesse kasutades hääljuhiseid, katseisik nägi seni VR prillidest standardset Steam VR keskkonna tausta koos ruumi ohutu liikumise ala piirjoontega. Sama taust oli nähtav ka sel ajal, kui eksperimentaator vahetas ülesandeid. Ülesannete alguspunktid olid märgitud teibi ja markeriga ruumi põrandale. Katseisikud kandsid VR prille kogu eksperimendi vältel. Peale seda, kui katseisik juhendati toolilt püsti tõusma, liigutas eksperimendi läbiviija ratastel liikuva tooli eksperimendi alalt ohutusse kaugusesse. Enne katseisiku uuesti toolile istumist paluti tal seistes oodata, kuni katse läbiviija liigutab tooli tema selja taha ning juhendab katseisikut võtma tooli käetugedest kinni ning ohutult istuma. Kogu liikumise vältel oli katse läbiviija valmis katseisikut toetama võimaliku tasakaalu kaotamise korral.

Enne igat ülesannet luges eksperimentaator ülesannete juhised ette, vajaduse korral täpsustas neid ning kontrollis, kas juhised on aru saadud. Stroopi ja TMT ülesannete puhul esitati ülesannete juhised ka kirjalikult treeningülesannete ajal. Treeningülesandeid kasutati kõigi ülesannete puhul, kus mõõdeti ülesande lahendamise aega (v.a. silla ületamine). Pusle puhul kasutati treeningülesannet ainult enne esimese pusle lahendamist, TMT ja Stroopi

ülesannete puhul olid treeningülesanded mõlemas ülesannete ploki. TMT ja pusle ülesanded lahendati kasutades käeshoitavat pulti. Silla ülesande lahendamisel aitas eksperimentaator katseisikule jalga jalaandurid, et katseisik näeks sillal kõndides virtuaalmaailmas ka oma jalgu. Peale mõlema VR sessiooni läbimist ja mõlema ülesannete ploki lahendamist eemaldati katseisikutelt VR komplekt ning järgnes poolstruktureeritud jätkuintervjuu, kus palusime kirjeldada katse ajal kogetut. Lisas 3 on toodud jätkuintervjuu küsimused.

Ülesanded

Spetsiaalselt käesoleva uuringu tarvis loodud VR keskkonnas lahendatavad ülesanded programmeeris ja disainis Epic Games Unreal Engine platvormil Madis Vasser Tartu Ülikooli arvutiteaduste instituudist, kes on ka üks Psyrreal keskkonna autoritest ning samuti ka uuringus kasutatud tavapärase VR kogemuse autor. Ülesanded on täpsemalt kirjeldatud Lisades 2.1–2.9.



Joonis 4 Eksperimendi jaoks loodud ülesanded, vasakult: sild, pusle, seinad

Kolm VR keskkonna jaoks loodud ülesannet Joonisel 4 (sild, pusle, seinad) disainisime selliselt, et nende lahendamine eeldaks katseisikult mingite olemasolevate veendumuste ümberhindamist või mingi harjumuspärase käitumise (reaktsiooni) ümberõppimist. Näiteks tasakaalu hoidmine VR keskkonnas suurel kõrgusel oleval purdel kõndides võib seonduda ellujäämisinstinktidega. Kui katseisik tajus olukorda reaalsena ning soovis ülesannet lahendada ehk kõrguse ületada mööda keerulist silda kõndides, võib seda tõlgendada kui kõrgusega seotud baasuskumuse proovile panekut ning selle muutmist. Pusle ülesanne sundis katseisikut ümber õppima harjumuspärasest käe liikumisest, kui ülesande lahendamisel olid VR keskkonnas järsku osad tema käe liikumise suunad tagurpidi pööratud. Kui katseisik liigutas oma kätt x-teljel ette või tagasi, liikus pall VR keskkonnas vastupidises suunas. Selleks, et palli kontrollitult juhtida mööda 18 erineva nurga all olevast sirgjoonest moodustatud takistusrada, tuli katseisikul harjumuspärasest käe juhtimisest ümber õppida. Pusle ülesande variant A puhul oli pööratud ainult x liikumistelg – ning y ja z liikumisteljed olid jäetud muutmata. Pusle ülesande variant B puhul olid pööratud käe x ja y liikumisteljed ning z telg oli jäetud muutmata. Kolmandaks pandi katseisiku reaktsioonid proovile, kui tema

suunas liikusid suurel kiirusel VR keskkonnas seinad, millest ülesande lahendamine nõudis “läbi minemist”. Lisaks kasutati uuringus klassikalisi Stroopi (Elmes et al., 2011; *PsyToolkit*, s.a.) ja TMT teste (*Trail Making Test*) (Kim et al., 2016), mis mõõdavad kognitiivset paindlikkust (Kortte et al., 2002; Martínez et al., 2023). Need testid kuvati katseisikule VR keskkonnas 2D pildina.

Viisime kõigi ülesannetega enne eksperimenti läbi ka eelkatsed ning vastavalt sellele muutsime ülesandeid – näiteks TMT ülesannetes kasutasime joonte tõmbamise asemel nuppude vajutamist, kuna pilooteksperimenti läbiviimisel osutus see liialt keeruliseks. Mõlemas TMT eksperimentis jäime 20 nupu vajutamise juurde, kuna algsed 30 olid liialt keerukad. Stroopi sõnade test koosnes 27 sõnast ning numbrite test 30 numbrist.

Muutujad ning nende mõõtmise reeglid

Sõltumatu muutuja – psühheedeelne või tavaline VR esitus (21 min). Sõltuvad muutujad ning nende mõõtmise protseduur on toodud Tabelis 1. Kõik sõltuvad muutujad olid mõõdetavad suhteskaalal. Ülesannete lahendamise aegu mõõdeti sekundites.

Tabel 1

Ülesanded, sõltuvad muutujad ja nende mõõtmise protseduur

Ülesanne		Sõltuvad muutujad	Mõõtmise protseduur
Plokk 1	Plokk 2		
Stroop A (numbrid)	Stroop B* (värvid)	Testi lahendamisele kuluv aeg, testis tehtud vigade arv	Aja ja vigade arvestus alates sellest kui peale õpiülesannet kuvati test
TMT-B*	TMT-C	Testi lahendamisele kuluv aeg, testis tehtud vigade arv	Aja ja vigade arvestus alates esimese nupu allavajutamisest peale õpiülesannet
Sild A (kitsas purre)	Sild B* (redelsild)	Silla ületamise aeg	Aja arvestus alates silla esmakordsest nägemisest
Pusle A* (vähem pööratud suundi)	Pusle B (rohkem pööratud suundi)	Pusle lahendamisele kuluv aeg, lahendamisel tehtud vigade arv	Aja ning tehtud vigade arvestus alates esimese kontrollpunkti puudutamisest
Seinad A (kutsikate püüdmine)	Seinad B* (kutsikate püüdmine ja banaanide vältimine)	Seinte labürindis kinni püütud kutsikate arv	Variant B puhul lahutati kutsikate arvust banaanide arv

Märkus. Tärniga (*) on tähistatud ülesannete paarist raskem ülesanne

Kontrollitavad muutujad

Kõigile katseisikutele tagati eksperimendi jooksul sarnased tingimused (samad VR-seadmed, sama keskkond, samad ülesanded). Kuna psühheedeelse VR kogemuse seanss peab mõju saavutamiseks kestma teatud aja (valitud sai 21 minutiline seanss), siis sai ka võrdluseks kasutatud tavalise VR esitluse pikkuseks valitud samaväärne aeg. Mõlema VR esitluse alguses esitati audiofaililt täpselt sama juhendatud meditatsiooni.

Kuna uurimistöö lõplik pealkiri oleks andnud katses osalejatele eksperimendi sisu kohta liialt palju infot (mõju baasuskumuste muutmisele) ning selle teadmine oleks võinud katse tulemusi mõjutada, paluti eetikakomiteelt võimalust kasutada uuringu kutses ja nõusoleku vormis teist nime – “Virtuaalreaalsuse programmide mõju keskendumisele”. Järelintervjuu käigus selgitati uuritavale uuringu tegelikku nimetust ja eesmärki.

Eetika

Kuna eksperimendi käigus arvestati võimaliku koormuse kaasnemisega inimeste füüsilisele või vaimsele tervisele, taotleti uuringu läbiviimiseks luba Tartu Ülikooli inimuuringu eetika komiteelt, mis väljastati jaanuaris 2024. Ohtlikke olukordi simuleerivate VR kogemustega, näiteks virtuaalses kõrguses silla ületamisega, võib kaasneda vaimne või emotsionaalne koormus. Osalejaid informeeriti eelnevalt, et käesolevas katses sisaldub kõrguste simulatsiooni ning psühheedeelseid elemente. Rõhutati, et katseisikud võivad eksperimendi igal ajal katkestada ning osalemisest loobuda.

Tulemused

Kokku lõpetas katse 34 katseisikut. Üks katseisik katkestas katse psühheedeelse VR seansi ajal ning tema andmed eemaldati uuringu andmestikust. Nelja katseisiku (P3, P9, P15 ja P28) puhul registreeriti protseduurilisi eksimusi osade ülesannete lahendamisel või andmete kogumisel, mistõttu nende tulemusi ei arvestatud andmetöötlusel. Lõplik valim koosnes 30 katseisikust (17 naist ja 13 meest), vanusevahemikus 19–63 aastat ($M = 41,9$; $SD = 13,5$). Kaks katseisikut (P7 ja P34) ei soovinud sillal kõndimise ülesannet lahendada, kuna kartsid kõrgust. Seetõttu lisati nende andmestikku silla ülesande juurde grupi suurim soorituse aeg (70s) nii A kui B ploki ülesandesse.

Tulemuste analüüsiks kasutati JASP (0.18.3) ning RStudio (2023.12.1) tarkvara. Sõltuvate muutujatega andmete analüüsiks rakendati paaris t -testi, et võrrelda aega ja vigade arvu, mis kulus ülesannete sooritamiseks peale tavalist ja psühheedelset VR sessiooni.

Tulemused on esitatud Tabelis 2 ning Joonistel 5–10. Paaris *t*-test võimaldas hinnata, kas gruppide vahel esines statistiliselt olulisi erinevusi. Enne *t*-testide rakendamist grupeeriti (de-randomiseeriti) andmed vastavalt ülesannete lahendustele peale psühheedelset ja tavalist VR-i sessiooni. Lisaks standardiseeriti võrdluseks ka samade ülesannete tulemused (kus olid segamini nii psühheedeelse- kui tavalise VR tulemused) iga ülesande lõikes ning de-randomiseeriti ka need andmed võrdluseks. Tabelis 2 ning Joonistel 5–10 toodud tulemustes on kasutatud *z*-skooriga standardiseeritud andmeid. Täiendavalt kasutati võrdluseks ka min-max meetodil andmete standardiseerimist.

Tabel 2

Paaris T-testide võrdlused ülesannete lahendamisel peale tavalist ning psühheedelset VR-i

