

Tartu Ülikool  
Sotsiaalteaduste valdkond  
Haridusteaduste instituut  
Õppekava: Loodus- ja reaalainete õpetamine põhikoolis

Madis Tuul  
ÕPETAJATE HINNANG ÕPPEMATERJALILE JADA- JA RÕÖPÜHENDUSTE  
ÕPETAMISEKS 6.KLASSI TEHNOLOOGIA TUNNIS KASUTADES  
VIRTUAALREAALSUST

Bakalaureusetöö  
Juhendaja: kaasprofessor Leo Aleksander Siiman

Tartu 2022

## Resüme

Antud bakalaureusetöö eesmärgiks oli koostada ja saada eksperthinnang õppematerjalile jada- ja rööpühenduse õppimiseks virtuaalreaalsuses. Eesmärk püstitati, sest eestikeelsete õppematerjalide hulk virtuaalreaalsusele on väga väike. Hinnangu saamiseks viidi läbi kvalitatiivne uuring, kus osales 5 õpetajat Tartu koolidest. Tulemustest selgus, et õpetajad peavad materjali arusaadavaks ning vajalikuks. Õpetajad hindasid loodud õppematerjali peale selle läbitöötamist VR-is väga heaks. Tagasiside põhjal oli võimalik loodud materjale täiendada ning tulevikus on kavas materjale tunnis kasutada.

**Võtmesõnad:** Virtuaalreaalsus, ShortCircuit VR, Õppematerjal, Tehnoloogia

## Abstract

The aim of this thesis was to create and get a feedback on study materials for in series- and Parallel connections in virtual reality. The problem was raised because there are not enough study materials for virtual reality in estonian. For the feedback, a qualitative study was carried out with 5 teachers from the schools of Tartu. Results showed, that teachers considered these materials understandable and necessary. Teachers opinions on the material after using them in VR were very good. The feedback allowed to improve the materials and allow them to be used in future lessons.

**Keywords:** Virtual Reality, ShortCircuit VR, Study materials, Technology

## Sisukord

Sissejuhatus	4
1. Teoreetiline ülevaade	5
1.1 Virtuaalreaalsuse olemus	5
1.2 Liitreaalsuse olemus	6
1.3 Liit- ja virtuaalreaalsuse süsteemid	8
1.4 Senised kasutused liit- ja virtuaalreaalsusest hariduses	9
1.5 Senised uurimused liitreaalsuse ja virtuaalreaalsuse mõjudest hariduses	11
1.6 Õppematerjal	13
1.6.1 Õppematerjali ülesehitus	14
1.6.2 Eesmärk ja õpiväljundid	14
1.6.3 Olemasolevad õppematerjalid	14
2. Metoodika	15
2.1 Materjalide koostamine	16
2.2 Valim	16
2.3 Andmekogumine	17
2.4 Andmeanalüüs	17
3. Tulemused	17
3.1 Kuidas õpetajad hindavad materjali arusaadavust?	17
3.2 Kuidas õpetajad hindavad materjali vajalikkust?	18
3.3 Varasem kogemus virtuaalreaalsusega.	18
3.4 Õpetajate varasem kokkupuude elektriskeemidega.	19
3.5 Õpetajate suhtumine loodud materjali pärast virtuaalreaalsuses elektriskeemi kokkupanemist.	19
4. Arutelu	20
5. Tänusõnad	21
6. Autorsuse kinnitus	21
7. Kasutatud kirjandus	22
8. Lisad	26
Lisa 1 - Juhend õpetajale: Short Circuit VR	
Lisa 2 - Jadaühendus VR-is	
Lisa 3 - Rööpühendus VR-is	

## Sissejuhatus

Virtuaalreaalsuse (*Virtual Reality*) juured ulatuvad 1960-ndatesse, kus loodi esimesed kasutajale reageerivad meelelahutusseadmed. Sealt edasi on toimunud virtuaalreaalsuse seadmete areng, mille tulemusel on need muutunud järjest tõetruumaks, mugavamaks ja odavamaks. Seetõttu on alates 1980-ndatest katsetatud ka virtuaalreaalsuse kaasamisega õppetöösse (Merchant, Goetz, Cifuentes, Keeney-Kennicutt, & Davis, 2014).

