

Tallinna Ülikool

Informaatika Instituut

LIITREAALSUSE RAKENDAMINE ÜLDHARIDUSKOOLI  
ÕPPETÖÖS: VÕIMALUSED JA KITSASKOHAD  
Magistritöö

Autor: Anneli Rumm

Juhendaja: Birgy Lorenz

Autor:	.....	“...”	.....	2015
Juhendaja:	.....	“...”	.....	2015
Instituudi direktor:	.....	“...”	.....	2015

Tallinn 2015

## **AUTORIDEKLARATSIOON**

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

Käesolevat tööd ei ole varem esitatud kaitsmisele kusagil mujal.

Kuupäev:

**Autor:** Anneli Rumm

**Allkiri:**

# SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	5
1. LIITREAALSUSE ARENG JA OLEMUS .....	7
1.1 Liitreaalsuse ajalugu .....	7
1.2 Liitreaalsuse mõiste ja selle paiknemine .....	10
2. LIITREAALSUSE TEHNOLOOGIA .....	18
2.1 Liitreaalsuse süsteemid .....	18
2.2 Liitreaalsuse rakenduste liigid .....	20
2.2.1 Markeripõhine liitreaalsus .....	20
2.2.2 Markerita käivituv liitreaalsus .....	24
2.3 Turvalisus ja privaatsus liitreaalsuse kasutamisel .....	25
3. MUUTUSED ÕPPIMISES JA ÕPETAMISES .....	28
3.1 Õppimine ja õpetamine 21. sajandil .....	28
3.1.1 Õppimisteooriad ja –meetodid liitreaalsuse kasutamisel .....	30
3.2 Liitreaalsuse rakendamine õppetöös .....	32
3.2.1 Liitreaalsuse võimalused õppetöös .....	33
3.2.2 Liitreaalsuse positiivne mõju õpiprotsessile .....	36
3.2.3 Kitsaskohad liitreaalsuse rakendamisel õppetöös .....	37
3.3 Haridusvaldkonnaga seotud liitreaalsuse näited maailmas ja Eestis .....	39
3.3.1 Science Center To Go projekt (SCeTGo) .....	39
3.3.2 A Macquarie ICT Innovations Centre Project .....	41
3.3.3 LearnAR .....	42
3.3.4 Mimicry, SandyStation ja Augmented Sandbox .....	44
3.3.5 LARGE projekt ja veebikeskkonna tarkvara .....	45
4. TÖÖS KASUTATUD METOODIKA .....	48
4.1 Uuringu eesmärk, ülesehitus, instrumendid ja analüüs .....	48
4.1.1 Etapp I: liitreaalsuse rakenduste kaardistus Internetis ja tulemuste analüüs .....	49
4.1.2 Etapp II: töötoad, ankeet-küsitlus ja avatud intervjuu eksperdiga .....	50
5. KASUTATUD INSTRUMENTIDE TULEMUSED JA ARUTELU .....	53
5.1 Liitreaalsuse rakenduste kaardistamine .....	53
5.2 Liitreaalsuse töötoad .....	55
5.3 Ankeet-küsimustiku analüüsi tulemused .....	57

6. UURINGU TULEMUSTE ARUTELU JA JÄRELDUSED NING KASUTUSVÕIMALUSED .....	64
KOKKUVÕTE .....	70
KASUTATUD KIRJANDUS .....	71
SUMMARY .....	78
LISAD .....	80
Lisa 1. ANKEET-KÜSIMUSTIK .....	81
Lisa 2. MÕISTED .....	89
Lisa 3. RAKENDUSTE KAARDISTUS .....	90

## SISSEJUHATUS

Tehnoloogia ja hariduse üha suurem põimumine pakub uusi võimalusi õpetamise ja õppimise arendamiseks ning avatud hariduspraktikaks. Õppimine ja õpetamine ei ole enam piiritletud kindla füüsilise asukohaga, vaid võib toimuda kõikjal. Formaalhariduse ja igapäeva õpikogemuste ning personaalsete tehnoloogiliste vahendite tulemuslik kooskasutamine õppeprotsessis eeldab industriaalühiskonna koolikontseptsiooni, pedagoogiliste meetodite, õppekavade ümberstruktureerimist ja -mõtestamist nii, et need sobituksid digitaalajastusse ning valmistaksid õppijaid ette pidevate muutuste ja avatusega toimetulekuks.

Personaalsetele tehnoloogilistele vahenditele pakutakse mitmeid programme, mis salvestavad, mõõdavad, edastavad, aitavad otsida informatsiooni, tuvastada asukohta, rakendada loovust, olla pidevalt ühenduses. Viimastel aastatel on tavakasutusse jõudnud rakendusi ja neid vahendavaid seadmeid, mis täiendavad reaalsel maailma virtuaalse informatsiooniga. Üheks taoliseks tehnoloogiaks on liitreaalsus (*augmented reality*). Kuigi liitreaalsust hakati esmalt kasutama kino- ja lennundustööstuses, on tehnoloogia arendamise käigus jõutud ka haridusvaldkonda. On väidetud, et liitreaalsuse tehnoloogia muudab pöördeliselt hariduse ja koolituse asukohta ning toimumisaega (Lee, 2012, 13).

Teema valikul lähtuti probleemist, et Eesti haridustehnoloogidel ja õpetajatel on vähe teadmisi ja kogemusi, mil moel liitreaalsust on võimalik õppetöös rakendada ning millistele aspektidele rakendamisel tähelepanu pöörata. Valitud teema aktuaalsust ja olulisust kinnitab Pew Research Centeri (2014, 6-12) Interneti tuleviku arenguproгноoside uuring, mille optimistlike arvamuste kohaselt muutub Internet tulevikus muuhulgas vähem nähtavaks, integreerudes üha enam igapäevaeluga; liitreaalsus (*augmented reality*) ja kantavad seadmed võimaldavad monitoorida ja anda kohest tagasisidet.

Käesolevas magistritöös püstitati eesmärgiks uurida liitreaalsuse rakendamist nii välismaal kui Eestis, tuues välja rakendamise võimalused ja kitsaskohad õppetöös, keskendudes liitreaalsuse rakendamisvõimalustele üldhariduskoolis.

Töö eesmärgi saavutamiseks loodav teoreetiline raamistik sisaldab ülesandeid:

- analüüsida kirjandusallikaid ning selgitada liitreaalsuse arengut, mõistet ja tehnoloogiat;
- anda ülevaade liitreaalsuse õppetöös rakendamise võimalustest ja mõjust, lähtudes teadusartiklites kajastatud juhtumi-uuringutest;
- tuua näiteid liitreaalsuse õppetöös rakendamise kohta;

- koostada struktureeritud ülevaade õpiotstarbelistest liitreaalsuse rakendustest mobiilsetele seadmetele.

Teoreetilise raamistiku loomiseks viidi läbi kirjanduse analüüs liitreaalsuse ja selle rakendamise kohta õppetöös, kasutades allikatena teadusandmebaasides avaldatud publikatsioone, veebiartikleid ja avatud intervjuud. Lähtudes asjaolust, et Android ja iOS on enam levinud platvormid (Spence, 2014, 3. august) analüüsiti struktureeritud ülevaate loomiseks Google Play ja AppStore „Education“ jaotuse all olevaid liitreaalsuse rakendusi.

Töö empiirilises osas seati peamiseks eesmärgiks analüüsida liitreaalsusest huvitatud haridustehnoloogide ja õpetajate hinnanguid liitreaalsuse rakendamisele õppetöös. Uuringu fokuseerimiseks püstitati väited:

- liitreaalsuse kasutusvõimalused (metoodika, programmid, vahendid) ei ole sihtgrupi esindajatele tuttavad;
- kui sihtgrupi esindajatele liitreaalsuse võimalusi tutvustada, siis on nad liitreaalsuse kasutamisest õppetöös huvitatud.

Uuring viidi läbi kahes etapis, milles esmalt kaardistati liitreaalsuse rakendused ja seejärel teostati uuringud (töötoad ja ankeetküsitlus) fookusgrupi liikmetega.

Liitreaalsusega osaliselt seonduvatest teemadest on Eestis eelnevalt uuritud m-õuesõpet ja virtuaalset reaalsust. Näiteks analüüsis Merilin Liiva (2009) õuesõppe olukorda ja mobiilsete tehnoloogiate kasutamist ning koostas õpetajatele juhendeid ja materjale m-õuesõppe rakendamiseks; virtuaalse reaalsuse valdkonnas keskendus Edith Voksepp (2011) Second Life keskkonnas ehitamise võimalustele ja parimatele praktikatele ning Andrey Kulpin (2014) uuris virtuaalse ja liitreaalsuse rakendamise võimalusi asukohapõhise filmi loomisel.

Magistritöö autori andmetel ei ole liitreaalsuse rakendamist Eestis üldhariduskooli õppetöös varem uuritud ning seetõttu võib antud töö pakkuda huvi haridustöötajatele, teadusringkonnale ja laiemale avalikkusele.

Töö koosneb sissejuhatusest, kuuest peatükist, kokkuvõttest, kasutatud kirjanduse loetelust, inglise keelsest resümeeist ja kolmest lisast ning sisaldab 8 tabelit ja 18 joonist. Töö koostamisel on kasutatud 64 võõrkeelset ja 22 eestikeelset allikat.

# 1. LIITREAALSUSE ARENG JA OLEMUS

Antud peatükis tuleb juttu liitreaalsuse ajaloost ja mõistest, tutvustatakse erinevaid kontseptsioone ja teisi liitreaalsusega lähedalt seotud mõisteid. Liitreaalsuse arengu avamiseks alustab autor ajaloost, liikudes edasi liitreaalsuse mõiste ja mudeliteni.

Liitreaalsuse mõiste ja mudelite kaardistamisel puututi kokku mitmete oluliste mõistetega, mis tuuakse jooniste ja tabelina (Lisa 2) välja, et abistada lugejat liitreaalsuse olemusest ja seotusest teiste liitreaalsusega piirnevate valdkondadega arusaamisel. Ingliskeelsete terminite tõlkimisel kasutas töö autor peamiselt oma keeleoskust ja Johannes Silveti „Inglise-eesti sõnaraamat“ abi ning esmase keelenõuande saamiseks saadeti tõlgitud mõisted ka Eesti Keele Instituudile.

## 1.1 Liitreaalsuse ajalugu

Ajaloolise ülevaate eesmärgiks on tutvustada lugejale liitreaalsuse arengut ja tuua välja erinevad valdkonnad, kus ja mil viisil on liitreaalsust proovitud rakendada.

Liitreaalsuse ajaloo algusajaks võib pidada 1957. aastat, kui filmioperaator Morton Leonard Heilig leiutas simulaatori Sensorama (Tutunea, 2013, 216), mille ta patenteeris 1962. Ühele kuni neljale inimesele kavandatud Sensorama simulaator koosnes veel 2 osast: Sensorama filmiprojektorist ja 3D filmikaamerast, mis tekitasid 3D kinos lõhna, stereoheli, istme vibratsiooni ja tuule abil reaalsuse kujutluse.

Mõned aastad hiljem, täpsemalt 1962, patenteeris Heilig esimese peas kantava ekraani (*Head Mounted Display*, edaspidi lühendina HMD), mis võimaldas näha 3D pilti, laia vaatenurka ja kuulda stereoheli. Umbes samal ajal uuris Ivan Edward Sutherland Harvardi ülikoolis peas kantava kolmedimensioonilise ekraani loomise võimalusi, kuid leiutiseni jõudis ta alles aastal 1966. Heiligi leiutisest aasta hiljem esitas Sutherland (1963) oma doktoritöö, milles tuli välja esimese graafilise programmiga Sketchpad (*alias Robot Draftsman*), mis võimaldas inimese ja arvuti vahelist interaktsiooni jooniste tegemisel ning mida võib pidada suureks läbimurdeks arvutigraafikas ja tänapäevaste CAD programmide eelkäijaks.

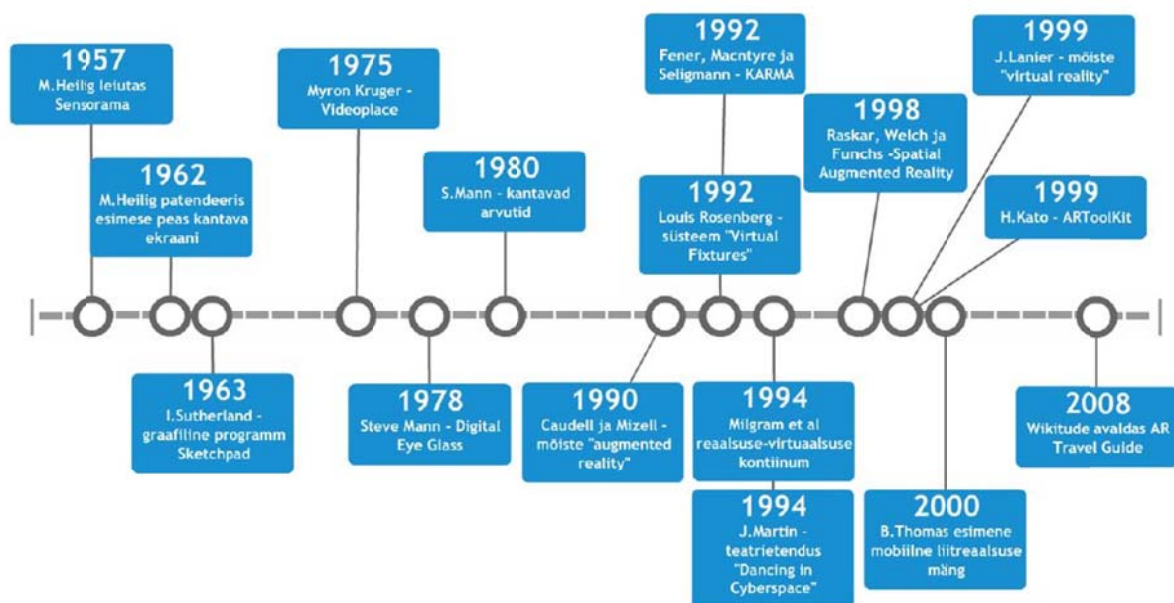
Aastal 1975 tuli Myron Kruger välja tehiskeskkonna lahendusega Videoplace, mis ümbritses inimest ja reageeris tema tegevusele ilma, et inimene oleks pidanud kindaid või prille kandma.

Mitmete täienduste sisseviimisel kujunes sellest virtuaalne labor Connecticuti ülikoolis, mis sisaldab projekteid, videokaameraid ja spetsiaalset riistvara ning analüüsib kasutaja reaallajalisi liigutusi tema silueti piltide abil, paigutades osaleja tegevuse tehiskeskkonda ja andes võimaluse manipuleerida virtuaalsete objektidega (MediaArtTube, 2008, 07. aprill). Videoplace võib pidada Kinecti eelkäijaks.

1978. aastal valmis telekaamerast, miniatuursest kineskoopkuvarist ja mõnest elektrivooluringist digitaalprillide esmaversioon, nimega Digital Eye Glass (Mann, 2012, 4. september).

Kommertsrakenduste tulekuga on liitreaalsus kättesaadav laiemale kasutajaskonnale. Üldine arengutrend näitab, et liitreaalsuse vahendamiseks kasutatavad vahendid muutuvad järjest personaalsemaks, väiksemaks, odavamaks, mitmekülgsemateks, nähtamatumaks ja intuiitivsemaks. Piirid reaalsuse ja virtuaalsuse vahel hägustuvad üha enam. Trendi üheks näiteks on Euroopa Komisjoni poolt rahastatav, 4-aastane koostööprojekt BEAMING (2010), mille eesmärgiks on ühendada teadus ja tehnoloogia viisil, kus inimestel on võimalik reaalselt kogeda kaugkohalolu (*telepresence*, autori tõlge) oma asukohast füüsiliselt lahkumata.

Liitreaalsuse arenguetappidest kontsentreeritud ülevaate loomiseks koostati ajajoon.



**Joonis 1. Liitreaalsuse ajatelg (autori joonis Yuen, Yaoyuneyong & Johnson, 2011, 122; Carmigniani & Furht, 2011, 4-5; Mullen, 2011, 3 andmetel).**

Kolme allikmaterjali põhjal loodud ajateljel (joonis 1) on vähe käsitletud käesolevat sajandit, kuna liitreaalsuse areng on muutunud, sarnaselt muu tehnoloogia arengule, kiireks ja uusi

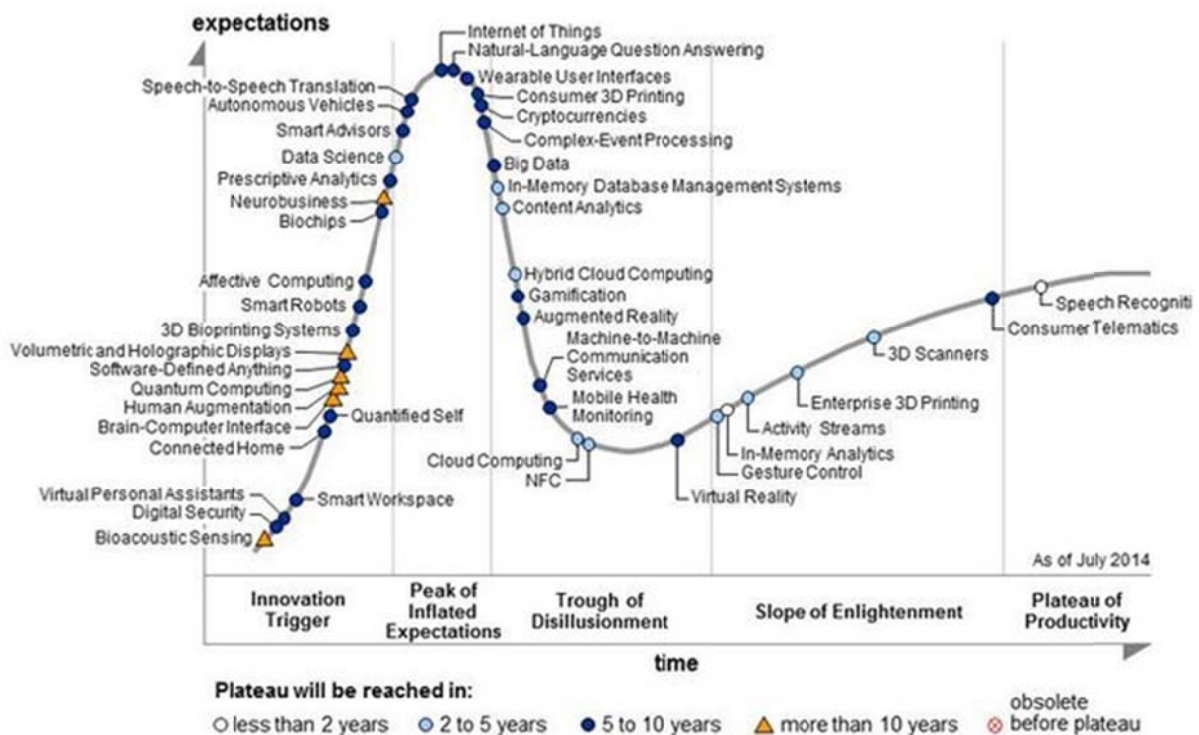


lahendusi lisandub pidevalt. Kogu liitreaalsuse arengu kajastamine muudaks ajatelje detailirohkeks ja raskesti loetavaks, seetõttu on välja toodud olulisemad aspektid.

Maaailma üks juhtivaid liitreaalsuse uurijaid, dr. Mark Billinghurst (2013, 17. juuli) võtab liitreaalsuse arengu kokku nelja perioodina:

- 1960 - 1980ndad → varajane eksperimenteerimine;
- 1980 - 1990ndad → baasuuringud;
- 1995 - 2005 → vahendid ja rakendused;
- 2005 - ... → kommertsrakendused.

Gartneri 2014. aasta eriraporti järgi, mis esitab 119 valdkonna lõikes küpsuse, äritegevuse kasulikkuse ja tulevikusuunad 2000 tehnoloogia kohta, on liitreaalsus 5 kuni 10 aasta pärast saavutamas nõ „kainenemise nullpunkti“ (*Trough of Disillusionment*), vt joonis 2.



Source: Gartner (August 2014)

**Joonis 2. Hype Cycle for Emerging Technologies, 2014. (Gartner; Fen, 2014, 16.september)**

Erinevate aastate graafikuid võrreldes on selgelt näha, et liitreaalsus tekib graafiku jaotusesse „uudenduse käivitaja“ (*Innovation trigger*) aastal 2004, mil ennustati analüütikute poolt produktiivsuse platoole (*Plateau of Productivity*) jõudmist rohkem kui 10 aasta pärast, 2005. aastal on sama ennustus muutunud 5-10 aastaks, kuid järgmise aasta ennustustes langenud tagasi rohkem kui 10 aasta peale. Võrreldes virtuaalse reaalsuse arenguga on liitreaalsuse

areng olnud aeglasem. Oluline muutus on toimunud aastatel 2010-2011, kui liitreaalsuse areng ületas tipu. (Fen, 2014, 16. september)

Muutuse tingis liitreaalsuse jõudmine suurkorporatsioonide toodetele ja mobiilsete rakenduste tekkimine ning interaktiivsed liitreaalsuse lahendused tavakasutajale (nt mängud, reklaam, teenused).

Selgituseks tuuakse siinkohal mõned näited koos viidetega:

- Liitreaalsuse loomist võimaldavad programmid **Layar** ja **Metaio**, mis pakuvad ka rakendusi mobiilsetele seadmetele;
- mobiilirakendused **Wikitude** ja **Foursquare** edastavad asukoha tuvastamise abil kasutajale kohaga seotut informatsiooni;
- liitreaalsus Lego toodete pakenditel muudab sees olevaid tooted tehnoloogia abil interaktiivseteks 3D mudeliteks<sup>1</sup>;
- Hugo Bossi poe turunduskampaania toob kasutajani jõulutervituse, personaalse moeshow ja kaasab tarbijamängu<sup>2</sup>.

Seostades Gartneri analüütikute tulemusi Billinghamsti arenguperioodide jaotuse ning liitreaalsuse üldise arenguga võib järeldada, et liitreaalsuse vahenduste ja rakenduste teke ning kommertsrakenduste jõudmine tavakasutajateni hoogustas märgatavalt liitreaalsuse arengut. Kui liitreaalsuse ajaloo algusaastatel oli tegemist keerukate ja kohmakate leiutistega, mis olid kättesaadavad vaid vähestele, siis sellel sajandil on liitreaalsus jõudnud erinevatesse eluvaldkondadesse ning mobiilsete seadmete vahendusel ka massideni.

## 1.2 Liitreaalsuse mõiste ja selle paiknemine

Avamaks liitreaalsuse olemust ei saa uurimata jätta liitreaalsuse mõistet ega mudeleid. Antud alampeatükis käsitletakse sõnaühendi teket ja kuidas on liitreaalsust defineeritud ning millised seosed on liitreaalsusel teiste piirnevate mõistetega ja kuidas seda seost on mudeldatud.

Kui liitreaalsuse ajalugu viis meid aastasse 1957, siis sõnaühendi *augmented reality* võtsid esmakordselt kasutusele lennukompaniile Boeing ehitus- ja tootmisprotsessi hõlbustavat tarkvara väljatöötanud Thomas P. Caudell ja David W. Mizell aastal 1990. Teadlaste poolt arendatud tarkvara võimaldas loobuda keerukatest kasutusjuhenditest ja edastada kasutajale pähe asetatava seadme abil informatsiooni, mis oli vajalik tööülesande teostamiseks. (Caudell & Mizell, 1992)

---

<sup>1</sup>Vt näidet aadressil <https://youtu.be/8UxWkZtUKaI>

<sup>2</sup>Vt näidet aadressil <https://youtu.be/4q4Aew-zx3w>

Oma dissertatsioonis tõlgendab McGee *augmented reality* mõistet kaheosaliselt, milles *augmented* tähistab mõistmise avardamist või täpsustamist ning *reality* – tegelikkust, faktilist eksisteerimist ehk teisi sõnu on tegemist käesoleval hetkel, tegelikkuses toimuvate sündmuste rikastamisega (1999, 6). Enam avab liitreaalsuse olemust Nokia Teadusuuringute Keskuse juhtiv uurija Ronald Azuma, kelle arvamisel on tegemist keskkonnaga, mis sisaldab nii virtuaalse reaalsuse kui reaalmaailma elemente. Ta defineerib liitreaalsust kolme tunnuse kaudu: reaalsus ja virtuaalsus on kombineeritud; reaalsus on interaktiivne; tegemist on 3D objektiga. (Azuma, 1997, 2)

Liitreaalsuse kihilisust ja võimalusi toob välja kirjeldus liitreaalsusest kui tehnoloogiast, mille abil saab arvuti poolt genereeritud informatsiooni tuua reaalmaailma lisakihina kas otse või kaudselt, markeri vahendusel või mitte (Lee, 2012, 13).

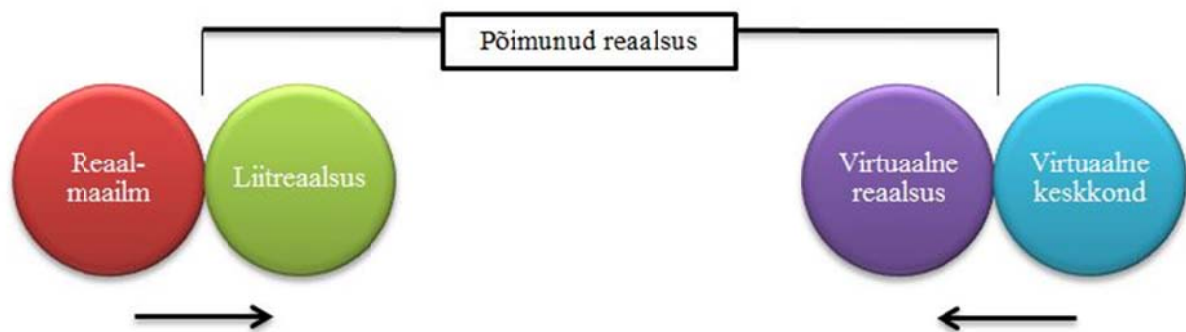
Mõiste eestindamise käigus jõuti ingliskeelse sõnaühendi *augmented reality* erinevate tõlgeteni: augmenteeritud reaalsus (LARGE, 2013), liitreaalsus (Septer & Liikane, 2002), rikastatud reaalsus (Alla, 2013) ja laiendatud reaalsus (EMT, 2014).

Käesolevas töös kasutatakse *augmented reality* eestikeelse vastena sõna liitreaalsus, mida on defineeritud kui „Avardatud tajus, mille puhul isik toetub reaallilmale kui võrdlusalusele, kuid kasutab reaalsustaju avardamiseks läbipaistvat (mitte läbipaistmatut) kuva või mingit sekkumatut vahendit.“ (Septer & Liikane, 2002).

Tehnoloogia olemust ja paiknemist aitab veelgi lahti mõtestada Paul Milgrami, Haruo Takemura, Akira Utsumi ja Fumio Kishino reaalsuse-virtuaalsuse kontiinum (lühendina RVK). Teadlaste sõnul on oluline vahet teha liitreaalsusel ja virtuaalsel reaalsusel (*virtual reality*). (1994, 283)

Joonis 3 on kujutatud RVK, mille teadlased konstrueerisid, lähtudes asjaolust, et reaalmaailm allub füüsikaseadustele ning virtuaalne maailm on täielikult sünteetiline, kus füüsikaseadused gravitatsiooni, aja ja materjali kohta ei kehti.

Põimunud reaalsus (*mixed reality*) asub Milgrami et al. väitel (1994, 283) selles jadas vahepeal ja tegemist on olukorraga, milles virtuaalsed objektid ja reaalmaailm kuvatakse üheskoos.



**Joonis 3. Lihtsustatud RVK kontseptsioon (autori tõlge ja joonis Milgram et al. 1994, 283 andmetel).**

Lähtudes RVK kontseptsioonist tuleb tervikpildi saamiseks rääkida ka virtuaalse reaalsuse tähendusest. Mõiste *virtual reality* võttis esmakordselt kasutusele aastal 1989 VLP Research asutaja Jaron Lanier. Tegemist on arvutitehnoloogiaga, mis võimaldab koostada reaalsustunnet pakkuvaid interaktiivseid virtuaal- või süübemaailmu (*immersive environment*, autori tõlge). Usutavuse saavutamiseks kasutatakse tehiskeskkondades mitmeid multimeediatehnoloogiad, alates graafikast ja videost kuni e-lõhna ja e-puudutuseni (Furht, 2008, 968).

Kuna liit- ja virtuaalne reaalsus on olnud tehnoloogilises arengus omavahel tihedalt seotud, tuuakse erinevuse selgitamiseks välja näitena Linden Labs'i poolt arendatud ja 2003. aastal avatud 3D graafiline keskkond Second Life. Firma tegevjuht Ebbe Altheimeri sõnul on tegemist edukaima kasutajate poolt loodud virtuaalmaailmaga (Linden Lab, 2014, 11. juuli). Kasutajal, keda esindab arvutigraafiline avatar Second Life'is, on mitmeid võimalusi virtuaalkeskkonnas aktiivselt tegutseda. Rakendus on ligipääsetav veebi vahendusel ja mobiilsete seadmetega ning beeta versioonis on testimisel Second Life vaataja, mis võimaldab kasutada Palmer Luckey leiutatud virtuaalprille Oculus Rift ja muuta sel viisil kasutaja taju virtuaalmaailmast reaalsemaks (Linden Lab, 2014, 1. mai; Oculus VR, 2013). Second Life keskkonda rakendavad mitmed ülikoolid õppetegevuses; selle kohase ülevaatega saab tutvuda magistritöö autori ajaveebis.