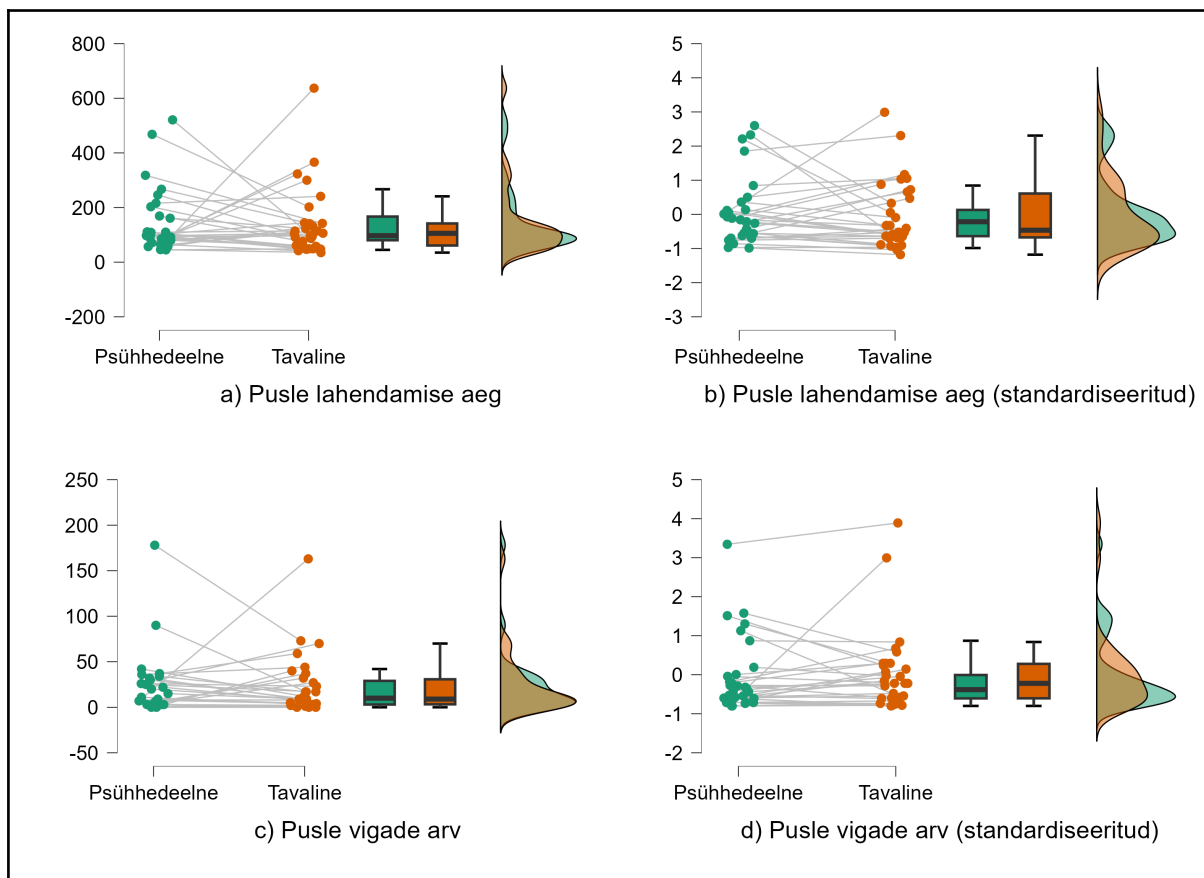
Sõltuv muutuja	<i>t</i>	W	<i>z</i>	<i>p</i>
Pusle lahendamine	-	269	0.75	.777
Pusle lahendamine (standardiseeritud)	-	246	0.28	.612
Pusle lahendamisel tehtud vead	-	212	0.57	.718
Pusle lahendamisel tehtud vead (standardiseeritud)	-	203	-0.61	.278
Seinad	-	287	1.12	.873
Seinad (standardiseeritud)	1.355	-	-	.907
Sild	0.141	-	-	.556
Sild (standardiseeritud)	0.270	-	-	.605
TMT	-	253	0.77	.782
TMT (standardiseeritud)	0.269	-	-	.605
Stroop	-	218	-0.29	.391
Stroop (standardiseeritud)	-	149	-1.72	.044
TMT lahendamisel tehtud vigade arv	-	63	0.17	.581
Stroop lahendamisel tehtud vigade arv	-	90	1.70	.972

Märkus. Student'i *t*-test (testis $df = 29$) on kasutatud silla ülesandes ning standardiseeritud seinad, -sild ja -TMT ülesannete võrdluses. Ülejäänutel kasutusel Wilcoxon'i test.

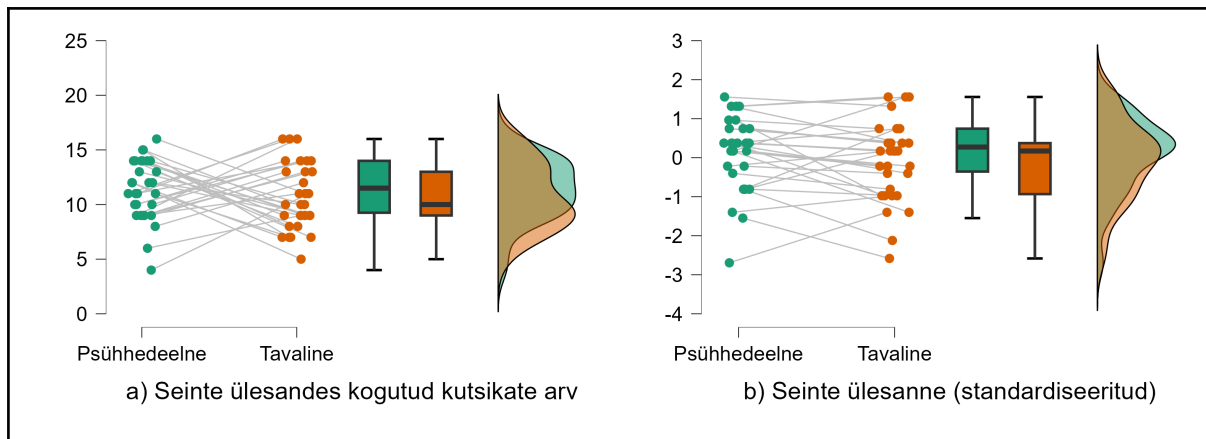
Enne *t*-testide läbiviimist kontrolliti kõikide ülesannete gruppidest saadud andmete jaotust, kasutades Shapiro-Wilk'i testi normaaljaotuse kontrolliks. Silla ülesande ning *z*-skooriga standardiseeritud silla, seinte ja TMT testide tulemused jaotusid normaaljaotuslikult ($p > .05$), mis võimaldas kasutada Student'i *t*-testi. Teiste ülesannete puhul rakendati Wilcoxon'i testi. Lisaks analüüsiti andmeid, kasutades nii Student'i kui ka Wilcoxon'i testi, nii standardiseeritud kui ka standardiseerimata andmetega. Ükski test ei andnud statistiliselt olulisi tulemusi (p -väärtused vahemikus .39 kuni .97), välja arvatud Wilcoxon'i test *z*-skooriga standardiseeritud Stroopi testi tulemuste puhul, kus saadi $p = .04$. Kontrollimaks Wilcoxon'i testi usaldusväärsust Stroopi testi tulemuse puhul, kontrolliti lisaks Stroopi testi andmete jaotumist Q-Q graafiku abil, mis näitas kõrvalekaldeid *z*-skooriga

standardiseeritud Stroopi testi andmete normaaljaotusest. Seega on Wilcoxon testi kasutamine põhjendatud.

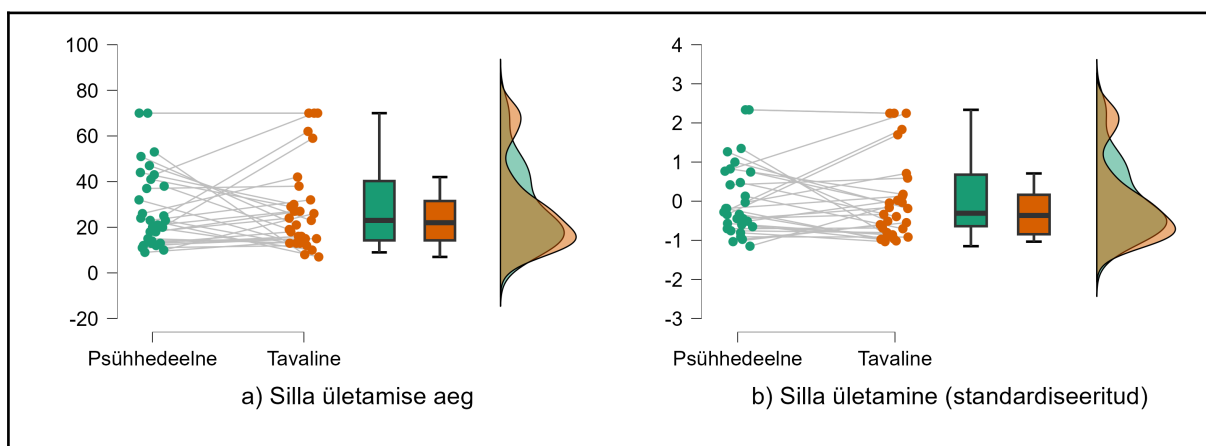
Täiendavas andmeanalüüsis eemaldati lisaks veel erindid, mille väärtused erinesid oluliselt teistest tulemustest, kuid mille mõõtmine oli korrektne. Näiteks pusle ülesande lahendamisel erinevad P14, P25 ja P26 tulemused üle kolme korra keskmisest. Erindite eemaldamine ei muutnud üldtulemusi. Tabelis 2 ning Joonistel 5–10 toodud tulemustest ei ole erindeid eemaldatud.



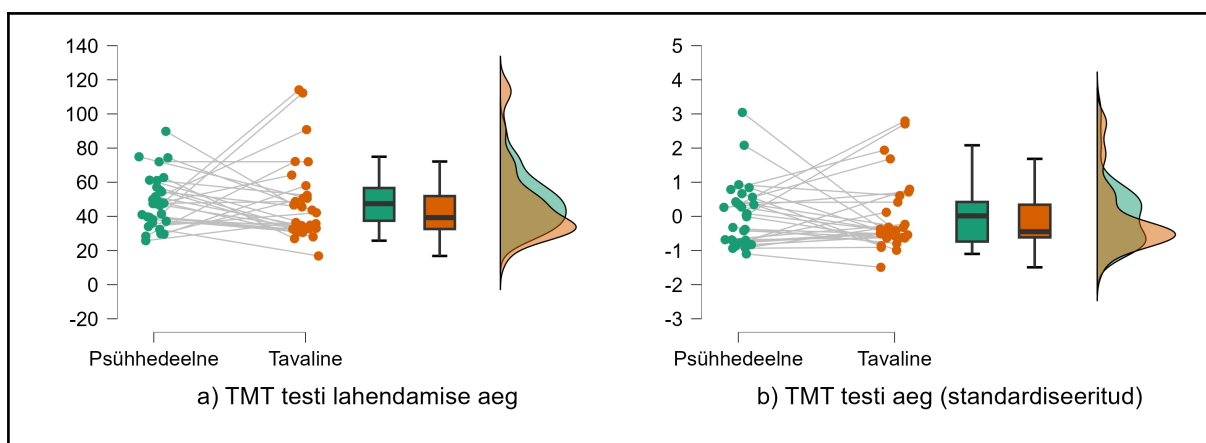
Joonis 5 Pusle ülesande tulemused - a) pusle lahendamise aeg, b) pusle lahendamise aeg standardiseeritult, c) pusle lahendamisel tehtud vigade arv, d) pusle lahendamisel tehtud vigade arv standardiseeritult



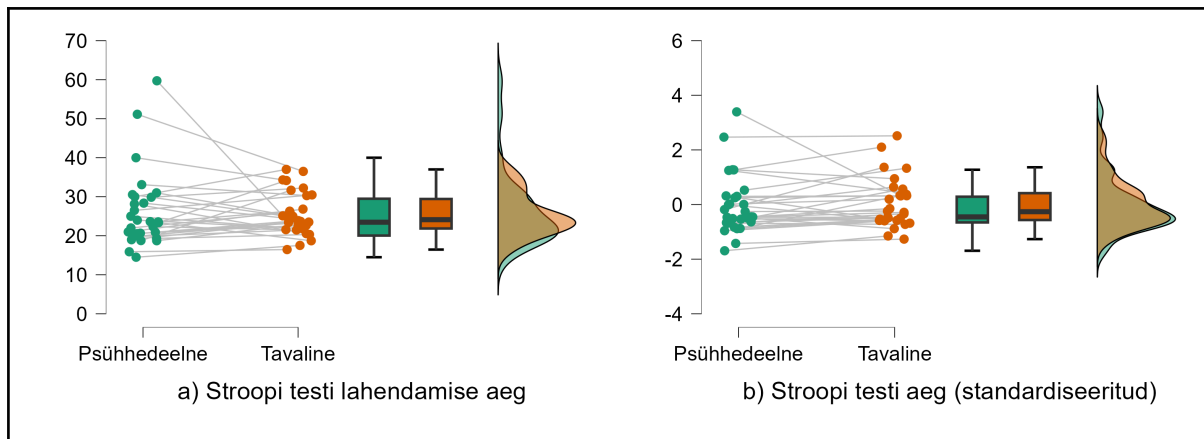
Joonis 6 Seinte ülesande tulemused - a) ülesandes kogutud kutsikate arv, b) ülesandes kogutud kutsikate arv standardiseeritult



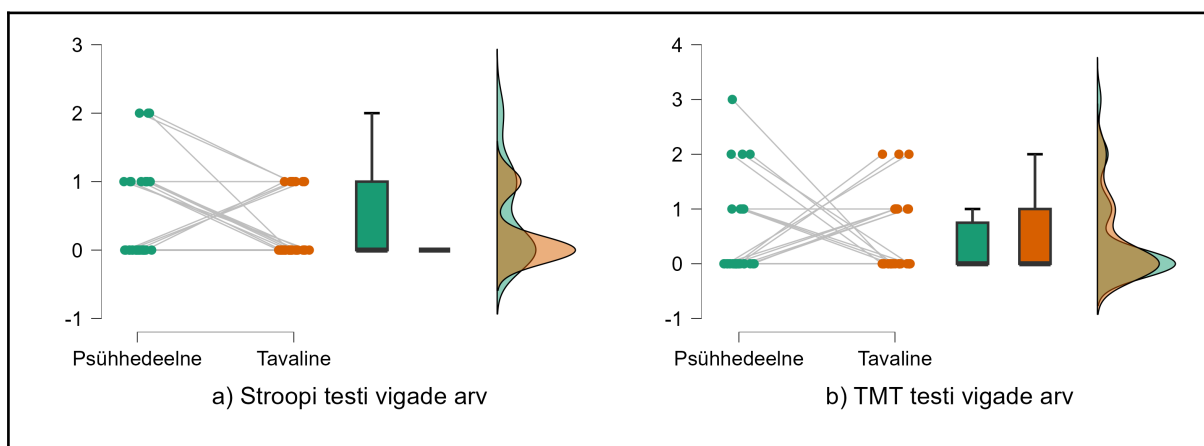
Joonis 7 Silla ülesande tulemused - a) silla ületamise aeg, b) silla ületamise aeg standardiseeritult