Tänapäeval on juurde tekkinud ka liitreaalsuse (*Augmented Reality*) võimalus. Seda läbi igapäevaste nutitelefonide, tahvelarvutite ja ka muude seadmete. Liitreaalsus võimaldab tuua virtuaalse informatsiooni kasutaja füüsilisse ruumi ja võimaldab seda kogu kehaga juhtida. Lapsed võivad sellest mitut moodi kasu saada, näiteks kogu keha kaasav meelelahutus või õppimisvõimaluste parandamine läbi olukorrale reageerivate visualisatsioonide. Samuti on võimalik ka arendada oskusi läbi füüsiliste interaktsioonide. (Radu, 2014)

Selle bakalaureusetöö teoreetiline ülevaade seletab lahti nii virtuaalreaalsuse kui liitreaalsuse mõisted. Samuti annab see põhjalikuma ülevaate nende komponentidest ja ka mõningad näited hariduses kasutamisest. Lisaks seletatakse lahti ka erinevate süsteemide tehnilised eripärad ning tuuakse välja ka tähelepanekuid, mis on seniste uurimuste käigus leitud.

Virtuaalreaalsuse kasusid õppetöös silmas pidades, valis autor bakalaureusetöö teemaks õppematerjali loomise virtuaalreaalsusele. Olles katsetanud mitmeid virtuaalreaalsuse programme, leidis töö autor programmi ShortCircuit VR, mille abil on võimalik kokku panna erinevaid elektriskeeme, kuid millel puuduvad eestikeelsed materjalid. Bakalaureusetöö raames on kavas luua õppematerjal jada- ja rööpühenduste kordamiseks ja virtuaalreaalsuses kokkupanemiseks ning programmi kasutamist seletav juhendmaterjal õpetajatele.

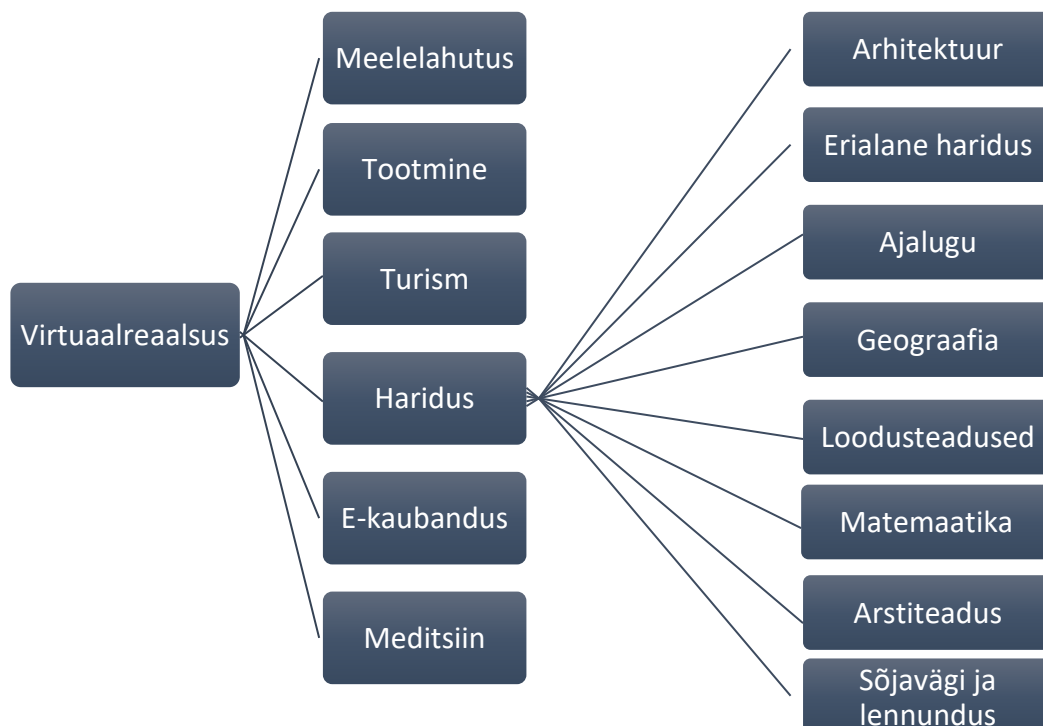
Töö uurimuslikus osas annavad loodud materjali kohta hinnangu õpetajad. Tagasiside põhjal täiendatakse vajadusel loodud materjale, et materjalid muuta paremini kasutavateks nii õpilastele kui ka õpetajatele.