Virtuaalse reaalsusega on tihedalt seotud lisaks liitreaalsusele ka kaugkõhalolu. Kui liitreaalsuse puhul on füüsiline reaalsus keha lähedal, siis kaugkõhalolu puhul asub see keha eemal. Kaugkõhalolu ja virtuaalse reaalsuse erinevus seisneb aga sisendis: esimene neist võtab sisendi füüsilisest maailmast, virtuaalse reaalsuse puhul on tegemist arvuti poolt genereeritud keskkonnaga. Küberruumi (*cyberspace*) ja virtuaalse reaalsuse peamise vahena

nähakse inimese aistingute mõjutamise ja suhtluse laadi. Kui küberruumis ei toimu vahetut inimese aistingute asendamist ja peamiseks on isikutevaheline mentaalne suhtlus, siis virtuaalses reaalsuses mõjutatakse otseselt inimese aistinguid arvuti poolt vahendatud virtuaalse maailma kaudu. (Sherman & Craig, 2002, 22-23)

Kaugkohaloleku mõiste tõi laiema üldsuse ette Marvin Minsky, kes iseloomustas nähtust kvaliteetse sensoorse tagasisidena, mis annab osalejale reaalsuse tunnetuse. Aastal 1980 nähti kaugkohalolekus järgmisi võimalusi: turvaline ja efektiivne tuumaenergia tootmine, jäätmete töötlemine ja kaevandamine; oskuste (toodete kokkupanek, kontrollimine, hooldus) eksportimine isiku reaalselt asukohta muutmata; keemiliste ja füüsiliste ohtude elimineerimine ja uudsete meditsiiniliste ja kirurgiliste tehnikate loomine; aja ja energia hindade vähendamine, kuna inimene saab teha erinevaid tööülesandeid erinevates kohtades; kosmosejaamade odavam kokkupanek ja käitlemine. (Minsky, 1980)

Küberruumi mõiste loojaks on kirjanik William Gibson, kes 1982. aastal oma raamatus „Burning Chrome“ kasutas sõna, et kirjeldada arvutivõrgus olevat kontseptuaalset hallutsinatsiooni (Thill, 2009, 17. märts). Enn Tõugu sõnul on küberruum aga „Internetipõhine keskkond, kus inimesed suhtlevad omavahel ja programmidega.“ (2008, 28. oktoober).

Lisaks eelnevale toovad Ramesh Raskar, Greg Welch ja Henry Fuchs juurde veel ühe mõiste: ruumiline liitreaalsus (*spatially augmented reality*), milles virtuaalsed objektid on visualiseeritud otse kasutaja reaalsesse keskkonda. Teadlaste sõnul saab nimetatud tehnoloogiat kasutada näiteks arhitektuuris, et projitseerida füüsilisse keskkonda hoone muutumine, toote koolitusel või remontimisel juhiste visualiseerimiseks ning meditsiinis virtuaalse teabe kuvamiseks patsiendil või mannekeenil. (Raskar et al., 1998)

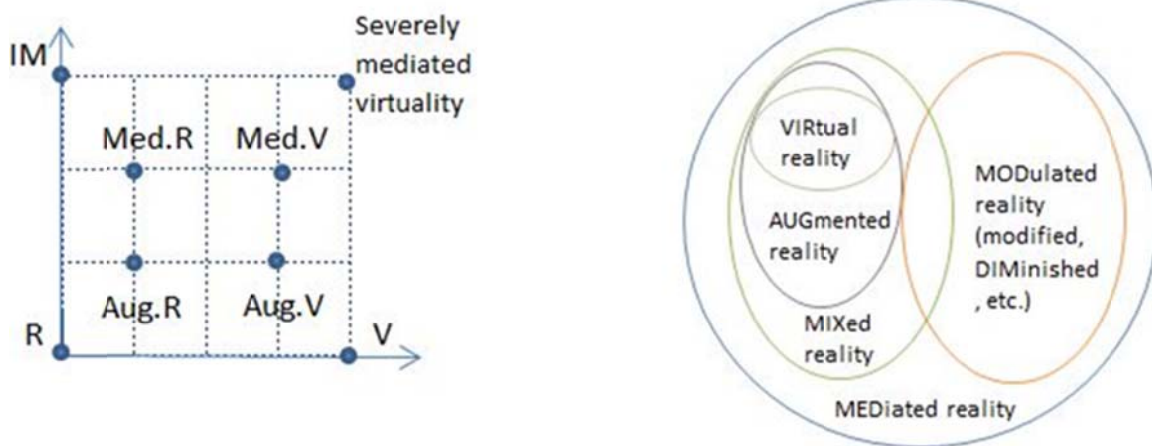
Nimetatud tehnoloogiaid ühendab inimese reaalsuse taju mõjutamine, mis võib toimuda virtuaalses või füüsilises keskkonnas. Kuidas see psüühiliselt kasutajat mõjutab, sellel magistritöö autor oma töös ei peatu, kuid märgib, et tema arvates on tehnoloogia areng tugevalt muutmas inimese arusaamist reaalsusest.

Seda tendentsi näitavad selgelt ka Steve Manni leiutised, mille loomiseks sai teadlane inspiratsiooni Ameerika psühholoogi George Malcolm Strattoni üle sajandi vanusest tööst, kus testiti nägemistaju kohandumise teooriat igapäevaelus spetsiaalsete prillide abil (Stratton, 1896; Mann, 2002, 06. august järgi).

Mann, WearComp ja WearCam leiutaja, laiendab Milgrami RVK kahe-dimensiooniliseks, lisades juurde kaks uut nähtust: vahendatud reaalsuse (*mediated reality*) ja vahendatud virtuaalsuse (*mediated virtuality*) (2002, 06. august).

Vahendatud reaalsuses manipuleeritakse kasutaja reaalmaailmaga erineval viisil: lisades sellesse midagi (*augmented reality*), muundades (*modulated reality*) või eemaldades (*diminished reality*).

Manni Venn diagramm (vt joonis 4, parempoolne objekt) kuvab seosed vahendatud reaalsuse erinevate liikide vahel. Joonisel on selgelt näha, et liitreaalsus on üks vahendatud reaalsuse alamliike, mis kuulub omakorda põimunud reaalsuse alla ja sisaldab endas virtuaalset reaalsust. Vasakpoolne diagramm visualiseerib reaalsuse, virtuaalsuse ja vahendatuse taksonoomia, milles R tähistab reaalsust, V – virtuaalsust ja IM – süübe astet.



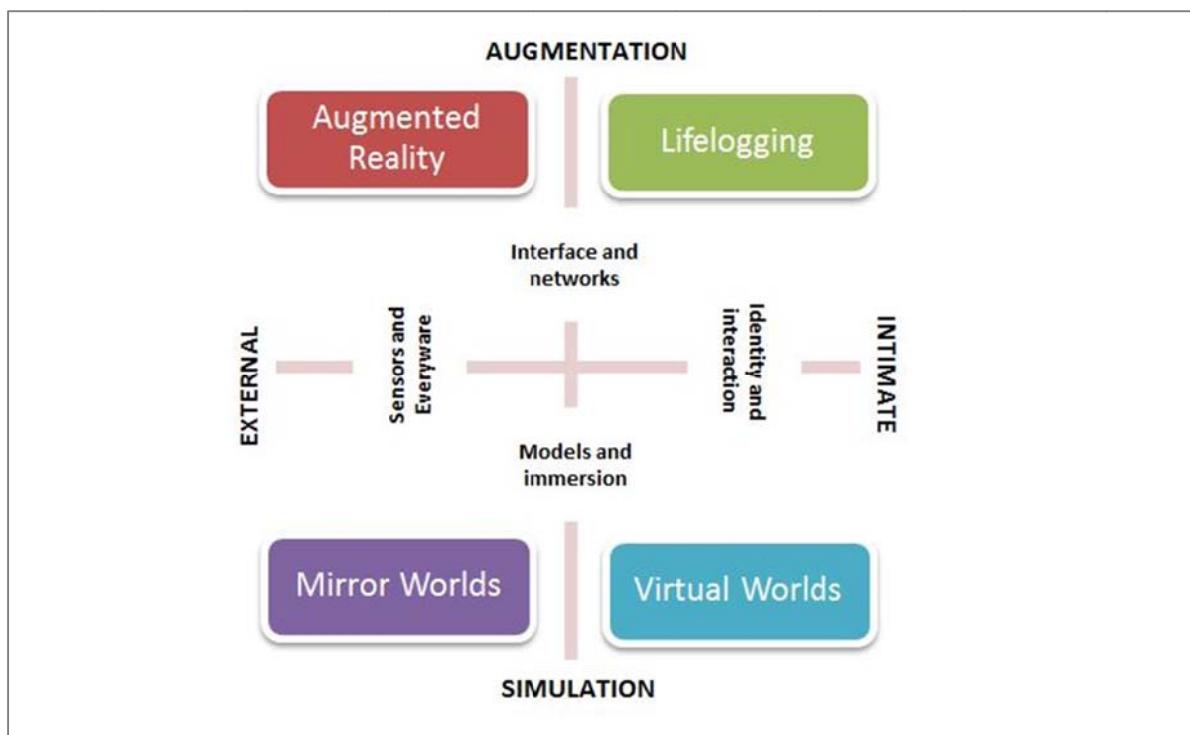
**Joonis 4. Manni reaalsuse-virtuaalsuse-vahendatud kontiinium (autori joonis Mann, 2002, 06. august andmetel).**

Olenevalt reaalsuse ja virtuaalsuse modifitseerimise astmest eristab Mann liitreaalsust, liitvirtuaalsust, vahendatud reaalsust ja vahendatud virtuaalsust.

Feineri (2002) arvates seisneb virtuaalse ja liitreaalsuse vahe selles, et kui esimese eesmärgiks on läbematult reaalselt maailma asendada, siis liitreaalsus suhtub respektiga reaalsusesse ja püüab seda laiendada. Vahendatud reaalsuse eesmärgiks on aga reaalsuse modifitseerimine.

Billinghurst toob oma ettekandes välja veel ühe lähenemise, mis sai alguse 1992. aastal Neal Stephensoni raamatust „SnowCrash“. Tegemist on mõistega metamaailm (*metaverse*, autori tõlge), mis jaguneb virtuaalselt rikastatud füüsiliseks maailmaks ja füüsiliseks kohalolekuks virtuaalses keskkonnas. (2013, 17. juuli)

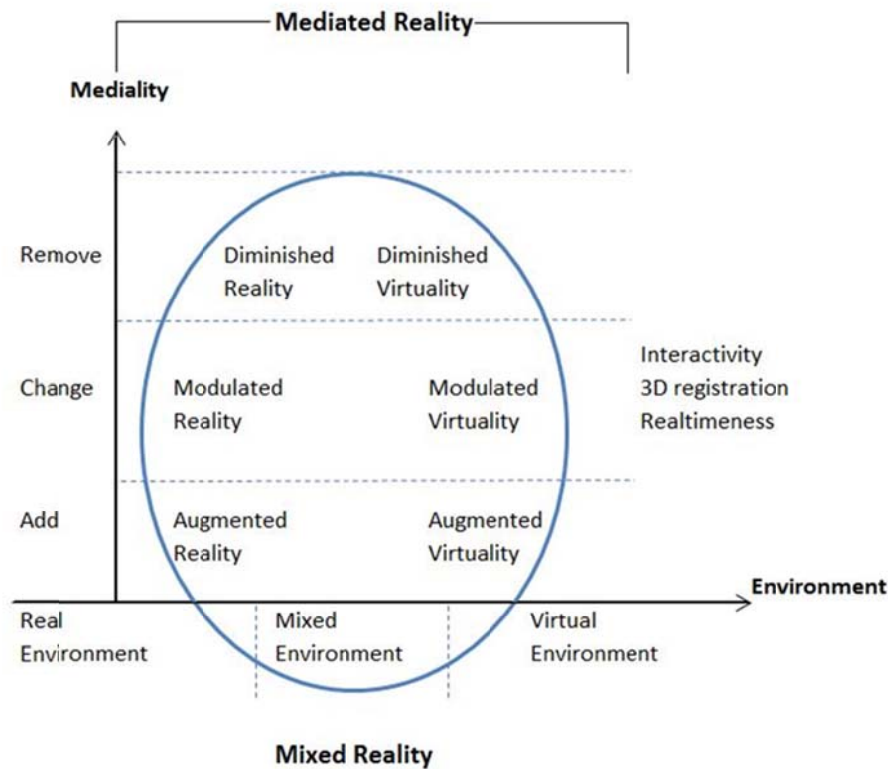
Smart, Cascio & Paffendorf (2007) väitel koosneb metamaailm neljast dimensioonist: rikastavad tehnoloogiad, simulatsioonid, intiimsed ja välised tehnoloogiad. Teadlaste sõnul sisaldab metamaailm nelja võtmekomponenti: virtuaalmaailmad (*Virtual Worlds*), liitreaalsus (*Augmented Reality*), peegelmaailmad (*Mirror Worlds*, autori tõlge) ja elulogimine (*Lifelogging*, autori tõlge). Neli võtmekomponenti on jaotatud funktsionaalsuse, tüübi ja tehnoloogia alusel (vt joonis 5).



**Joonis 5. Metaverse** (autori joonis Smart et al., 2007 andmetel).

Seostades toodud 3D veebi arengumudelit eelnevalt tutvustatud Milgram et al. ja Manni poolt laiendatud kontseptsiooniga, võib väita, et tegemist on liitreaalsuse, virtuaalse või põimunud reaalsusega.

Sanna Siltaneni (2012, 19) vahendatud reaalsuse taksonoomia (vt joonis 6) täpsustab veelgi liitreaalsuse paiknemist reaalsuse ja virtuaalsuse vahemikus ning toob välja, kuidas inimese poolt tajutavat maailma lisades, muutes või eemaldades mõjutatakse.



Joonis 6. Vahendatud reaalsuse taksonoomia (autori joonis Siltanen, 2012, 19 andmetel).

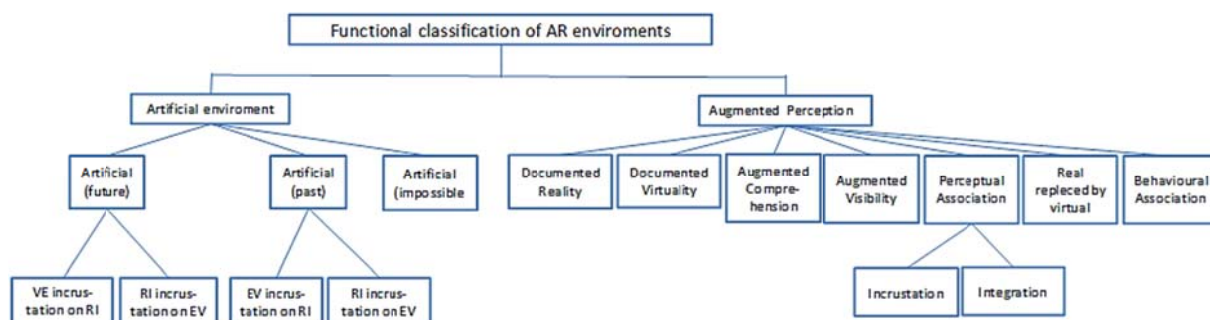
Joonisel Joonis 6 on toodud kolm erinevat keskkonda: reaalne (*Real Enviroment*), põimunud (*Mixed Enviroment*) ja virtuaalne (*Virtual Enviroment*) ning sarnaselt Mannile on mõju keskkonnale tähistatud lisamise (*Add*), muutmise (*Change*) või eemaldamisena (*Remove*). Liitreaalsus paikneb reaalse ja põimunud keskkonna vahemikus.

Erinevatele uuringutele tuginedes on liitreaalsuse rakendused jaotatud **tehnik**-, **kasutaja**- ja **informatsioonikeskseteks** ning **interaktsioonil baseeruvaks**. Loodud taksonoomia mudel, koosneb neljast teljest: rakenduse poolt nõutud tuvastamise sügavusteravus (*Tracking-DoF*), kasutaja ja seadme omavaheline seos, rakenduse poolt kasutatav tuvastustüüp (nt markeripõhine, objekt, 2D või 3D malli võrdlus, optilise ja sensori süntees, mitteoptiline) ning muud liitreaalsuse rakendused, mis pakuvad enam kui visualiseerimine (nt. heli, lõhn, maitse). (Normand & Moreau, 2012)

Kasutaja funktsionaalsusest lähtuv taksonoomia jaguneb: **tehisoludeks**, milles kasutajal on võimalik tegutseda reaalses keskkonnas uudsel moel ning **taju suurendamiseks**, kus kasutajale edastatakse asjakohane informatsioon ülesande sooritamiseks (Hugues, Fuchs, & Nannipieri, 2011, 50-51).



Allika joonise kirjelduses on lahti kirjutatud lühendid RI ja VE, kuid joonisel olevas tekstis täheldas magistritöö autor, et kolmes alamjaotuses kasutatakse lühendit EV, millel puudus selgitus. Autentsuse säilitamiseks ei tehtud joonise tekstis muudatusi ega tõlgitud seda eesti keelde.



**Joonis 7. Liitreaalsuse funktsionaalne klassifikatsioon (autori joonis Hugues *et al.*, 2011, 51 andmetel).**

Joonis 7 toodud funktsionaalses klassifikatsioonis tähistab „RI“ pilti, mis sisaldab „reaalset“ sisu ja „VE“ virtuaalset üksust. Reaalsuse tajude suurendamine (*augmented perception*) tähendab seda, et liitreaalsus on abiks kasutajale otsuse tegemisel, kindlustades ta informatsiooniga, mis võimaldab paremini mõista reaalsust või optimeerib kasutaja tegevust reaalsuses. Tehisoludes (*artificial environment*) tegutsemine jaguneb kolmeks: tulevik, minevik ja võimatu. Tuleviku ja mineviku puhul on väljatoodud virtuaalse sisendi ja pildil oleva „reaalse“ sisu seosed.

Kokkuvõtlikult võib väita, et liitreaalsuse eesmärgiks on rikastada lisakihina kasutaja reaalmaailma arvuti poolt genereeritud informatsiooni ja objektidega, vastandina virtuaalsele reaalsusele, mille puhul laiendatakse tehiskeskkonna võimalusi ja kus viibides ei ole kasutajal võimalik reaalselt maailma näha.

Peatüki 1 eesmärgiks oli anda lugejale ülevaade liitreaalsuse arengust ja luua seos liitreaalsuse ajaloo ja mõiste vahel. Lisaks käsitleti liitreaalsuse erinevaid tõlgendusi ning analüüsiti nelja mudeli põhjal liitreaalsuse taksonoomia arengut. Kirjanduse analüüsis selgus, et liitreaalsus on kommertslahenduste kaudu jõudnud tavakasutajateni ning lähiaastatel mõjutamas meie igapäevaelu üha enam. Liitreaalsuse defineerimisel ja mudelite käsitlemisel esines mitmeid mõisteid, mis otsustati ülevaate loomiseks koondada tähestikulises järjekorras koos autori poolt tuvastatud iseloomulike komponentidega tabel 6 (vt Lisa 2).

## 2. LIITREAALSUSE TEHNOLOOGIA

Eelmises peatükis analüüsiti erinevaid liitreaalsuse mudeleid ja taksonoomiat, kirjeldati liitreaalsuse arengut viiekümne seitsme aasta jooksul ning toodi välja, kuidas on liitreaalsuse mõistet erinevate autorite poolt defineeritud.

Antud kolme ossa jagunevas peatükis on autori eesmärgiks anda ülevaade liitreaalsusega seotud tehnoloogiast ja selle kasutamisega seonduvatest mõjuteguritest üksikisikule. Esimeses alamosas käsitletakse liitreaalsuse süsteeme, teises keskendutakse liitreaalsuse rakenduste liikidele ja tuvastamise meetoditele ning kolmandas liitreaalsusega seotud privaatsuse ja turvalisuse valdkonnale.

### 2.1 Liitreaalsuse süsteemid

Liitreaalsuse süsteemide tutvustamisel toetutakse Carmigniani & Furth (2011, 16) uuringule, milles teadlased analüüsisid 2002 – 2010 aastal publitseeritud 25 liitreaalsuse süsteemide teemalist teadusartiklit ning uuringu tulemusena koostasid nad võrdleva andmetabeli süsteemi kategooriate, meetodite, rakendusvaldkonna, jälgimis- ja registreerimise lõikes.

Liitreaalsuse süsteemid jaotati viide kategooriasse: statsionaarne siseruumisüsteem, statsionaarne välisruumisüsteem, mobiilne siseruumisüsteem, mobiilne välisruumisüsteem ning mobiilne sise- ja välisruumisüsteem. Kui statsionaarset süsteemi iseloomustab kindel asukoht ja liigutamatus, siis mobiilsuse näitajaks on võimalus ringi liikuda ning kasutada WIFI ühendust.

Uuritud teadusartiklitest käsitleti kõige enam (9) statsionaarset siseruumisüsteemi ja kõige vähem (1) statsionaarset välisruumisüsteemi. Statsionaarseid siseruumisüsteeme oli uuritud neljas meditsiinivaldkonna ning vaid ühes meelelahutus- ja haridusvaldkonna teadusartiklis. Teadlased toovad välja, et enim eelistatakse optilist jälgimist statsionaarse siseruumisüsteemi puhul ja hübriidlahendus on enamasti kasutusel mobiilsetes süsteemides. Süsteemide üleselt oli ekraanina peamiselt kasutusel HMD (*head-mounted display*) ning keskkondadest - reaalne keskkond. (Carmigniani & Furth, 2011, 16-20)

Liitreaalsuse esitamiseks kasutatakse enamasti pähe kinnitatavat (HMD), käes hoitavat ja ruumilist ekraani; sisend- ja jälgimisseadet ning arvutit. Ruumilist liitreaalsust saab luua erinevate jälgimistehnoloogiate abil, mis kuvavad graafilise informatsiooni otse füüsilisele objektile (nt. videoprojektor, optilised elemendid ja raadiosagedusala).

Olenevalt sellest, kuidas ruumilist liitreaalsust keskkonda kuvatakse, saab eristada kolme varianti: vahetu, videopõhine ja optiline. Sisendseadmeid on liitreaalsuse puhul mitmeid ja nende kasutamine sõltub konkreetsest rakendusest ja kasutajast. Jälgimisseadmetena kasutatakse GPS, kompassi, digikaamerat ja/või optilisi sensoreid, traadita side sensoreid, kiirendusmõõtjaid jm. Arvutitelt eeldatakse väga võimast protsessorit ja suuremahulist kõvaketast; statsionaarsetele seadmetele sobib tavapärane töökeskkond võimsa graafikakaardiga. (Carmigniani & Furth, 2011, 9-13)

Kirjeldatud uuring näitas, et liitreaalsuse kuvamiseks on vaja tehnilisi seadmeid, mille tööjõudlus on kõrge. Heade näitajatega tehnilised seadmed on kallid ja seetõttu on nende kättesaadavus rakendusvaldkondade lõikes erinev.

Liitreaalsuse arengut uurides selgus, et kasutatavad seadmed muutuvad väiksemaks ja mobiilsemaks. Seda tendentsi kinnitab ka US Military DARPA rahastusel välja arendanud liitreaalsuse süsteem ARC4, mille kasutajad saavad välistingimustes peaskantava ekraani vahendusel näha virtuaalseid ikoone (geo-orientiirid, meeskonnaliikme tähis ja asukoht, lennuki asukoht) lähtuvalt kasutaja reaalsest keskkonnast (Applied Research Associates, 2014, 21. mai). Liitreaalsusega seotud tehnoloogiliste vahendite vähem märgatavaks muutumine, andmekogumise ja -töötlemise võimalused ning jälgimisseadmete kasutamine võib muuta informatsiooni kättesaadavaks ka isikutele, kellel puudub jälitustegevuse õigus. Sellest johtuvalt otsustas autor uurida lähemalt isiku turvalisuse ja privaatsusega seonduvat, mida käsitletakse töö alampeatükis 2.3.

Carmigniani & Furth seisukohad ei anna küll täielikku ülevaadet liitreaalsuse süsteemidest, kuid loovad esmase ülevaate valdkonna tehnoloogilisest poolest. Järgmises alampeatükis käsitletakse liitreaalsuse rakenduste liike ja tuvastamise meetodeid, neist enam keskendutakse markeripõhistele lahendustele.

## 2.2 Liitreaalsuse rakenduste liigid

Johnson, Levine, Smith & Stone jaotavad liitreaalsuse rakendused kaheks: markeripõhised ja ilma markerita. Markeripõhise lahenduse puhul märkab kaamera konkreetset visuaalset vihjet, mille põhjal tarkvara leiab korrektse informatsiooni. Ilma markerita rakendus kasutab positsioonilist teavet (nt GPS, kompass) või pildi tuvastust, kus kaamera sisendit võrreldakse pildikoguga, et leida sobivat. (Johnson et al., 2010, 21)

Markeril põhinev liitreaalsus on enam levinud, kuna kasutab peamiselt tegevust käivitavat markerit ja seda tuvastada võimaldavat digiseadet. Markerita käivitav liitreaalsus on keerukam, sest kombineerib erinevaid asukohal või positsioonil põhinevaid elemente. (Tutunea, 2013, 217)

Sõltuvalt liitreaalsuse objekti tuvastamise viisist on Clarke (2014) nimetanud kolm enam levinud tehnikat: sensoril, visuaalsusel baseeruv ning hübriid. Sensoril põhinev tehnika hõlmab magnetilist, akustilist, inertsiaalset, optilist ja ajasageduslikke mõõtmisi. Visuaalsel tuvastamisel kasutatakse pilditöötluse meetodeid ja need liigituvad mudelil või tunnustel põhinevaks. Hübriidtuvastuse puhul kombineeritakse aga sensoril ja visuaalsusel baseeruvaid tehnikaid.

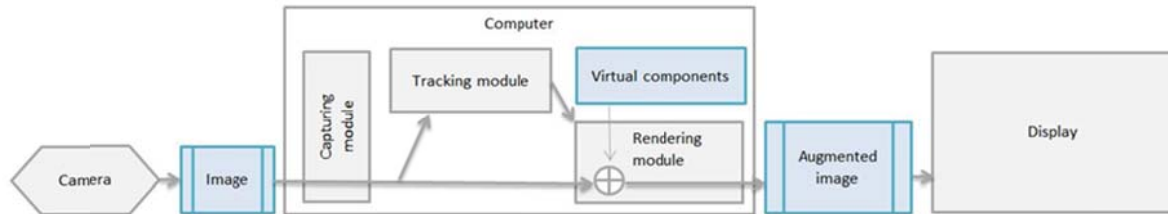
### 2.2.1 Markeripõhine liitreaalsus

Clarke (2014, 10) toob oma magistritöös välja, et markeril baseeruva lahenduse eelisteks on markeri tuvastamise kiirus ja töökindlus ning puudusteks vajadus markerid eelnevalt stseeni paigutada ja informatsiooni kuvamise katkemine koheselt, kui markeri jälgimine pole enam võimalik.

Markeripõhist lähenemist on põhjalikult uurinud Siltanen, kelle sõnul on hea marker lihtsalt ja usaldusväärselt toimiv igasugustes tingimustes. Laialt levinud must-valge markeri kasutamine on optimaalne, et vältida kaamera kehvast automaatsest valguse tuvastusest (*white balance*) tekkivaid probleeme. Markerit äratundev süsteem peab olema võimeline ka kaamera asendit jälgima ja kõige hõlpsam moodus selleks on nelja nurgapunkti visuaalne tuvastamine kujundil. (Siltanen, 2012, 40)

Joonis 8 on kujutatud lihtne liitreaalsuse süsteem, mis koosneb kaamerast, arvutist ja ekraanist. Skeemi vasakul poolel asuv kaamera tuvastab markeriks oleva pildi, järgmisena

arvutatakse arvuti sensorsüsteemi poolt kaamera asendi põhjal välja projitseeritava 3D objekti sügavusteravus (*depth of field* ehk DOF), mille järel väljastab programm virtuaalse objekti pildi kohale ja ekraan kuvab seda objekti.



**Joonis 8. Lihtsa liitreaalsuse süsteemi vooskeem (autori joonis Siltanen, 2012, 20 andmetel).**

Enam levinud probleemiks on kaamera kitsas vaateväli ja seda just mobiilsetel seadmetel. Kolmest peamisest lähenemisest, mida liitreaalsuse süsteemides stabiilsuse saavutamiseks kasutatakse, annavad enim tulemusi mitme markeri ühendatult kasutamine (*multi-marker setup, marker field*) ja loomulike kujundite lisamine markerile (*hybrid tracking*). Kaks põhilist kategooriat, mida markeri identifitseerimise tehnikana rakendatakse on sobitumine (*matching*) ja dekodeerimine (*decoding*). Kui sobitumise algoritmid vaid identifitseerivad markeri (nt mallmarker) oma andmebaasi põhjal, siis dekodeerimise algoritmid dešifreerivad markeril (nt 2D vöötкод marker) olevad andmeid ega kasuta selleks andmebaasi, kuna markeri sisu on ettemääramatu (nt viide, tekst vm). Eeldefineeritud mitme markeri kasutamist toetavad liitreaalsuse tarkvaradest ARToolKit, ARTag, ALVAR ja StudierStube Tracker. (Siltanen, 2012, 57-58, 65)

Andmemarkeriteks nimetatakse (Tabel 1) 2D vöötкод markereid, mis sisaldavad rohkem informatsiooni, kui ID number ning kus on enamasti olemas sisemine veatuvastus ja korrigeerimine (Siltanen, 2012, 69).

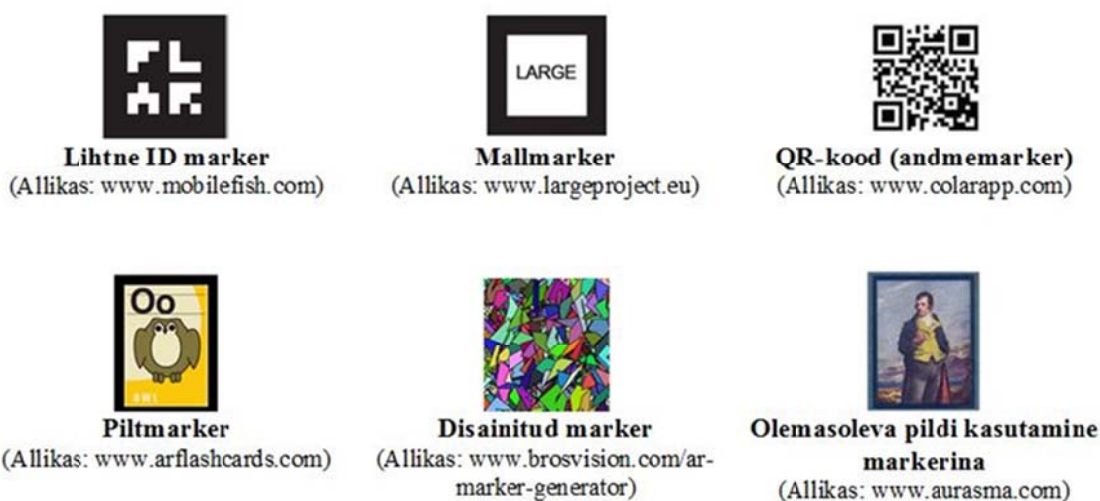
Erinevate nõudmiste puhul on andmemarkeri kasutamine levinuim.