Joonis 8 TMT testi tulemused - a) TMT testi lahendamise aeg, b) TMT testi lahendamise aeg standardiseeritult



Joonis 9 Stroopi testi tulemused - a) Stroopi testi lahendamise aeg, b) Stroopi testi lahendamise aeg standardiseeritult



Joonis 10 Vigade arv Stroopi ja TMT testides - a) Stroopi testis tehtud vigade arv, b) TMT testis tehtud vigade arv

Lisaks teostati MANOVA ning ANOVA dispersioonanalüüsid, et võrrelda kõigi ülesannete lahendamise lõikes, kas on olulist mõju lähtuvalt sellest, kas enne ülesannet kogeti tavalist või psühheedelset VR-i. ANOVA dispersioonanalüüsi tulemused standardiseeritud andmete puhul näitasid väga madalat F -väärtust ($F = 0.22$) ning p -väärtust $p = .64$, mis ei kinnita muutuja statistiliselt olulist mõju (standardiseerimata andmete puhul vastavalt $F = 0.02$ ning $p = .88$). MANOVA analüüsi põhjal ei ole psühheedeelse VR-i ja tavalise VR-i skooride vahel statistiliselt olulist erinevust. Kuigi psühheedeelse VR-i skoori hinnang oli veidi madalam ($t = -0.034$), ei ole see erinevus usaldusväärne, kuna t -väärtus on madal ($t < 1.96$).

Arutelu

Katse eesmärk oli eksperimentaalselt uurida psühheedeelse VR mõju baasuskumuste muutmisele ning kognitiivsele paindlikkusele. Algselt püstitatud hüpotees – psühheedelne VR aitab veendumusi kergemini muuta (või suurendab kognitiivset paindlikkust) – ei leidnud katse jooksul kinnitust. Kehtima jääb nullhüpotees. Katses kogutud andmete põhjal ei ole võimalik väita, et 21-minutilisel psühheedeelsel VR sessioonil oleks statistiliselt oluline mõju kognitiivset paindlikkust nõudvate ülesannete lahendamise kiirusele. Kõik p -väärtused peale z -skooriga standardiseeritud Stroopi testi ületasid algselt valitud olulisusnivoo väärtuse .05. Z -skooriga standardiseeritud Stroopi ülesande Wilcoxon'i testi olulisusnivoo väärtus ($p = .04$) näitab, et kahe võrreldava rühma mediaanide vahel esineb statistiliselt oluline erinevus. Esimene rühm (Stroopi testi lahendamine peale psühheedelset VR esitlust) sai madalamaid tulemusi kui teine rühm (testi lahendamine peale tavalist VR esitlust). See tulemus võib toetada hüpoteesi, et psühheedelne VR suurendab kognitiivset paindlikkust. Kuigi antud valimis täheldati mõju, peab aga olema ettevaatlik järelduste tegemisel, kuna see võib olla juhuslik ning ei pruugi olla üldistatav laiemalt üldisele populatsioonile. Min-max meetodil standardiseeritud ülesannete tulemuste analüüsis ning standardiseerimata andmete analüüsis aga see seos puudus. Ka Jooniste 5–10 vaatlusel ei ole märgata olulist mõju. Samuti ei näidanud sõltumatu muutuja olulist mõju ANOVA ega MANOVA analüüsid. MANOVA analüüsis täheldati küll väikest psühheedeelse VR tingimuse mõju (z -skooriga standardiseeritud andmete puhul -0.034) võrreldes lõikepunktiga, mille keskmine väärtus oli 0.276 ($SE = 0.277$; $t = 0.998$), kuid see ei olnud statistiliselt oluline ($t = -0.364$) ning standardviga ($SE = 0.093$) näitas selle märkimisväärset ebakindlust.

Kuna psühheedeelse VR-i mõju veendumustele on autorile teadaolevalt varasemalt uuritud ainult sarnase disainiga Rastelli jt poolt läbi viidud sõltuvate gruppidega eksperimendis (Rastelli et al., 2022), saab nende eksperimentide tulemusi omavahel võrrelda. Seal mõõdeti kognitiivset paindlikkust Stroopi testi ning alternatiivsete kasutuste testiga (AUT). Uuring näitas psühheedeelse VR olulist mõju katseisikute ($N = 50$) kognitiivsele paindlikkusele AUT testil. Samas aga kattuvad käesoleva uuringu tulemused Rastelli tulemustega Stroopi testis, kus tuvastatud mõju ei olnud samuti statistiliselt oluline. Tulemuste võrdlemine Kaup'i (2023) ning Kant'i (2023) uuringutega ei oleks asjakohane, kuna seal uuriti psühheedeelse VR-i mõju depressioonile ning kuna ei kasutatud kontrollgruppi, peab arvestama võimaliku platseeboefekti mõjuga (McGovern et al., 2022).

Kuigi ülesanded said disainitud nõnda, et nende täitmine kataks erinevate oskuste kasutamist (mõtlemine, käeline osavus, kehaline liikumine) ja hõlmaks erinevaid modaalsusi, tuleb peale eksperimendi läbiviimist tõdeda, et seinte ning silla ülesanded ei osutunud efektiivseteks mõõtevahenditeks. Silla ülesande puhul mängisid katseisikute individuaalsed erinevused ja varasemad kogemused olulist rolli, mis tähendab, et ilma nende tegurite arvestamiseta ei sobi silla ületamise ülesanne usaldusväärseks mõõtevahendiks. Seinte ülesande puhul aga oli soovitud seinte vältimise efekt tänu kutsikate piltidele keskendumisele sedavõrd väike, et ülesande lahendamine näitas lihtsalt individuaalseid erinevusi labürindis liikumisel. Stroopi ja TMT ülesannete ajal tehtud vigu esines praeguste ülesannete pikkuse puhul sedavõrd harva, et neid ei ole otstarbekas analüüsida eraldi kriteeriumina ülesannete lahendamise aja kõrval. Seevastu pusle ülesande lahendamine osutus paljulubavaks mõõdikuks, mille edasiarendamist kognitiivse paindlikkuse mõõtmisel tasub kaaluda.

Kuigi käesolev eksperiment ei tuvastanud statistiliselt olulist seost psühheedeelse VR-i kasutamise ja kognitiivse paindlikkuse vahel, kirjeldasid katseisikud intervjuudes psühheedeelse VR-i kasutamise rahustavat ja uudset mõju. Osalejad märkisid: “Täiega rahustav oli”, ”Tuli meeletu rahu”, “Oli veits trippi”, “Head mõtted tulid”, “Kunagi sügavas narkoosis olen sarnast kogemust kogenud.” Need subjektiivsed hinnangud viitavad sellele, et psühheedelne VR võib omada psühhoaktiivset mõju, eriti seoses rahunemise ja uudsete kogemuste tekitamisega. Seetõttu oleks asjakohane Psyrreali mõju edasi uurida, keskendudes eriti selle potentsiaalile soodustada rahunemist ja pakkuda uudseid kogemusi.

VR ja AR seadmete potentsiaal nii teraapias kui heaolu suurendavates teenustes on märkimisväärne – alates rakenduste loomisest, mis võimaldavad mediteerida või ennast, enda mõtteid, tundeid ja käitumist kõrvalt vaadelda – kuni foobiate, ärevuse ja hirmude ületamiseni näiteks läbi eksponeerimise ärevuse vallandajale (Raag, 2017) ja/või KKT teraapia võtete abil. Kindlasti on jätkuvalt oluline uurimissuund ka VR ja AR kasutamise veendumuste muutmisel, isegi kui psühheedelikumide peamine mõju “võib sõltuda eksperimentaatori sugestisioonist”, “mõjutatava eelnevatest uskumustest ja psüühikast” ning “tugevast platseeboefektist”, mida psühheedelikumid võivad tekitada (McGovern et al., 2022).

Experimendi esialgne disain sisaldas ainult ühte ülesannet – VR keskkonnas suurelt kõrguselt allahüppamist, nagu kasutatakse paljudes VR-i tutvustavates mängudes. Selle ülesande kasutamine oleks eeldanud katseisikutelt varasema VR kogemuse puudumist, mis oleks sobiva valimi leidmist raskendanud. Tänu eetikakomitee tagasisidele asendati

hüppamise ülesanne sillal kõndimisega, mis on katseisikule ohutum ning katsesse lisati juurde ka teised ülesanded.

Töö piirangud ja puudused

Valim on liiga väike, et kindlalt öelda, nagu psühheedeelse VR-i mõju puuduks üldse. Usaldusväärsete järelduste tegemiseks psühheedeelse VR-i mõju kohta kognitiivsele paindlikkusele oleks vajalik suurem valim. G*Power 3.1 abil arvatud andmete põhjal oleks t -testi puhul vajalik valimi suurus, et tuvastada või ümber lükata väike mõjusuurus ($d = 0.2$) olulise mõju ($p = .05$) korral 80% tõenäosusega, ligikaudu 156 osalejat. Wilcoxon'i test nõuaks valimi suurusks ligikaudu 164 osalejat. Seevastu R paketi "pwr" analüüs näitab, et valimi suurus peaks olema $N = 198$, et tagada piisav statistiline võimsus kindlate järelduste tegemiseks. Kui mõjusuurus on keskmine ($d = 0.5$), siis G*Poweri arvutuse järgi oleks vajalik umbes 27 katseisikut. R "pwr" paketi tulemus näitab aga vajadust 33 katseisiku järele, kui püstitatud olulisuse tase on .05 ja soovitud võimsus 80%. Arvestades, et uuringu valim oli piiratud ($N = 30$), saab väita, et käesoleva katsega ei tuvastatud keskmist või suurt mõjusuurust. Suurema valimi kasutamine võib olla vajalik, et kindlaks teha väiksemaid mõjusid.

On võimalik, et psühheedeelse VR-i mõju kognitiivsele paindlikkusele on sedavõrd väike, et seda ei saa kasutatud eksperimendi disaini ja ülesannetega tuvastada. Samuti võib mõju esilekutsumiseks vajaliku psühheedeelse VR sessiooni aeg olla pikem – teistes Psyrrealiga läbi viidud eksperimentides on see olnud tund aega, näiteks Kaup jt uuringus (2023). Samas sarnase eksperimendi disainiga Rastelli jt uuringus oli Deep Dream sessiooni pikkuseks samuti ca 20 minutit (Rastelli et al., 2022). On ka võimalik, et katses kasutatud eksperimendid ei sobi seda mõju mõõtma. On ka võimalik, et katses osalenud isikute kognitiivne paindlikkus oli normaalsuse piires ning seetõttu ei ilmnenu efekt. Lisaks on võimalik, et mingi efekt oleks ilmnenu näiteks depressiooni- või apaatiaga patsientide puhul, kelle kognitiivne paindlikkus ning motivatsioon on väga madalal.

Mitmed inimesed kurtsid kehva ning "uduse" pildikvaliteedi üle VR-is. Kasutatav resolutsioon, sealhulgas ka VR seadme resolutsioon, mõjutab kasutuskogemust (Li et al., 2023). Seetõttu oleks tulevikus parem eksperiment läbi viia kas uuema Vive Pro 2 seadmega, mille resolutsioon on ligi kaks korda parem (4896 x 2448) või kasutades Meta Quest 3 või Apple Vision Pro seadet, millel on mõlemal lisaks kaks korda paremale resolutsioonile ka

lisaks tõhusamad läätсед. Samas on ka eelmised Tartu Ülikoolis läbi viidud psühheedeelse VR uuringud kasutanud sama platvormi ning sama resolutsiooni, eeskätt Kaup jt uuring (2023).