## 1. Teoreetiline ülevaade

Greenwaldi ja teiste sõnul on virtuaalreaalsust juba mõnda aega peetud üheks suurimaks teguriks, mis võib seniseid õppemeetodeid hariduses muuta. See annab võimaluse kogeda midagi sellist, mida on kogenud vähesed (nt. lend Kuule) või kogeda midagi sellist, mis füüsiliselt on võimatu (nt. olla molekuli sees). Iga järgnev arvutite põlvkond toob sellise ettevõtmise järjest rohkem kättesaadavamaks (Greenwald, et.al., 2017).

### 1.1 Virtuaalreaalsuse olemus

Virtuaalreaalsuseks peetakse virtuaalselt (arvutite abil) loodud keskkonda, millesse inimene võib ennast vajalike vahenditega asetada. Samuti on võimalik ka samade vahenditega antud virtuaalset keskkonda mõjutada. Lisaks on virtuaalreaalsuse üks tunnustest ka võimalus uurida keskkonda erinevate vaatenurkade alt. Virtuaalreaalsus annab võimaluse tunda end hoopis uues keskkonnas ja selle abil suurendada huvi antud ümbruse vastu. Virtuaalreaalsust võib tänapäeval kohata peaaegu igal pool, alustades haridusest ja lõpetades turismiga (joonis 1). Selle tehnoloogia pidev areng ja jätkuv levimine soodustab ka virtuaalreaalsuse levikut hariduslikesse keskkondadesse (Yildirim, Elban, & Yildirim, 2018).



**Joonis 1** Virtuaalreaalsuse kasutusvaldkonnad (Yildirim, Elban, & Yildirim, 2018)

Virtuaalreaalsusel on mitmeid komponente, mis võivad suurendada või vähendada virtuaalreaalsuse reaalsus taset. Nendeks komponentideks on Wickens (1992) järgi:

- 1) Kolmemõõtmeline või kahemõõtmeline vaade (*Three-dimensional viewing vs. two-dimensional planar viewing*). Näiteks geograafias annab kolmemõõtmeline kaart rohkem informatsiooni kui kahemõõtmeline kaart. Samuti on kolmemõõtmelist kaarti sageli lihtsam lugeda.
- 2) Dünaamiline või staatiline pilt (*Dynamic vs. static display*). Sujuv video on realistlikum kui vahelduvad paigalseisvad pildid.
- 3) Vaatlejakeskne või sõltumatu interaktsioon (*Closed-loop vs. open-loop interaction*). Vaatlejakeskne keskkond on keskkond, kus vaatleja suudab ise määrata, kuidas ta keskkonda jälgib või selles liigub ning sellepärast tundub see talle reaalsem. Sõltumatu interaktsiooni puhul on tegemist keskkonnaga, kus vaatlejal puudub selle üle kontroll ning ta ei pruugi ennast tunda keskkonna osana. Siis kui vaatleja suudab ise määrata kuidas ta keskkonda jälgib või selles liigub, tundub see talle reaalsem. Kui aga vaatlejal puudub selle üle kontroll, ei tunne ta end selle keskkonna osana.
- 4) Vaatlejakeskne või fikseeritud vaade (*Inside-out vs. outside-in frame of reference*). Vaatlejakeskne vaade liigub vaatleja liikumissuunaga või peaasendiga kaasa. Tulemus on võrreldav kaamerapildiga mis saadaks kaamerast mis on kinnitatud vaatleja pea külge ja suurendab sellega virtuaalreaalsuse reaalsustaset. Fikseeritud vaade aga on alati ühes suunas, näiteks GPS kaart mille põhjasuund on alati ülespoole.
- 5) Suurendatud sensoorne kogemus (*Enhanced sensory experience*). Sageli on virtuaalreaalsusele lisatud ka funktsioon, mis annab kas vibratsiooni või helisignaali (*Tactile or auditory feedback*) märku kui oled mingit tegevust sooritamas. Näiteks võib käekontroller väriseda kui oled mõnda virtuaalset nuppu vajutanud.