**Tabel 1. Sobilikud markeritüübid sõltuvalt süsteeminõuetest Siltaneni (2012, 89) andmetel. Autori tõlge**

Nõudmised süsteemile	Sobivad markeri tüübid
Rakendus peab suutma lugeda mittenähtavat informatsiooni (näiteks viide, mis laeb alla mudeli)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• andmemarkerid</li> </ul>
Iga marker peab sisaldama suurt hulka informatsiooni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mall/ID markerid koos andmebaasiga</li> <li>• andmemarkerid</li> </ul>
Rakendus vajab suurt hulka markerite komplekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• andmemarkerid</li> </ul>
Visuaalne pool on oluline	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sobiva disainiga mallmarkerid</li> <li>• piltmarkerid</li> <li>• nähtamatud markerid</li> <li>• vesimärk-markerid</li> <li>• vistutatud markerid, mis on teise sisudisainiga/disainitud uus markeritüüp</li> </ul>
Tuvastamine on vajalik kaugel vahemaa tagant (kasutada markerite välja koos kohase jaotuse ja pideva tuvastusega)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mallmarkerid, lihtsa disainiga</li> <li>• füüsiliselt suure lahtri kõrgusega ID markerid</li> </ul>
Keskkond, kuhu visuaalseid markereid ei soovita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• olemasolevad märgised</li> <li>• olemasolevad pildid</li> <li>• nähtamatud markerid</li> </ul>

Viimane jaotus tabel 1, mis kasutab markeritena olemasolevaid märgiseid ja pilte, avardab aga liitreaalsuse kasutamise võimalusi, kuna puudub vajadus marker eelnevalt luua ning marker võib jääda kõrvalseisjale ka märkamatuks.

Tuginedes Siltaneni jaotusele koostas autor joonise nähtavatest, visuaalsete markerite näidistest koos viidetega allikale (vt joonis 9).



**Joonis 9. Markerite näidised**

Nähtava markeri poolt kuvatava liitreaalsuse näiteks valiti firma Puteko toode colAR Mix, mis juba esimesel tutvustamisel Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse Innovatsioonikeskuse poolt korraldatud haridustehnoloogide suvekoolis 13. - 15.augustil 2014 võeti osalejate poolt koheselt kasutusele.

Tegemist on rakendusega, mida võib kasutada alates 4. eluaastast ja mis seob omavahel käelise tegevuse ning uudse tehnoloogilise lahenduse. colAR Mix kasutamiseks tuleb esmalt paigaldada oma mobiilsesse seadmesse rakendus, printida veebilehelt <http://colarapp.com/> sobiv pilt ja värvida see ning seejärel avada rakendus ja suunata mobiilse seadme kaamera värvitud pildile. Pildi tuvastamisel kuvatakse kasutajale interaktiivne 3D objekt (vt joonis 10).



**Joonis 10. Loomarakk vaadatuna läbi colAR Mix rakenduse. Autori foto**

Loomarakku kujutavat paberkandjal markerit saab õppetöös kasutada ka õpilase teadmiste testimiseks. Õpilasel tuleb värvida erinevad rakuosad ja märgistada paberil nende asukoht.

Lisaks joonis 10 kujutatule pakutakse colAR Mix veel mitmeid värvitavaid markereid, mida saab kasutada õppetöös. Rohkem on võimalik rakenduse kasutamisest lugeda autori esitlusest Slideshare keskkonnas.

Nähtamatute markerite ja väikese, mobiilse seadme kasutamine muudab liitreaalsuse kasutajasõbralikumaks. Aastal 2014 on mobiilseid, peas kantavaid seadmeid juba mitmeid, nt. Epsoni ja Metaio tooted (Donovan, 2014, 06. mai) ja Florida start-up ettevõtte Magic Leap patendid (Simonite, 2014, 23. oktoober).

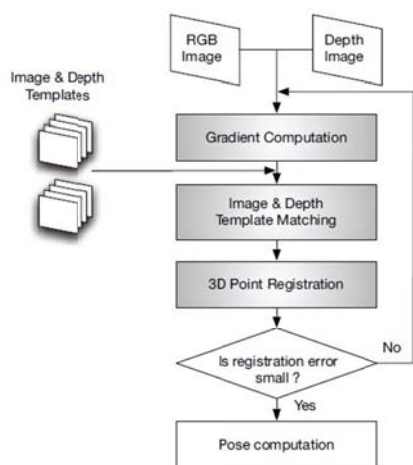
### 2.2.2 Markerita käivituv liitreaalsus

Antud töös käsitletakse markerita käivituvaks liitreaalsusena meetodit, kus liitreaalsuse kuvamiseks ei kasutata eelnevalt loodud markereid, vaid tuvastus toimub reaalse objekti põhjal, arvestades kasutaja vaatepunkti ja sensorite (nt GPS, kiirendusmõõtur, liikumisandur) poolt edastatud informatsiooni.

Reaalajas, mudelipõhine markerita monokulaarne liitreaalsuse taksonoomia jaguneb kaheks: rekursiivne ja demodulatsiooni trajektoori tuvastav. Koostatud mudelil baseeruvate meetodite analüüs toob välja iga meetodi lõikes järgmised näitajad: demodulatsioon (jah/ei), töötlus (madal/kõrge), täpsus (värin/kumulatiivsed vead/väga täpne/täpne/värin ja triivimine) ja vastupidavus (tundlikkus kaamera liikumisele/tundlikkus kirjule taustale/tundlikkus valguse muutusele/tundlikkus okulsioonile/piiratud asendite ulatus/piirangute puudumine). Kõige täpsema tulemusega erinevatest meetoditest on mallide sobivusel baseeruv meetod. (Lima, Simões, Figueiredo, Teichrieb & Kelner, 2010)

Virtuaalse informatsiooni kuvamine reaalses keskkonnas toob juurde mõiste sügavus (*depth*). Sügavuse all mõistetakse siin objekti geomeetrilisi ja struktuurseid ning värvisügavuse (RGB) andmeid.

Pildi ja sügavuse mallide võrdlust kasutasid Lee, Park & Woo (2011) uudse meetodi loomiseks. Joonisel Joonis 11 halliga märgitud tegevused (kaldenurga arvutamine → pildi & sügavuse malli sobivus → 3D punktide registratsioon) toimuvad graafikaprotsessoris (*graphics processing unit, GPU*) paralleelselt.



Joonis 11. Protseduur meetodi kasutamiseks (Lee et al. 2011, 127).



Arendatud metoodika kombineerib reaajas objekti geomeetrilisi ja tekstuuri andmeid ning võimaldab erinevates valgustingimustes olevaid 3D objekte liitreaalsuse käivitajana kasutada. (Lee et al. 2011, 130)

Seega iseloomustab markerita liitreaalsuse lahendusi tehniline keerukus ja töödeldava informatsiooni suur hulk, mis esitab kõrgeid nõudmisi markerita liitreaalsuse loojale. Allikaid analüüsid selgus, et markerita liitreaalsuse süsteemide puhul on suurimaks probleemiks nende töökindlus.

Alampeatükis käsitleti liitreaalsuse rakenduste liike ja tuvastamise viise ning toodi näiteid markeritest ning kasutusvõimalustest. Kasutajamugavuse, töökindluse ja lihtsuse tõttu on markeril põhinev liitreaalsus enam levinud.

Tehnoloogia arenguga on liitreaalsuse seadmed muutunud väiksemaks ja kasutajale mugavamaks ning võimaldavad kasutada ka silmale nähtamatuid markereid. See omakorda tõstatab küsimuse, kui turvaline ja privaatne on liitreaalsust võimaldavate seadmete ja rakenduste kasutamine. Järgmises osas uuritakse seda teemat lähemalt.

### **2.3 Turvalisus ja privaatsus liitreaalsuse kasutamisel**

Liitreaalsuse tehnoloogia variatiivsus ja hoogustunud areng muudab autori arvates antud valdkonna juriidilisest aspektist keerukaks, nõudes teema käsitlejalt nii tehnoloogilise poole kui seadusandluse mõistmist. Sellest johtuvalt on ka liitreaalsuse kasutamisega seotud turvalisuse ja privaatsuse valdkond alles arenemisjärgus.

Roesner, Kohno & Molnar (2014, 4. aprill) on kaardistanud äritegevuses kättesaadavad ja arendamisel olevad liitreaalsuse tehnoloogiad. Sisenditest (*Inputs*) on turul olemas kehale kinnitatavad RGB kaamerad, GPS, liikumist tuvastavad sensorid ning väljunditest (*Outputs*) läbipaistmatud ja silmale lähedal asuvad ekraanid, telefoni ekraanid/kõlarid, sinihambaühendusega nähtamatud kuularid. Arendamisel aga kompimisvõimega sensorid, läbipaistavad silmale lähedal asuvad ekraanid, kontaktläätsed, puuteline tagasiside.

Tuginedes uuringutele väidavad nad, et liitreaalsuse tehnoloogia kasutamisel esinevaid turvalisuse ja privaatsusega seotud väljakutseid saab jagada süsteemi võimaluste ja funktsionaalsuse järgi. Üksiku rakenduse puhul võib ohuks olla reaalses keskkonnas petliku väljundi esitamine kasutajale (nt vale informatsioon, meelte ülekoormus) ning raskused selle

mõju alt pääsemisel (nt nutikate kontaktläätsede kasutamine, peas kantavad seadmed). Hulgirakenduste puhul aga rakenduste vaheline info jagamine ja ühenduste usaldusväärsus. (Roesner et al., 2014, 4. aprill)

Isiku privaatsust mõjutab liitreaalsuse lahenduste kasutamisel näotuvastuse ja muu biomeetrilise andmestikuga kogutav teave; isikuliste andmete kuvamine persooni läheduses; jälitus- ja järelvalvetegevuste lihtsustumine ning võimaluste laienemine väljapoole asutusi, kellel selleks on õigus ja luba ning passiivne andmete kogumine Asjade Interneti (*Internet of Things*) vahendusel koos asukoha määratlemisega. Oluline on, et arendajad tagaksid kasutajate ohutuse liitreaalsuse keskkonnas ja teavitaksid neid võimalikest riskidest. (Wassom, 2014, 50-68)

McPherson, Jana & Shmatikov (2015) hindasid populaarsemate liitreaalsust võimaldavate veebilehitsejate Junaio, Layar ja Wikitude mobiilirakenduste turvalisust ja privaatsust; töid välja tehnilised suunised turvalisuse tõstmiseks ning edastasid need ettepanekutena ka nimetatud firmadele. Probleemiks oli liitreaalsuse kanalite ja kasutajatele kuvatava sisu turvalisus ning kasutajatelt kogutava sensitiivse info kogus. Nt. Junaio veebilehitsejaga ümbruskonda vaadates kuvatakse kasutajale kanalist leitud sisu kinnitust küsimata, see muudab kasutaja seadme avatuks võimalikele viirustele ja erinevatele rünnakutele. Layari veebilehitseja saadab aga kasutaja kaamerapildi mittekrüpteeritud kanali kaudu serverisse ja seab kasutaja privaatsuse potentsiaalsesse ohtu, kuna kasutaja telefoni asukoht koos edastatud pildiga võib lekkida suvalisele WIFI ühenduse pealtkuulajale; samuti kogutakse kasutamise käigus hulgaliselt tundlikku informatsiooni kasutaja kohta. Peamiseks ohuks on avalikku ruumi paigutatud pildid ja QR koodid, mis veebilehitseja kaudu võivad kasutaja juhatada pahatahtliku kanalini. (McPherson et al., 2015)

Kuigi liitreaalsuse turvalisuse ja privaatsuse valdkond on alles arenemisjärgus, toovad Roesner et al. (2014, 4. aprill), Wassomi (2014) ja McPherson et al. (2015) seisukohad selgelt esile uue tehnoloogia suure sekkumisastme isiku põhiõigustesse, mis võimaldab väärkasutuse puhul tehnoloogia kasutajaid metatasandil mõjutada; nende tegevust salaja jälgida ja delikaatseid isikuandmeid koguda; muuta liitreaalsuse tehnoloogia kasutaja ja tema seadme lihtsalt kättesaadavaks pahatahtlikele rünnakutele.

Autori arvates tuleks ka Eestis nendele aspektidele enam tähelepanu pöörata nii liitreaalsuse rakenduste tootja ja liitreaalsuse lahenduste kasutaja teadlikkuse tõstmise poolelt, kui seadusandluse ja riigijulgeoleku kontekstis.

Kokkuvõtteks võib väita, et liitreaalsuse kasutamise puhul esineb mitmeid ohte, mis võivad isiku seada pahatahtlikku rünnaku alla, viia sensitiivsete andmete lekkeni, ebaseadusliku jälitustegevuseni. Kuna viimastel aastatel on liitreaalsus jõudnud üha rohkemate tavakasutajateni, on turvalisuse ja privaatsuse tõstmine antud valdkonnas äärmiselt oluline. Sama oluline on ka antud tehnoloogia kasutajate teadlikkuse tõstmine.

### **3. MUUTUSED ÕPPIMISES JA ÕPETAMISES**

Alampeatükk jaguneb kolme ossa, millest esimeses käsitletakse laiemalt õppimise ja õpetamisega seotud teoreetilisi lähtekohti ning tehnoloogia mõjutusi õppimisele ja õpetamisele. Teises osas analüüsitakse teadusartiklitele toetudes, kuidas liitreaalsust on õppetöös rakendatud ning millised on rakendamise tulemused olnud. Kolmanda osa sisuks on viis haridusvaldkonna liitreaalsuse rakendamise näidet, mis annavad lugejale ülevaate liitreaalsuse võimalustest.

#### **3.1 Õppimine ja õpetamine 21. sajandil**

Õppimine on tegevus, mis puudutab igäüht olenemata asjaolust kas tegemist on alateadliku või teadustatud protsessiga. 1960-ndatel aastatel alguse saanud arvutivõrkude võrgustike (Internet) globaalne levik on teinud informatsiooni kordades kättesaadavamaks ja hõlpsamini jagatavaks ning see on muuhulgas ka õpetaja positsiooni teadmiste jagajana nõrgestanud.

„Haridusasutused ei saa enam koolitada inimesi, kes sobiksid kahekümne aasta tagusesse maailma“, kirjutasid juba seitse aastat tagasi Senge, Cambron-McCabe, Lucas, Smith, Dutton ja Kleiner (2008, 18), sest „sellist maailma ei ole siis enam olemas“. Teadlased soovivad uurida, kuidas integreerida kunagi hõimus kehtinud ja tuhandeid aastaid elujõuline olnud haridussüsteem tänapäeva ning arendada välja institutsioonid ja praktikad, mis toetavad loomulikku õppimisprotsessi, sest lapsed õpivad pidevalt ja õppimine toimub igapäevastes elusituatsioonides. (Senge et al., 2008, 64)

Bob Pearlmani (2010, 122-123) arvates tuleks 21. sajandi kooli ja uute õpikeskkondade disainimisel mõtestada lahti milliseid teadmisi ja oskusi õppijad sel sajandil vajavad. Wagner leiab, et seitse olulisemat oskust, mida 21. sajandil toimetulekuks tuleb arendada, on: kriitiline mõtlemine ja probleemide lahendamine; koostöö ning eestvedamine; produktiivsus ja kohanemisvõime; algatusvõime ja ettevõtlikkus; suuline ja kirjalik väljendusoskus; informatsiooni otsimine, hindamine ja analüüsimine; uudishimu ja kujutlusvõime (Wagner, 2014, 17. veebruar).

Nii Senge et al. (2008) kui Miyake (2007) rõhutavad kommuuni olulisust. Edukat õppimist iseloomustab Naomi Miyake järgmiste tegurite kaudu: õppijal on kõrge motiveeritus iseseisvalt õppida ning see motivatsioon on teiste poolt sotsiaalselt ja vahel ka kultuuriliselt

toetatud; õppijaid ümbritsevad inimesed, kellega koos arutletakse ja õpitakse; õpikommuun koosneb erinevatel sooritusastemetel olevatest liikmetest; õppetulemused on sõltuvuses kommuunis kehtestatud enesest lugupidamisega; professionaaliks kujunemine on pikaajaline protsess, mille käigus õppijad kogeavad edu ja ebaedu ning mõtestavad ise oma kogemuse kontseptuaalseteks teadmisteks; efektiivsuse loob planeeritud ja süsteemne tegevus; vaheeesmärkide saavutamist jälgitakse ja seatakse uusi eesmärke; kommuun analüüsib pidevalt püstitatud eesmärki ja vajadusel muudab seda. (Miyake, 2007, 251-252)

Eelmisel sajandil välja kujunenud koolimudeli, -kultuuri, õpetamiskäsitluste muutmisest kirjutatakse mitmeid aastaid ka Eestis (Marandi, Luik, Laanpere, Adojaan & Uibu, 2003; Tallbacka, 2013; Sakk, 2013; Vinter, 2013, 10. september; Heidmets, 23. august; Muuli, 2014, 5. september).

Vabariigi Valitsuse poolt 13. veebruari 2014 korraldusega heaks kiidetud, Eesti haridusvaldkonna üks tähtsamaid dokumente „Eesti elukestva õppe strateegia 2020“ kirjeldab järgmise seitsme aasta visioonina olukorda, mil õppimisest saab eluviis, märgatakse arenguvõimalusi ja otsitakse nutikaid lahendusi. Ühe eesmärgina mainitakse seal muutunud õpikäsitlust, mis arvestab iga õppija isikupära ja arendab õpioskusi, loovust ja ettevõtlikkust ning teise eesmärgina - kaasaegse digitehnoloogia otstarbekamat ja tõhusamat rakendamist õppetöös. (2014, 4-5)

Kuigi Eesti koolides on kasutusel nüüdisaegsed tehnoloogiavahendid ja õpetajatele korraldatakse kursuseid, kuidas IKT õppetöös kasutada, tajuvad Tiigrihüppe Sihtasutuse poolt korraldatud koolitustel osalenud õpetajad omandatud oskuste rakendamisel suurima takistusena ülekoormatud õppekavast ja bürokraatiast tekkinud ajapuudust ning takistusena nähakse ka süstematiseeritud e-õppematerjalide ja haridustehnoloogi puudumist (Mägi, 2012, 28. detsember).

Mati Raava (2013, 1. november) väidab, et meie tippteadlaste arvates on Eesti üldhariduse suurimaks probleemiks hoopis vähene õpimotivatsioon ning viitab Tsai, Kunter, Lüdtke, Trautwein & Ryan 2008. aasta uuringule, mille andmetel 36-45% õpihuvist sõltub õppijast.

Eestis on ühelt poolt raamistik uuendusliku, positiivselt mõjuva ja arendava õppekeskkonna kujunemiseks justkui loodud, kuid teiselt poolt tunnetavad õpetajad bürokraatia kasvu, ajapuudust ning õppijatel tuleb leppida olukorraga, kus õppetöö jätkub industriaalühiskonnas tõestanud koolimudeli alusel. Seega on muudatuste tegemine õppimises ja õpetamises ning

kogu koolisüsteemis möödapääsmatu. Informatsiooni kättesaadavus on loonud olukorra, kus õpetaja ei ole enam ainus teadmiste allikas ja edastaja. Tehnoloogiliste vahendite ja internetiühenduse lai levik tarbijate hulgas on toonud ka Eesti laste kasutusse nutitelefonid, tahvelarvutid, rüperaalid ja muud elektroonilised vahendid, mis võimaldavad ligipääsu hoomamatus koguses informatsioonile ning võimaldavad olla pidevas kontaktis ümbritseva maailmaga.

Toetudes eelnevalt käsitletud seisukohtadele võib väita, et info edastamisest olulisemaks on tõusnud koostööd soodustava õpikeskkonna ja –kommuuni kujundamine; õppijate juhendamine eluliste probleemide lahendamisel; usaldusväärse info kiire leidmine, sünteesimine ja kogutud info oskuslik rakendamine ning huvitatuse tekitamine ja ennastjuhtivuse arendamine õppijates.

Ühest võimalikust viisist, kuidas neid muutusi ellu viia, tuleb juttu järgnevates alampeatükkides, mis käsitlevad liitreaalsuse tehnoloogia kasutamisega seotud õpidisaini ja õppimisteooriad, liitreaalsuse õppetöös rakendamise positiivseid külgi ja kitsaskohti ning mõju õpimotivatsioonile ja tulemustele.

### **3.1.1 Õppimisteooriad ja –meetodid liitreaalsuse kasutamisel**

Liitreaalsuse kasutamine õppetöös toetub situatiivsele ja konstruktivistlikule õppimisteooriale (Dunleavy & Dede, 2014; Bower, Howe, McCredie, Robinson & Grover, 2014).

Teadlaste poolt analüüsitud 19-st juhtumist 17-ne puhul oli tegemist uurimuslikul õppel põhineva simulatsiooniga, ülejäänud kahes toimus ajaloolise sündmuse taasesitamine ja aaretejaht (Dunleavy & Dede, 2014, 736-738).

Bower et al. (2014, 5) lisavad juurde mängupõhise õppe (*game-based learning*) ja toovad samuti välja uurimusliku (*enquiry-based learning*<sup>3</sup>) lähenemise. Samas rõhutatakse, et liitreaalsuse pedagoogilised käsitletused vajavad veel täiendavaid uuringuid, kuna optimaalne lahendus võib peituda erinevate meetodikate koos kasutamises.

Nimetud õppimisteooriate olemuse avamiseks tuuakse lühidalt välja neile iseloomulikud jooned ja esindajad.

---

<sup>3</sup> *Enquiry and inquiry learning* – mõlemad nimisõnad tähistavad üldiselt küsimust, päringut, uurimist. Ameerika Ühendriikides kasutatakse enamasti sõna „*inquiry*“ ja „*enquiry*“ kasutamist võidakse tõlgendada kui õigekirjaviga. Suurbritannias on nende kahe sõna erinevus kujunemisjärgus: *enquiry* tähistab küsitlemist ja *inquiry* on formaalne tegevus ([http://www.grammar-monster.com/easily\\_confused/enquiry\\_inquiry.htm](http://www.grammar-monster.com/easily_confused/enquiry_inquiry.htm))

Situatiivse õppimisteooriale aluse pannud Jean Lave & Etienne Wengeri (2008) sõnul on õppimine praktikakogukondades sotsiaalne protsess, mida nimetati seaduspäraseks perifeerseks osalemiseks (*legitimate peripheral participation*). Teooriat edasi arendanud Brown, Collins & Duguid väidavad, et teadmised on vahend ja kognitiivne õpipoisiks olemine (*cognitive apprenticeship*) võimaldab õpilastel omandada, arendada ja kasutada kognitiivseid tööriistu autentsetes tegevustes (1989, 39).

Konstruktivistliku lähenemise puhul on õppimine aktiivne ja dialoogil põhinev protsess, milles õppija on teadmiste konstrueerija rollis (Learning-Theories.com, 2014). Konstruktivismi teooriale aluse pannud John Dewey leidis, et õppimine on elukestev ja õpetaja rolliks on soodustada ja toetada õpiprotsessi. Šveitsi psühholoogi Piaget arvates toimub õppija poolt kogetu konstrueerimine uueks teadmiseks sobitamise ja assimilatsiooni käigus. (Teppan, 2010, 5. oktoober)

Aktiivse kogemusega seondub David Kolbi spiraalne õpitsükkel, mis koosneb neljast etapist ja algab õppija konkreetsest kogemusest, mis suunab teda esmalt vaatlust reflekteerima, seejärel seda mõistma ja abstraherima ning lõpuks õpitut praktikas rakendama, viies selle kaudu õppija uue kogemuseni.

Uurimusliku (*inquiry-based*) ja avastusliku (*discovery learning*) õppe teoreetilised lähtekohad on seotud Bruneri (Smith, 2002) arvamusega, et haridus peab toetama lapse mõtlemise ja probleemide lahendamise oskust uurimusliku tegevuse kaudu ja Dewey (1938) tegevuste kaudu õppimisega, milles peeti oluliseks, et õppija uudishimust alguse saavas õppes peab olema võimalik kasutada kahes suunas teadmisi ja kogemusi: koolis igapäevaelust saadud ja vastupidi. Uurimuslik õpe toetub lisaks ka situatiivse õppimise teooriale (Lave & Wenger, 2008).

Dr. Cornelia Brunner leiab, et uurimuslikul lähenemisel põhinev õpe jaguneb nelja ossa: õigete küsimuste püstitamine, asjakohaste ressursside leidmine, informatsiooni tõlgendamine ja tulemuste esitamine (Youthlearn.org, 2012). Sarnasele seisukohale on jõudnud ka Eesti teadlased, kelle arvates koosneb uurimuslik õppeprotsess kolmest etapist: „1) hüpoteeside sõnastamine ja katse planeerimine, 2) katsetena eksperimentide või vaatluste läbiviimine ja andmete kogumine, 3) saadud tulemuste analüüs ja tõlgendamine.“ (Pedaste & Mäeots, 2012). Uurivat õppimist on nimetatud ka probleemõppe pedagoogiliseks mudeliks (Tagavälja, 2010, 15-17).

Autori arvates on liitreaalsuse rakendamine pedagoogilisest ja tehnilisest poolest seotud m-õppega. Ketlin Hiob viitab oma töös aktiivõppe rakendamisele m-õppes ning rõhutab, et mobiilse tehnoloogia tõrgeteta kasutamiseks on vajalik traadita võrguühenduse olemasolu ning selle piisavat alla- ja üleslaadimise kiirus (Hiob, 2011, 17-18). Sarnane tehnoloogiline vajadus on ka liitreaalsuse rakendustel, et tagada avastuslikus ja uurivas protsessis õppetöö mobiilsus. Liitreaalsuse esitamisel kasutatakse samuti vahendeid, mis annavad õppijale liikumisvabaduse, nt. nutitelefonid ja tahvelarvutid ning peas kantavad, läbinähtavad ekraanid.

Kõrvutades eelnevalt käsitletud Wagneri seisukohti ja „Eesti elukestva õppe strateegia 2020“ eesmärgi pedagoogilise lähenemisega liitreaalsuse rakendamisel õppetöös, võib väita, et selle tehnoloogia kasutamisel on võimalik õppetegevust muuta kaasaegsemaks ning ühiskonna ja õppija vajadustele enam vastavaks.

Õppimisteooriate analüüs näitas, et neis kirjeldatud lähtekohad viitavad eelkõige õppija aktiivsele kaasamisele ja õpetaja toetavale, juhendavale rollile. Pedagoogiline ja tehniline sarnasus m-õppega, mida Eestis on kauem kasutatud, annab pedagoogidele ja õpidisaineritele võimaluse olemasolevaid teadmisi, oskusi ja kogemusi rakendada ka liitreaalsuse õppetöösse integreerimise puhul.

### **3.2 Liitreaalsuse rakendamine õppetöös**

Alampeatükis käsitletakse põhjalikult Dunleavy & Dede (2014), Radu (2014) ja Bacca et al. (2014, 140) teadusartiklite tulemusi, mis puudutavad liitreaalsuse rakendamise võimalusi, selle positiivseid ja negatiivseid külgi. Välja on toodud ka McGee (1999) seisukohad meeleorganite rollist reaalsuse rikastamisel, millest võib olla abi õpidisaineritele ning Haagi (2014) liitreaalsuse lahenduste klassifikatsioon mobiilseks õppeks.

Tuginedes 49 allikale teostasid Bacca et al. (2014) süstemaatilise uuringu aastatel 2003-2013 avaldatud 32 liitreaalsuse uuringu kohta, et kaardistada liitreaalsuse rakendamist õppetöös järgmiste faktorite lõikes: kasutamine, eelised, piirangud, efektiivsus, väljakutsed ja iseärasused. Teadlased ei leidnud ühtegi uuringut, mis käsitleks liitreaalsuse kasutamist õppetöös agronoomias ja õpetajate hariduses; sihtrühmadest alushariduses, keskhariduse järgses kutseõppes, magistri- ja doktoriõppes. Kolmekümne kahest uuringust 19 kasutati



markeripõhist, 7 asukohal põhinevat, 4 markerita liitreaalsust ja 2 puudus täpne informatsioon. (Bacca et al., 2014)

Dunleavy & Dede (2014) keskendusid teadusartiklitele, mis käsitlesid liitreaalsuse kasutamist mobiilsete seadmetega nii formaalses kui mitteformaalses õppes. Artikli tabelis 59.1 tuuakse välja 19 liitreaalsuse kogemust koos kasutatud meetodi ja stsenaariumi lühikirjeldusega.

Radu teadusartikkel (2014) toetub 51 allikale ja käsitleb 26 publikatsiooni analüütilist ülevaadet, milles liitreaalsuse tehnoloogiat võrreldakse muude õppetöös kasutatavate vahenditega.

Kolmes teadusartiklis kasutatud allikad kattusid vaid 2,55 % ulatuses, kokku oli kasutatud 157 allikat. Seega võib väita, et kolme teadusartikli puhul on analüüsitud erinevaid liitreaalsuse rakendamise näiteid, mis annab piisavalt laia ülevaate liitreaalsuse rakendamise praktikast õppetöös.

### **3.2.1 Liitreaalsuse võimalused õppetöös**

Liitreaalsus on õpivahend, mis võimaldab õppijal ümbritsevat maailma näha ja mõista uuel moel. Haridustöötajatele on kättesaadav asukohal põhinev ja visuaalsusel põhinev liitreaalsus. Kui üleilmse asukoha määramise süsteemiga (edaspidi GPS) varustatud nutitelefonid ja tahvelarvutid võimaldavad õppijale digitaalset sisu kuvada sõltuvalt nende füüsilisest asukohast, siis visuaalsusel või konkreetsel sihtmärgil põhinev liitreaalsuse lahendus annab digisisule juurdepääsu õppijale alles siis, kui kaamera suunatakse sihtmärgile. (Dunleavy & Dede 2014, 738)

Liitreaalsuse kasutamine õppetöös on tulemuslik ruumilise struktuuri ja funktsionaalsuse uurimisel (geomeetrilised kujundid, keemilised struktuurid, masina mehhaanika, päikesesüsteem, inimorganid), geograafia õpetamisel, vulkaanide, keelestruktuuride ja sõnade tähenduste mõistmiseks, leiab Radu (2014).

Uuritud kaasustes kasutati liitreaalsust kõige enam teema selgitamiseks ja hariduslikuks mänguks; seejärel teabe võimendamiseks, laborikatsete tegemiseks ning uuringuteks. Liitreaalsust rakendati peamiselt teaduses (13 juhul) ning humanitaar- ja kunstivaldkonnas (7). Kõige vähem on liitreaalsuse kasutamist uuritud tervise ja hoolekande, õpetajakoolituses ning põllumajanduse valdkonnas. (Bacca et al., 2014, 140) Samas on teada, et liitreaalsuse

vahendusel saab kuvada meditsiinilist teavet patsiendil või mannekeenil (Raskar et al., 1998). Tähelepanuväärne on ka õpetajakoolituses liitreaalsuse kasutamise uuringute vähesus, mis võib viidata kas nimetatud tehnoloogia vähest kasutatavust õpetajate koolitamisel või ei ole see valdkond piisavalt uurijate fookuses olnud.