Töö suurim küsitavus on, kas ülesannete A ja B plokkide sisu ei olnud liialt erinev, et nende tulemusi saaks omavahel võrrelda. Ülesannetes oleks võinud kasutada mõlemat Stroopi ja TMT testi peale mõlemat VR sessiooni – kasutades erinevates plokkides erinevate andmetega testide variatsioone. Nii oleks saanud gruppe omavahel täpsemini võrrelda. Samuti on seinte A ja B ülesannetes kasutatud erinevad mustrid ning erinev võimalik kogutav punktide arv muudavad seinte ülesande A ja B tulemuste võrdluse tegemise keeruliseks. NB! Mitte mingil juhul ei ole seetõttu näiteks seinte ülesandes võrreldavad individuaalsed tulemused vaid ainult summeeritud ja/või standardiseeritud tulemused. Seetõttu kasutati kõigi ülesannete võrdlemisel lisaks toorandmetele ka standardiseeritud kujul andmeid, kuhu enne z-skoori arvutamist olid sama ülesande lõikes koondatud kõigi katseisikute sooritused (vastavalt siis nii peale psühheedeelset kui tavalist VR-i). Samuti võis pusle A ja B ülesannete lahendamisele kuluv aeg liialt palju erineda, sest erinevas mahus pööratud liikumisega telgede kasutamise puhul toimub õppimine erineva kiirusega. Oli näha, et pusle A lahendamine oli osade katseisikute jaoks oluliselt raskem kui pusle B.

Pusle ülesande lahendamine ja ka ülesande sisust arusaamine oli paljudele katseisikutel esimesel lahenduskorral liialt raske – seetõttu lisati alates P10 enne esimest pusle lahendamist ka treeningülesanne, kus pusle ükski liikumise suund ei olnud pööratud ning katsisikud said harjutada takistusraja läbimist palliga. See aitas hiljem oluliselt vähendada ülesande kirjeldamisele ning sellest arusaamisele kuluvat aega. Pusle lahendamise tulemused on siiski võrreldavad, sest andmete kogumisel hakati pusle ülesande lahendamise algusaega mõõtma alles peale esimese kontrollpunkti läbimist ning enne sinna jõudmist pidid katseisikud pööratud liikumissuundadega osaliselt harjuma. Vajadusel jätkusid juhised ka ülesande alguses, kuni katseisik jõudis esimese kontrollpunktini.

Soovitused ja võimalused jätku-uuringuteks

Jätku-uuringutes soovitan kasutada nii A kui B ülesannete plokkides mitut Stroopi ja TMT testi korraga. Nõnda, et testide väärtused oleksid erinevates ülesande plokkides erinevad aga kasutatavad testid samad. Stroopi testide puhul aitaks mõõtmist täpsemaks teha ülesannete arvu lisamine ning kasutaja enda interaktsiooni lisamine lahendusel. Pusle ja pusle lahendamisel tekkinud vigade arv on samuti perspektiivikas mõõtevahend antud eksperimendis. Probleem oli aga selles, et pusle A ja B lahendamise keerukused olid

praeguses eksperimendis väga erinevad. Seetõttu oleks tulevikus otstarbekam kasutada üht pusle ülesannet, kuhu sisse saab kombineerida kokku mitu tsooni ning gravitatsiooni reegleid pööratakse ühe pusle ülesande lahendamise käigus mitu korda. Näiteks võiks pusle takistusrada koosneda 3-5 tsoonist ning peale iga tsooni läbimist muutuvad pööratud gravitatsiooni reeglid juhuslikus järjekorras. Siis oleks tegemist täpsema mõõtevahendiga. Kaaluda võib ka pusle ülesande esitamist lühikeste fragmentidena. Pusle ülesande algusesse võib lisada ka tutvustava animatsiooni, mis näitab, kuidas palli tuleks liigutada. Samuti võiks VR keskkonnas olla märgitud pusle ülesande algus- ja lõpppunktid ning näidatud suund, kuhu poole peab palli liigutama.

Kui lisada psühheedeelsele VR-ile ka AR ruumiga adapteerumise võimalused, oleks võimalik psühheedelset efekti veelgi realistlikumaks muuta, kui mustrid ja muud efektid rakenduks ruumile, milles katseisik on, ning ka näiteks katseisiku kätele, mis on võimalik Meta Quest 3 platvormil.

Huvitav oleks uurida psühheedeelse VR-i mõju kognitiivsele paindlikkusele valimil, kelle kognitiivne paindlikkus on mingil põhjusel piiratud või vähendatud – näiteks keskmise või sügava depressiooni või apaatiaga patsientidel. Psühheedelikumid toimivad plastilisuse suurendamise vaates läbi plastilisuse suurendamise "võimendajana" (Carhart-Harris, 2024). Veendumuste muutmise kontekstis peaks seega lisaks plastilisusele mõjutamisele (nt. läbi Psyrreal VR-i) jälgima, et oleks kasutusel ka stiimul ja mõjutaja - näiteks sõnaline stiimul või kodeering, mille suhtes katseisik eeldatavasti muutuks vastuvõtlikumaks.

Psyrrealiga teostavatele uuringutele tasuks kaaluda ka EEG, MEG ja fMRI lisamist mõõtevahenditena, et saaks võrrelda aju aktiivsust võrreldes tavalise VR esitluse, meditatsiooni ning klassikaliste psühheedelikumide mõjudega varasemates eksperimentides. Näiteks on Carhart-Harrise uurimisrühm kasutanud neid uurimismeetodeid mitmetes klassikaliste psühheedelikumidega läbiviidud uuringutes (Eckernäs et al., 2023; Timmermann et al., 2019), samuti uurisid Chen jt (2024) VR-i kaudu mõjutatud kehavälist tunnetust EEG abil.

Kokkuvõte

Käesolevas eksperimentaalses uuringus uuriti psühheedeelse virtuaalreaalsuse (Psyrreal) mõju veendumuste muutmisele ja kognitiivsele paindlikkusele. Kasutati standardseid mõõtevahendeid, nagu Stroopi ja TMT testid, ning kolme spetsiaalselt selleks uuringuks loodud ülesannet, mis eeldasid katseisikutelt olemasolevate harjumuste

ümberhindamist ja -õppimist VR keskkonnas. Uuringu tulemused näitavad, et psühheedeelsel VR-il ei ole olulist mõju veendumuste muutmisele või kognitiivse paindlikkuse suurendamisele. Stroopi testi tulemused on kooskõlas varasema Rastelli jt (2022) uuringuga. Edasistes uuringutes võiks kaaluda mõõtevahendite arendamist, psühheedeelse VR-i sessioonide pikendamist ning katseisikute arvu suurendamist, et tuvastada väiksemaid võimalikke mõjusid.

Kasutatud kirjandus

- Aday, J. S., Davoli, C. C., & Bloesch, E. K. (2020). Psychedelics and virtual reality: Parallels and applications. *Therapeutic Advances in Psychopharmacology*, *10*, 2045125320948356. <https://doi.org/10.1177/2045125320948356>
- Aru, J. (2022). *Loovusest ja logelemisest*. ARGO.
- Asp, E., & Tranel, D. (2013). False Tagging Theory: Toward a Unitary Account of Prefrontal Cortex Function. D. Tranel, D. T. Stuss, & R. T. Knight (Toim), *Principles of Frontal Lobe Function* (lk 0). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/med/9780199837755.003.0029>
- Beck, A., Rush, J., Shaw, B., & Emery, G. (1987). *Cognitive Therapy of Depression*. Guilford Press.
- Begemann, M. J., Brand, B. A., Ćurčić-Blake, B., Aleman, A., & Sommer, I. E. (2020). Efficacy of non-invasive brain stimulation on cognitive functioning in brain disorders: A meta-analysis. *Psychological Medicine*, *50*(15), 2465–2486.
<https://doi.org/10.1017/S0033291720003670>
- Carhart-Harris, R. L. (2024, veebruar 27). Carhart-Harris. *Psychedelics Today*.
<https://psychedelicstoday.com/2024/02/27/pt490-dr-robin-carhart-harris/>
- Carhart-Harris, R. L., Chandaria, S., Erritzoe, D. E., Gazzaley, A., Girn, M., Kettner, H., Mediano, P. a. M., Nutt, D. J., Rosas, F. E., Roseman, L., Timmermann, C., Weiss, B., Zeifman, R. J., & Friston, K. J. (2023). Canalization and plasticity in psychopathology. *Neuropharmacology*, *226*, 109398.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2022.109398>
- Carhart-Harris, R. L., & Goodwin, G. M. (2017). The Therapeutic Potential of Psychedelic Drugs: Past, Present, and Future. *Neuropsychopharmacology*, *42*(11), 2105–2113.
<https://doi.org/10.1038/npp.2017.84>
- Casu, M., Farrauto, C., Farruggio, G., Bellissima, S., Battiato, S., & Caponnetto, P. (2024). Exploring the Therapeutic Potential of Virtual Reality: A Review on the Simulation of Psychedelic Effects for Treating Psychological Disorders. *Psychology International*, *6*(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/psycholint6020036>
- Chen, G., Bao, Z., Babin, M., & Frewen, P. (2024). Virtual reality and neuromodulation in the induction of out-of-body experience (VR-NIOBE): A proof-of-concept new paradigm for psychological and neuroscientific study of an altered state of consciousness. *Psychology of Consciousness: Theory, Research, and Practice*, No Pagination

- Specified-No Pagination Specified. <https://doi.org/10.1037/cns0000385>
- Dajani, D. R., & Uddin, L. Q. (2015). Demystifying cognitive flexibility: Implications for clinical and developmental neuroscience. *Trends in Neurosciences*, 38(9), 571–578. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2015.07.003>
- Eckernäs, E., Timmermann, C., Carhart-Harris, R., Røshammar, D., & Ashton, M. (2023). N,N-dimethyltryptamine affects electroencephalography response in a concentration-dependent manner-A pharmacokinetic/pharmacodynamic analysis. *CPT: Pharmacometrics & Systems Pharmacology*, 12(4), 474–486. <https://doi.org/10.1002/psp4.12933>
- Eerme, M. (2018). *Ketamiin depressiooni ravis*. Tartu Ülikooli Kliinikum. <https://www.kliinikum.ee/patsiendiinfo-andmebaas/ketamiin-depressiooni-ravis/>
- Ehring, T. (2021). Thinking too much: Rumination and psychopathology. *World Psychiatry*, 20(3), 441–442. <https://doi.org/10.1002/wps.20910>
- Eldridge, A. (2024, märts 29). *Jonestown*. Encyclopædia Britannica. <https://www.britannica.com/event/Jonestown>
- Elga, A., & Rayo, A. (2021). *Fragmentation and Information Access* (lk 37–53). <https://doi.org/10.1093/oso/9780198850670.003.0002>
- Elmes, D. G., Kantowitz, B. H., & Roediger, I. H. L. (2011). *Psühholoogia uurimismeetodid*.
- Ericsson, K. A., Krampe, R. T., & Tesch-Römer, C. (1993). The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review*, 100(3), 363–406. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.100.3.363>
- Flyvbjerg, B. (2021). *Top Ten Behavioral Biases in Project Management: An Overview* (SSRN Scholarly Paper 3979164). <https://papers.ssrn.com/abstract=3979164>
- Gilbert, D. T., Tafarodi, R. W., & Malone, P. S. (1993). You can't not believe everything you read. *Journal of Personality and Social Psychology*, 65(2), 221–233. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.65.2.221>
- Hogarth, R. M. (2006). *On Ignoring Scientific Evidence: The Bumpy Road to Enlightenment* (SSRN Scholarly Paper 1002512). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1002512>
- Huberman, A. (2019, juuni 26). *Dr. Andrew Huberman on Virtual Reality Research*. NIH News in Health. <https://newsinhealth.nih.gov/2019/07/qa-dr-andrew-huberman-virtual-reality-research>
- Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux. <https://www.amazon.com/Thinking-Fast-Slow-Daniel-Kahneman/dp/0374533555>
- Kaljo, M. (2024). *Comparison of psychedelic mixed reality experiences—An explorative*

- study* [Tartu Ülikool]. <https://hdl.handle.net/10062/95308>
- Kannis-Dymand, L., Hughes, E., Mulgrew, K., Carter, J. D., & Love, S. (2020). Examining the roles of metacognitive beliefs and maladaptive aspects of perfectionism in depression and anxiety. *Behavioural and Cognitive Psychotherapy, 48*(4), 442–453. <https://doi.org/10.1017/S1352465820000144>
- Kant, J. (2023). Psühhedeelse virtuaalreaalsuse mõju uskumustesse endasse ja teistesse. *Tartu Ülikool*. <https://hdl.handle.net/10062/91844>
- Kase, M. (2022). *Effects of psychedelic virtual reality on divergent thinking: Seminary work*. <https://hdl.handle.net/10062/90847>
- Kaup, K. K., Vasser, M., Tulver, K., Munk, M., Pikamäe, J., & Aru, J. (2023). Psychedelic replications in virtual reality and their potential as a therapeutic instrument: An open-label feasibility study. *Frontiers in Psychiatry, 14*, 1088896. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2023.1088896>
- Kim, K., Jang, J.-W., Baek, M., & Kim, S. Y. (2016). *A Comparison of Three types of Trail Making Test in the Korean Elderly: Higher Completion Rate of Trail Making Test-Black and White for Mild Cognitive Impairment*. <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Comparison-of-Three-types-of-Trail-Making-Test-in-Kim-Jang/a3e1bbd6859412b7fb0262b3e2e23e0debd7289a>
- Kivilo, E. (2022). Mitteinvasiivse ajustimulatsiooni meetodite kasutamine depressiooni ravis kombinatsioonis standardmeetoditega. *Eesti Arst*. <https://doi.org/10.15157/ea.vi.21357>
- Kortte, K. B., Horner, M. D., & Windham, W. K. (2002). The Trail Making Test, Part B: Cognitive Flexibility or Ability to Maintain Set? *Applied Neuropsychology, 9*(2), 106–109. https://doi.org/10.1207/S15324826AN0902_5
- Kunda, Z. (1990). The case for motivated reasoning: *Psychological Bulletin, 108*(3), 480–498. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.108.3.480>
- Lazarevic, V., Yang, Y., Flais, I., & Svenningsson, P. (2021). Ketamine decreases neuronally released glutamate via retrograde stimulation of presynaptic adenosine A1 receptors. *Molecular Psychiatry, 26*(12), 7425–7435. <https://doi.org/10.1038/s41380-021-01246-3>
- Li, Z., Geng, B., Tao, X., Duan, Y., Li, T., & Huang, J. (2023). EEG-Based VR Video Quality Measurement for Resolution Reduction. *2023 IEEE International Conference on Communications Workshops (ICC Workshops)*, 1872–1876. <https://doi.org/10.1109/ICCWorkshops57953.2023.10283518>

- Loenen, I. van, Scholten, W., Muntingh, A., Smit, J., & Batelaan, N. (2022). The Effectiveness of Virtual Reality Exposure–Based Cognitive Behavioral Therapy for Severe Anxiety Disorders, Obsessive-Compulsive Disorder, and Posttraumatic Stress Disorder: Meta-analysis. *Journal of Medical Internet Research*, *24*(2), e26736. <https://doi.org/10.2196/26736>
- Luca, M. (2019). Maladaptive Rumination as a Transdiagnostic Mediator of Vulnerability and Outcome in Psychopathology. *Journal of Clinical Medicine*, *8*(3), 314. <https://doi.org/10.3390/jcm8030314>
- Luo, C., Sanger, N., Singhal, N., Patrick, K., Shams, I., Shahid, H., Hoang, P., Schmidt, J., Lee, J., Haber, S., Puckering, M., Buchanan, N., Lee, P., Ng, K., Sun, S., Kheyson, S., Chung, D. C.-Y., Sanger, S., Thabane, L., & Samaan, Z. (2020). A comparison of electronically-delivered and face to face cognitive behavioural therapies in depressive disorders: A systematic review and meta-analysis. *eClinicalMedicine*, *24*. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100442>
- Martínez, J. A., Cristancho, D. B., Navalón, P., Miguel, P. S. S., Blanco, A. G., Glioli, A. C., Torres, S. C., Raya, M. A., & Pérez, Y. C. (2023). Assessment of executive functions through a virtual reality task in euthymic patients with bipolar disorder and influence in psychosocial functioning. *European Psychiatry*, *66*(S1), S700–S700. <https://doi.org/10.1192/j.eurpsy.2023.1465>
- McGovern, H. T., Leptourgos, P., Hutchinson, B. T., & Corlett, P. R. (2022). Do psychedelics change beliefs? *Psychopharmacology*, *239*(6), 1809–1821. <https://doi.org/10.1007/s00213-022-06153-1>
- Moliner, R., Girysh, M., Brunello, C. A., Kovaleva, V., Biojone, C., Enkavi, G., Antenucci, L., Kot, E. F., Goncharuk, S. A., Kaurinkoski, K., Kuutti, M., Fred, S. M., Elsilä, L. V., Sakson, S., Cannarozzo, C., Diniz, C. R. A. F., Seiffert, N., Rubiolo, A., Haapaniemi, H., ... Castrén, E. (2023). Psychedelics promote plasticity by directly binding to BDNF receptor TrkB: Nature Neuroscience. *Nature Neuroscience*, *26*(6), 1032–1041. <https://doi.org/10.1038/s41593-023-01316-5>
- Musolino, J., Sommer, J., & Hemmer, P. (Toim). (2022). *The Cognitive Science of Belief: A Multidisciplinary Approach*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009001021>
- Naruski, E. (2022). *Psühhedeelse virtuaalreaalsuse mõju depressioonisümptomitega inimestele: Subjektiivsete kirjelduste kvalitatiivne analüüs*. <https://hdl.handle.net/10062/90860>

- Patsaki, I., Avgeri, V., Rigoulia, T., Zekis, T., Koumantakis, G. A., & Grammatopoulou, E. (2023). Benefits from Incorporating Virtual Reality in Pulmonary Rehabilitation of COPD Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Respiratory Medicine*, 91(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/arm91040026>
- Porot, N., & Mandelbaum, E. (2021). The science of belief: A progress report. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Cognitive Science*, 12(2), e1539. <https://doi.org/10.1002/wcs.1539>
- PsyToolkit*. (s.a.). PsyToolkit. Salvestatud 9. jaanuar 2024, https://www.pytoolkit.org/experiment-library/experiment_stroop.html
- Raag, K. (2017). *Pilootuuring: Esinemisärevuse vähendamise virtuaalreaalsuse abiga* [Tartu Ülikool]. <http://hdl.handle.net/10062/57329>
- Rachman, S. J. (2016). Invited essay: Cognitive influences on the psychological immune system. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 53, 2–8. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2016.03.015>
- Rastelli, C., Greco, A., Kenett, Y. N., Finocchiaro, C., & De Pisapia, N. (2022). Simulated visual hallucinations in virtual reality enhance cognitive flexibility. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08047-w>
- Ratcliffe, M. (2015). *Experiences of Depression: A Study in Phenomenology*.
- Romeo, B., Karila, L., Martelli, C., & Benyamina, A. (2020). Efficacy of psychedelic treatments on depressive symptoms: A meta-analysis. *JOURNAL OF PSYCHOPHARMACOLOGY*, 34(10), 1079–1085. <https://doi.org/10.1177/0269881120919957>
- Rosling, H., Rönlund Rosling, A., & Rosling, O. (2018). *Factfulness: Ten Reasons We're Wrong About the World-and Why Things Are Better Than You Think: Rosling, Hans, Rönlund, Anna Rosling, Rosling, Ola: 9781250107817: Amazon.com: Books*. Flatiron Books.
- Sharot, T., Rollwage, M., Sunstein, C. R., & Fleming, S. M. (2023). Why and When Beliefs Change. *Perspectives on Psychological Science*, 18(1), 142–151. <https://doi.org/10.1177/17456916221082967>
- Siimon, T. (2023). *Exploring the subjective effects of a simulated psychedelic experience on creativity: Seminary work*. <https://hdl.handle.net/10062/90932>
- Smith, K. E., Mason, T. B., & Lavender, J. M. (2018). Rumination and eating disorder psychopathology: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, 61, 9–23. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2018.03.004>

- Snyder, M., & Swann, W. B. (1978). Hypothesis-testing processes in social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, *36*(11), 1202–1212.
<https://doi.org/10.1037/0022-3514.36.11.1202>
- Sommer, J., Musolino, J., & Hemmer, P. (2021). *Toward A Cognitive Science Of Beliefs*.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Toward-A-Cognitive-Science-Of-Beliefs-Sommer-Musolino/1ba48cf22efacca0f8ad8ddecfc4a9db3fa9e0d2>
- Springer, K. S., Levy, H. C., & Tolin, D. F. (2018). Remission in CBT for adult anxiety disorders: A meta-analysis. *Clinical Psychology Review*, *61*, 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.cpr.2018.03.002>
- Sumner, R., & Lukasiewicz, K. (2023). Psychedelics and neural plasticity: BMC Neuroscience. *BMC Neuroscience*, *24*(1).
<https://doi.org/10.1186/s12868-023-00809-0>
- Suzuki, K., Roseboom, W., Schwartzman, D., & Seth, A. (2018). *Hallucination Machine: Simulating Altered Perceptual Phenomenology with a Deep-Dream Virtual Reality platform*. 111–112. https://doi.org/10.1162/isal_a_00029
- Zeifman, R., Spriggs, M., Kettner, H., Lyons, T., Rosas, F., Mediano, P., Erritzoe, D., & Carhart-Harris, R. (2022). *From Relaxed Beliefs Under Psychedelics (REBUS) to Revised Beliefs After Psychedelics (REBAS): Preliminary Development of the RElaxed Beliefs Questionnaire (REB-Q)*. <https://doi.org/10.31234/osf.io/w8j6t>
- Tetlock, P. (2015). *Superforecasting: The Art and Science of Prediction*. Crown Publishers.
- Timmermann, C., Kettner, H., Letheby, C., Roseman, L., Rosas, F. E., & Carhart-Harris, R. L. (2021). Psychedelics alter metaphysical beliefs. *Scientific Reports*, *11*(1), Article 1.
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-01209-2>
- Timmermann, C., Roseman, L., Schartner, M., Milliere, R., Williams, L. T. J., Erritzoe, D., Muthukumaraswamy, S., Ashton, M., Bendrioua, A., Kaur, O., Turton, S., Nour, M. M., Day, C. M., Leech, R., Nutt, D. J., & Carhart-Harris, R. L. (2019). Neural correlates of the DMT experience assessed with multivariate EEG. *Scientific Reports*, *9*(1), 16324. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-51974-4>
- Tulver, K., Kaup, K. K., Laukkonen, R., & Aru, J. (2023). Restructuring insight: An integrative review of insight in problem-solving, meditation, psychotherapy, delusions and psychedelics. *Consciousness and Cognition*, *110*, 103494.
<https://doi.org/10.1016/j.concog.2023.103494>
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, *185*(4157), 1124–1131. <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>

- Vasser, M., & Aru, J. (2020). Guidelines for immersive virtual reality in psychological research. *Current Opinion in Psychology*, *36*, 71–76.
<https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2020.04.010>
- Vollenweider, F. X., & Preller, K. H. (2020). Psychedelic drugs: Neurobiology and potential for treatment of psychiatric disorders. *Nature Reviews. Neuroscience*, *21*(11), 611–624. <https://doi.org/10.1038/s41583-020-0367-2>
- WHO. (2017). *Depression and Other Common Mental Disorders*. World Health Organization.
<https://www.who.int/publications-detail-redirect/depression-global-health-estimates>
- Woodham, R. D., Selvaraj, S., Lajmi, N., Hobday, H., Sheehan, G., Ghazi-Noori, A.-R., Lagerberg, P. J., Rizvi, M., Kwon, S. S., Orhii, P., Maislin, D., Hernandez, L., Machado-Vieira, R., Soares, J. C., Young, A. H., & Fu, C. H. Y. (2023). *Home-based transcranial direct current stimulation RCT in major depression* (lk 2023.11.27.23299059). medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2023.11.27.23299059>

Lisa 1 – Informeerimise ja teadliku nõusoleku vorm

Uuringu “Virtuaalreaalsuse programmide mõju keskendumisele” eesmärk on uurida virtuaalreaalsuse mõju keskendumisele.

Uuring koosneb ülesannete lahendamisest virtuaalreaalsuse keskkonnas ning lühikesest intervjuust peale eksperimenti. Laboris toimuv katse kestab umbes 75 minutit. Uuring toimub Tartu Ülikooli arvutiteaduse instituudi laboris (Narva mnt 18, Tartu). Kasutatav mõõtmistehnoloogia vastab rahvusvahelistele ohutusstandarditele.

Uuringus osalemiseks peate olema 18-80 aastat vana ning füüsiliselt ja vaimselt terve. Samuti peaks Teil olema olema normaalne või normaalseks korrigeeritud nägemine (st vajadusel kannate prille või kontaktläätsesid) ning normaalne kuulmine. Sobite uuringusse ainult siis, kui Teil ei ole minevikus olnud ega esine ka praegu epilepsiat, ei ole diagnoositud skisofreeniat või psühhootilist episoodi ning ei ole esinenud tasakaaluhäireid.

Virtuaalreaalsuses esitatud programmis esineb psühheedeelseid elemente – müstilised visuaalid, geomeetrilised kujundid, loomulikud keskkonnad ja kosmos. Kui arvate, et sellised visuaalid on Teie jaoks liiga häirivad, soovitame uuringus mitte osaleda. **Kui Teil peaks katse ajal esinema mingeid kõrvalmõjusid või tunnete ennast ebamugavalt, andke palun sellest koheselt märku ning katse katkestatakse.** Peamiseks VR kasutamise kõrvalnähuks on teatud olukordades vahel esinev kerge peapööritus.

Osalemine on kogu uuringu vältel vabatahtlik. Teil on õigus sellest igal hetkel loobuda.

Uuringu läbiviimine toimub vastavalt kehtivatele tervisekaitseõuetele. Katseisikuga kokkupuutuvad pinnad ja esemed desinfitseeritakse iga katse järgselt. Katsed viiakse läbi kõiki ohutusnõudeid järgides.

Uuringu projekt on kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega.