Kaardistatud on 19 liitreaalsuse kogemust, millest 10 kuuluvad teadusvaldkonda, 4 ajaloo, 2 on seotud muuseumi ja loomaaiaga ning 3 muu valdkonnaga:

- teadusvaldkonna stsenaariumid põhinevad uurimisel ja avastamisel. Nt. haiguse puhangu ja selle tõkestamise uuring (Outbreak at MIT); keemilise reostuse põhjuste ja keskkonna mõju uuring (Environmental Detectives); ajas tagasiränne, et kliima muutuse põhjustanud tegureid muuta (TimeLab 2100);
- ajaloo stsenaariumid püüavad taaselustada sündmusi (Dow Day) või avastada, kuidas linnaplaneerimine mõjutab kogukondi (Greenbush). Muuseumi näitusel tuli meeskondadel lahendada eksponaatidega seotud mõistatusi (Mobile Augmented Reality Quest) ja loomaaias uurida metsloomade salakaubandust (Zoo Scene Investigators);
- muus valdkonnas toimus hip-hop muusikapoe loomine (Hip Hop Tycoon), hispaania keele oskuse rakendamine mõrvamüsteeriumi lahendamiseks (Mentira), tulnukate kavatsuste uurimine (Alien Contact!). (Dunleavy & Dede 2014, 738)

Uuringud näitavad, et liitreaalsuse rakendamine õppetöös on toimunud eelkõige uurival ja avastuslikul moel, aidates õppijatel mõista abstraktseid nähtusi ja mõisteid, taaselustada toimunud sündmusi või luua olukordi, mis reaalses keskkonnas on kulukad või võimatud.

Kuigi uuritud juhtumites kasutati peamiselt situatiivset, konstruktivistlikku, mängupõhist, uurivat ja avastuslikku lähenemist, väidavad Bower et al. (2014), et optimaalne lahendus võib seisneda erinevate metoodikate segamises.

Mobiilseks õppimiseks sobivad liitreaalsuse lahendused klassifitseeris Jason Haag (2014, 15) kuue kriteeriumi alusel järgmiselt: **kasutatav seade/tehnoloogia** (kõrvaklapid, sülearvutid, pihuarvutid, nutitelefonid, tahvelarvutid); **interaktsiooni viis** (passiivne, aktiivne, konstruktivistlik); **meele tagasiside meetod** (auditiivne, kombineeritud, visuaalne, tajutav); **personaalne või jagatud kogemus**; **fikseeritud/staatiline või portatiivne** (kaasaskantav); ning **õpitegevused või tulemused** (situatiivne uurimuslik, koostööl põhinev uurimuslik, informatiivne õppimine, konstruktivistlik).

Sarnast klassifikatsiooni võib autori arvates laiendada ka mittemobiilsele õppimisele, kui lisada kasutatava seadme nimistusse lauaarvuti, videoprojektor, sensorid, mängukonsoolid jt liitreaalsuse loomiseks vajalikud tehnoloogilised vahendid.

Toetudes Barfield, Rosenberg & Lotens tööle toob McGee oma väitekirjas välja, mil moel saab viie meele vahendusel reaalsust rikastada (vt joonis 12).

NÄGEMINE	KUULMINE	KOMPIMINE	HAISTMINE	MAITSMINE
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekst</li> <li>• Skeemid</li> <li>• Pildid</li> <li>• Animatsioon</li> <li>• Video</li> <li>• Erineva keerukusastmega graafika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signaalid</li> <li>• Helid</li> <li>• Muusika</li> <li>• Lausutud sõnad</li> <li>• Dialoog</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erineva keerukusastmega objektid, keskkond, vahendid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iseloomulikud kunstlõhnad</li> <li>• Reaalsuse rikastamine võib olla lihtne või keerukas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erinevad maitset (magus, hapu, kibe)</li> </ul>
Nt kommenteeritud tekst, elektriskeemid, navigeerimisnööd	Nt esitatakse vabriku helid eraldatud keskkonnas harjutavale töölisele	Nt reguleeritakse temperatuuri, et saavutada reaalsed keskkonna tingimused	Nt mõned mürgised gaasid on seotud iseloomulike lõhnadega ehk kui isik loeb antud mürgisest gaasist, siis tunneb ta sellele iseloomulikku lõhna	Nt algajad kokad varustatakse kunstlike maitsetega, kui nad vaatavad erinevaid toite

**Joonis 12. Reaalsuse rikastamise võimalused 5 meele löikes (autori tõlge ja joonis McGee, 1999, 7 järgi)**

Vaatamata erinevate võimaluste olemasolule on täna enamlevinud meetodiks mõjutada kasutaja nägemismeelt. Samas on oluline õpidisaineritel ja õpetajatel teadvustada, millises suunas liitreaalsus areneb ning kuidas neid arenguid oleks võimalik õppetöös kasutada.

Alampeatükis 2.3 käsitletud liitreaalsuse privaatsuse ja turvalisusega seotud aspektidele tagasi vaadates, võib väita, et liitreaalsuse tehnoloogia kasutamine õppetöös eeldab, et selle rakendaja on teadlikult ja vastutustundlikult valinud sobivad lahendused, neid eelnevalt testinud ning disaininud õppijatele turvalise õpikeskkonna. Erinevate meeleorganite poolt tajutavate liitreaalsuse lahenduste kasutamine nõuab autori arvates täiendavaid uuringuid, kas ja kuidas sellelaadne reaalsuse rikastamine avaldab mõju kasutaja reaalsustajule.

Seega on õppe disainimisel oluline aru saada, millise kontseptsiooni, nähtuse, olukorra mõistmisel ja kogemisel liitreaalsus kõige enam positiivseid tulemusi annab. Vähem oluline ei ole erinevate liitreaalsuse süsteemidest ja rakendustest ülevaate omamine ning arusaam, mil moel liitreaalsuse lahendused õppijat mõjutavad.

### **3.2.2 Liitreaalsuse positiivne mõju õpiprotsessile**

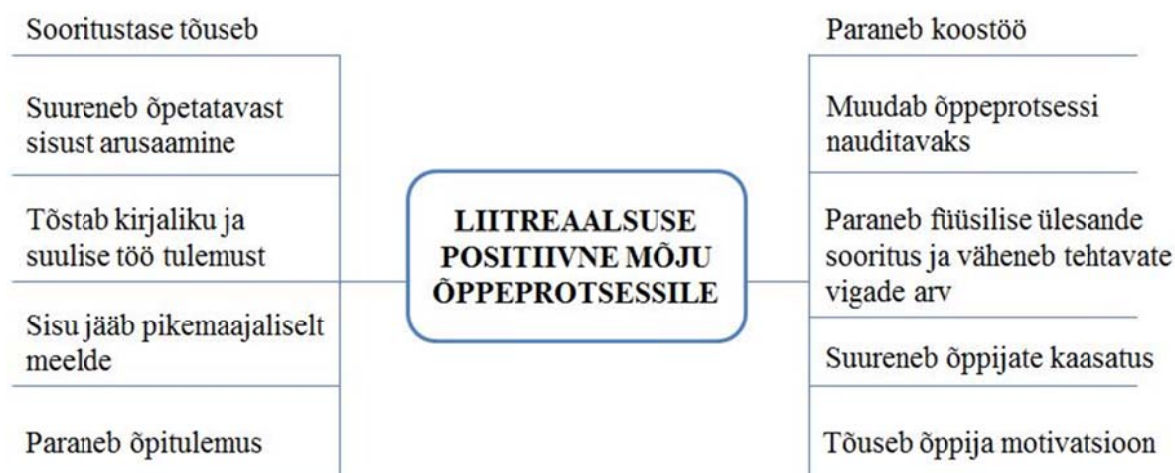
Uurimusliku õppe kasutamine koos liitreaalsuse rakenduse ja juhendamisega tõstab õppijate sooritustaset (eriti madalama sooritustasemega õpilastel) ning muudab õppeprotsessi nende jaoks nauditavaks (Cai, Wang & Chiang, 2014, 40).

Liitreaalsuse kasutamine mõjub positiivselt, kuna suureneb õpetatavast sisust arusaamine (geomeetrilised kujundid, keemilised struktuurid, mehhaanilised seadmed, astronoomia nähtused ja inimkeha anatoomia); sisu jääb pikemaajaliselt paremini meelde; tõuseb kirjaliku ja suulise töö tulemus; paraneb füüsilise ülesande sooritus ja väheneb tehtavate vigade arv; paraneb koostöö ning suureneb õppija motivatsioon. Oluline on, et liitreaalsuse loomisel lähtutakse õppekavast ja pedagoogikast ning õpidisainerid arvestaksid, et loodud lahendusi on võimalik kasutada koolitunnis ja soovi korral jagada mitme tunni vahel osadeks. (Radu, 2014)

Bacca et al. (2014, 141-142) uuring näitas, et liitreaalsuse rakenduste kasutamine annab interaktsiooni ja graafilise sisu tõttu parema õpitulemuse (53,3% uuritud kaasustes), tõstab õpimotivatsiooni (28,1%) ja õppija kaasatust (15,6%).

Liitreaalsuse vahendusel on võimalik õppijale füüsilises keskkonnas esitada probleemi mitut osalist, üksteist täiendavat vaadet; õpetaja saab füüsilises keskkonnas kuvada lisakihina sisu, mida õppija uurib, manipuleerib ja analüüsib; WIFI ja andmetele juurdepääs võimaldab õppijatel leida lisaviise, kuidas kaasaskantavat vahendit kasutada ning tõuseb õppija motivatsioon, kõrge kaasatus, haaravus. (Dunleavy & Dede 2014, 739)

Tuginendes analüüsitud teadusartilite tulemustele võib kokkuvõtvalt liitreaalsuse positiivset mõju kujutada järgmise skeemina (vt joonis 13).



**Joonis 13. Liitreaalsuse positiivne mõju õppeprotsessile (autori tõlge ja joonis, Cai et al., 2014, 40; Dunleavy & Dede 2014, 739; Bacca et al. 2014, 141-142; Radu, 2014 andmetel)**

Seega viitavad teadusartiklites käsitletud juhtumite tulemused, et esineb mitmeid näiteid, kus liitreaalsuse kasutamine õppetöös mõjub õppijatele motiveerivalt ja kaasavalt, parandab sisust arusaamist ning õpitulemust.

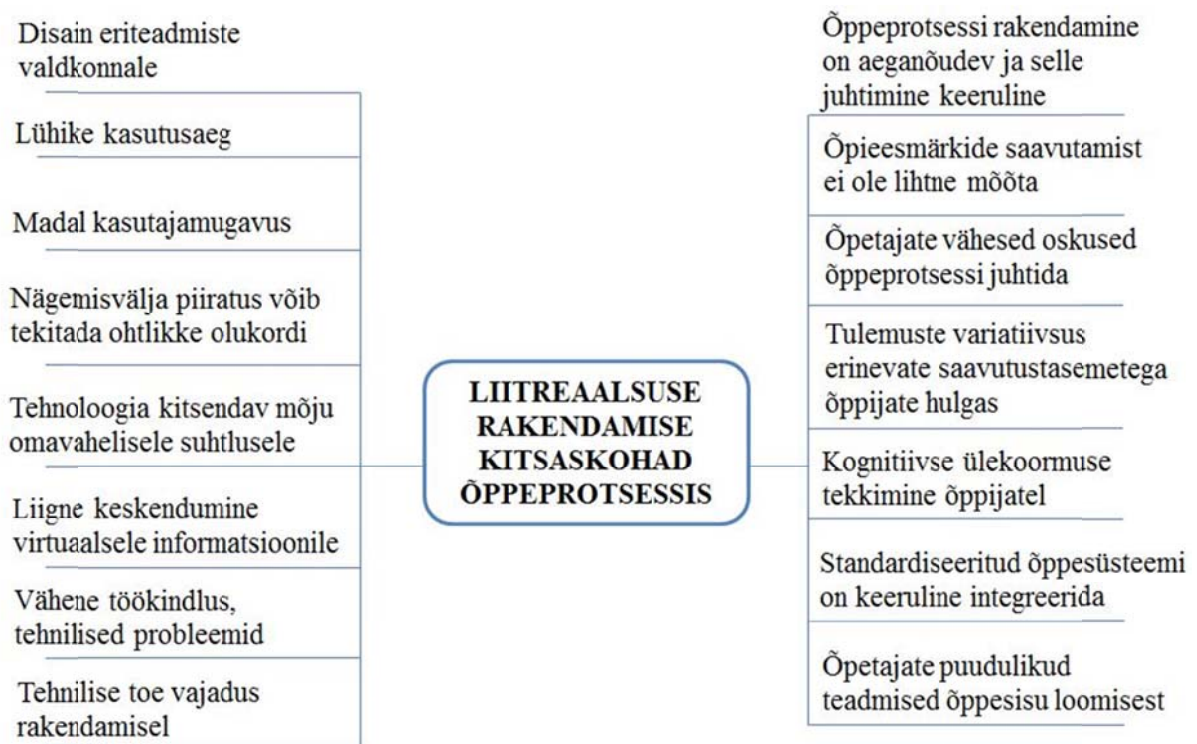
### 3.2.3 Kitsaskohad liitreaalsuse rakendamisel õppetöös

Liitreaalsuse õppetöös kasutamise peamisteks piiranguteks on: töökindlus (rakendus ei tööta, marker ei toimi), mis võib tekitada õppijates frustratsiooni; õppijate liigne keskendumine virtuaalsele informatsioonile (eriti esmasel kasutamisel) ning piirav tehnoloogia (peas kantav seade, mis raskendab tavapärast suhtlust). Muuhulgas toodi välja, et õpetajad ei oska luua uut õppesisu, liitreaalsuse rakenduse lühike kasutusaeg ja disain eriteadmiste valdkonnale. (Bacca et al. 2014, 141-142)

Radu (2014) uuringute alusel on negatiivseteks aspektideks: tähelepanu ja vaatevälja liigne fokuseeritus, mistõttu jäävad märkamata eelnevalt tehtud eksimused ja tegevus võib osutuda ohtlikuks (nt. ei märgata liiklust); kasutusmugavusega seotud raskused; vähene efektiivsus, kui õpetaja liitreaalsuse eksperimendi arutelu domineerib ja õppijad on vähe kaasatud; erinevate saavutustasemetega õppijate hulgas tulemuslikkuse varieerumine (kõrge saavutustasemega õppijate jaoks oli liitreaalsuse kasutamine vähem efektiivne ja madala lugemisoskustega õppijad ei õppinud liitreaalsuse nendest osadest, mis olid tekstiliselt esitatud).

Dunleavy & Dede (2014, 739-740) leidsid, et piiranguteks on asukohapõhise liitreaalsuse kasutamise tehnilised probleemid; õppijate kognitiivne ülekoormus, mis on tingitud tegevuste liigsest keerukusest (teaduslik uurimisprotsess ja navigeerimine, otsuste tegemine meeskonnana); disainerite ja õpetajate raskused liitreaalsuse integreerimise ja haldamisega, kuna koolides kasutatakse standarditel põhinevat lähenemist; liitreaalsus rakendamine on aeganõudev, raske juhtida ja õpieesmärkide saavutamine ei ole lihtsalt mõõdetav; väliürituse (*field-trip*) organiseerimine nõuab õpetajatelt aega; liitreaalsuse õppeprotsessi juhtimine, selle arendamine ja teostamine eeldab tehniliste raskuste ärahoidmiseks 2-3 juhendaja olemasolu; suur sõltuvus oskuslikust õpetajast, kes liitreaalsuse lahendust tutvustab ja õppijaid juhendab.

Teadusartiklites käsitletud piirangud ja negatiivsed küljed koondati ja esitatakse alljärgneva skeemina (vt joonis 14).



**Joonis 14. Liitreaalsuse rakendamise kitsaskohad õppeprotsessis (autori tõlge ja joonis, Dunleavy & Dede 2014, 739; Bacca et al. 2014, 141-142; Radu, 2014 andmetel)**

Kui ühest küljest on kitsaskohad seotud õpetajate vähese teadmiste ja oskustega ning õpitulemuste mõõdetavusega, siis teisest küljest on pärssivaks teguriks liitreaalsuse lahenduste vähene töökindlus, madal kasutajamugavus ning raskused rakendamisel. Samas toodi liitreaalsuse positiivse mõju all välja õppijate suuremat kaasatust, koostööd ja

motivatsiooni ning õpitulemuste paranemist, mille järgi võib oletada, et teatud juhtumitel ei ole takistused määrava tähtsusega.

Antud alampeatükis käsitleti kolme teadusartikli analüüsi tulemusi artiklite lõikes. Teadusartiklites oli viidatud mitmetele kaasustele, mis tõestasid, et liitreaalsuse kasutamine õppetöös mõjub õppijale motiveerivalt ja kaasab teda enam õppeprotsessi, parandab õppijate omavahelist koostööd ning annab parema õpitulemuse. Negatiivsest küljest on õppeprotsessi aeganõudev ja keeruline disainida, rakendada ja juhtida; esineb mitmeid tehnilisi ja kasutajamugavusega seotud probleeme; on ebaühtlase mõjuga õppetulemustele ja võib tekitada õppijates kognitiivset ülekoormust ning liigne fokuseeritus ja kitsas vaateväli võib tekitada ohtlikke olukordi ja raskendada omavahelist suhtlust. Teadusartiklites ei käsitletud turvalisuse ja privaatsusega seotud aspekte, mis omakorda lisavad mitmeid tähelepanu vajavaid aspekte liitreaalsuse rakendamisel õppetöösse.

### **3.3 Haridusvaldkonnaga seotud liitreaalsuse näited maailmas ja Eestis**

Järgnevalt antakse viie näite põhjal lühiülevaade, kuidas on maailmas ja Eestis, haridusvaldkonnas liitreaalsust rakendatud.

Valitud näidete hulgast leiab mobiilseks õppimiseks sobivad lahendused SCeTGo ja Aurasma, mittemobiilse veebipõhise keskkonna learnAR ja LARGE ning reaalaajalise, topograafilise maastiku kujundamisprojektid Mimicry, SandyStation ja Augmented Sandbox. Viis näidet valiti järgides viite kriteeriumi: sobivus üldhariduskoolile, kasutamise lihtsus, esindatud on nii markeripõhised kui markerita lahendused, antud töös ei ole neid eelnevalt pikemalt tutvustatud ning autor ei tuvastanud esmahinnangul ohtlikku mõju õppija turvalisusele ja privaatsusele.

#### **3.3.1 Science Center To Go projekt (SCeTGo)**

Kahe aasta jooksul uuriti liitreaalsuse ja mobiilsete tehnoloogiate rakendamise võimalusi õppimise ja õpetamise toetamiseks. Uuringut käsitlevas teadusartiklis tuuakse välja SCeTGo seotud tegevused, projekti õppetunnid ning ettepanekud tehnoloogia, mobiilsuse ja kulude kokkuhoiu osas, et muuta lahendus edaspidi kõikjal kättesaadavaks. (Davidsson, Johansson & Lindwall, 2012, 218)

Euroopa Liidu projekti SCeTGo eesmärgiks on integreerida liitreaalsuse tehnoloogia formaalsesse ja mitteformaalsesse haridusse, et toetada elukestvat õpet ning pakkuda õppijatele interaktiivset võimalust tutvuda teadusega uurival ja avastaval viisil, mis lähtub nende individuaalsetest võimetest (Science Center To Go, 2015).

SCeTGo käigus loodi portatiivseid mininäitusi, milles kasutati liitreaalsust, et visualiseerida füüsilisi ja looduslikke fenomene. Ühes kaasuses paluti õppijatel koguda mobiilsete seadmete ja spetsiaalse rakenduse abil geomeetrilisi andmeid, mille põhjal tuli neil konstrueerida ehitise 3D mudel ja esitada see liitreaalsust kasutades. **Uurimus näitas, et õues toimunud tegevus toetas koostööd, arutelu ja refleksiooni ülesandega seotud matemaatiliste probleemide üle.** Õppijad leidsid, et tegemist on hea moodusega matemaatika kogemiseks. SCeTGo testimisel ajal oli õpetajate ja õpilaste huvi projekti vastu kõrge ja liitreaalsuse kasutamisel vead peaaegu puudusid. Testimine toimus kohalikes üldhariduskoolides ning selles osales 19 õpetajat ja 73 õpilast. Testperioodi lõpus toimunud küsitluse ja intervjuude tulemused näitasid, et õppijate arvates oli tegemist põneva tehnoloogiaga, mida oli lihtne kasutada ja mis erines tavapärastest tundidest. Negatiivseks peeti, et mõne miniatuuri aluseks olevat teooriat oli keeruline mõista. Ka õpetajate tagasiside oli enamasti positiivne, peamised murekohad olid seotud toote kättesaadavuse ja hinnaga. Eraldi toodi välja kaks aspekti: üks õpetaja soovis, et tehnoloogia töötaks 100%-liselt igal korral ning teise arvates võib nähtuse visualiseerimine tekitada õpilaste teaduslikus mõtlemises väärarusaamu.

Oluline on, et õpetajal on selge arusaam teemast ja ta selgitab õppijatele, et tegemist on andmete põhjal konstrueeritud mudeliga, mis ei ole tegelikkuse täpne koopia. Liitreaalsuse õppetöös rakendamiseks peab tegemist olema lihtsa tehnoloogiaga, millega saab hakkama ka keskmiste oskustega õpetaja. Kokkuvõttes näitas testperiood, et taoline tehnoloogia võimaldab luua õppijates seoseid abstraktse informatsiooni ja selle kogumise käigus toimuva füüsilise tegevuse vahel, reflekteerida andmete variatsioonide ja mõju üle protsessile ning luua visualiseerimise käigus personaalne side kogutud andmetega. (Davidsson et.al., 2012, 218-220)

2014. aasta 20. septembri seisuga pakutakse SCeTGo poolt järgmisi lahendusi.

- **Mini-wing:** väike kast, mis sisaldab 5,5 cm \* 3 cm \* 1,5 cm suurust lennuki tiiba. Tiib tuleb asetada kasti küljel olevasse avasse. Kasutajal on võimalik tiiba pöörata, et katsetada erinevaid nurki. Kast ja tiib on varustatud ARToolkit'is loodud markeriga ja arvutis kasutatav tarkvara on arendatud MORGAN AR/VR Framework poolt. Veebikaamera tuleb suunata mudelile, et video vahendusel esitada objekt arvutis. Muutes reaalse objekti



tiiva asetust muutub virtuaalselt tiiva ümber oleva õhu liikumissuund ja kiirus. Lahendus sobib esmaseks tutvumiseks Šveitsi matemaatiku Bernoulli hüdrodünaamika teooriaga.

- **Mini-firetruck:** komplekt koosneb markeritega varustatud miniatuursest tuletõrjeautost ja vaatlejamudelid. Veebikaamera vahendusel luuakse markerite ja tarkvara abil visuaalne (tuletõrjeautost signaalist väljuvad helilained) ja auditiivne (heli, mida kuuleb vaatleja) liitreaalsus. Võimalik on muuta nii tuletõrjeauto signaali kui vaatleja poolt kuuldavat heli, et uurida Doppleri efekti.
- **Mini-double slit (quantum mechanics):** komplekt on saanud nime Inglise teadlase, valguslaineteooria rajaja Thomas Youngi järgi ning koosneb markeritega varustatud väikesest kuubikust ja plaatidest ning sisselõigetega alusest. Interaktiivse mudeli abil saab simuleerida tavaliste osakeste (mitte elektronide) käitumist, kui valguslaine läbib avause.
- **Mini-cooler & heater (kinetic theory of gases):** komplekt on mõeldud molekulide käitumise, eriti Boltzmanni konstandi uurimiseks. Molekulide liikumine kolmel erineval temperatuuril esitatakse virtuaalsel. Sarnaselt eelnevate komplektidega on füüsilised objektid (minikülmik, kütteseade, minikraadiklaas) varustatud markeritega, kasutusel on veebikaamera ja eelpoolnimetatud tarkvara. Lisaks ühendatakse juhtmetega minikülmik, kütteseade ja arvuti.
- **Mini-double cone (classical mechanics).** Seitsmest detailist koosnev komplekt on mõeldud 17. sajandi Inglise matemaatiku ja maamõõtja Willam Leybourne mõistatuse (ülesmäge liikuv rull) uurimiseks. Liitreaalsuse marker on kinnitatud kaldteele ja selle vahendusel kuvatakse arvutis informatsioon koonusele mõjuvast jõust. (Science Center To Go, 2015)

SCeTGo minikomplekte arendatakse edasi puutetundlike ekraanidega (tahvelarvutid, nutitelefonid, interaktiivsed tahvlid) kasutamiseks ning komplektid plaanitakse kasutusele võtta Rootsi koolides (Davidsson et al., 2012, 220).

### 3.3.2 A Macquarie ICT Innovations Centre Project

MacICT viis 2012. aastal läbi liitreaalsuse projekti „Skulptuurid ja näitus: õpilased kui e-disainerid“, et uurida selle võimalikku väärtust haridusele. Projekti fookuses olid õppijad, nende väärtused ja huvid, õpikogemused ning hinnang liitreaalsuse võimalustele.

Õpilastel tuli valida markeriks välja skulptuur ning seejärel disainida markeri käivitumisel kuvatav kiht Aurasma rakenduse abil.

Õpilased, kes osalesid projektis, leidsid, et liitreaalsuse abil õppides on võimalik: muuta õppimine individuaalseks ja personaalseks; saada õpikogemusi, mida reaalsuses pole võimalik või mis pole kergesti kättesaadavad; pakkuda väljakutseid tekitavaid või autentseid disainil põhinevaid õpiülesandeid.

Projekti käigus said osalenud õpilased kahe päeva jooksul Aurasma meeskonna poolt väljaõppe, neile loodi rakenduses kontod, võimaldati vaba sissepääs skulptuuride parki ning

nad varustati videokaamerate ja filmi loomiseks vajaliku sinise taustaga, et jäädvustada vajalikud pildid, videod. Järgmised kaks päeva kulus õpilastel koolis oma projektide lõpetamiseks. Projekti jooksul loodi videoid, animatsioone, helifaile, linke, küsitlusi, kommentaare ja interaktiivseid menüüsid kasutades programme iMovie, Photoshop, Adobe After Effects, Adobe Premier Elements, Keynote, Survey Monkey and GarageBand. (Howe & McCredie, 2012)

Aurasma juhendiga saab tutvuda magistritöö autori ajaveebis aadressil <https://haridustehnoloogkirjutab.wordpress.com> ja e-Õppe uudiskirjas.

### 3.3.3 LearnAR

learnAR materjal on loodud Specialist Schools and Academies Trust poolt, et esitleda liitreaalsuse potentsiaali õppevahendina.

Keskkonna ja markerite kasutamine on tasuta, vajalikud juhised ja markerid leiab veebilehelt [www.learnar.org](http://www.learnar.org) (joonis 15). Youtube keskkonnas tutvustab tooteid James Allibani video „LearnAR - eLearning with Augmented Reality“.

learnAR

SSAT

realsmart

AR intro: Demo

PE: Arms

Chemistry

Biology: Organs

Biology: The heart

Physics: Radioactivity


French

Spanish

English

Maths: 3D objects

RE: 5 Ks of Sikhism



Biology: View demo

**Introducing learnAR, a learning tool that brings investigative, interactive and independent learning to life!**

Augmented reality (AR) combines the real world with virtual content using a simple camera such as a digital, video or web camera. This resource was developed by SSAT in conjunction with Smartassess.

All 10 of the learnAR augmented reality resources are available at no charge. All you need is to print the markers from the resource pack pdf (below), plug in your webcam and get started. You can see the resources in action at [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

This demonstration of Augmented Reality shows the major organs of the body.

**What you'll need to see learnAR:**

- Flash player 10
- Correct printed markers - [Download marker PDF here \(4mb\)](#)
- A good quality webcam
- A reasonably fast machine ( 2.4 Ghz, DuoCore, 4GB RAM )

For any queries please contact Glyn Barritt at SSAT - [glyn.barritt@ssatuk.co.uk](mailto:glyn.barritt@ssatuk.co.uk)

Joonis 15. Hetktõmmis learnAR veebilehest

Keskkonna edukaks kasutamiseks on vaja: programmi Flash player 10, kvaliteetseid paberandjal (soovitavalt mattpaber) markereid, hea kvaliteediga veebikaamerat (nt. resolutsiooniga 1280x960, 25 kaadrit sekundis) ning kiiret arvutit (2.4 Ghz, DuoCore, 4GB RAM ).

Liitreaalsuse kuvamiseks on tuleb kasutada kas ühte või mitut markerit. Välja on töötatud 10 erinevat ressursi:

- **Käe luustik ja musklid** (*The bones and muscles of the arm*). Liitreaalsuse kuvamiseks on vaja kahte markerit (punane ja kollane). Markereid võib hoida kaamera ees või asetada punane marker teibiga vasaku käe ülaossa ning kollane marker vasaku käe alumisele osale;
- **Keemia: metallide reaktsioonivõime** (*Chemistry: Reactivity series of metals*). Liitreaalsuse kuvamiseks on vaja kõiki 10 markerit, millest pooled on metallid (hõbe, magneesium, tsink, raud, plii ja vask) ja pooled reaktsiooni tulemust näitavad;
- **Bioloogia: kehaorganid** (*Biology: Organs of the body*). Ülakeha organite kuvamiseks on vaja punast markerit, mida hoida keha ees suunaga arvuti ja veebikaamera poole;
- **Bioloogia: süda** (*Biology: The Heart*). Südame ja selle osade kuvamiseks keskkonna vahendusel on vaja punast markerit;
- **Füüsika: radioaktiivsus** (*Physics: Radioactivity*). Liitreaalsuse saab siin luua 7 markeri abil, millest korraga kasutatakse kolme. Igal markeril on erinev funktsioon: sinine – Geigeri loendur, punane – paberileht, kollane – alumiiniumfooliumileht, roosa – pliileht, roheline – alfakiirguse allikas, lilla – beetakiirguse allikas, oranž – gammakiirguse allikas. Õppija saab uurida erinevate lehtede radioaktiivsuse näitajaid;
- **Prantsuskeelsed rõivanimetused** (*Items of clothing in French*). Tegemist on interaktiivse testiga, milles õppijale kuvatakse 10 meherõivaeset visuaalselt ja valikvastustest tuleb valida õige. Kasutusel on 5 markerit, millest sinine näitab eset ja vastuse variante, lilla-vastus A, kollane – vastus B, roheline – vastus C ja punane – vastus D;
- **Hispaania keelsed rõivanimetused** (*Items of clothing in Spanish*). Eelmisega sarnane interaktiivne test;
- **Inglise keel: nimi-, tegu- ja omadussõnad** (*English: nouns, verbs and adjectives*). Test sarnaned prantsuse ja hispaania keele rõivanimetuste testile. Korraga kuvatakse 20 sõna 600-st. Kasutada tuleb siin 4 markerit, millest sinine on sõna, punane – vastus nimisõna, kollane – vastus tegusõna ja roheline – vastus omadussõna;
- **Usuõpetus: 5K sikhismis** (*Religious education: The 5 Ks of Sikhism*). Liitreaalsuse kuvamiseks on vaja 6 markerit, millest sinine visualiseerib tunnuse, roheline – mõök, lilla – juuksed, kollane - väike juustes kantav puidust kamm, punane – käevõru, roosa – lühikesed püksid;
- **Matemaatika: 3D kujundid** (*Maths: 3D shapes*). See ressurss kasutab 5 markerit: sinine 3D kujund, lilla – vastus A, kollane – vastus B, roheline – vastus C ja punane – vastus D. Õppija saab testida oma oskusi kolmemõõtmelise kujundi pindala ja ruumala mõõtmisel. (Specialist Schools and Academies Trust, 2010)

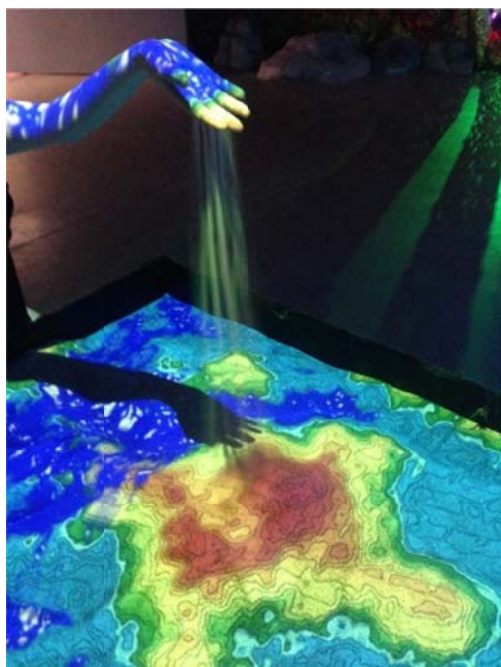
Seega leiab LearnAR pakutavate liitreaalsust võimaldavate ressursside hulgast nii reaali- kui humanitaaraine õpetaja tunni jaoks sobiva lahenduse.