Uuringusse panustatud aja kompensatsiooniks on 20€ väärtuses Apollo kinkekaart. Tartu Ülikooli psühholoogia instituudi üliõpilastel on võimalik ainekursuste raames taotleda üks katsetund. Pärast katse lõppu kirjeldatakse Teile soovi korral kasutatud meetodikate põhimõtteid.

Palume Teil katse ajal rääkides märku anda enda subjektiivsest heaolu ja turvatundest 1-10 punkti skaalal, kus 10 tähendab, et kõik on suurepärane ning 1, et katse tuleb koheselt lõpetada. Pärast katset palutakse Teil vastata lühikeses intervjuus mõnele küsimusele, mis puudutavad katse ajal kogetut, ning millele katse ajal mõtlesite.

Teie isikut identifitseerida võimaldavaid andmeid talletatakse uuringu andmetest eraldiseisvalt. Uuringus kogutud andmeid anonümiseeritud kujul säilitatakse tähtajatult Tartu Ülikooli arvutiteaduse instituudi serverites ning avalikes andmearhiivides.

Katse ülesande täitmise osa ajal salvestatakse Teie nõusolekul video Teie virtuaalreaalsuse keskkonnas liikumisest hilisemaks andmetöötluseks (NB! Teid ennast ei filmita). Peale andmete kogumist videopildist, video kustutatakse. Samuti salvestatakse intervjuu osa audiofailina, mis peale transkribeerimist kustutatakse. Kui Te ei soovi video või audio salvestamist, andke sellest märku ning eksperimendi läbiviija saab teha mõõtmised stopperi abil ning märkida kogutud andmed paberile. Failinimedes ning märkmetes ei kasutata teie nime vaid ajutist koodi.

Salvestusfailid, märkmed ja katseisiku andmeid tuvastada võimaldav koodivõti kustutatakse esimesel võimalusel, kui anonümiseeritud katsetulemuste andmed sisestatakse eraldiseisvasse andmetöötlusprogrammi, kuid mitte hiljem kui September 2024. Katsele registreerimisel küsitud e-posti aadresse ja telefoninumbreid säilitatakse katsetulemustest eraldiseisvas, parooliga kaitstud arvutis ning katsele registreerimise kasutatavas keskkonnas, mis vastab GDPR nõuetele. Registreerimise käigus kogutud andmed sh meiliaadressid, telefoninumbreid ning nõusolekulehed hävitatakse pärast uuringu lõppu, hiljemalt septembris 2024.

Teil on õigus mistahes hetkel loobuda oma nõusolekust katse ja vestluse lindistamise suhtes ja nõuda lindistuste kohest hävitamist. Esialgsest osalemissoovist mis tahes hetkel loobumine ei too Teile kaasa sanktsioone. Teil on võimalik ka kahe päeva jooksul peale katses osalemist loobuda uuringus osalemisest ning nõuda lindistuste hävitamist ja katsetulemuste eemaldamist uuringu andmestikust.

Kui Teil on täiendavaid küsimusi, pöörduge katse läbiviija poole (e-post:

marko.toom@gmail.com, telefon: 51 08 658) või võtke ühendust vastutava uurijaga (e-post: jaan.aru@gmail.com).

Kui Teil tekib küsimusi seoses uuritava õigustega, siis palume pöörduda Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komitee poole e-posti aadressil eeetikakomitee@ut.ee või tel 737 6215. Kaebustega isikuandmete töötlemise osas palume pöörduda Andmekaitse Inspektsiooni poole tel 5620 2341.

Kui olete valmis uuringus osalema, kinnitage järgnevalt oma nõusolekut.

Mina, _____ olen nõus osalema kirjeldatud katses.

- Kinnitan oma nõusolekut oma isikuandmete töötlemiseks.
- Kinnitan, et mul ei ole kroonilisi terviseprobleeme (sh epilepsia, südamehaigused, migreen) ning hetkel ei oleks diagnoositud mõnda psüühikahäiret (sh depressioon).

kuupäev

allkiri

katse läbiviija

kuupäev

allkiri

Lisa 2.1 – Silla ületamine A

Juhend: Järgnevalt näed virtuaalset kõrgust ning kitsast silda või planku. Kui sulle sobib, võid sellest üle kõndida. Mingit alla kukkumise efekti ei ole animeeritud. Näed ka oma jalgade liikumist.



Joonis 11 *Silla ülesanne – plangu alguses*



Joonis 12 *Silla ülesanne – plangu keskel*

Lisa 2.2 – Silla ületamine B

Juhend: Järgnevalt näed virtuaalset kõrgust ning köisredelit. Kui sulle sobib, võid sellest üle kõndida. Mingit alla kukkumise efekti ei ole animeeritud. Näed ka oma jalgade liikumist.



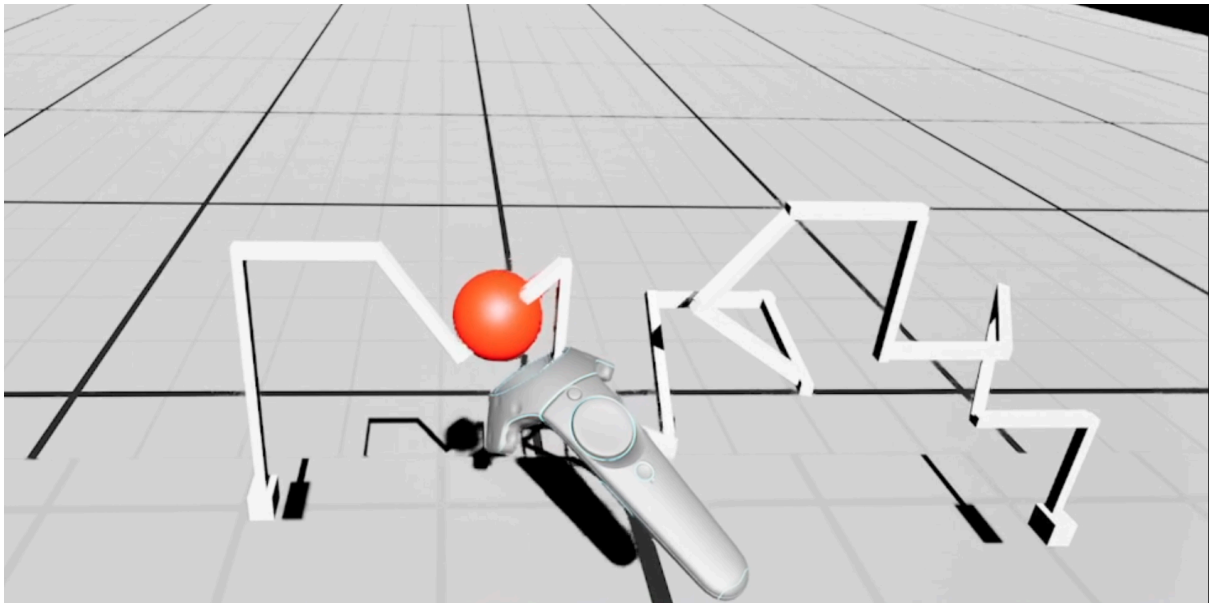
Joonis 13 Silla ülesanne – köisredeli alguses



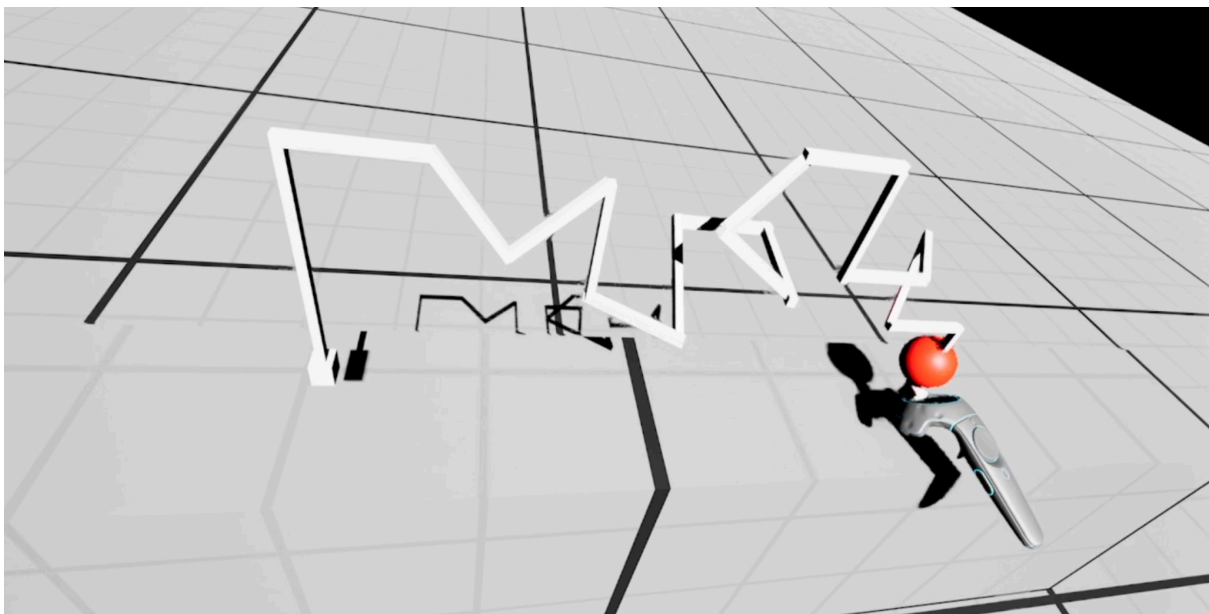
Joonis 14 Silla ülesanne – köisredeli keskel

Lisa 2.3 – Pusle A ja B

Juhend treeningülesande ajal: Järgnevalt näete virtuaalset takistusraja puslet, mis koosneb painutatud torust ja punasest pallist. Teie käes oleva juhtpuldli liikumisega saate lükata palli. Peate palli liigutama mööda toru ehk takistusrada paremalt alt nurgast vasakule alumisse nurka. Kui pall läheb torust eemale, jätkake samast kohast, kus pall viimati toru puudutas. Juhendi täiendus ülesande ajal: Selles ruumis on aga osad füüsikaseadused veidi “pea peale” pööratud.



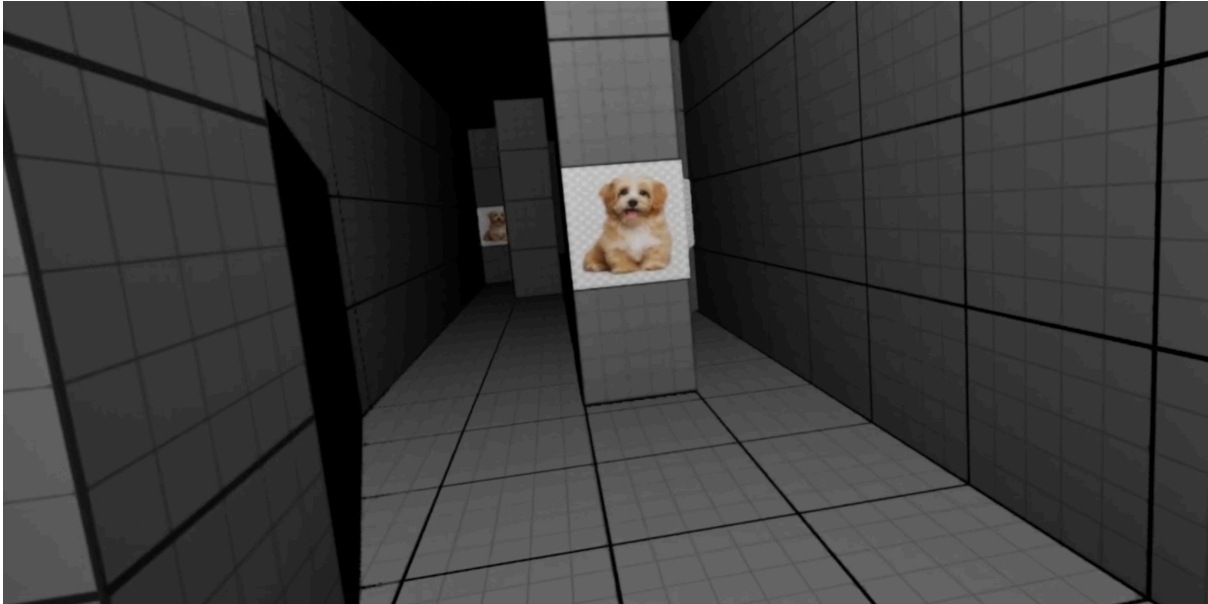
Joonis 15 Pusle treeningülesande ajal on kõik liikumissuunad tavalised



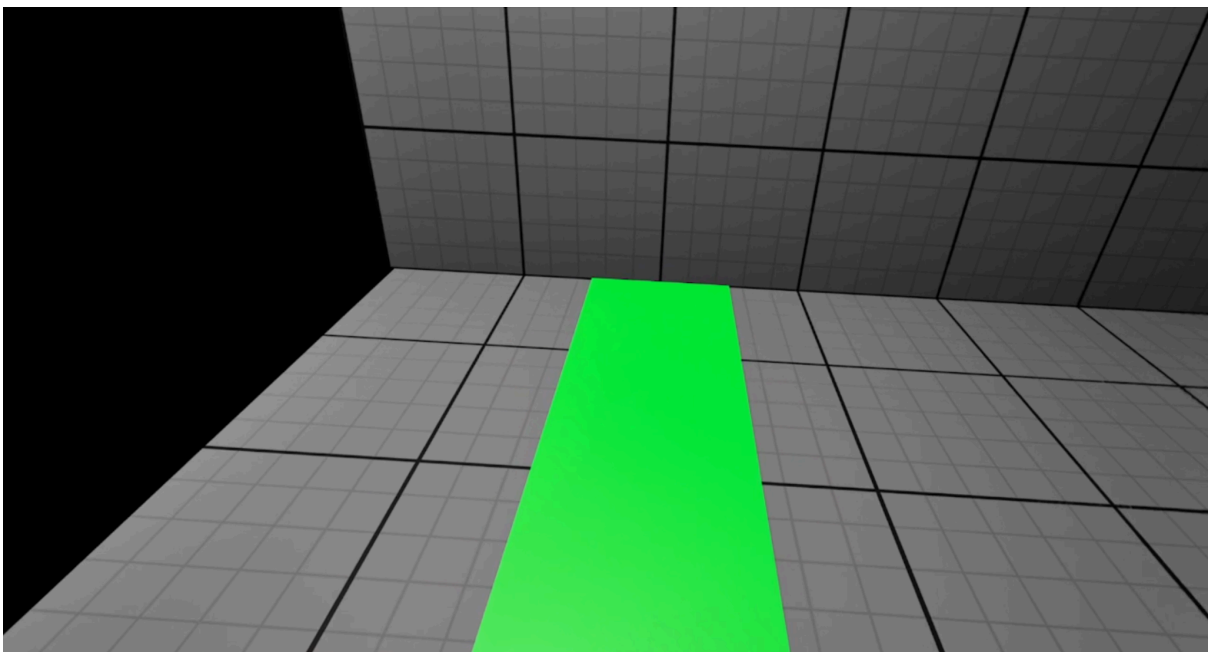
Joonis 16 Pusle ülesande alguspunkt paremal all

Lisa 2.4 – Seinad A

Juhend: Järgnevalt näed enda poole liikuvaid suuri pusletükke nagu Tetrise mängus. Osadel seintel on kutsikad, mille pead kinni püüdma. Iga kinni püütud kutsika eest saad ühe punkti.



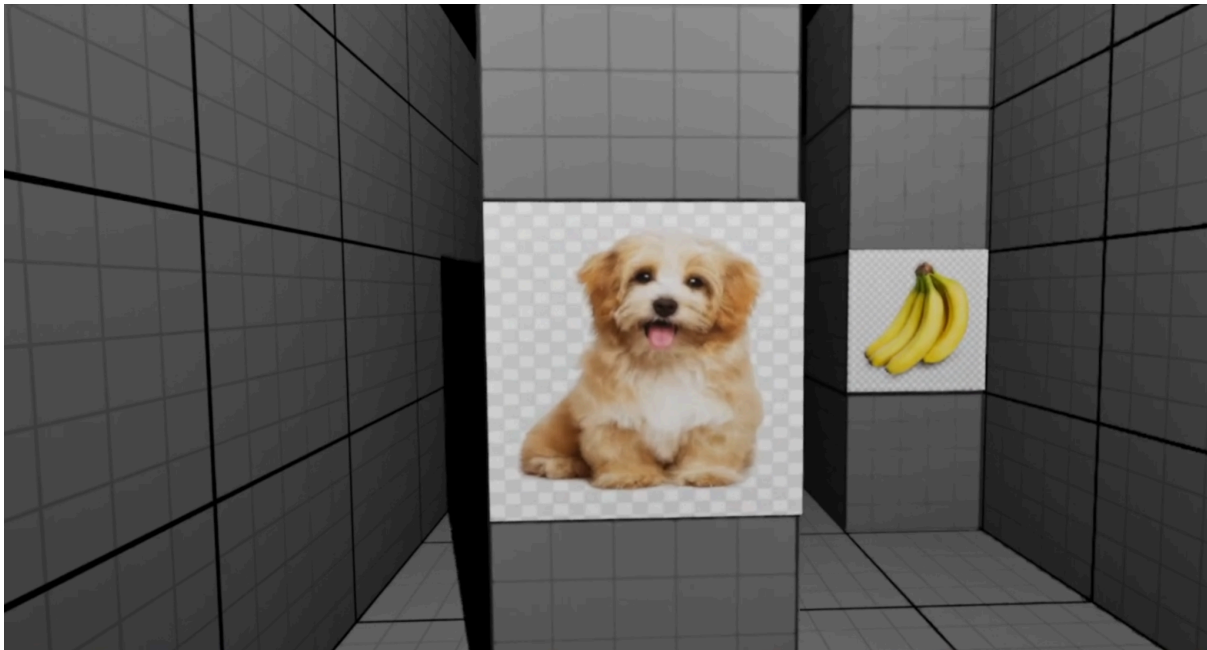
Joonis 17 Osadel liikuvatel seintel on kutsikate pildid



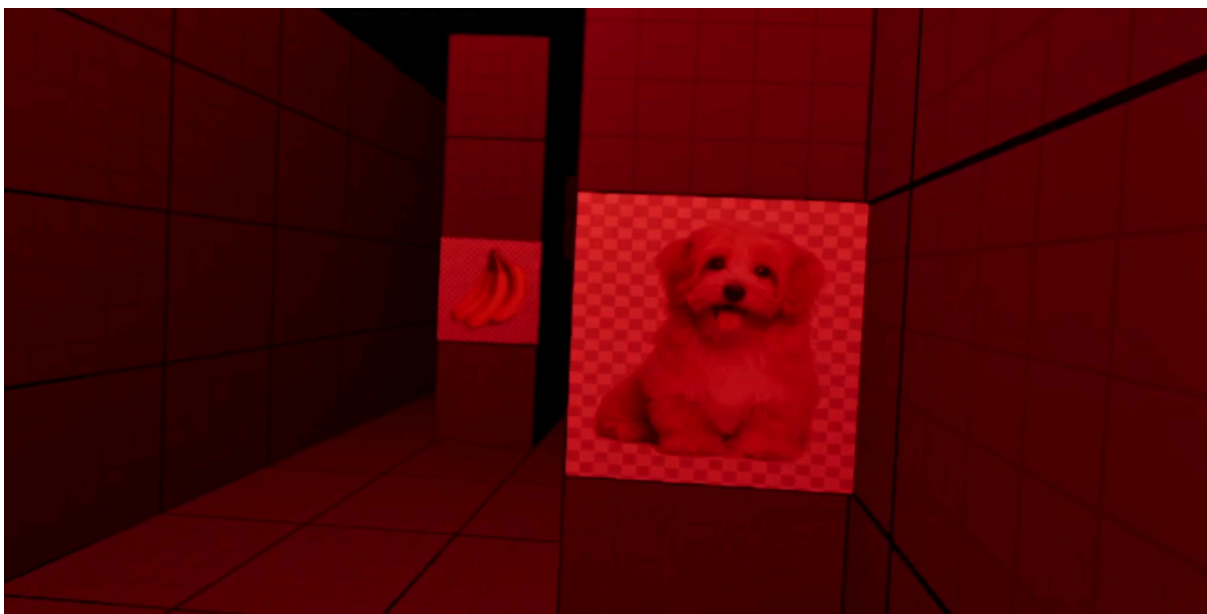
Joonis 18 Ohutu liikumise ala on tähistatud rohelise värviga

Lisa 2.5 – Seinad B

Juhend: Järgnevalt näed enda poole liikuvaid suuri pusletükke nagu Tetrise mängus. Osadel seintel on kutsikad, mille pead kinni püüdma. Iga kinni püütud kutsika eest saad ühe punkti. Osadel seintel on aga banaanid – neid tuleks vältida.



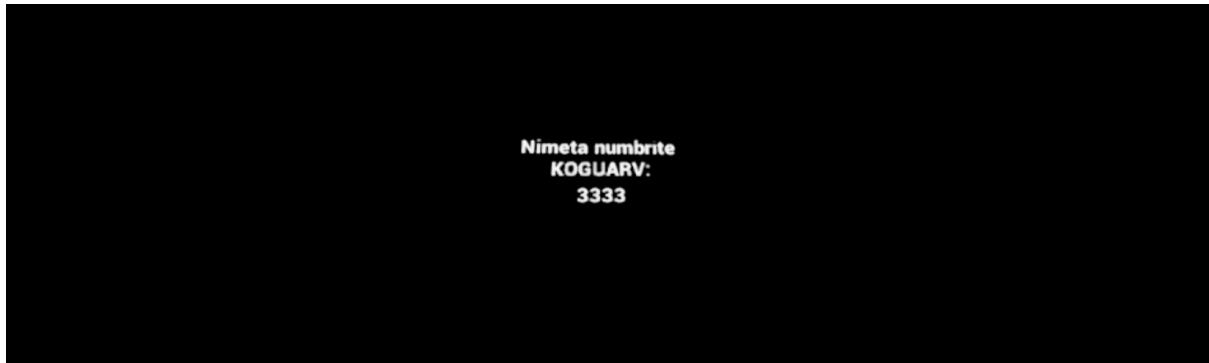
Joonis 19 Osadel liikuvatel seintel on kutsikate pildid, osadel banaanid



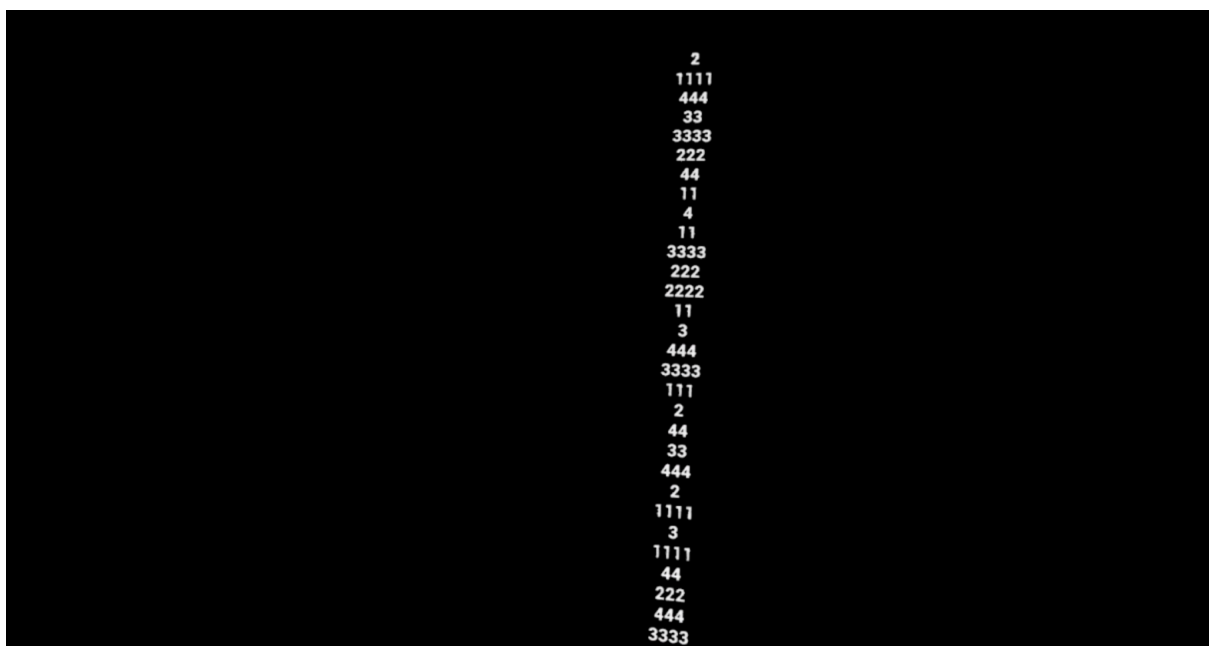
Joonis 20 Kui katseisik liigub ohutust alast välja, antakse sellest märku punase värviga

Lisa 2.6 – Stroopi test A – numbrid (Elmes et al., 2011)

Juhend: Järgnevalt näed erinevaid numbreid. Nimeta igas reas olevate numbrite koguarv nii kiiresti kui suudad. Ära loe ette seda numbrit, mis on reale kirjutatud. Alusta lugemist ülemisest reast. Õige vastuse puhul kaob number ära.