### 3.3.4 Mimicry, SandyStation ja Augmented Sandbox

Hollandi firma Monobanda projekt Mimicry<sup>4</sup>, Tšehhi teadlaste poolt loodud SandyStation<sup>5</sup> ning UC Davis' W.M. KeckCAVES'i jt poolt arendatud Augmented Sandbox<sup>6</sup> baseeruvad sarnasel ideel: kasutaja modelleerib reaalkeskkonnas kastis olevat liiva ning tehnoloogia konstrueerib tulemusest reaallajalise liitreaalsuse (joonis 16). Toode sobib geoloogia õppesse, aidates mõista erinevate pinnavormide teket mänguliselt.

Mimicry puhul toimub tegevus kahes keskkonnas korraga: liivakastis ja ekraanil. Reaalses maailmas ehitab kasutaja liivast pinnavorme, mida tehniline lahendus visualiseerib erinevate värvidega. Virtuaalses maailmas saavad neli mängijat tegutseda punkte kogumata loominguliselt, luues oma mängu ja reeglid. (Monobanda, 2012, 21. jaanuar)

Sandy Stationi ehisid Peter Altman ja Robert Eckstein Xbox ja Kinect sensori, videoprojektori, oma loodud arvutiprogrammi ning liivakasti abil. Liivast umbes 0,6 meetri kõrgusel asetsev Kinect monitoorib liiva kõrgust ja sügavust ning edastab informatsiooni tarkvara vahendusel projektorisse, mis kuvab konkreetsete värvidega, reaallajas topograafilise kujutise liivale. (Fincher, 2011, 1. detsember)



**Joonis 16. Maastiku kujundamine. AHHA ja Lennusadama koostöös valminud näituse eksponaat. Foto autor Indrek Tobre**

<sup>4</sup> <http://www.monobanda-play.com/projects/2015/1/21/mimicry>

<sup>5</sup> <http://en.sandystation.cz/>

<sup>6</sup> <http://3dh2o.org/about/>

Oliver Kreylosi (2015) sõnul koosneb Augmented Sandbox Microsoft Kinect 3D kaamerast, simulatsiooni ja visualiseerimise tarkvarast, videoprojektorist ja liivakastist. Sarnaselt kahele eelnevale kuvatakse ka siin topograafilised mudelid modelleeritud liivale. Loodud süsteem sobib geograafia, geoloogia ja hüdroloogia kontseptsioonide õpetamiseks.

### **3.3.5 LARGE projekt ja veebikeskkonna tarkvara**

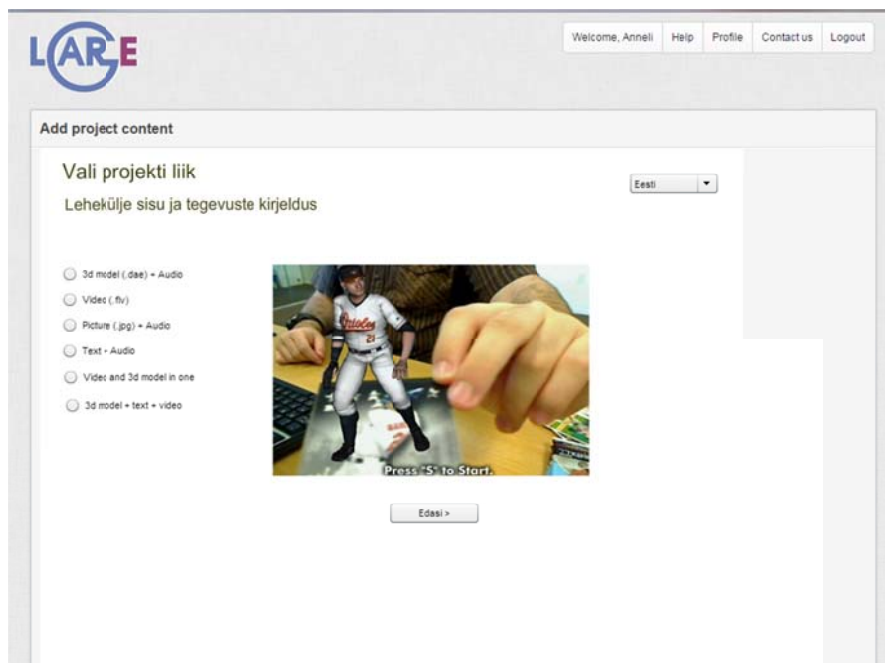
Euroopa Liidu rahastamisel aastatel 2011-2013 läbi viidud projekti käigus valmis markeripõhine veebikeskkonna tarkvara (<http://platform.largeproject.eu>) haridus- ja õppeotstarbeliste liitreaalsuse rakenduste koostamiseks ja kasutamiseks. Projekti 6 osapoolt olid: Magic Solutions Ltd ja Institute for Training of Personnel in International Organisations Bulgaariast, Empolese Valdelsa development Agency Itaaliast, Vilnius Gediminas Technical University Leedust, The School Inspectorate of Bucharest Rumeeniast ning Tallinna Tehnikaülikool Eestist. Sihtrühmadeks olid erinevate tasandite ja valdkondade haridusasutused, alates põhikoolist kuni ülikooli ja täiskasvanute koolituse pakkujateni. (LARGE, 2013).

Lähtudes asjaolust, et tegemist on esimese eestikeelse keskkonnaga, mis võimaldab luua liitreaalsuse rakendusi, kohtus magistritöö autor E. Witt'iga, et uurida LARGE projekti raames teostatud tegevuste ja tulemuste rakendamise kohta. Witt'i sõnul on tegemist „uskumatult lihtsa platvormiga“ ja seetõttu näitas selle kasutamine selgelt, milliseid tehnilisi raskusi tekib hea liitreaalsuse rakenduse loomise käigus.

Kuigi teadlase sõnul on liitreaalsuse loomine kallis ja aeganõudev („Big problem seems to be that /.../ people can think out nice ideas how to use it in education but /.../ creating content, virtual content is incredibly time-consuming, incredibly expensive“), rõhutab ta LARGE keskkonna võimaliku potentsiaali - keskkonnas on lihtne õppida oma esimest liitreaalsuse rakendust looma. Positiivsest küljest tõstis LARGE projekt osapoolte teadlikkuse taset. Jätkutegevusi pärast projekti lõppu Eestis toimunud ei ole, kuid keskkond ja loodud juhendmaterjal on kõigile vabalt kättesaadav. (Witt, 27. august 2014)

Järgnevalt ülevaade LARGE tarkvara võimalustest. Tarkvara abil loodavad rakendused võivad sisaldada 3D ruumilist objekti, video- ja helisalvestist, fotot, ruumilist teksti. Liitreaalsuse kasutamiseks on vaja: arvutit, veebikaamerat, internetiühendust ja markerit. Täisjuurdepääsu saamiseks tuleb keskkonda kasutajaks registreeruda. Uue liitreaalsuse projekti loomiseks tuleb klõpsata nupul „New project“, valida kategooria, sihtrühm, kirjutada

nimetus ja otsustada kas tegemist on privaatse/avaliku, salasõnaga kaitstud aktiivse/mitteaktiivse projektiga. Seejärel tuleb valida projekti liik (vt joonis 17), luua marker (standardne LARGE projekti musterkood, markeri oma failist või genereerida musterkood), lisada liitreaalsuse sisu ning koostada liitreaalsuse rakenduse stsenaarium.



**Joonis 17. Hetktõmmis projekti liigi valikust LARGE veebipõhises keskkonnas.**

Projekti saab lisada sisuks ainult ruumilist objekti koos heliga (.dae fail ja 3D objekti pinnakatted, mis on .jpg või .png ning heli mp3 vormingus), teksti ja heli (tekst tuleb sisestada vastavasse lahtrisse), video (ainult .flv vormingus kuni 20 MB), pildi ja heli (.jpg või .png vormingus pilt kuni 2,5 MB ning heli mp3), ruumilise teksti ja heli, kombinatsioon ruumilisest objektist ja videost või kombinatsioon ruumilisest objektist, videost, ruumilisest tekstist. Ruumiliste objektide puhul tuleb jälgida, et kõik objekti failid asuksid ühes ja samas kataloogis. Kui kõik komponendid on üles laaditud, siis tuleb aktiveerida veebikaamera, alustada sisu töötlemisega ning lõpuks koostada liitreaalsuse rakenduse stsenaarium markerit kaamera ees hoides.

Valmisrakendused salvestuvad projektide kausta ja neid on hiljem võimalik muuta või kustutada. Liitreaalsuse rakendusi või projekte saab vaadata veebikeskkonnas. Otsingu teostamiseks sisestada projekti ID, projekti nimi, autor või kategooria. Sobiva rakenduse juurest printida marker ning käivitada/lubada liitreaalsuse vaatamiseks kaamera.

LARGE keskkonna lihtsus ja samm-sammuline ülesehitus, tasuta kasutusõigus ning eestikeelsed juhised võiksid huvi pakkuda haridusasutustele, et anda õppetöö käigus õppijatele esmane teadmine ja kogemus, mis on liitreaalsus ja millistest komponentidest liitreaalsuse rakendus koosneb.

Kokkuvõtteks. Antud alampeatükis kirjeldatud viiest näidest neli kasutavad liitreaalsuse kuvamiseks markerit, neist kaks on mobiilse seadmega kasutatavad ja kaks arvutiga. Kui SCeTGo käigus loodi portatiivseid mininäitusi, millega esitleti õppijatele füüsilisi ja looduslikke fenomene, siis Aurasma ja LARGE keskkonnas saab õppija tutvuda liitreaalsuse olemusega ja info kuvamise kihilisusega ning luua ise liitreaalsuse objekti ja seda ka kuvada. learnAR kümme õpperessurssi anatoomia, bioloogia, füüsika, keeleõppe, usuõpetuse ja matemaatika valdkonnas lisavad liitreaalsuse vahendusel interaktiivsust ainetundi ning võimaldavad näidata ka olukordi, mida reaalses olukorras oleks keeruline õppijal uurida. Mimicry, SandyStation ja Augmented Sandbox asetavad õppijad aga looja staatusesse, et värvilise, dünaamiliselt muutuva ja kätega modelleeritava keskkonna kaudu aidata neil mõista Maa pinnavormide kujunemist.

Kõigi viie näite puhul on võimalik rakendada situatiivset, avastuslikku ja uurivat õpet. Mahukat ettevalmistust ei eelda õppetunnis learnAR markerite kasutamise, vajalike tehniliste vahendite abil see lihtsalt rakendatav ka ühe ainetunni raames. Aurasma ja LARGE keskkonna, SCeTGo mininäituste ning Mimicry, SandyStation ja Augmented Sandbox kasutamiseks tuleb eelnevalt ka haridustehnoloogide ja õpetajaid koolitada. SCeTGo mininäitused ning Mimicry, SandyStation ja Augmented Sandbox eeldavad aga õppeasutustelt investeeringuid.

## 4. TÖÖS KASUTATUD METOODIKA

Magistritöö uuringuga seotud küsimustele vastamiseks informatsiooni kogumine ja süntees on olnud autori jaoks avastusliku iseloomuga ja seetõttu kasutatakse uuringus kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid uurimismeetodeid. Kvantitatiivset informatsiooni on kogutud liitreaalsuse rakenduste metaanalüüsiga ja ankeetküsitlusega. Kvalitatiivne andmestik saadi ekspertintervjuu, läbiviidud töötubade ja ankeetküsitluse avatud küsimuste kaudu. Avastusliku uurimuse tulemusi ei saa üldistada üldkogumile, kuna uuritud üksuste hulk on väike.

### 4.1 Uuringu eesmärk, ülesehitus, instrumendid ja analüüs

Töö uurimuslikus osas seab autor eesmärgiks analüüsida liitreaalsusest huvitatud haridustehnoloogide ja õpetajate hinnanguid liitreaalsuse rakendamisele õppetöös läbi järgmiste väidete:

- liitreaalsuse kasutusvõimalused (metoodika, programmid, vahendid) ei ole sihtgrupi esindajatele tuttavad;
- kui sihtgrupi esindajatele liitreaalsuse võimalusi tutvustada, siis on nad liitreaalsuse kasutamisest õppetöös huvitatud.

Uuring teostati kahes etapis: esmalt kaardistati liitreaalsuse rakendused vastavalt loodud kriteeriumitele ja seejärel viidi läbi uuringud (töötoad ja ankeet-küsitlus) sihtgrupi esindajatega.

Tervikliku ülevaate andmiseks rakendati andmete kogumisel kvalitatiivse meetodina töötubade kirjeldust ja neis osalenute tagasisidet ning avatud intervjuud. Kvantitatiivse meetodina kasutati hetkeolukorra kaardistamisel liitreaalsuse rakenduste metaanalüüsi ning ankeet-küsitlust. Andmeid koguti kahes etapis ajavahemikul 2014 juuni – 2015 märts.

Avastusliku uurimuse käigus informatsiooni kogumine ja süntees on olnud autori jaoks pikaajaline, mitme-etapiline ja spiraalne protsess. Teostatud uuringu usaldusväärsuse tõstmiseks kasutati meetoditriangulatsiooni, mis ühtlasi võimaldab hinnata ka uuringu valiidsust (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara, 2010, 215). Mitmemetodilise lähenemise käigus seati eesmärgiks koostada võimalikult mitmetahuline kirjeldus liitreaalsuse rakendamise hetkeseisust ja võimalikest arengutest Eestis ning esitada soovitusel, mida liitreaalsuse rakendamisel õppetöös silmas pidada.



Töö valiidsust tõstab uurija täpne kirjeldus uurimisprotsessist, liitreaalsuse rakenduste kaardistuse uuendamisel arvesse võetud turvalisuse ja privaatsusega seotud teoreetilised aspektid, ankeet-küsitluse koostamisel näidisenä kasutatud Radu heuristiline küsimustik ning tulemuste võrdlus alampeatükis 3.2 esitatud teoreetiliste seisukohtadega.

Kuna autor viis enne ankeet-küsitlust läbi töötoad, siis ei ole uuringu tulemused üks-ühele korratavad. Esiteks mõjutati uurija poolt osalejaid ning teiseks on muutunud hetkeolukord, sest magistritöö autor on tegutsenud kogu uurimisperioodi aktiivselt, et jagada informatsiooni liitreaalsuse ja selle kasutamise võimaluste kohta ning tõsta liitreaalsusest huvitatute teadmisi valdkonnast.

#### **4.1.1 Etapp I: liitreaalsuse rakenduste kaardistus Internetis ja tulemuste analüüs**

Esimeses etapis oli magistritöö autori peamiseks eesmärgiks pakutavatest liitreaalsuse rakendustest ülevaate saamine. Selle tulemused on kajastatud alampeatükis 5.1 ning analüüsitakse koos muude kogutud andmetega peatükis 6.

Rakenduste kaardistamiseks otsiti esmalt veebilehitseja Google Chrome vahendusel märksõnaga „*augmented reality app*“. 18.07.2014 seisuga kuvati Internetis 16 700 000 tulemust. Otsingu kitsendamiseks piirati kuvatavaid tulemusi kriteeriumiga „viimati värskendatud - viimase aasta jooksul“ ning teostati otsing Google Play's ja AppStore'is.

Töötubasid ettevalmistades võeti arvesse ka liitreaalsuse rakendused (Aurasma, Onvert ja Layar), mille kohta olid haridusportaalil „Koolielu“ olemas juhendid. Liitreaalsuse rakenduste esmakaardistamine toimus 2014 juulikuus, et ettevalmistada liitreaalsuse töötubasid. Otsingu tulemusel leitud rakendused liigitati õpiotstarbelisteks ja meelelahutuslikul või muul otstarbel liitreaalsust sisaldavateks. Töötubades tutvustati ka rakendusi, mille juhendid olid kättesaadavad haridusportaalil „Koolielu“. Eelmisel aastal kogutud informatsioon uuendati seisuga 15.03.2015, mil e-poes Google Play kuvati märksõnaga „*augmented reality*“ 250 Androidi rakendust ning AppStore – 490 iPad'ile ja iPhone'le 500.

Rakenduste loetelu uuendamisel lähtus magistritöö autor järgmistest kriteeriumitest:

- rakenduse tutvustuse juures on otsene viide haridusele;
- rakendus on tasuta;
- rakenduse kirjeldus sisaldab tegevusi või teemasid, mida saab tasuta kasutada Eesti üldhariduskooli õppetegevuses (nt ajalugu, keemia, anatoomia, geomeetria);
- eapiirang võimaldab rakenduse kasutamist üldhariduskoolis.

Tabel 7 paiknevad kriteeriumite alusel valitud 18 liitreaalsuse rakendust tähestikulises järjekorras ja tabel on jaotatud Lisas 3 kahele lehele. Rakenduste lõikes on välja toodud nimetus, lühikirjeldus, operatsioonisüsteem ja tehniline seade, rakenduse pakkuja, autori poolne soovitus õppeaine osas ning ning kasutaja vanuse erisused AppStore ja Google Play lõikes.

Võttes arvesse kirjanduse analüüsis käsitletud privaatsuse ja turvalisuse valdkonda, analüüsi, milliseid juurdepääse antud rakendus mobiilses seadmes vajab (vt Lisa 3, tabel 8).

Tabel 7 (Lisa 3) kajastati vaid rakendused, mis kuulusid *Education* jaotuse alla. Rakendused on sorteeritud tähestikulises järjekorras; välja on toodud rakenduse nimetus, lühikirjeldus, operatsioonisüsteem, pakkuja nimetus, õppeaine (autori soovitus) ja vanuse piirang. Uurija keskendus tasuta rakendustele põhjendusel, et koolide rahalised võimalused rakenduse ostmiseks ei seaks piiranguid kasutamisele.

Tabel 8 koondati nimetatud rakenduste juurdepääsu vajadused kasutaja seadmes, eesmärgiga tuua välja kaardistatud rakenduste juurdepääsuload ja soovitatav vanus ning luua võimalus kasutajate teadlikkuse tõstmiseks. Google Play's ja AppStore'is rakendusi uurides selgus, et juurdepääsu load on kuvatud Google Play's ning kasutajal on võimalik nendega eelnevalt tutvuda. AppStore'is samalaadne võimalus puudub.

#### **4.1.2 Etapp II: töötoad, ankeet-küsitlus ja avatud intervjuu eksperdiga**

Töötubade eesmärgiks oli tutvustada liitreaalsuse olemust ning tuua näiteid rakenduste ja liitreaalsuse kasutamise võimaluste kohta. Autor leidis, et respondentidel on keeruline küsimustikule vastata, kui neil puudub teadmine liitreaalsusest. Samuti andis see töötoa autorile võimaluse jälgida liitreaalsuse rakenduste kasutamist respondentide poolt ning saada vahetut tagasisidet.

II etapi eel, 2014. aasta juulis kontakteeruti USA Georgia Tehnoloogia Instituudi Ph.D kandidaadiga Iulian Radu, et saada nõusolek heuristilise küsimustiku kasutamiseks antud uurimustöös. Küsimustik oli selleks hetkeks veel lõplikult valideerimata ning Radu poolt soovitatud nelja-etapiline uuring eeldas suuremat töö- ja ajakulu, kui magistritöö võimaldab.

Konsulterides magistritöö juhendajaga otsustati nimetatud küsimustikku käsitleda näidisenä ning kohandada antud töö jaoks ankeet-küsitlus Eesti oludele vastavaks.

Ankeet-küsimustiku koostamisel lähtuti mini-projekti<sup>7</sup> käigus selgunud asjaolust, et liitreaalsuse kasutusvõimalused (metoodika, programmid, vahendid) ei ole Eesti haridustehnoloogide ja õpetajate hulgas tuntud ning õppetöös aktiivselt kasutusel, sellest johtuvalt püstitati eesmärk uurida hetkeolukorda, ootusi ja huvi liitreaalsuse rakendamiseks.

Üldkogumiks olid liitreaalsusest huvituvad haridustehnoloogid ja õpetajad. IT spetsialisti jaotus oli toodud sisse, kuna mõnedes koolides nimetatakse haridustehnolooge vastavalt. Tegemist oli kaardistava piloot-uuringuga, milles kasutati andmete kogumiseks lumepalli-meetodit, kuna konkreetset valimit ei olnud võimalik koostada. Uurija valis välja 2 esmast respondenti (14. augustil 2014 toimunud haridustehnoloogide suvekooli liitreaalsuse töötoas ning 22. augustil 2014 Eesti Informaatikaõpetajate Seltsi seminaril „Meie elu 2020-30“ osalejad). Töötubade kirjeldus on toodud alampeatükis 5.2.

Mõlemad respondendid said töötoas ülevaate liitreaalsusest ja selle rakendamise näidetest ning proovida ka erinevaid rakendusi. Valitud respondentidel paluti küsimustik edastada samadele tunnustele vastavatele inimestele. Lisaks avaldas magistritöö autor küsimustiku ka sotsiaalvõrgustikus Facebook haridustehnoloogide grupi lehel (<https://www.facebook.com/groups/329187003782141/>) ja liitreaalsuse huviliste (<https://www.facebook.com/groups/liitreaalsus/>) grupi lehel.

Vastuseid analüüsitakse I osa küsimuste juures kahe grupi (töötubades osalenud ja mitteosalenud) lõikes ja kogumina ning tulemused esitatakse risttabelitena. Küsimustiku II osa annab eelkõige informatsiooni, milliseid omadusi hindavad töötubades osalejad liitreaalsuse rakenduse juures, hinnanguid loodud kasutusjuhenditele ja soovitusi, kuidas valminud kasutusjuhendeid täiendada. Saadud tulemused on abistava loomuga magistritöö autorile, et jätkata valitud valdkonna arendamist magistritöö jooksul ja pärast ning võimalikuks sisendiks valdkonnast huvitatutele sobilike liitreaalsuse rakenduste valimisel õppetöös kasutamiseks ning kasutusjuhendite loomisel.

Andmete analüüsil kasutati MS Excel 2010.

---

<sup>7</sup> <http://www.haridustehnoloogid.ee/mikroprojekt-liitreaalsus-oppetoos/>

Ankeet-küsitlus oli avatud 13. augustist kuni 04. veebruarini 2015. Küsimustik oli eestikeelne, mis võis tingida olukorra, et vene keelt valdavad haridustehnoloogid ja õpetajad ei vastanud küsimustikule. Küsimustik on avaldatud Lisas 1.

Küsimustiku I osa oli suunatud kõigile vastajatele ja sisaldas 11 küsimust, millest 5 olid üldküsimused. Küsimustiku II osa, mis sisaldas 5 küsimust, avati neile, kes osalesid käesoleva töö autori töötubades. II osas sai ühes küsimuses esitatud väiteid hinnata Renses Likerti poolt 1932. aastal välja töötatud psühhomeetrilise, hoiakute mõõtmise meetodil, antud juhul 5-pallisel skaalal 1-5, „1“ tähistab ei oska öelda, „2“ väitega täielikku mittenõustumist ja „5“ – täielikku nõustumist. Väidete ja skaala valikul lähtuti Radu koostatud küsimustikust ning asjaolust, et Likerti skaalat peetakse kõige usaldusväärsemaks hoiakute mõõtmise vahendiks.

Uuringu läbiviimisel hoiti kinni järgmistest eetilistest aspektidest: osalejad olid informeeritud uuringu eesmärgist ning läbiviimise tingimustest, osalus oli vabatahtlik, andmete kogumisel oli tagatud konfidentsiaalsus ning anonüümsus.

Haridusvaldkonna näidete kogumise käigus otsustas töö autor kohtuda Tallinna Tehnikaülikooli dotsendiga Emily Witt, et viia läbi standardiseerimata ekspertintervjuu. Tegemist oli sundimatus õhkkonnas toimunud vestlusega, mis sisaldas avatud küsimusi ja mille eesmärgiks oli saada teavet uuritava teema kohta viisil, mis annab intervjuueeritavale enam võimalust avaldada oma teadmisi ja kogemusi, kui seda teeks näiteks ankeet-küsitlus. Intervjuu toimus 27. augustil 2014 inglise keeles ning salvestati helikandjale. Vabas vormis vestlus oli magistritöö autori jaoks toetava loomuga, et saada ülevaade hetkeseisust, milliseid tegevusi on LARGE projekti raames eelnevalt tehtud ja milliste tulemusteni jõutud, kas loodud keskkonda on edasi arendatud ning kuivõrd tegevused ja tulemused on seotud üldhariduskooliga ja seal liitreaalsuse õppetöös rakendamisega. Intervjuu tulemusi on kasutatud alampeatükis 3.3.5, milles tutvustatakse eestikeelset liitreaalsuse keskkonda. Konfidentsiaalsuse tagamiseks ei avaldata intervjuu täisteksti magistritöö lisas ja töös tuuakse välja eksperdi seisukohad, mis on seotud LARGE projekti ja liitreaalsusega.

Peatükis 6 analüüsitakse uuringu tulemusi kogumis ning esitatakse järeldused liitreaalsuse õppetöös rakendamise võimaluste ja piirangute lõikes, soovitusel ja kasutusvõimalused.

## 5. KASUTATUD INSTRUMENTIDE TULEMUSED JA ARUTELU

Käesolevas peatükis keskendub autor läbiviidud uuringute tulemustele esmalt kasutatud instrumentide (rakenduste analüüs, töötoad, ankeetküsitlus) tulemustele eraldi ja analüüsib lõpuks kõiki kasutatud instrumentide tulemusi kogumis ptk 6, võrreldes neid töö teoreetiliste seisukohtadega, esitades järeldused ning tuues soovituskes välja liitreaalsuse õppetöös rakendamise võimalused ja ettepanekud antud töö tulemuste kasutamiseks.

### 5.1 Liitreaalsuse rakenduste kaardistamine

Liitreaalsuse rakenduste esmakaardistamine toimus 2014 juulikuus, et ettevalmistada liitreaalsuse töötubasid. Otsingu tulemusel leitud rakendused liigitati õpiotstarbelisteks ja meelelahutuslikul või muul otstarbel liitreaalsust sisaldavateks. Töötubades tutvustati ka rakendusi, mille juhendid olid kättesaadavad haridusportaalil „Koolielu“. Eelmisel aastal kogutud informatsioon uuendati seisuga 15.03.2015, mil e-poes Google Play kuvati märksõnaga „*augmented reality*“ 250 Androidi rakendust ning AppStore – 490 iPad`ile ja iPhone`le 500.

Rakenduste loetelu uuendamisel lähtus magistr töö autor järgmistest kriteeriumidest:

- rakenduse tutvustuse juures on otsene viide haridusele;
- rakendus on tasuta;
- rakenduse kirjeldus sisaldab tegevusi või teemasid, mida saab tasuta kasutada Eesti üldhariduskooli õppetegevuses (nt ajalugu, keemia, anatoomia, geomeetria);
- eapiirang võimaldab rakenduse kasutamist üldhariduskoolis.

Tabel 7 paiknevad kriteeriumide alusel valitud 18 liitreaalsuse rakendust tähestikulises järjekorras ja tabel on jaotatud Lisas 3 kahele lehele. Rakenduste lõikes on välja toodud nimetus, lühikirjeldus, operatsioonisüsteem ja tehniline seade, rakenduse pakkuja, autori poolne soovitus õppeaine osas ning ning kasutaja vanuse erisused AppStore ja Google Play lõikes.

Võttes arvesse kirjanduse analüüsis käsitletud privaatsuse ja turvalisuse valdkonda, analüüsiti, milliseid juurdepääse antud rakendus mobiilses seadmes vajab (vt Lisa 3, tabel 8).

Enamus rakenduste puhul (88,89%) algab sobilik vanus 4. eluaastast või Google Play puhul märkest „Kõik“, vaid inimese anatoomiat tutvustav rakendus Anatomy 4D DAQRI ja ajaloo

teemaline rakendus Augmented Reality Freedom Stories on märgitud kõrgema vanuse piiranguga (vastavalt 17+ ja 12+). Anatomy 4D DAQRI rakenduse puhul tingib AppStore andmetel vanusepiirangu 17+ alastus ja seksuaalsusega seotud sisu, Google Play määrab sisu reitinguks aga teismelised. Augmented Reality Freedom Stories puhul on piiravaks teguriks märgitud vähene realistlik vägivald.

Lähtudes privaatsuse ja turvalisuse teemast, uuriti milliseid juurdepääsu õigusi tabelis toodud rakendused kasutaja seadmes vajavad. Tabel 8 kasutatakse mahu vähendamiseks numbreid, et viidata järgmistele piirangutele:

#### **Asukoht**

- Ligikaudne asukoht (võrgupõhine) - 1
- Täpne asukoht (GPS- ja võrgupõhine) - 2

#### **Fotod/meedia/failid**

- USB-talletusruumi sisu muutmine/kustutamine - 3
- USB-salvestusruumi sisu lugemine - 4

#### **Kaamera**

- Piltide ja videote tegemine - 5

#### **WIFI-ühenduse teave**

- WIFI-ühenduste kuvamine - 6

#### **Seadme ID ja kõneteave**

- Telefoni oleku ja identiteedi lugemine - 7

#### **Muu**

- Seadme uinumise vältimine - 8
- Võrguühenduste kuvamine - 9
- Täielik juurdepääs võrgule - 10
- Vibreerimise juhtimine - 11
- Google Play litsentsi kontroll - 12
- Võta Internetist andmeid vastu - 13
- Peibutava kleepsaate saatmine - 14
- Käitamine käivitamisel - 15

#### **Rakendusesisesed ostud - 16**

#### **Seadme ja rakenduse ajalugu**

- Käitatavate rakenduste toomine - 17

#### **SMS**

- SMS-sõnumite saatmine - 18

## **Mikrofon**

- Heli salvestamine – 19.