Joonis 21 *Stroop numbrite treeningülesanne*



Joonis 22 *Stroop numbrite ülesanne VR keskkonnas*

Lisa 2.7 – Stroopi test B – värvid (PsyToolkit, n.d.)

Juhend: Järgnevalt näed erinevaid värvuste nimetusi (punane, roheline, sinine, kollane), mis on aga kirjutatud teistsuguse trükivärviga. Ära kirjutatud sõnu ette loe. Nimeta hoopis need värvid, millega on sõna kirjutatud nii kiiresti kui suudad. Alusta lugemist ülemisest reast. Õige vastuse puhul kaob sõna ära.



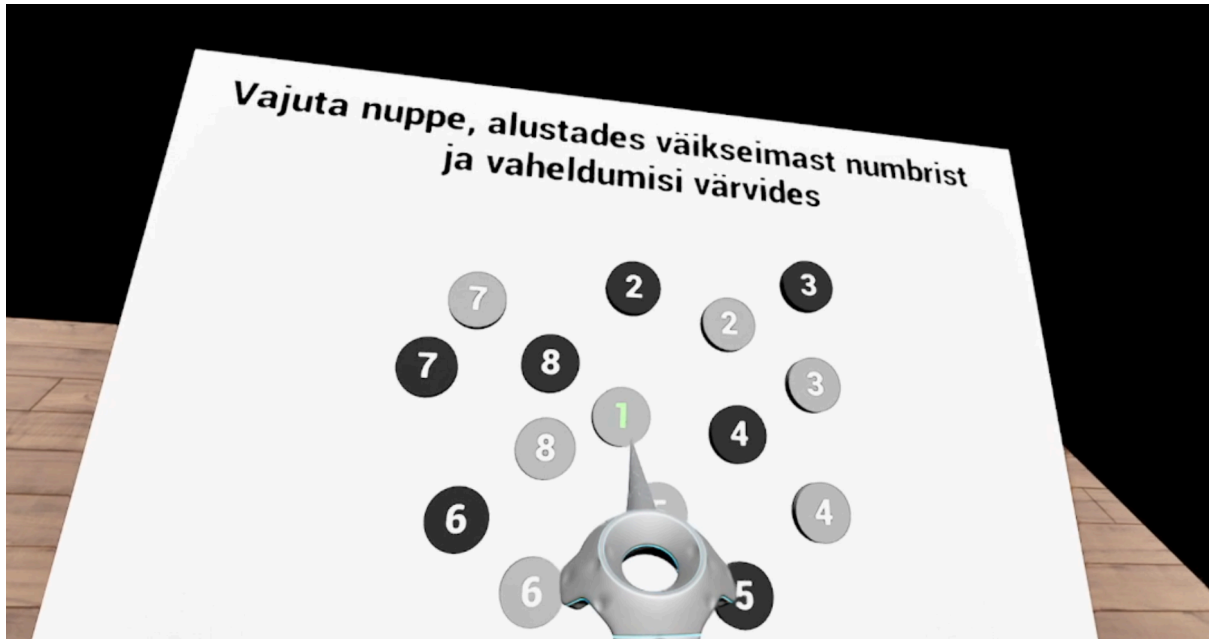
Joonis 23 Stroop värvide treeningülesanne



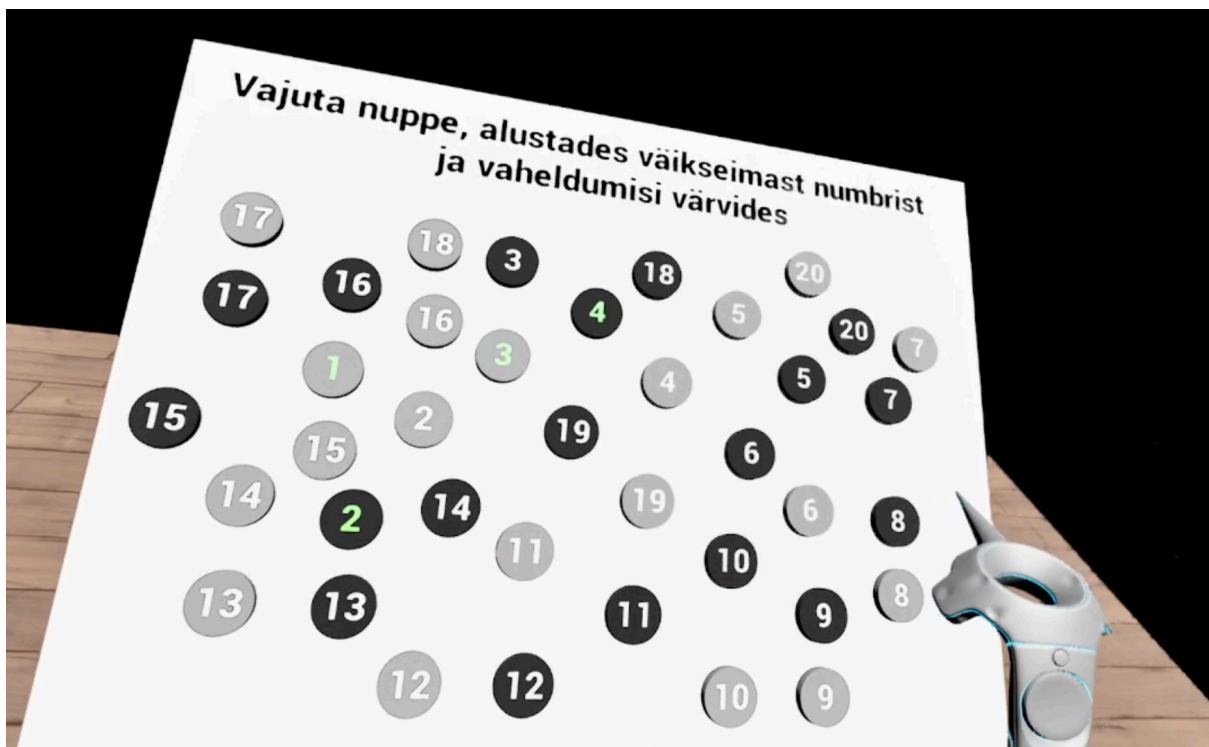
Joonis 24 Stroop värvide ülesanne VR keskkonnas

Lisa 2.8 – TMT-B (Kim et al., 2016)

Juhend: Järgnevalt näed numbreid ühest 20-ni. Iga number on nupp, mida saab vajutada. Vajuta nuppe alustades kõige väiksemast numbrist ja lõpetades kõige suuremaga. Seejuures peab jälgima, et vajutaksid korda-mööda erinevat värvi numbreid. Sama värviga nuppe järjest ei tohiks vajutada.



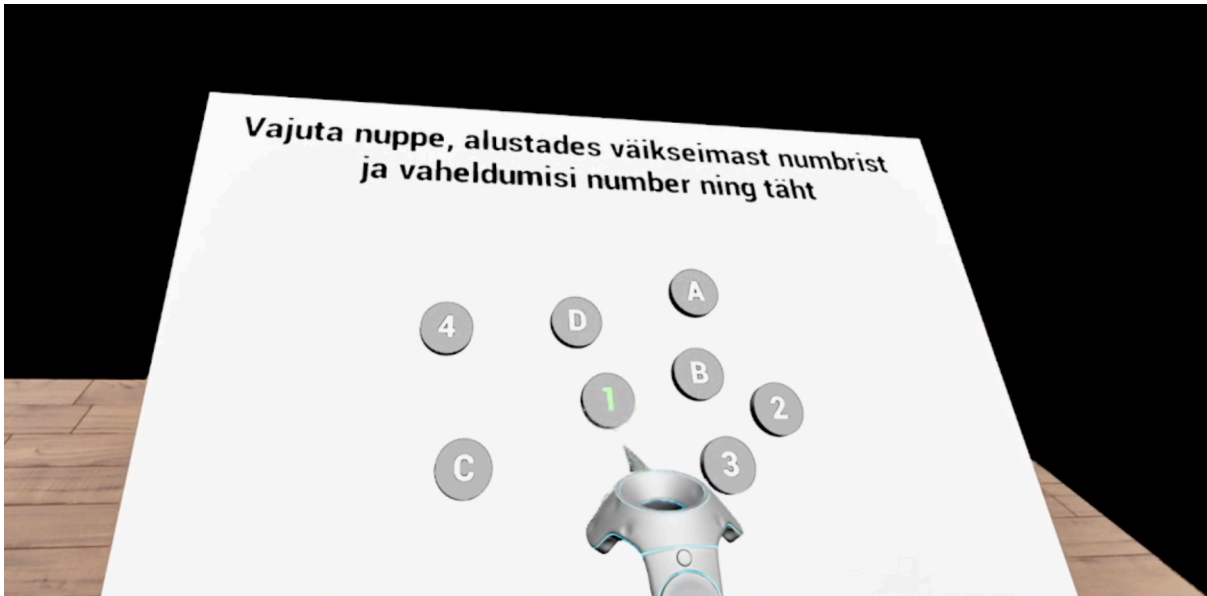
Joonis 25 TMT-B treeningülesanne



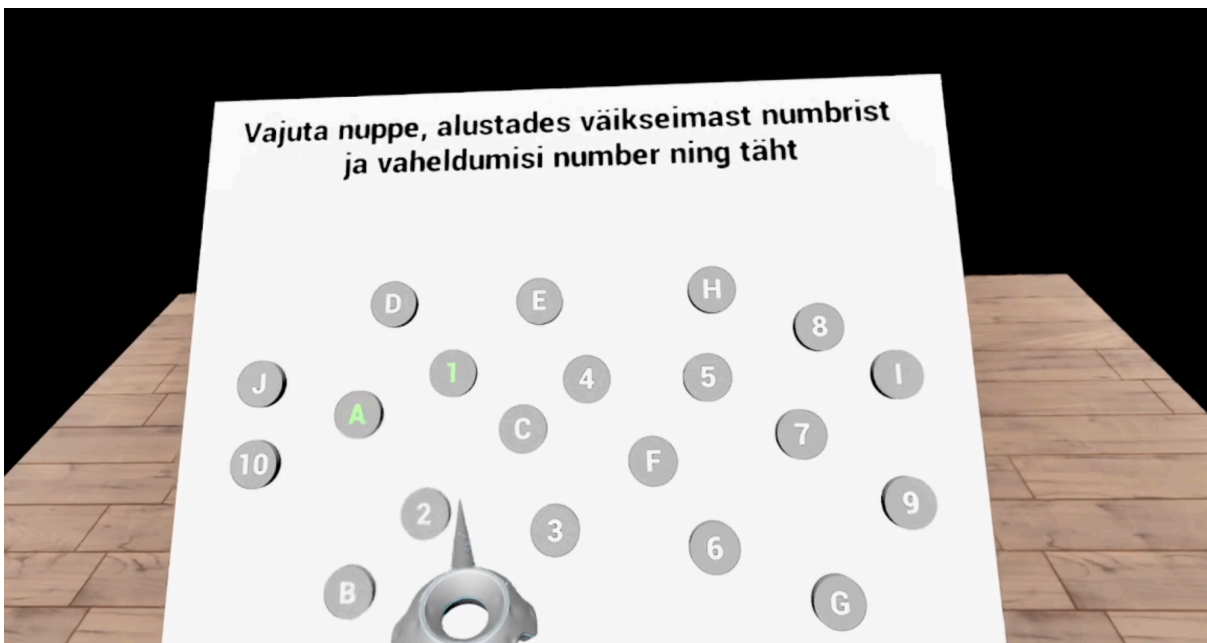
Joonis 26 TMT-B ülesanne

Lisa 2.9 – TMT-C (Kim et al., 2016)

Juhend: Järgnevalt näed numbreid ühest 10-ni ning tähti A-J. Iga number ja täht on nupp, mida saab vajutada. Vajuta numbreid ja tähti korda-mööda alustades kõige väiksemast ja lõpetades kõige suuremaga.



Joonis 27 TMT-C treeningülesanne



Joonis 28 TMT-C ülesanne

Lisa 3 – Jätkuintervjuu küsimused

Intervjuu toimub pool-struktureeritult ning lähtume järgnevatest küsimustest:

1. Palun kirjeldage katse ajal kogetut.
2. Millele katse ajal mõtlesite?
3. Kui raske oli ülesandeid lahendada?
4. Kas teil esines mingeid taipamisi, mõttevälgatusi?

Lisaks küsime ka katseisiku vanust, et seda võtta arvesse andmetöötlusel ühe muutujana.

Selgitame uuritavale tema soovi korral uuringu tegelikku nimetust ja eesmärki – ning miks kasutasime kutses ja informeeritud nõusoleku lehel teist nimetust.

Käesolevaga kinnitan, et olen korrektselt viidanud kõigile oma töös kasutatud teiste autorite poolt loodud kirjalikele töödele, lausetele, mõtetele, ideedele või andmetele.

Olen nõus oma töö avaldamisega Tartu Ülikooli digitaalarhiivis DSpace.

Marko Toom