Informatsioon rakenduse juurdepääsu lubade kohta on saadud e-poest Google Play. Juurdepääsu lubadega ei õnnestunud autoril tutvuda keskkondades AppStore ja iTunes. Kaardistuse lõpus tuuakse välja enim levinud juurdepääsu load ning milline loetletud rakendustest vajab kõige enam ja kõige vähem kasutaja seadmes juurdepääsu, mõjutades sellega liitreaalsuse rakenduse kasutaja privaatsust ja turvalisust.

Kaardistamisel selgus, et 4 näite puhul ei õnnestu infot enne rakenduse paigaldamist teada saada, kuna AppStore/iTunes`is juurdepääsu lubasid ei kuvata. Seetõttu on tabelis toodud informatsioon, mis oli kättesaadav Google Play`s.

Kõige enam vajasisid liitreaalsuse rakendused juurdepääsu (14) võrguühenduste kuvamisele ja võrgule; piltide ja videote tegemisele (13) ning USB-talletusruumi sisu muutmisele/kustutamisele ja USB-salvestusruumi sisu lugemisele (12).

Erinevaid ligipääsu õigusi kasutaja seadmele soovivad nimetatud rakendustest kõige rohkem colAR Mix (12 luba), SkyORB (12 luba) ja Elements 4D DAQRI (11 luba).

Kogutud andmete põhjal mõjutab enim kasutaja privaatsust ja turvalisust rakendus Elements 4D DAQRI, mis loa saades võib alla laadida Internetist andmeid ja peibutava kleepsaate ning õiguse saata kasutaja seadmest SMS sõnumeid. Lisaks kogutakse andmeid kasutaja täpse asukoha, WIFI ühenduste, telefoni oleku ja identiteedi kohta.

Kõige vähem mõjutavad analüüsitud rakendustest kasutaja privaatsust ja turvalisust HistrosAR ja The Brain in 3D.

## **5.2 Liitreaalsuse töötoad**

Töö alguses püstitati väited, milles oletati, et liitreaalsuse kasutusvõimalused (metoodika, programmid, vahendid) ei ole sihtgrupi esindajatele tuttavad ja kui sihtgrupi esindajatele liitreaalsuse võimalusi tutvustada, on nad liitreaalsuse kasutamisest õppetöös huvitatud.

Väidete paikapidavuse kontrollimiseks viidi läbi kaks töötuba ning ankeet-küsimustik. Töötubade eel teostati rakenduste kaardistus, mida uuendati selle aasta märtsikuus.

Uuendamise tingis valdkonna kiire areng ning kirjanduse analüüsist selgunud täiendavad andmed turvalisuse ja privaatsuse kohta.

Esimene töötuba toimus HITSA korraldatud haridustehnoloogide suvekooli raames koostöös Ingrid Maadverega ning teine viidi läbi kolmes grupis Eesti Informaatikaõpetajate Seltsi (edaspidi EIÕPS) seminaril. Mõlema töötoa esitlustega saab tutvuda autori ajaveebis aadressil <https://haridustehnoloogkirjutab.wordpress.com>.

Haridustehnoloogide suvekoolis osales alusharidusest 2, üldharidusest 35, kutseharidusest 9 ja kõrgharidusest 15, kokku 61 inimest. Esimeses töötoas osales neist 29 inimest ja see kestis 90 minutit. Töötuba hindas väga heaks 61% osaletutest.

Lauad ja toolid paigutati ruumis nii, et istuda sai 4-5 liikmeliste gruppides. Osalejaid informeeriti töötoa alguses, et nad koha valikul veenduksid, et igal grupil on kasutada vähemalt üks mobiilne seade (nutitelefon, tahvelarvuti, sülearvuti). Töötoa alguses tutvustasid esinejad ennast ning magistratöö autor rääkis liitreaalsuse mõistest, ajaloost, liikidest. Töötoa esimese pooles toodi liitreaalsuse näiteid ning tutvustati rakendusi. Töötoa teises pooles asuti liitreaalsuse rakendusi katsetama. Rühmatööna oli osalejatel ülesandeks mõelda välja õppetöösse sobiv liitreaalsuse objekt ning proovida seda liitreaalsuse rakenduse abil teostada. Töötoa läbiviijatel olid koostatud juhendid Aurasma, Layar ja Onverti kohta. Rakenduste Aurasma ja Onvert kasutamist demonstreeriti ka kohapeal. Rühmatöödena pakuti mitmeid ideid, nt tähestik, mis rakenduse vahendusel „ellu ärkab“; interaktiivsed lood; mudelil info kihiliselt kuvamine; kirjaniku või helilooja kohta informatsiooni ja teoste esitamine.

Piiranguks osutus Interneti halb ühendus ja jõudlus, seetõttu jäi rakenduste tutvustamine lünklikuks ning osalejatel oli raskusi töötoa praktilises osas.

Töötoa suulise tagasiside põhjal võib väita, et liitreaalsus tekitas osalejates suurt huvi ja pani selle rakendamiseks õppetöös ideid otsima. Osalejad tõid välja, et liitreaalsuse objekti loomine on töömahukas ja sellele kulub palju aega. Takistustena nimetati ka keerukust ja väheseid tehnilisi oskusi.

Esimene töötuba näitas selgelt, et liitreaalsus on osalejatele pigem uus ja tundmatu teema; vaid üksikud osalejad (4) andsid märku, et on enne sellest midagi kuulnud.

Teine töötuba viidi läbi EIÕPS seminaril, kolmes grupis ja selles osales kokku 23 õpetajat. Peale enesetutvustust rääkis magistratöö autor töötoa alguses liitreaalsuse mõistest, ajaloost,



liikidest ning tõi näiteid. Töötoa teises osas oli osalejatel võimalik markeril põhinevaid rakendusi katsetada (Aurasma, Onvert, Anatomy 4D, Elements 4D, colAR Mix, SpaceCraft 3D, Landscape AR). Katsetamise käigus kasutati Pelgulinna Gümnaasiumi tahvelarvuteid ning internetiühendust.

Probleeme esines tahvelarvutist õige rakenduse leidmisel ning saalis olev valgustus (luminessentslambid) ei olnud piisav mõnede rakenduste jaoks, et kuvada markeri abil liitreaalsust (Elements 4D, Landscape AR). Elements 4D puhul tuli viia markerid päevavalguse lähedale, et liitreaalsust kuvataks.

Ka teises töötoas oli osalejaid (5), kes olid enne liitreaalsusest midagi kuulnud. Töötoa läbiviijalt küsiti liitreaalsuse objekti loomise kohta. Ühe grupi töötoa pikkus, mis oli 30 minutit, ei võimaldanud kahjuks liitreaalsuse objekti koostamist läbi teha. Osalejate anti vaid teavet, milliste rakendustega seda saab teha (Aurasma, Onvert) ja kust leiab rakenduste juhendid.

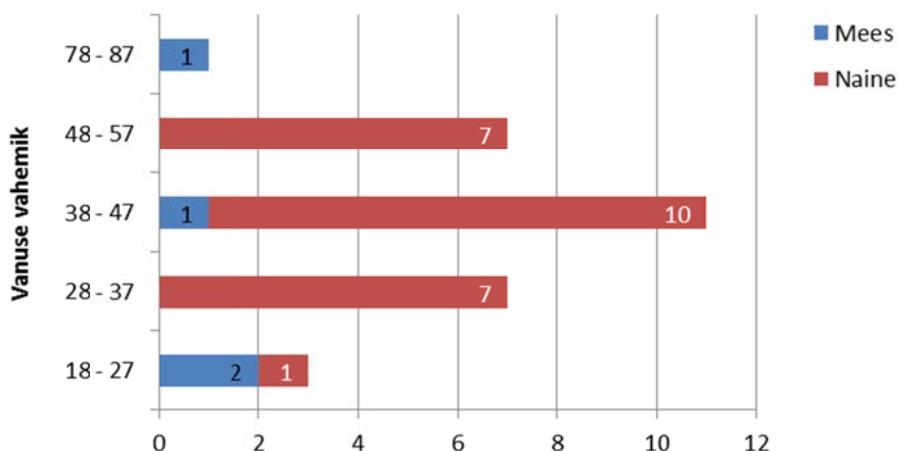
Mõlema töötoa lõpus edastati osalejatele küsimustiku link ning paluti seda jagada edasi haridustehnoloogidele ja õpetajatele, kes on liitreaalsusest huvitatud.

### **5.3 Ankeet-küsimustiku analüüsi tulemused**

Magistritöö kitsendavaks teguriks oli piloot-uuringu küsitluse vähene vastajate arv, seetõttu kehtivad tehtud järeldused vaid konkreetsele grupile ning sellele sarnanevate tunnustega haridustehnoloogide, IT spetsialistide, õpetajate puhul ja järeldusi ei saa üldistada üldkogumile. Kaardistavas piloot-uuringus kasutati andmete kogumiseks lumepalli-meetodit, mille kaks esmast respondenti olid 14.08.14 haridustehnoloogide suvekooli liitreaalsuse töötoas ning 22.08.14 EIÕPS seminari liitreaalsuse töötoas osalejad. Mõlemad respondendid said töötoas ülevaate liitreaalsusest ning proovida ka erinevaid rakendusi.

Haridustehnoloogide suvekooli liitreaalsuse töötoas osales 29 ja EIÕPS seminari liitreaalsuse kolmes töötoas 23 inimest. Kokku vastas küsitluse I osale 29 inimest, neist 11 töötoas osalenutest ja 18 mitteosalenutest ning II osale 6 töötoas osalenut. Mõlema grupi vastuseid analüüsiti kogumina küsimustiku I osas ning saadud tulemused esitatakse diagrammide ja risttabelitena.

Ankeedile vastas 4 meest ja 25 naist, vanuseliselt oli kõige enam esindatud vanusegrupp 38-47 (10 ehk 29% vastanutest, vt joonis 18):



**Joonis 18. Vastanute vanuseline ja sooline jaotus**

Küsimuses „Teie ametikoht“ oli võimalik märgistada mitu valikut. Haridustehnoloogina märkis end 15 inimest, IT spetsialistina 5, õpetajana 22 ning muu valiku all toodi välja infojuht, sekretär ja keskastmejuht. Analüüs näitas, et üsna mitmed vastanud täitsid erinevaid rolle: 29st vastajast 14 märkis kaks valikut, 1 inimene kõik neli valikut, kokku 48,28%. Neile, kes märgistasid eelmises küsimuses valiku „Õpetaja“ avanes võimalus täpsustada, milliseid õppeaineid nad annavad. Antud vastuseid oli kokku 41, neist arvutiõpet märgiti kõige enam (13 korral), järgnesid eesti keel ja kirjandus (10) ning matemaatika (8), muu all toodi ühe õpetaja poolt teemad: uurimistöö alused, multimeedia, infopädevus.

Küsimuses „Millises haridusasutuses/kooliastmes Te õpetate?“ said osalejad märgistada kõik valikud, kus nad tegevad on. Kõige enam oli üldhariduskooli erinevatel astmetel (1. -9. klass) õpetavate vastajate hulk, mis moodustas 43% kõigist vastanutest, järgnesid õpetajate koolitajad ning gümnaasiumis õpetavad, vastavalt 15% ja 13%.

Järgmisel lehel toodud tabeli pealdises tähistati TO töötubades osalenute vastused ja MO - mitteosalenute vastuste arvu (vt tabel 2). Kokkuvõtvalt on näidatud mõlema rühma vastused protsentuaalselt, et tuua välja kolm kõige olulisemat tulemust.

**Tabel 2. Küsitlusel vastanute eelnev liitreaalsuse kogemus**

<b>Vastus</b>	<b>TO</b>	<b>MO</b>	<b>Protsent kokku</b>
Ei ole enne kokku puutunud	4	3	24,14%
Koolitusel tutvustati	2	5	24,14%
Olen ise edukalt vähemalt ühte liitreaalsuse rakendust kasutanud	2	5	24,14%
Olen lugenud selle kohta, aga kasutanud ei ole	0	5	17,24%
Kasutan erinevaid liitreaalsuse rakendusi isiklikuks tarbeks	2	0	6,90%
Olen proovinud kasutada liitreaalsuse rakendust, kuid see ebaõnnestus	1	0	3,45%
Olen loonud ise vähemalt ühe liitreaalsusega seotud objekti õppetöös kasutamiseks	0	0	0,00%

Varasemat kokkupuudet liitreaalsusega ei olnud 29-st ankeedile vastanutest 7-l (neist 4 olid osalenud autori poolt läbiviidud töötubades). Ükski küsitlusele vastanutest ei olnud eelnevalt ise loonud liitreaalsusega seotud objekti õppetöös kasutamiseks.

Näiteid kasutamisest tõid välja vaid töötubades mitteosalenud (vastuste kirjaipilt muutmata):

- „Colar - pildid ellu. Positiivne oli see, et õpilased värvisid hoolega pilti. Neg see, et enamus pilte on tasulised.“
- „Proovisin Aurasmat, sain hakkama, tegin ka ise ühe... Aga oma tundideks ei ole veel leidnud sobivat.“
- „Junaio - hea, vajab internetti Onvert, Layar, Aurasma - võtab aega, vahel ei tööta Colarmix - vaimustab õpilasi Elements4d, Anatomy4d, Chemistry101, Geometry101 – lahedad“
- „colARmix - lastele väga meeldis, värvisid pilte tohtult paremini“
- „ColarMix, Aurasma“

Toodud näidetest colAR Mix, Aurasma, Onvert, DAQRI Elements 4D ja DAQRI Anatomy 4D pakuvad tasuta rakendust mobiilsetele seadmetele. Chemistry 101 ja Geometry 101 rakendused on nüüd ilma liiteta 101 ja tasulised, neid pakub firma Arloon<sup>8</sup>. Kuigi Layariga saab tasuta alustada, on liitreaalsuse loomine rakendusega tasuline. Junaio on tasuta liitreaalsust võimaldav veebilehitseja rakendus, liitreaalsust luua saab aga Metaio Creator<sup>9</sup> abil.

Järgmises küsimuses said ankeedile vastanud määratleda, mis on nende arvates hea liitreaalsuse rakendus. Tulemused on toodud töötoas osalenute ja mitteosalenute lõikes ning protsentuaalselt mõlema rühma vastused kokku.

<sup>8</sup> <http://www.arloon.com/product>

<sup>9</sup> <http://www.junaio.com/get-started/>

**Tabel 3. Hea liitreaalsuse rakenduse kriteeriumid**

<b>Vastus</b>	<b>TO</b>	<b>MO</b>	<b>Protsent</b>
on lihtne ja arusaadav	10	7	56,67%
võimaldab kasutada erinevaid meediume (pilt, heli, video, 3D objekt, URL jne)	4	13	56,67%
lubab õpilastel olla aktiivsed (liikuda ringi ruumis/alal)	11	6	56,67%
aitab kogeda erinevaid nähtusi (keerulisi, mida on raske sõnadesse panna)	8	5	43,33%
aitab kogeda erinevaid nähtusi (lihtsaid, mida saab ka muul viisil selgitada)	8	4	40,00%
on markerist sõltumatu, st kui teen midagi, siis programm suudab selle alusel liitreaalsuse tekitada	7	4	36,67%
sisaldab kasutamiseks olemasolevat, väljaprintitavat markerit	4	3	23,33%
peab olema loodud igapäevaelus vajalikuks tegevuseks	1	3	13,33%
peab olema loodud täpselt minu ainetunni jaoks	0	0	0,00%

Liitreaalsuse rakenduse puhul hindasid vastajad kõige olulisemateks kriteeriumiteks: rakenduse lihtsust ja arusaadavust, võimalust kasutada erinevaid meediume (pilt, heli, video, 3D objekt, URL jne) ning mobiilsust. Kahe rühma vastuste jagunemises oli kõige enam erisusi erinevate meediumite kasutamise võimaluste osas, milles 36% töötubades osalenutest ja 72% mitteosalenutes märkis selle hea liitreaalsuse rakenduse üheks kriteeriumiks. Kordagi ei märgitud, et liitreaalsuse rakendus peab olema loodud täpselt vastaja ainetunni jaoks (vt tabel 3).

**Võimalustena** tõid 45% (n=9) küsitlusele vastanutest välja reaalse keskkonna ja virtuaalse info sidumist; erinevate teabeallikate visualiseerimist ja keeruliste ja abstraktsete nähtuste selgitamist (ruumilised kujundid, ajaloo sündmused, loomeinimeste teosed, pinnavormid); õppijates aine vastu huvi tekitamist; õppeprotsessi põnevuse ja lõbu toomist; kasutamist erivajadustega õppijate õpetamisel. Üks vastanu oli huvitatud õppetöös hologrammi kasutamisest.

**Takistusi** nimetas 11 küsitlusele vastanutest (55%), kõige enam toodi välja tehnilisi probleeme (Interneti ühenduse ebapiisav kiirus, objektide loomise keerukus, rakenduste piiratud võimalused), kahel korral märgiti ära vajadust koolituse järele (eesti keelne koolitus, õpetajate koolitus). Lisaks nimetati veel ettevalmistuse ajamahukust, piiratud rahalisi võimalusi (seadmete puudus, head rakendused on tasulised), hoiakuid, edukate õpilugude puudumist ja liigset mängulisust.

Kolm inimest kasutas lisakommenteerimise võimalust, et näidata üles oma huvi ja/või soovi tulemusi teistega jagada („Tutvustus tekitas asja vastu huvi“, „Oma töö tulemusi teistega jagada“, „Tahaks kohe palju rohkem teada. Edu tutvustamisel!“)

Küsimustiku II osa kõigile kohustuslikele küsimustele vastas töötubades osalenutest 6 inimest. Kogutud vastused sisaldavad teavet, mil määral nõustutakse erinevate väidetega hinnatud liitreaalsuse rakenduse hindamisel, kuidas hinnatakse loodud kasutusjuhendeid ja milliseid ettepanekuid tehakse kasutusjuhendite täiendamiseks. Saadud tulemused on abistava loomuga magistr töö autorile, et jätkata valitud valdkonna arendamist magistr töö jooksul ja pärast ning võimalikuks sisendiks valdkonnast huvitatutele sobilike liitreaalsuse rakenduste valimisel õppetöös kasutamiseks ning neile kasutusjuhendite loomisel.

Vastanud oli kõik naised, neist kolm vanuses 28-37, kaks 38-47 ja üks 48-57. Ametikohtadest olid märgitud haridustehnoloog (4 korral), IT spetsialist (2), õpetaja (4), infojuht (1) ja sekretär (siin oli isiku poolt märgitud kõik neli valikut). Nelja õpetaja poolt märgiti järgmised õppeained: arvutiõpetus (3), eesti keel ja kirjandus (2), kunst (2), ühel korral valiti inimeseõpetus, loodusõpetus, matemaatika, tehnoloogia, võõrkeel, ühiskonnaõpetus ning muu (uurimistöe alused, multimeedia, infopädevus). Vastanud olid tegevad kõige enam üldhariduskoolis (4) ja õpetajate õpetajana (2), gümnaasiumis, kutsekoolis ning ülikoolis.

Küsitlusele vastanud hindasid rakendusi Aurasma (n=3) ja Onvert (n=3). Rakendusele oma hinnangu andmisel said vastajad väiteid hinnata Likerti 5-pallisel skaalal 1-5, kus „1“ tähistab ei oska öelda, „2“ väitega täielikku mittenõustumist ja „5“ – täielikku nõustumist. Üks vastaja oli valinud Aurasma ja tähistanud kõik oma väidete vastused „1“. Väidete hinnangute analüüsil on välja jäetud „ei oska öelda“ vastused, kuna need ei anna vajalikku informatsiooni rakenduse kohta.

Kahe rakenduse võrdluses selgus, et Onverti on kasutada arusaadavam ja lihtsam. Erinevaid meediume ning ruumiliselt keerukaid nähtusi võimaldab vastanute arvates kogeda Aurasma. Mõlemad rakendused hinnati sobivaks III kooliastme õpilastele (vt tabel 4).

**Tabel 4. Hinnangute keskmised rakenduste ja väidete lõikes**

<b>Vastus</b>	<b>Aurasma</b>	<b>Onvert</b>
on arusaadav ja lihtne.	3,5	4,00
võimaldab kasutada erinevaid meediume (pilt, heli, video, 3D objekt, URL jne).	4,00	3,00
laseb õppijal vabalt ringi liikuda.	4,00	3,67
aitab kogeda ruumiliselt keerukaid nähtusi (näiteks südame ülesehituse uurimine).	5,00	3,50
sobib III kooliastme õpilastele.	4,50	4,50
vajab kasutamiseks tööjuhendit.	3,50	3,33
on sobilik minu ainetunnis kasutamiseks.	3,50	4,00

Mõlemat rakendust hindas vaid 11,54% töötubades osalenutest ning seetõttu ei saa antud tulemusi üldistada, vaid need kehtivad konkreetsele grupile.

Ankeet-küsimustiku vähene vastajate arv võib olla tingitud mitmetest teguritest. Töötubades osalenutelt saadud suuline tagasiside viitas eelkõige liitreaalsuse teema uudsusele ja keerukusele ning sellele, et liitreaalsuse rakenduste hindamiseks on vastajatel vaja enam kogemust kasutamisel, kui seda töötoas osalemisega saab.

Töötubade ja ankeet-küsitluse tulemustele toetudes võib väita, et osaliselt leidis kinnitust väide: liitreaalsuse kasutusvõimalused (metoodika, programmid, vahendid) ei ole sihtgrupi esindajatele tuttavad.

Nii töötubades kui ankeet-küsitlusele vastanute hulgas leidis sihtgrupi esindajaid, kes olid liitreaalsuse rakendusi (colAR Mix, Aurasma, Onvert, Layar, DAQRI Elements 4D, DAQRI Anatomy 4D, Chemistry 101 ja Geometry 101, Junaio) kasutanud. Samas oli esimeses töötoas vaid 4 ja teises töötoas 5 inimest liitreaalsusest enne kuulnud ning ankeet-küsitlusele vastanutest lisandus 3, kes omasid eelnevat kokkupuudet liitreaalsusega. Ükski küsitlusele vastanutest polnud eelnevalt ise liitreaalsusega seotud objekti õppetöös kasutamiseks loonud.

Õppemetoodikate üle ei arutletud töötubades ega ankeet-küsimustiku vastustes. Küll aga toodi nii töötubades kui ankeet-küsitluses välja erinevaid võimalusi, kuidas liitreaalsust õppetöös kasutada (interaktiivne tähestik ja lood; info kihiti kuvamine; kirjaniku/helilooja kohta info ja loomingut esitamine; teabeallikate visualiseerimine ning keeruliste ja abstraktsete nähtuste selgitamine; reaalses keskkonnas virtuaalse teabe esitamine). Vastanud nimetasid ka võimalusena õppijates motivatsiooni tõstmist ja huvi tekitamist ning õppeprotsessi põnevuse ja lõbu toomist. Teisest küljest oli üks vastanu nimetanud takistusena just mängulisust.

Takistusteks peeti ka tehnilisi probleeme, ettevalmistuse suurt ajakulu, piiratud rahalisi võimalusi seadmete ja tasuliste rakenduste ostuks, hoiakuid ja edukate õpilugude puudumist. Töötubades tõusis samuti esile markerite vähene töökindlus ning tehnilised probleemid Interneti kiiruse ja jõudlusega. Lisaks ka liitreaalsuse keerukas olemus ning vähesed teadmised ja oskused nii liitreaalsuse objekti loomisel kui õppetöös rakendamisel ning vajadus koolituse järgi.

Teine väide - kui sihtgrupi esindajatele liitreaalsuse võimalusi tutvustada, on nad liitreaalsuse kasutamisest õppetöös huvitatud – leidis töö autori hinnangul kinnitust. Osalejad tutvusid aktiivselt liitreaalsuse rakendustega ning ka ankeet-küsitlusele vastustest peegeldus, et huvi on olemas.

## 6. UURINGU TULEMUSTE ARUTELU JA JÄRELDUSED NING KASUTUSVÕIMALUSED

Antud peatükis arutletakse uuringu erinevate etappide tulemused üle ning esitatakse järeldused liitreaalsuse rakendatavuse kohta õppetöös, tuues välja võimalused ja kitsaskohad.

Magistritöö autor seadis töö alguses eesmärgiks uurida sügavuti liitreaalsuse valdkonda ja püstitas uurimistöö fokuseerimiseks viis uurimisülesannet. Uurimisülesannete tulemused on kajastatud nii töö teoreetilises kui empiirilises osas (vt tabel 5).

**Tabel 5. Uurimisülesannete tulemused magistritöös**

Uurimisülesanne	Töös paiknemine
1. Analüüsida kirjandusallikaid ning selgitada liitreaalsuse arengut, mõistet ja tehnoloogiat	Pt 1 – 2
2. Anda ülevaade liitreaalsuse õppetöös rakendamise võimalustest ja mõjust, lähtudes teadusartiklites kajastatud juhtumi-uuringutest	Pt 3.2
3. Tuua näiteid liitreaalsuse õppetöös rakendamise kohta	Pt 3.3
4. Koostada struktureeritud ülevaade õpiotstarbelistest liitreaalsuse rakendustest mobiilsetele seadmetele	Pt 5.1 ja Lisa 3
5. Analüüsida liitreaalsusest huvitatud haridustehnoloogide ja õpetajate hinnanguid liitreaalsuse rakendamisele õppetöös läbi järgmiste väidete: <ul style="list-style-type: none"><li>• liitreaalsuse kasutusvõimalused (metoodika, programmid, vahendid) ei ole sihtgrupi esindajatele tuttavad;</li><li>• kui sihtgrupi esindajatele liitreaalsuse võimalusi tutvustada, siis on nad liitreaalsuse kasutamisest õppetöös huvitatud</li></ul>	Pt 5.2 - 5.3

Mõlemad töötoad näitasid, et liitreaalsus on pigem uus ja tundmatu teema, vaid üksikud osalejad olid sellest eelnevalt kuulnud. Ankeet-küsimutikule vastanutest ei omanud varasemat kokkupuudet liitreaalsusega 24,14% ning ükski ei olnud loonud ise liitreaalsusega seotud objekti õppetöös kasutamiseks. Liitreaalsuse kasutamise näiteid tõid välja vaid töötoas mitteosalenud, neist enamkasutatud rakendused olid colAR Mix ja Aurasma. 45% küsitlusele vastanutest kirjeldasid erinevaid võimalusi, kuidas liitreaalsust õppetöös rakendada.

Ka respondentide vastused näitasid, et liitreaalsus oli küll paljude jaoks tundmatu teema, kuid leidis näiteid, kus rakendusi oli koolis kasutatud ja kirjeldati võimalusi, kuidas liitreaalsust õppetöös võiks kasutada.



Osalejate vahetu tagasiside töötubades ning küsitluses toodud kommentaarid viitavad, et sihtgrupi esindajad on huvitatud liitreaalsuse rakendamisest õppetöös. Seega pidas paika teine hüpotees.

Rakenduste kaardistus näitas, et liitreaalsuse rakendused vajavad kasutaja seadmes juurdepääsu väga paljudele andmetele, neist enim taotleti luba võrguühenduste kuvamisele ja võrgule, piltide ja videote tegemisele ning USB-talletusruumi sisu muutmisele/kustutamisele ja USB-salvestusruumi sisu lugemisele. Küsitlusele vastanute hulgas populaarne liitreaalsuse rakendus colAR Mix vajab kasutaja seadmele kõige enam ligipääsu õigusi ning enim mõjutab kasutaja privaatsust ja turvalisust rakendus Elements 4D DAQRI. Tähelepanuväärne on, et mõlema rakenduse juures on märgitud sobivaks vanuseks 4+/eelteiselised. See tähendab, et õppetöös rakendamisel tuleb enam tähelepanu pöörata asjaolule, et nimetatud rakenduste kasutamine ei ohustaks laste privaatsust ja turvalisust. Üheks võimaluseks on kooliseadmete kasutamine liitreaalsuse kuvamiseks ning kasutajate teadlikkuse tõstmine.

Teoreetilise allikmaterjali analüüsi käigus selgus mitmeid olulisi aspekte, mida liitreaalsuse õppetöös rakendamisel tuleb arvestada.

**Esiteks selgus kirjanduse analüüsi etapis, et teaduslik eestikeelne materjal liitreaalsuse valdkonnas praktiliselt puudub.** Mitmetel ingliskeelsetes teadustekstides toodud mõistetele puudusid eestikeelsed vasted/kirjeldused, sellest johtuvalt uuris autor lisaks teiste valdkondade (nt füüsika, keemia, fotograafia, infotehnoloogia) allikaid, et mõisteid võimalikult korrektselt ja arusaadavalt töös käsitleda. Liitreaalsuse olemust uurides jõudis autor seisukohale, et tegemist on rohkem kui pool sajandit tagasi alguse saanud tehnoloogilise lahendusega, mis tänase seisuga on ikka veel arenemisjärgus ja mille eesmärgiks on kasutaja reaalmaailma rikastada virtuaalse informatsiooniga. Valdkonna arengu käigus on liitreaalsuse rakendused muutunud mobiilseteks ja jõudmas üha rohkem tavakasutajani, liitreaalsust vahendavad seadmed on väiksemad ja mugavamad. See omakorda tähendab, et liitreaalsuse rakendused on kättesaadavad ka õppijatele.

**Teiseks viitavad analüüsitud kaasused, et pedagoogilisest ja tehnilisest küljest on liitreaalsuse rakendamisel sarnasusi m-õppega,** mis omakorda võib lihtsustada m-õppega tegelenud õpetajatel liitreaalsuse õppetöös kasutamist. Uuriv ja avastuslik õppemetoodika, mida liitreaalsuse puhul kasutatakse, toetab 21. sajandi võtmeoskuste arendamist ning aitab tõsta õppija õpimotivatsiooni. Samas on tehnoloogia vähene töökindlus, kasutaja kognitiivne

ülekoormus, piiratud teadmised tehnoloogiast ja ebaühtlane mõju teadmistele liitreaalsuse rakendamisel piiravateks teguriteks.

**Kolmandaks mõjutab reaalsuse rikastamine virtuaalse informatsiooni õppija taju, suhtlusviisi, arusaama ümbritsevast, motivatsiooni, teadmisi ja oskusi.** Sellest johtuvalt on väga oluline tähelepanu pöörata, millised riskid valitud rakenduse kasutamisega kaasnevad ja kas see on sobiv vastavale vanuseastmele ning tutvuda eelnevalt rakendusele seatud soovitusliku vanusega, kasutus- ja privaatsustingimustega. Nõustudes reaalsuse muutmise, tuleb arvestada, et erinevate sensorite ja mõõturite kaudu võidakse koguda informatsiooni kasutaja käitumise kohta ning edastada kasutajale virtuaalset informatsiooni, mis võimaldab temaga manipuleerida; kõrvalistel isikutel teostada jälitustegevust ning profileeritud andmestikku avaldada kolmandatele isikutele kasu saamise eesmärgil.

**Neljandaks selgus rakenduste kaardistusest, et kõige enam mõjutavad kasutaja turvalisust ja privaatsust colAR Mix, SkyORB ja Elements 4D DAQRI, mis on märgistatud sobilikuks igale vanuseastmele.** Rakendus Elements 4D DAQRI võib ligipääsu loa saades alla laadida Internetist andmeid ja peibutava kleepsaate ning õiguse saata kasutaja seadmest SMS sõnumeid. Lisaks kogutakse andmeid kasutaja täpse asukoha, WIFI ühenduste, telefoni oleku ja identiteedi kohta. Kõige vähem mõjutavad analüüsitud rakendustest kasutaja privaatsust ja turvalisust HistrosAR ja The Brain in 3D. Lisaks tõi liitreaalsuse tasuta rakenduste kaardistus e-poes AppStore ja Google Play välja, et enamus rakenduste puhul (88,89%) on sobilikuks vanuseks märgitud vastavalt „4+“ või „Kõik“. Märkimisväärne on olukord, kus kasutajal puudub võimalus AppStore/ iTunes`is enne rakenduse paigaldamist tutvuda juurdepääsu lubadega.

**Viiendaks oli töötubades osalenud haridustehnoloogide ja õpetajate jaoks liitreaalsus uudne teema, mis kinnitab veelkord, et selle rakendamistest ja liitreaalsuse kasutamisega seonduvaid aspekte tuleb käsitleda haridustehnoloogide ja õpetajate koolituses.** Töötubade lühike kestvus võimaldas liitreaalsust lühidalt tutvustada ja anda küsimustikule vastajatele esmased teadmised valdkonnast. Valdkond tekitas osalenutes huvi ja pani arutlema liitreaalsuse kasutamise võimaluste üle õppetöös. Samas andis tagasisidet, et osalejate arvates on liitreaalsuse objekti loomine töö- ja ajamahukas, keerukas ning puudu jääb tehnilistest oskustest. Töötoas ette tulnud tehnilised raskused näitasid, et liitreaalsuse kasutamisel on oluline kiire Internet ja hea valgustus (luminessentslambi valgus oli ebapiisav Elements 4D DAQRI ja Landscape AR rakenduste jaoks). Ka kirjanduse analüüsis selgus, et

liitreaalsuse peamiseks piiranguteks õppetöös rakendamiseks on markerite töökindlus, suurenenud ajakulu ja raskused õppetöösse integreerimisel ning õpetajate vähesed tehnilised oskused ja teadmised õppetöös rakendamisest.

**Kuuendaks, on oluline märkida, et ankeetküsitlusele vastajad ootavad, et liitreaalsuse rakenduse kasutamine oleks lihtne ja arusaadav, võimaldaks kasutada erinevaid meediume (pilt, heli, video, 3D objekt, URL jne), olla mobiilne ning tõstaks õpihuvi ja õppimise tulemuslikkust.** Tulemus haakub kirjanduse analüüsis tooduga, et liitreaalsuse õppetöös rakendamiseks peab tehnoloogia olema lihtsalt käsitletav ka keskmiste oskustega õpetajale. Samuti leidis teadusartiklites ja veebiallikates mitmeid näiteid mobiilsust võimaldavatest liitreaalsuse süsteemidest ning kirjeldatud juhtumeid, kus liitreaalsust on mobiilsete seadmetega õppetöös kasutatud.

**Seitsmendaks toob autor välja eestikeelse liitreaalsuse keskkonna LARGE kasutamise lihtsuse ja võimaluse liitreaalsuse objekti loomisel 3D objekti, video- ja helisalvestist, fotot ja ruumilist teksti kasutada.** Intervjuu käigus selgus samuti, et liitreaalsuse objekti loomine on väga ajamahukas ja kulukas.

**Kaheksandaks, tõi ankeet-küsitlus välja takistustena Interneti ühenduse ebapiisava kiiruse, liitreaalsuse objektide loomise keerukuse ja rakenduste piiratud võimalused.** Lisaks nimetati veel ettevalmistuse suurt ajamahtu, rahaliste vahendite vähesust, hoiakuid, heade näidete puudumist ja ka liigset mängulisust. Kirjanduse analüüsis nimetati piiravate teguritena samuti suurt ajakulu ning õpetajate väheseid teadmisi ja oskusi liitreaalsuse rakendamisel.

**Üheksandaks saab positiivsest küljest välja tuua, et liitreaalsuse rakenduste loojad on hakanud pakkuma hariduses kasutatavaid lahendusi ning uuringutes ja artiklites on avaldatud rakendamise näiteid.** Analüüsitud teadusartiklid tõid välja, et liitreaalsuse õppetöös rakendamisel saavutavad õppijad parema õpitulemuse ja tõuseb õpimotivatsioon. Ka ankeet-küsitlusele vastanud tõid välja ühe võimalusena motivatsiooni tõstmise õppijates ning õppeprotsessi põnevuse ja rõõmu toomise. Ptk 3.1 käsitletud seisukohad näitasid, et Eesti koolides õppimine vajab muutmist, et tõsta õppijates motivatsiooni ning arendada neis 21. sajandil vajaminevaid oskusi ja teadmisi. Liitreaalsuse rakendamine toetab nende oskuste ja teadmiste arendamist igati, kuna lähtutakse situatiivsest ja konstruktivistlikust õppimisteooriast ning kasutatakse uurimuslikku, avastuslikku ja mängupõhist õpet, mis toetab

õppija aktiivsust õpiprotsessis, suunab analüüsima, tegema koostööd ja uurima põhjustagajärje seoseid. Nii töötubades kogetu, kui ankeet-küsitluse vastused näitasid, et liitreaalsus pakub avastamisrõõmu ja toob õppeprotsessi mängulisuse.

Autori hinnangul on liitreaalsus õppetöös rakendatav, kui õppeprotsess on teadlikult ülesehitatud, suunab õppijaid situatiivsele, avastuslikule ja uurivale õppele ning on läbi viidud liitreaalsuse tehnoloogia ja rakendamise metoodika alaseid teadmisi ja oskusi omava õpetaja poolt, keda vajadusel tehniliselt toetatakse. Sama oluline on ka vajalike tehniliste abivahendite ja rakenduste kättesaadavus õppeasutusele ning õpetajate ja õpilaste teadlikkuse tõstmine liitreaalsuse kasutamise seotud mõjust kasutaja privaatsusele ja turvalisusele.

Teema uudsust Eesti hariduse kontekstis näitas eestikeelse materjali vähene olemasolu ning olukord, kus liitreaalsust ei käsitleta õpetajakoolituses. Sellest johtuvalt võttis magistritöö autor teemat uurides eestvedava rolli ja tutvustas liitreaalsuse võimalusi laiemalt, kui magistritöö formaat seda võimaldab ning jätkab algatatud tegevustega ka peale magistritöö lõppu. 2014. aastal toimusid liitreaalsuse töötoad Haridustehnoloogide suvekoolis, Pelgulinna Gümnaasiumis ja rahvusvahelise projekti „Targalt Internetis“ noorte suvelaagris; autori algatusel loodi suhtluskeskkonda Facebook liitreaalsuse kogukond huviliste koondamiseks ja info jagamiseks; koostati juhendeid ja õpistsenaariume.

Tuginedes uuringu tulemustele soovitatakse Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse Innovatsioonikeskusel viia läbi liitreaalsuse tehnoloogia käsitlemise ja õppemetoodika alaseid koolitusi nii haridustehnoloogidele kui õpetajatele ning uurida täiendavalt, millised liitreaalsuse rakendused (nii tasulised kui tasuta) ja süsteemid sobivad kasutamiseks õppetöös, koostada neist põhjalik loetelu ning toetada nende soetamist.

Autor leiab, et antud tööst võib olla kasu Tallinna Ülikooli haridustehnoloogia magistriõppe õppeainetesse täienduste sisseviimiseks ja Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse Innovatsioonikeskusele täiendkoolituste sisu loomisel ning koolitusplaani koostamisel.

Samuti võib magistritöö huvi pakkuda teistele ülikoolidele ja õppeasutustele, kes haridustehnoloogia valdkonnas õpet pakuvad ning õpetajaid koolitavad. Uuringus selgunud liitreaalsuse võimalused ja kitsaskohad hariduslikuks otstarbeks kasutamisel annavad autori arvates sisendi ka liitreaalsuse rakenduste tootjatele. Privaatsuse ja turvalisusega seonduvad isiku põhiõigust riivavad aspektid aga kõigile liitreaalsuse rakenduste kasutajatele ja seadusandjatele.

Eesti liitreaalsuse rakendamise praktika loomiseks soovitatakse tulevikus uurida sihtgruppi laiemalt. Näiteks, millist väljaõpet vajavad õpetajad, et liitreaalsust koolis rakendada ja kuidas üldhariduskoolid saaksid teha liitreaalsuse rakendamisel koostööd omavahel, ülikoolidega, ettevõtetega. Teine suurem valdkond puudutab liitreaalsuse kasutamise mõju õppija teadmiste, oskuste ja psüühikale. Kolmas valdkond, mida lähemalt uurida, on liitreaalsuse rakendamise ja kasutamisega seotud turvalisuse ja privaatsuse teemad ning õppetöös rakendamise juhtumid, et koostada parimate praktikate näited ning hinnata rakendamise tulemuslikkust ja kasutajamugavust.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö teema on liitreaalsus ning eesmärgiks oli selgitada välja liitreaalsuse rakendamise võimalused ja kitsaskohad üldhariduskoolis. Töö fokuseerimiseks püstitati viis uurimisülesannet.

Teoreetilise raamistiku loomiseks viidi läbi kirjanduse analüüs liitreaalsuse ja selle rakendamise kohta õppetöös, kasutades allikatena teadusandmebaasides avaldatud publikatsioone, veebiartikleid ja avatud intervjuud. Liitreaalsuse kasutamise võimalustest ja kitsaskohtadest ning õpiotstarbelistest tasuta liitreaalsuse rakendustest mobiilsetele seadmetele koostati struktureeritud ülevaade.

Töö empiirilises osas uuriti liitreaalsusest huvitatud haridustehnoloogide ja õpetajate hinnanguid liitreaalsuse rakendamisele õppetöös. Uuringu läbiviimiseks kasutati kvantitatiivseid ja kvalitatiivseid meetodeid.

Teoreetilise osa analüüsitulemustest selgus, et liitreaalsuse kasutamine õppetöös tõstab õppijate motivatsiooni ja kaasatust; parandab õpetatavast sisust arusaamist, meeldejätmist ja õpitulemust ning muudab õpiprotsessi nauditavaks. Peamisteks kitsaskohtadeks on tehnilised probleemid, õpetajate vähesed teadmised ja oskused, raskused standardiseeritud õppeprotsessi integreerimisel. Rakenduste kaardistus näitas, et tasuta liitreaalsuse rakendused küsivad kasutaja seadmes ligipääsuluba mitmetele andmetele, mis võivad ohustada kasutaja turvalisust ja privaatsust.

Empiirilisest uuringu tulemustest selgus, et liitreaalsuse kasutusvõimalused (metoodika, programmid, vahendid) on osaliselt sihtgrupi esindajatele tuttavad ning nad on liitreaalsuse kasutamisest õppetöös huvitatud.

Antud magistritöö üheks väärtuseks on eestikeelse analüüsiva ülevaate loomine liitreaalsuse valdkonnast ja mitmete mõistete eestikeelsete vastete loomine. Uuringu tulemuste arutelus esitati üheksa aspekti, millega liitreaalsuse rakendamisel õppetöös arvestada ja kuidas antud töö tulemust kasutada ning konstruktiivsed ettepanekud edasisteks tegevusteks.

Töös kasutati 86 allikat ning selle pikkuseks koos lisadega on 92 lk.

**Võtmesõnad:** liitreaalsus, virtuaalne reaalsus, liitreaalsuse rakendused, õppemetoodika

## KASUTATUD KIRJANDUS

- Alla, R. (2013). *Rikastatud reaalsus ja GIS*. Ettekanne Eesti Geoinformaatika Seltsi aastakonverentsil „ESTGIS 2013“. Uued tehnoloogiad igapäevapraktika hüvanguks, Pärnu. Loetud 04. juuli 2014 aadressil [http://www.estgis.ee/wp-content/uploads/2013/10/estigis\\_rr\\_OK.pdf](http://www.estgis.ee/wp-content/uploads/2013/10/estigis_rr_OK.pdf)
- Applied Research Associates. (2014, 21. mai). *ARC4 Augmented Reality Technology*. [Video]. Loetud 29. märts 2015 aadressil <https://youtu.be/zqHjAHWSlsM>
- Azuma, R.T. (1997). A Survey of Augmented Reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. Loetud 01. Juuli 2014 aadressil <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149. Loetud 31. oktoober 2014 aadressil [http://www.ifets.info/journals/17\\_4/9.pdf](http://www.ifets.info/journals/17_4/9.pdf)
- BEAMING. (2010). Loetud 03. veebruar 2015 aadressil <http://www.beaming-eu.org/home>
- Billinghurst, M. (2013, 17. juuli). *2013 426 Lecture 1: Introduction to Augmented Reality*. [Esitlus]. Loetud 28. detsember 2014 aadressil <http://www.slideshare.net/marknb00/2013-426-lecture-1-introduction-to-augmented-reality>
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education – cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15. doi:10.1080/09523987.2014.889400
- Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42. Loetud 02. veebruar 2015 aadressil <http://www.jstor.org/discover/10.2307/1176008?sid=21105766967293&uid=3737920&uid=2&uid=4>
- Cai, S., Wang, X. & Chiang, F. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course. *Computers In Human Behavior*, 37, 31-40. doi:10.1016/j.chb.2014.04.018
- Carmigniani, J. & Furht, B. (2011). Augmented Reality: An Overview. B. Furht (Ed.) *Handbook of Augmented Reality*. New York: Springer Science & Business Media.
- Caudell, T. P. & Mizell, D. W. (1992). Augmented Reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *Twenty-Fifth Hawaii International Conference on Systems Science* 2, 659-669. Kauai: IEEE.
- Clarke, K., S. (2014). *Markörlös Augmented Reality för visualisering av 3D objekt i verkliga världen* (magistritöö, Linköping University). Loetud 03. jaanuar 2015 aadressil <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:750115/FULLTEXT01.pdf>
- Davidsson, M., Johansson, D. & Lindwall, K. (2012). Exploring the Use of Augmented

- Reality to Support Science Education in Secondary Schools. *IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technology in Education*, 218-220. Loetud 14. juuli 2014 aadressil <http://origin-www.computer.org.ezproxy.tlu.ee/csdl/proceedings/wmute/2012/4662/00/4662a218.pdf>
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education*. Toronto: Collier-MacMillan Canada Ltd. Loetud 11. jaanuar 2015 aadressil [http://www.icels-educators-for-learning.ca/index.php?option=com\\_content&view=article&id=53&Itemid=68](http://www.icels-educators-for-learning.ca/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=68)
- Donovan, J. (2014, 06. mai). *Epson and Metaio Get Us Back On Track For Wearable Augmented Reality*. Loetud 28. detsember 2014 aadressil <http://www.metaio.com/press/press-release/2014/metaio-releases-first-true-see-through-wearable-augmented-reality-now-in-metaio-sdk/>
- Dunleavy, M & Dede, C. (2014). Augmented Reality Teaching and Learning. M.J. Spector, D.M. Merrill, D. Elen & M.J. Bishop (Eds.). *Handbook of research on Educational Communications and Technology*, (735-745). New York: Springer
- EMT (2014, aprill). *EMT toob Tallinn Music Weeki raames Eestisse uudse virtuaalse reaalsuse tehnoloogia*. Loetud 04. juuli 2014 aadressil <https://www.emt.ee/uudised/-/uudisvoog/uudis/24405498>
- Feiner, S. (2002). Augmented Reality: A New Way of Seeing. *Scientific American*, 286(4), 48-55. doi: 10.1038/scientificamerican0402-48
- Fen, J. (2014, 16. september). *Applying Lessons From 20 Years of Hype Cycles to Your Own Innovation and Forecasting Strategies*. Loetud 08. veebruar 2015 aadressil <http://www.gartner.com/technology/research/hype-cycles/>
- Fincher, J. (2011, 1. detsember). *Turning a sandbox into an ecosystem with the Xbox Kinect*. Loetud 07. detsember 2014 aadressil <http://www.gizmag.com/turning-a-sandbox-into-an-ecosystem-with-the-xbox-kinect/20700/>
- Furht, B. (Ed.). (2008). *Encyclopedia of Multimedia*. (2nd ed.). New York: Springer.
- Haag, J. (2014, 25. juuni). *Augmented Reality Examples and Tools*. [Esitlus]. Loetud 19. jaanuar 2015 aadressil <http://www.slideshare.net/jhaag75/augmented-reality-examples-and-tools>
- Haridus- ja Teadusministeerium, Eesti Koostöö Kogu & Eesti Haridusfoorum. (2014). *Eesti elukestva õppe strateegia 2020*. Loetud 20. november 2014 aadressil <https://hm.ee/sites/default/files/strateegia2020.pdf>
- Heidmets, M. (2013, 23. august). Tont ja möku. *Õpetajate Leht*. Loetud 20. jaanuar 2015 aadressil <http://opleht.ee/>
- Hiob, K. (2011). *M-õppe tundide kujundamine riikliku õppekava raames III kooliastmes Viljandi Maagümnaasiumi näitel* (magistritöö, Tallinna Ülikool). Loetud aadressil 11. jaanuar 2015 <http://www.cs.tlu.ee/teemaderegister/>
- Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (2010). *Uuri ja kirjuta*. Tallinn: Medicina.



- Howe, C. & McCredie, N. (2012). *A Macquarie ICT Innovations Centre Project. Sculpt and Show: Students as e-Design Artists*. Loetud 04. veebruar 2015 aadressil <https://macictaugreality2012.wordpress.com/>
- Hugues, O., Fuchs, P. & Nannipieri, O. (2011). New Augmented Reality Taxonomy: Technologies and Features of Augmented Environment. B. Furht (Ed.) *Handbook of Augmented Reality*. New York: Springer Science & Business Media
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R., & Stone, S. (2010). Simple augmented reality. *The 2010 Horizon Report*, 21-24. Austin: The New Media Consortium. Loetud 16. september 2014 aadressil <http://wp.nmc.org/horizon2010/>
- Kreylos, O. (2015). *Augmented Reality Sandbox*. Loetud 07. märts 2015 aadressil <http://idav.ucdavis.edu/~okreylos/ResDev/SARndbox/>
- Kulpin, A. (2014). *Augmented and Virtual Reality in Locative Media: Towards Situated Cinema* (magistritöö, Tallinna Ülikooli Balti Filmi- ja Meediakool). Loetud 16. november 2014 aadressil [http://andreykulpin.com/files/public/BFM/Andrey\\_Kulpin\\_MA\\_Thesis\\_Edit.pdf](http://andreykulpin.com/files/public/BFM/Andrey_Kulpin_MA_Thesis_Edit.pdf)
- LARGE. (2013). *Projektist*. Loetud 01. august 2014 aadressil <http://www.largeproject.eu/et/projektist/>
- Lave, J. & Wenger, E. (2008). *Situated learning: legitimate peripheral participation* (18th ed.). Cambridge : Cambridge University Press.
- Learning-Theories.com (2014). *Constructivism*. Loetud 02. veebruar 2015 aadressil <http://www.learning-theories.com/constructivism.html>
- Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *TechTrends*, 56(2), 13-21. doi: 10.1007/s11528-012-0559-3
- Lee, W., Park, N. & Woo, W. (2011). Depth-assisted Real-time 3D Object Detection for Augmented Reality. *The 21st International Conference on Artificial Reality and Telexistence. Osaka, Japan, November 28-30, 2011*. Loetud 29. oktoober 2014 [http://www.ic-at.org/ICAT2011\\_Proceedings/pdf/126-Lee.pdf](http://www.ic-at.org/ICAT2011_Proceedings/pdf/126-Lee.pdf)
- Liiva, M. (2009). *Mobiilse tehnoloogia rakendamise õuesõppes: interaktiivsed õppematerjalid ja virtuaalne koostöökeskkond õpetajatele* (magistritöö, Tallinna Ülikool). Loetud 12. märts 2014 aadressil [http://www.cs.tlu.ee/instituut/opilaste\\_tood/magistri\\_tood/2009\\_kevad/merlin\\_liiva\\_magistritoo.pdf](http://www.cs.tlu.ee/instituut/opilaste_tood/magistri_tood/2009_kevad/merlin_liiva_magistritoo.pdf)
- Lima, J., Simões, F., Figueiredo, L., Teichrieb, V., & Kelner, J. (2010). Model based markerless 3D tracking applied to augmented reality. *Journal on 3D Interactive Systems*, 1. Loetud 14. jaanuar 2015 aadressil <http://cin.ufpe.br/~in1123/material/10038.pdf>
- Linden Lab. (2014, 21. mai). *Using the Oculus Rift with Second Life*. [ajaveebipostitus]. Loetud 21. juuli 2014 aadressil <http://community.secondlife.com/t5/Featured-News/Using-the-Oculus-Rift-with-Second-Life/ba-p/2728824>

- Linden Lab. (2014, 11. juuli). *Linden Lab Is Developing The Next-Generation Virtual World*. [ajaveebipostitus]. Loetud 21. juuli 2014 aadressil <http://www.lindenlab.com/releases/linden-lab-is-developing-the-next-generation-virtual-world>
- Mann, S. (2002, 06. august 06). *Mediated Reality with implementations for everyday life*. Loetud 28. september 2014 aadressil <http://wearcam.org/presence-connect/>
- Mann, S. (2012, 4. september). "GlassEyes": The Theory of EyeTap Digital Eye Glass, supplemental material. *IEEE Technology and Society*, 31(3), 10-14. Loetud 19. oktoober 2014 aadressil <http://www.webcitation.org/6DKyiVEP3>
- Marandi, T., Luik, P., Laanpere, M., Adojaan, K. & Uibu, K. (2003). *IKT ja Eesti koolikultuur*. Loetud 25. jaanuar 2015 aadressil [http://www.innovatsioonikeskus.ee/sites/default/files/tekstifailid/IKT\\_ja\\_Eesti%20koolikultuur\\_2003.pdf](http://www.innovatsioonikeskus.ee/sites/default/files/tekstifailid/IKT_ja_Eesti%20koolikultuur_2003.pdf)
- McGee, M. K. (1999). *Integral perception in augmented reality* (väitekiri, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University). Loetud 27. september 2014 aadressil <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-04102000-02150054/unrestricted/mcgee.PDF>
- McPherson, R., Jana, S. & Shmatikov, V. (2015). No Escape From Reality: Security and Privacy of Augmented Reality Browsers. *International World Wide Web Conference Committee (IW3C2), Florence, Italy, May 18–22, 2015*. ACM 978-1-4503-3469-3/15/05. Loetud aadressil 25. märts 2015 <http://dx.doi.org/10.1145/2736277.2741657> [http://www.cs.utexas.edu/~suman/publications/suman\\_www15\\_2.pdf](http://www.cs.utexas.edu/~suman/publications/suman_www15_2.pdf)
- MediaArtTube. (2008, 07. aprill). *Myron Krueger - Videoplace, Responsive Environment, 1972-1990s*. [Video]. Loetud 08. august 2014 aadressil <https://youtu.be/dmmxVA5xhuo>
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented reality: A class of displays on the reality–virtuality continuum. In *Proceedings of Telem manipulator and Telepresence Technologies* (pp. 282–292). Boston, MA. Loetud 01. juuli 2014 [http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram\\_Takemura\\_SPIE1994.pdf](http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram_Takemura_SPIE1994.pdf)
- Minsky, M. (1980). Telepresence. *OMNI*, June. Loetud 12. oktoober 2014 aadressil <http://web.media.mit.edu/~minsky/papers/Telepresence.html>
- Miyake, N. (2007). Computer supported collaborative learning. R. Andrews & C. Haythornthwaite (Eds.). *The SAGE Handbook of E-learning Research*, (248-267). London: SAGE Publications Ltd.
- Monobanda. (2012, 21. jaanuar). *Mimicry*. Loetud 07. märts 2015 aadressil <http://www.monobanda-play.com/projects/2015/1/21/mimicry>
- Mullen, T. (2011). *Prototyping Augmented Reality*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- Muuli, K. (2014, 5. september). Vana kool. *Õpetajate Leht*. Loetud 20. oktoober 2014 aadressil <http://opleht.ee/>

- Mägi, E. (2012, 28. detsember). Digiranits - koolilapsele kergem ja riigile raskem kanda? *Postimees*. Loetud 30. detsember 2012 aadressil <http://arvamus.postimees.ee/>
- Normand, J.-M. & Moreau, G. (2012). DoF-based Classification of Augmented Reality Applications. *IEEE ISMAR workshop "Classifying the AR presentation space"*. Atlanta GA, November 2012. Loetud 25. juuni 2014 aadressil <http://moreaug44.free.fr/blog/?cat=26>
- Oculus VR. (2013). *Products*. Loetud 21. juuli 2014 aadressil <http://www.oculusvr.com/rift/>
- Pedaste, M. & Mäeots, M. (2012). Uurimuslik õpe gümnaasiumi loodusainetes. L. Koppel (toim.). *Gümnaasiumi valdkonnaraamat loodusained* (lk 54-65). Tallinn: Riiklik Eksami- ja Kvalifikatsioonikeskus.
- Pearlman, B. (2010). Designing New Learning Enviroments to Support 21st Century Skills. J. Bellanca & R. Brandt (Eds.). *21st century skills: rethinking how students learn* (117-147). Bloomington: Solution Tree Press.
- Pew Research Center. (2014). *Digital Life in 2025*. Loetud 25. juuni 2014 aadressil <http://www.pewinternet.org/2014/03/11/digital-life-in-2025/>
- Raava, M. (2013, 1. november). Mis võiks suurendada meie lastel õpimotivatsiooni? *Ettekanne SA Innove 10. tegevusaasta konverentsil, Tallinn*. Loetud 23. november 2014 aadressil <http://www.innove.ee/>
- Radu, I. I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal And Ubiquitous Computing*, 1-11. doi:10.1007/s00779-013-0747-y
- Raskar, R., Welch, G. & Fuchs, H. (1998). Spatially Augmented Reality. *First International Workshop on Augmented Reality. San Francisco CA, November 1998*. Loetud 27. september 2014 aadressil [http://web.media.mit.edu/~raskar/UNC/Office/0~IWAR\\_SAR.pdf](http://web.media.mit.edu/~raskar/UNC/Office/0~IWAR_SAR.pdf)
- Roesner, F., Kohno, T. & Molnar, D. (2014, 4. aprill). Security and Privacy for Augmented Reality Systems. *Communications of the ACM*, 57(4), 88-96. Loetud 18. juuni 2014 aadressil <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2580723.2580730>. DOI 10.1145/2580723.2580730
- Sakk, M. (2013). *Õpilaste, lapsevanemate ning õpetajate hinnangud õpilase toimetulekule kooli kontekstis eesti ja vene õppekeelega koolide põhikooli II astmes* (dokoritöö, Tallinna Ülikool). Loetud 16. detsember 2014 aadressil [http://e-ait.tlulib.ee/326/1/sakk\\_monica.pdf](http://e-ait.tlulib.ee/326/1/sakk_monica.pdf)
- Science Center To Go. (2015). *Overview*. Loetud 20. september 2014 aadressil <http://www.sctg.eu/overview.asp>
- Septer, A. & Liikane, L. (2002). *Inglise-eesti-inglise arvutisõnaraamat*. Seletav sõnastik tavakasutajale (2. tr.). Tallinn: Estada.
- Senge, P., Cambron-McCabe, N., Lucas, T., Smith, B., Dutton, J. & Kleiner, A. (2008). *Õppiv kool. Viie distsipliini käsiraamat haridustöötajatele, lapsevanematele ja kõigile, kellele haridus korda läheb*. Tartu: AS Atlex.

- Sherman, R. W & Craig, B.A. (2002). *Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design*. San Fransisco: Elsevier Science.
- Siltanen, S. (2012). *Theory and applications of marker-based augmented reality*. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland. Loetud 29. september 2014 aadressil <http://www.vtt.fi/inf/pdf/science/2012/S3.pdf>
- Simonite, T. (2014, 23. oktoober). *How Magic Leap's Augmented Reality Works*. Loetud 28. veebruar 2015 aadressil <http://www.technologyreview.com/news/532001/how-magic-leaps-augmented-reality-works/>
- Smart, J. M., Cascio, J. & Paffendorf, J. (2007). *Metaverse Roadmap Overview*. Loetud 08. veebruar 2015 aadressil <http://www.metaverseroadmap.org>
- Smith, M.,K. (2002). *Jerome Bruner and the process of education*. Loetud 02. veebruar 2015 aadressil <http://infed.org/mobi/jerome-bruner-and-the-process-of-education/>
- Specialist Schools and Academies Trust. (2010). *The learnAR resource*. Loetud 01. märts 2015 aadressil [http://www.learnar.org/assets/pdf/LAR\\_resource\\_combined.pdf](http://www.learnar.org/assets/pdf/LAR_resource_combined.pdf)
- Spence, E. (2014, 3. august). iOS Users Seven Times More Active Than Android Users, Suggests Net Applications. *Forbes*. Loetud 17. september 2015 aadressil <http://www.forbes.com>
- Sutherland, I., E. (1963). *Sketchpad, a man-machine graphical communication system* (doktoritöö, Massachusetts Institute of Technology). Loetud 28. juuli 2014 aadressil <http://worrydream.com/refs/Sutherland-Sketchpad.pdf>
- Tagavälja, E. (2010). *Uurivat õpet toetava sotsiaalsel tarkvaral põhineva õpikeskkonna kontseptuaalne disain*. [Magistritöö]. Tallinn: Tallinna Ülikool.
- Tallbacka, O. (2013). *Tuleviku kool* (magistritöö, Eesti Kunstiakadeemia). Loetud 25. jaanuar 2015 aadressil [http://ollitallbacka.weebly.com/uploads/7/5/8/8/7588818/olli\\_tallbacka\\_tuleviku\\_kool\\_magistrit\\_tekst.pdf](http://ollitallbacka.weebly.com/uploads/7/5/8/8/7588818/olli_tallbacka_tuleviku_kool_magistrit_tekst.pdf)
- Teppan, P. (2010, 5. oktoober). *Kaasaja õpiteooriate lähtepunktid. Konstruktivism*. [E-õpiobjekt]. Loetud 03. veebruar 2014 aadressil [http://www.e-ope.ee/repositoorium/otsing?@=6irf#euni\\_repository\\_10895](http://www.e-ope.ee/repositoorium/otsing?@=6irf#euni_repository_10895)
- Thill, S. (2009, 17. märts). *March 17, 1948: William Gibson, Father of Cyberspace*. Loetud 12. oktoober 2014 aadressil [http://archive.wired.com/science/discoveries/news/2009/03/dayintech\\_0317](http://archive.wired.com/science/discoveries/news/2009/03/dayintech_0317)
- Tutunea, M. (2013). Augmented reality - state of knowledge, use and experimentation. *USV Annals Of Economics & Public Administration*, 13(2), 215-227. Loetud aadressil 30. mai 2014 <http://www.seap.usv.ro/annals/ojs/index.php/annals/article/viewFile/561/600>
- Tõugu, E. (2008, 28. oktoober). *Pahandused küberruumis*. [Esitlus]. Loetud aadressil 12. oktoober 2014 <http://www.akadeemia.ee/et/tegevus/loengud/> Akadeemia-Akadeemilised loengud

- Vinter, K. (2013, 10. september). Kristi Vinter: Veel kord haridusuuendusest. *Õpetajate Leht*. Loetud 20.01.2015 aadressil <http://opleht.ee/>
- Voksepp, E. (2011). *The Implementation of Architectural Solutions in the Virtual World of Second Life*. (magistritöö, Tallinna Ülikool). Loetud aadressil [https://docs.google.com/viewer?url=http://www.cs.tlu.ee/teemaderegister/get\\_file.php?id%3D110&chrome=true](https://docs.google.com/viewer?url=http://www.cs.tlu.ee/teemaderegister/get_file.php?id%3D110&chrome=true) 12.03.2014
- Wagner, T. (2014, 17. veebruar). Would You Hire Your Own Kids? 7 Skills Schools Should Be Teaching Them. *The Daily Riff*. Loetud 03. jaanuar 2015 aadressil <http://www.thedailyriff.com/articles/would-you-hire-your-own-kids-7-skills-schools-should-be-teaching-them-291.php>
- Wassom, B. (2014). *Augmented Reality Law, Privacy, and Ethics: Law, Society, and Emerging AR Technologies*. Waltham: Syngress.
- Youthlearn.org. (2012). *How to: Inquiry*. Loetud 11. jaanuar 2015 aadressil <http://www.youthlearn.org/learning/planning/lesson-planning/how-inquiry/how-inquiry>
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal Of Educational Technology Development & Exchange*, 4(1), 119-140. Loetud 21. juuni 2014 aadressil <http://sicet.org/journals/jetde/jetde11/11-10-steve.pdf>

## SUMMARY

### **Title: Implementation of Augmented Reality in Study Process in Basic Schools: Opportunities and Bottlenecks.**

The subject of the present Master's thesis is augmented reality (AR) and its purpose is to identify the opportunities and bottlenecks when implementing AR in the learning process in general secondary schools. The thesis focuses on five research tasks.

The analysis of literature on AR and its implementation in learning process has been conducted for the theoretical framework, using the publications in academic databases, the web articles, and an open interview. The thesis presents a structured overview of the AR opportunities and bottlenecks and free AR applications for mobile devices.

In the empirical part of the present thesis, the educational instructors and teachers' estimates about implementing AR in learning process are examined. The study has been carried out using quantitative and qualitative methods.

The findings of the analysis of the theoretical part reveal that the use of AR in learning process increases students' motivation and engagement; it improves understanding of the learning content, as well as memorizing and overall learning results. Consequently, the learning process becomes more enjoyable. The main bottlenecks are technical problems, the teachers' lack of corresponding knowledge and skills, as well as difficulties with integration to the standardized learning process. The analysis of applications has shown that free AR applications require several permissions from the user of a device that could therefore jeopardize the user's safety and privacy.

The empirical results of the study indicate that the potential use of AR capabilities (methods, programs, tools) are partly familiar to the representatives of the target group, and they are interested in using AR in learning process.

One of the values of this thesis is the analytical overview of AR in the Estonian language and coining numerous new terms in Estonian.

In the study results and discussion sections, nine aspects have been presented to be taken into account when implementing AR in learning process. Proposals for the use of the findings as well as constructive suggestions for future activities have been presented.

To compile the present thesis, 86 different sources were used; the length of this paper, including annexes, is 92 pages.

**Keywords:** Augmented reality, virtual reality, augmented reality applications, teaching methodology

**LISAD**



## LISA 1. ANKEET-KÜSIMUSTIK

### Liitreaalsuse rakendused õppetöös

Hea vastaja !

Olen Tallinna Ülikooli haridustehnoloogia eriala magistrant ja teen oma magistritöö raames uurimust liitreaalsuse kasutamisest Eesti üldhariduskoolides.

Selle küsimustiku eesmärgiks on hinnata Internetis pakutavate liitreaalsuse rakenduste sobivust õppetöös ning haridustehnoloogide/õpetajate valmisolekut liitreaalsuse kasutamiseks õppetöös.

Ankeet koosneb kolmest osast: üldosa küsimused annavad ülevaate vastajast ning keskendub kasutaja senistele kogemustele ja ootustele. Neile, kes osalesid minu koolitusel või töötoas avatakse täitmiseks kolmas osa, mis sisaldab küsimusi rakenduste kasutatavuse kohta.

Ankeedile vastamiseks kulub sõltuvalt küsimuste arvust 10-20 minutit.

Minu kontakt: Anneli Rumm, e-post rummanneli(ät)gmail.com

### Üldküsimused

#### 1 [001]Teie sugu \*

Palun valige **ainult üks** järgnevatest:

- ☐ Mees  
☐ Naine

#### 2 [002]Teie vanus \*

Palun valige **ainult üks** järgnevatest:

- ☐ 18 - 27  
☐ 28 - 37  
☐ 38 - 47  
☐ 48 - 57  
☐ 58 - 67  
☐ 68 - 77  
☐ 78 -87

#### 3 [003]Teie ametikoht \*

Palun valige **kõik** mis sobib:

- ☐ Haridustehnoloog  
☐ IT spetsialist  
☐ Õpetaja  
☐ Teised:

#### 4 [003a] Millist õppeainet Te annate? \*

Vastake sellele ainult siis, kui järgmised tingimused on täidetud:

° Vastus oli SQ004'Õpetaja' küsimusele '3 [003]' (Teie ametikoht)

Palun valige **kõik** mis sobib:

- ☐ Ajalugu
- ☐ Arvutiõpetus
- ☐ Bioloogia
- ☐ Geograafia
- ☐ Eesti keel ja kirjandus
- ☐ Füsika
- ☐ Inimeseõpetus
- ☐ Keemia
- ☐ Kehaline kasvatus
- ☐ Kunst
- ☐ Loodusõpetus
- ☐ Matemaatika
- ☐ Muusika
- ☐ Tehnoloogia (tööõpetus)
- ☐ Võõrkeel (inglise, saksa, vene vm)
- ☐ Ühiskonnaõpetus
- ☐ Teised:

#### 5 [004] Millises haridusasutuses/kooliastmes Te õpetate? \*

Palun valige **kõik** mis sobib:

- ☐ Lasteaed
- ☐ Üldhariduskooli I kooliaste
- ☐ Üldhariduskooli II kooliaste
- ☐ Üldhariduskooli III kooliaste
- ☐ Gümnaasium
- ☐ Kutsekool
- ☐ Rakenduskõrgkool
- ☐ Ülikool
- ☐ Huvikool
- ☐ Koolitusfirma
- ☐ Olen õpetajate koolitaja

**6 [005] Milline kokkupuude on Teil olnud eelnevalt liitreaalsusega (augmented reality) ? \***

Palun valige **ainult üks** järgnevatest:

- ☐ Ei ole enne kokku puutunud
- ☐ Koolitusel tutvustati
- ☐ Olen lugenud selle kohta, aga kasutanud ei ole
- ☐ Olen proovinud kasutada liitreaalsuse rakendust, kuid see ebaõnnestus
- ☐ Olen ise edukalt vähemalt ühte liitreaalsuse rakendust kasutanud
- ☐ Kasutan erinevaid liitreaalsuse rakendusi isiklikuks tarbeks
- ☐ Olen loonud ise vähemalt ühe liitreaalsusega seotud objekti õppetöös kasutamiseks

**7 [006] Tooge palun välja positiivne ja/või negatiivne kogemus liitreaalsuse rakenduse kasutamisel ning lisage kindlasti millist rakendust kasutasite ja milleks**

**Vastake sellele ainult siis, kui järgmised tingimused on täidetud:**

° Vastus oli A4'Olen proovinud kasutada liitreaalsuse rakendust, kuid see ebaõnnestus' või 'Olen ise edukalt vähemalt ühte liitreaalsuse rakendust kasutanud' või 'Kasutan erinevaid liitreaalsuse rakendusi isiklikuks tarbeks' või 'Olen loonud ise vähemalt ühe liitreaalsusega seotud objekti õppetöös kasutamiseks' küsimusele '6 [005] (Milline kokkupuude on Teil olnud eelnevalt liitreaalsusega (augmented reality) ?) ja Vastus oli A5'Olen proovinud kasutada liitreaalsuse rakendust, kuid see ebaõnnestus' või 'Olen ise edukalt vähemalt ühte liitreaalsuse rakendust kasutanud' või 'Kasutan erinevaid liitreaalsuse rakendusi isiklikuks tarbeks' või 'Olen loonud ise vähemalt ühe liitreaalsusega seotud objekti õppetöös kasutamiseks' küsimusele '6 [005] (Milline kokkupuude on Teil olnud eelnevalt liitreaalsusega (augmented reality) ?) ja Vastus oli A6'Olen proovinud kasutada liitreaalsuse rakendust, kuid see ebaõnnestus' või 'Olen ise edukalt vähemalt ühte liitreaalsuse rakendust kasutanud' või 'Kasutan erinevaid liitreaalsuse rakendusi isiklikuks tarbeks' või 'Olen loonud ise vähemalt ühe liitreaalsusega seotud objekti õppetöös kasutamiseks' küsimusele '6 [005] (Milline kokkupuude on Teil olnud eelnevalt liitreaalsusega (augmented reality) ?) ja Vastus oli A7'Olen proovinud kasutada liitreaalsuse rakendust, kuid see ebaõnnestus' või 'Olen ise edukalt vähemalt ühte liitreaalsuse rakendust kasutanud' või 'Kasutan erinevaid liitreaalsuse rakendusi isiklikuks tarbeks' või 'Olen loonud ise vähemalt ühe liitreaalsusega seotud objekti õppetöös kasutamiseks' küsimusele '6 [005] (Milline kokkupuude on Teil olnud eelnevalt liitreaalsusega (augmented reality) ?)

Kirjutage vastus siia:

## Ootused liitreaalsuse rakendusele

### 8 [010]Hea liitreaalsuse rakendus \*

Palun valige **kõik** mis sobib:

- ☐ on lihtne ja arusaadav.
- ☐ võimaldab kasutada erinevaid meediume (pilt, heli, video, 3D objekt, URL jne).
- ☐ sisaldab kasutamiseks olemasolevat, väljaprintitavat markerit.
- ☐ on markerist sõltumatu, st kui teen midagi, siis programm suudab selle alusel liitreaalsuse tekitada.
- ☐ lubab õpilastel olla aktiivsed (liikuda ringi ruumis/alal).
- ☐ aitab kogeda erinevaid nähtusi (lihtsaid, mida saab ka muul viisil selgitada).
- ☐ aitab kogeda erinevaid nähtusi (keerulisi, mida on raske sõnadesse panna).
- ☐ peab olema loodud igapäevaelus vajalikuks tegevuseks.
- ☐ peab olema loodud täpselt minu ainetunni jaoks.
- ☐ Teised:

### 9 [011]Milliseid võimalusi võib liitreaalsuse kasutamine õppetöös luua?

Kirjutage vastus siia:

**10 [012]**

**Milliseid takistusi näete liitreaalsuse rakendamisel õppetöös ja mis aitaks neid Teie arvates lahendada?**

Kirjutage vastus siia:

**11 [013] Muud mõtted ja soovitused**

Kirjutage vastus siia:

**12 [014] Osalesin Anneli Rummi koolitusel ja/või töötoas \***

Palun valige **ainult üks** järgnevatest:

- ☐ Jah
- ☐ Ei



## Rakenduse hindamine

### 13 [007]Hinnatava rakenduse nimetus \*

Vastake sellele ainult siis, kui järgmised tingimused on täidetud:

° Vastus oli Y'Jah' küsimusele '12 [014]' (Osalesin Anneli Rummi koolitusel ja/või töötoas)

Palun valige **ainult üks** järgnevatest:

☐ Aurasma

☐ Layar

☐ Onvert

☐ Teised

### 14 [008]Palun märgistage, millises ulatuses Te järgnevate väidetega nõustute:

**1 - ei oska öelda**

**2 - üldse pole nõus**

**3 - pigem ei ole nõus**

**4 - pigem olen nõus**

**5 - täiesti nõus**

**Rakendus ...**

\*

Vastake sellele ainult siis, kui järgmised tingimused on täidetud:

° Vastus oli -oth-'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)  
ja Vastus oli A1'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)  
ja Vastus oli A2'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)  
ja Vastus oli A3'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)

Palun valige kõige sobivaim vastus:

on arusaadav ja lihtne.

võimaldab kasutada erinevaid meediume (pilt, heli, video, 3D mudel, url jne).

laseb õppijal vabalt ringi liikuda.

aitab kogeda ruumiliselt keerukaid nähtusi (näiteks südame ülesehituse uurimine).

sobib III kooliastme õpilastele.

vajab kasutamiseks tööjuhendit.

on sobilik minu ainetunnis kasutamiseks.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 15 [008a] Soovite veel midagi lisada kasutatud rakenduse kohta?

Vastake sellele ainult siis, kui järgmised tingimused on täidetud:

° Vastus oli -oth-'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)  
ja Vastus oli A1'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)  
ja Vastus oli A2'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)  
ja Vastus oli A3'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)

Kirjutage vastus siia:

### 16 [009] Palun andke hinnang eesti keelsele juhendile, mida olete kasutanud. Oma vastust on Teil võimalik kommenteerida.

Viited loodud juhenditele:

- Aurasma - <http://koolielu.ee/tools/read/361345>
- Layar - <http://koolielu.ee/tools/read/361346>
- Onvert - <http://koolielu.ee/tools/read/361349>

\*

Vastake sellele ainult siis, kui järgmised tingimused on täidetud:

° Vastus oli -oth-'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)  
ja Vastus oli A1'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)  
ja Vastus oli A2'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)  
ja Vastus oli A3'Aurasma' või 'Layar' või 'Onvert' või 'Teised' küsimusele '13 [007]' (Hinnatava rakenduse nimetus)

Palun valige **ainult üks** järgnevatest:

- ☐ ei abista üldse
- ☐ annab ülevaate, kuid abistab vähe rakenduse kasutamisel
- ☐ on igati toeks rakenduse kasutamisel

## 17 [009a]Mida peaks juhend veel sisaldama?

**Vastake sellele ainult siis, kui järgmised tingimused on täidetud:**

° Vastus oli A1'annab ülevaate, kuid abistab vähe rakenduse kasutamisel' või 'ei abista üldse' küsimusele '16 [009]' (Palun andke hinnang eesti keelsele juhendile, mida olete kasutanud. Oma vastust on Teil võimalik kommenteerida. Viited loodud juhenditele: Aurasma - <http://koolielu.ee/tools/read/361345> Layar - <http://koolielu.ee/tools/read/361346> Onvert - <http://koolielu.ee/tools/read/361349> ) ja Vastus oli A2'annab ülevaate, kuid abistab vähe rakenduse kasutamisel' või 'ei abista üldse' küsimusele '16 [009]' (Palun andke hinnang eesti keelsele juhendile, mida olete kasutanud. Oma vastust on Teil võimalik kommenteerida. Viited loodud juhenditele: Aurasma - <http://koolielu.ee/tools/read/361345> Layar - <http://koolielu.ee/tools/read/361346> Onvert - <http://koolielu.ee/tools/read/361349> )

Kirjutage vastus siia:

**Tänan vastamast !**

Liitreaalsusest saad lugeda minu blogist. Huvi korral oled oodatud liituma ka Facebooki liitreaalsuse grupiga.

Soovi korral võid jagada seda ankeeti teistele kolleegidele oma haridusvaldkonnas. Viide ankeedile - <http://survey.eek.ee/index.php?sid=89826&lang=et>



## LISA 2. MÕISTED

Tabel 6. Mõisted tähestikulises järjekorras koos iseloomustavate komponentidega

Mõiste (ingl)	Mõiste (ee)	Iseloomulikud komponendid
<i>Augmented reality</i>	Liitreaalsus, rikastatud reaalsus	<ul style="list-style-type: none"> <li>kasutaja näeb reaalmaailma</li> <li>kihina <b>lisatakse</b> reaalmaailma arvuti poolt genereeritud sisu (pilt, heli, graafika, informatsioon)</li> <li>kolmemõõtmelisena tajutav ja interaktiivne</li> <li>esitatakse reaajas otse või vahendatult</li> </ul>
<i>Cyberspace</i>	Küberruum	<ul style="list-style-type: none"> <li>virtuaalne keskkond</li> <li>suhtlus toimub inimeste ja programmide vahel</li> </ul>
<i>Diminished reality</i>	Vähendatud reaalsus	<ul style="list-style-type: none"> <li>kasutaja näeb reaalmaailma</li> <li>arvuti poolt genereeritud sisu abil <b>eemaldatakse</b> optiliselt reaajas ja -maailmas olev subjekt, objekt või kuuldav heli</li> <li>tulemus esitatakse reaajas otse või vahendatult</li> </ul>
<i>Lifelogging</i>	Elulogimine	<ul style="list-style-type: none"> <li>tehnoloogia vahendusel oma mõtete ja tunnete, erinevate sündmuste salvestamine ja taasesitamine</li> <li>esemete ja oma mälestuste digitaalne dokumenteerimine</li> <li>ühendus, jälgimine ja kommunikatsioon</li> </ul>
<i>Mediated reality</i>	Vahendatud reaalsus	<ul style="list-style-type: none"> <li>üldine kontseptsioon, kuidas kasutaja poolt nähtavat reaalmaailma filtreeritakse</li> </ul>
<i>Mediated virtuality</i>	Vahendatud virtuaalsus	<ul style="list-style-type: none"> <li>üldine kontseptsioon vahendatud kohalolekust virtuaalses keskkonnas</li> </ul>
<i>Metaverse</i>	Metamaailm	<ul style="list-style-type: none"> <li>3D veebi arengu mudel, mis jaguneb virtuaalselt rikastatud füüsiliseks maailmaks ja füüsiliseks kohalolekuks virtuaalses keskkonnas</li> </ul>
<i>Mirror Worlds</i>	Peeget-maailmad	<ul style="list-style-type: none"> <li>2D või 3D virtuaalne mudel või reaalmaailma „peegeldus“</li> <li>Virtuaalne kaardistamine, modelleerimine, märgendamine, georuumiline või muule sensorile toetuv, asukohta tuvastav, muu elulogimise (ajaloo salvestamine) tehnoloogia</li> </ul>
<i>Mixed reality</i>	Põimitud reaalsus	<ul style="list-style-type: none"> <li>virtuaalne ja reaalmaailm kuvatakse põimunult</li> <li>tegevus toimub reaajas</li> <li>kasutajal on võimalik manipuleerida virtuaalsete objektidega</li> </ul>
<i>Modulated reality</i>	Muundatud reaalsus	<ul style="list-style-type: none"> <li>kasutaja näeb reaalmaailma</li> <li>arvuti poolt genereeritud sisu kasutatakse reaalmaailmas oleva subjekti, objekti, heli muutmiseks</li> <li>tulemust esitatakse reaajas otse või vahendatult</li> </ul>
<i>Spatially augmented reality</i>	Ruumiline liitreaalsus	<ul style="list-style-type: none"> <li>kasutaja näeb reaalses keskkonda</li> <li>virtuaalne pilt projitseeritakse reaajas otse reaalsesse keskkonda 2D või 3D objektina</li> </ul>
<i>Telepresence</i>	Kaugkohalolu	<ul style="list-style-type: none"> <li>sisendina kasutatakse reaalses maailma</li> <li>tehnoloogia võimaldab inimesel tajuda reaalses kohalolekut kaugemal oma füüsilisest kehast</li> </ul>
<i>Virtual reality</i>	Virtuaalne reaalsus	<ul style="list-style-type: none"> <li>kasutaja näeb virtuaalset 2D või 3D keskkonda</li> <li>tegevus toimub reaajas</li> <li>tehiskeskkonnas kasutatakse usutavuse loomiseks multimeediat (graafika, video, pilt, e-lõhn, e-puudutus jne)</li> </ul>
<i>Virtual worlds</i>	Virtuaal-maailmad	<ul style="list-style-type: none"> <li>digitaalne narratiiv, milles kasutaja defineerib ennast avatari kaudu</li> <li>tekstil, graafikal põhinev</li> </ul>

## LISA 3. RAKENDUSTE KAARDISTUS

Tabel 7. Üldhariduskooli õppetööks sobivad tasuta rakendused tähestikulises järjekorras (uuendatud 15.03.2015)

Nimetus	Lühikirjeldus	Op.süsteem/ vahend	Pakkuja	Õppeaine soovitus	Vanus
<b>Amazing Space Journey</b>	Päikesesüsteemi tutvustav Markeri saab alla laadida <a href="http://amazingspacejourney.com">http://amazingspacejourney.com</a>	Alates iOS 4.3 iPhone, iPad, iPod Touch Android 2.2 ja uuem	Digital Expression	Loodusõpetus, astronoomia, keeleõpe	4+ Kõik
<b>Anatomy 4D DAQRI</b>	Interaktiivne 4D inimese keha. Markeri saab <a href="http://daqri.com/project/anatomy-4d/">http://daqri.com/project/anatomy-4d/</a>	Alates iOS 6.0 iPhone, iPad, iPod Touch Android 2.2 ja uuem	DAQRI, LLC	Anatoomia, bioloogia	17+ Teismelised
<b>AR Flashcards - Animal Alphabet</b>	Loomapiltidega kaardid tähestiku õppimiseks Markerid saab alla laadida <a href="http://arflashcards.com/flashcards/">http://arflashcards.com/flashcards/</a>	Alates iOS 4.3. iPhone, iPad, iPod Touch Android 2.2 ja uuem	Mitchlehan Media, LLC	Inglise keel	4+ Kõik
<b>AR People</b>	Paberkandjal olevale materjalile interaktiivsuse lisamine (video, 3D objektid, lisainformatsiooni jm) ja rakendusega selle kuvamine	Alates iOS 4.0. iPhone, iPad, iPod Touch Android 2.2 ja uuem	Media and Digital Ltd	Erinevates õppeainetes kasutatav	4+ Eelteismelised
<b>ART - Augmented Reality Art Gallery</b>	Muuseumites ja näitustel avaldatud kunstitööde vaatamiseks  Võimalus luua oma näitus <a href="http://art.exatel.it/">http://art.exatel.it/</a>	Alates iOS 6.1. iPhone, iPad, iPod Touch	EXATEL S.r.l.	Kunst	4+
<b>Augmented Reality Freedom Stories</b>	Markeripõhine. Veebilehelt <a href="http://www.futurestories.ca/tubman/">http://www.futurestories.ca/tubman/</a> tuleb välja printida kaardid. Ajaloolised, interaktiivsed jutustused Kanadas olevate Aafrika orjade vabastamisest	Alates iOS 5.0. iPhone, iPad, iPod Touch  <a href="http://www.futurestories.ca/tubman/arprofiles.html">http://www.futurestories.ca/tubman/arprofiles.html</a> saab kasutada ka veebipõhist lahendust	Future Stories	Ajalugu	12+
<b>C.A.R.E 4D</b>	Virtuaalne labor koos õppematerjaliga Markeri saab alla laadida <a href="http://www.coreared.org/">http://www.coreared.org/</a>	Alates iOS 6.0. iPhone, iPad, iPod Touch Android 4.0 ja uuem	Core Augmented Reality Education LLC	Matemaatika, inglise keel, reaalsed (teaduskatsed)	4+ Eelteismelised
<b>Chromville</b>	Markeripõhine, veebilehelt <a href="http://chromville.com/">http://chromville.com/</a> tuleb välja printida värvimislehed. 5 küla, mille elanikke ja objekte saab uurida	Alates iOS 7.0. iPhone, iPad, iPod Touch Android 2.2 ja uuem	Imascono Art S.L.	Joonistamine, kirjandus, keeleõpe, inimeseõpetus, loodusõpetus, matemaatika	4+ Kõik

Nimetus	Lühikirjeldus	Op.süsteem/ vahend	Pakkuja	Õppeaine	Vanus
<b>ColAR Mix</b>	Pildid värvimiseks ja 3D animatsiooni kuvamiseks on saadaval rakenduse veebilehel <a href="http://colarapp.com/">http://colarapp.com/</a> . Sisaldab ka tasuta teenuseid	Alates iOS 5.0 iPhone, iPad, iPod touch. Android 2.3 ja uuemad	Puteko Limited	Kunst, emakeel, inglise keel, laulmine, loodusõpetus, bioloogia	4 + Eelteismelised
<b>CyberChase Shape Quest!</b>	Mängud, pusled, 3D liitreaalsus	Alates iOS 4.3 iPhone, iPad, iPod Touch. Vajalik on esikaamera Android 2.2 ja uuem	PBS KIDS	Matemaatika	4+ Kõik
<b>Elements 4D DAQRI</b>	Markeripõhine, interaktiivne. Võimaldab uurida perioodilise tabeli 36 keemilist elementi Markerid saab alla laadida <a href="http://elements4d.daqri.com/documents/elements-blocks-all.pdf">http://elements4d.daqri.com/documents/elements-blocks-all.pdf</a>	Alates iOS 5.0 iPhone, iPad, iPod Touch Android 4.0 ja uuem	DAQRI, LLC	Keemia	4+ Eelteismelised
<b>HistrosAR</b>	Markeripõhine. Keskaegsed sõdurid	Alates iOS 4.3. iPhone, iPad, iPod Touch Android 2.2 ja uuem	Histros Inc.	Ajalugu	4+ Kõik
<b>LearnPeaks ABC</b>	Markeripõhine. Veebilehelt <a href="http://www.learnpeaks.com/freenabc">http://www.learnpeaks.com/freenabc</a> tuleb välja printida tähekaardid. Tähestiku õppimiseks	Alates iOS 7.0. iPhone, iPad, iPod Touch Android 2.3 ja uuem	Learn Peaks	Inglise keel, vene keel, ukraina keel	4+ Kõik
<b>SkyORB</b>	3D tähekaart ja planetaarium, iseloomustavad näitajad, otsing, päikesekell, ilm jm Rakenduse sees on tasuta teenuseid	Alates iOS 6.0 iPhone, iPad, iPod Touch Android 2.3 ja uuem	Realtech VR	Loodusõpetus, astronoomia, keeleõpe	4+ Eelteismelised
<b>Spacecraft 3D</b>	Markeripõhine. Päikesesüsteemiga tutvumiseks	Alates iOS 5.1 iPhone, iPad ja iPod touch. Android 2.2 ja uuem	Jet Propulsion Laboratory	Loodusõpetus, astronoomia	4+ Kõik
<b>ZooBurst</b>	Digitaalse loojutustamise rakendus, mis lubab kasutajal luua 3D raamatuid ja neid lugeda	Alates iOS 4.3 iPhone, iPad, iPod Touch	ZooBurst LLC	Emakeel, keeleõpe, joonistamine, kirjandus	4+
<b>The Brain in 3D</b>	Markeripõhine. Inimese ajuehitus	Alates iOS 4.0. iPhone, iPad, iPod Touch Android 1.6 ja uuem	DNA Learning Center	Inimeseõpetus, bioloogia, anatoomia	4+ Kõik
<b>Transparent Earth</b>	Maa tundma õppimiseks	Alates iOS 4.0. iPhone, iPad, iPod Touch. Eldab 3G olemasolu	Hogere	Loodusõpetus, geograafia	4+

**Tabel 8. Rakenduste juurdepääsu load kasutaja seadmes (Google Play andmetel)**

NIMETUS	JUURDEPÄÄSU LOAD KASUTAJA SEADMES									
	Asukoht	Fotod/ meedia/ failid	Kaamera	WIFI- ühenduse teave	Seadme ID ja kõneteeve	Muu	Rakenduse- sisesed ostud	Seadme ja rakenduse ajalugu	SMS	Mikrofon
Amazing Space Journey	-	3,4	5	6	7	8,9,10	-	-	-	-
Anatomy 4D DAQRI	-	3,4	5	-	7	8,9,10	-	-	-	-
AR Flashcards - Animal Alphabet	-	3,4	5	6	7	8,9,10	-	-	-	-
AR People	1,2	3,4	5	-	-	9,10	-	-	-	-
ART - Augmented Reality Art Gallery	Info ei olnud AppStore/iTunes kättesaadav ilma rakendust paigaldamata									
Augmented Reality Freedom Stories	Info ei olnud AppStore/iTunes kättesaadav ilma rakendust paigaldamata Veebirakendus vajab juurdepääsu kaamerale ja mikrofonile (Adobe Flash Player)									
CARE 4D	2	3,4	5	-	7	8,9,10	-	-	-	-
Chromville	-	3,4	5	-	7	8,9,10	-	-	-	-
ColAR Mix	2	3,4	5	6	7	8,9,10,11	16	17	-	-
CyberChase Shape Quest!	-	3,4	5	6	-	8,9,10,12	-	-	-	19
Elements 4D DAQRI	2	-	5	6	7	8,9,10,11 13,14,15	-	-	18	-
HistrosAR	-	-	5	-	-	8,9,10	-	-	-	-
LearnPeaks ABC	-	3,4	5	6	-	8,9,10,12	-	17	-	-
SkyORB	1,2	3,4	5	6	-	8,9,10,12 13	16	-	-	-
Spacecraft 3D	-	3,4	5	-	-	8,9,10	-	-	-	-
ZooBurst	Info ei olnud AppStore/iTunes kättesaadav ilma rakendust paigaldamata									
The Brain in 3D	-	3,4	-	-	-	9,10	-	-	-	-
Transparent Earth	Info ei olnud AppStore/iTunes kättesaadav ilma rakendust paigaldamata									