## 1.2 Liitreaalsuse olemus

Liitreaalsus on üks virtuaalreaalsuse erivorme. Kui virtuaalreaalsuses asetatakse inimene täielikult virtuaalselt loodud keskkonda, siis liitreaalsuse puhul nähakse ka pärismaailma ning virtuaalselt loodud objektid põimitakse reaalmaailmaga kokku. Seega liitreaalsus ei asenda pärismaailma, vaid pigem täiendab seda. Liitreaalsuse puhul on Azuma (1997) välja toonud selle kolm omadust:

- 1) Kombineeritakse pärismaailma keskkond virtuaalsete objektidega. Näiteks saab

asetada reaalsesse ruumi reaalse laua peale virtuaalse lambi mis meile tundub nagu olekski see lamp loomulik osa ruumist. (*Augmented Reality*)

2) Kõik on muudetav reaajas (*Interactive in real time*). See tähendab, et toimingud mida teeme liitreaalsuses kajastuvad koheselt ka pildis, nt. kui me muudame enda või virtuaalse objekti asukohta ruumis, siis me näeme selle toimumist koheselt.

3) Kõike nähakse kolmemõõtmelisena (*Registered in 3D*). Me võime kõiki virtuaalseid objekte vaadata mistahes nurga alt (täpselt nagu reaalseid objekte) (Azuma, 1997).

Seadmeid, millega liitreaalsust kasutada, on mitmeid. Enim levinud on nutitelefoni ja tahvelarvuti põhised liitreaalsuse programmid. Nende puhul saab liikuda pärismaailmas ja läbi nutiseadme on võimalik ka ümbrust digitaalselt täiendada. Käes hoitavate seadmete suurim miinus on aga see, et telefoni hoides ei ole enam nii lihtne ümbritseva keskkonnaga manipuleerida. Teine võimalus on kasutada veebikaamera põhise programmi. Veebikaamera salvestab pärismaailma andmed ja kuvab ekraanile digitaalselt täiustatud pildi samast ruumist. See võimalus jätab inimesele parema võimaluse digitaalselt loodud objektide kasutamiseks. Küll aga näeb tulemusi ainult ekraani peal. Veel üks võimalus liitreaalsust kogeda on läbi peas kantava varustuse (*Head Mounted Display*), milleks on enamasti kaamerate ja ekraaniga varustatud prillid. Kuna kaamerad asetsevad kasutaja silmade juures, siis niimoodi saadud liitreaalsuse pilt on praktiliselt sama mis kasutajale ka ilma prillideta avaneks. Küll aga lisavad prillid juurde digitaalset materjali mida on lihtne ka kasutada (Radu, 2014).

Liitreaalsuse üks eesmärkidest on suurendada inimeste efektiivsust pärismaailmas, kasutades selleks sobivalt asetatud arvuti poolt loodud informatsiooni ja objekte. Kasutatavate programmide võimekust pärsib olemasolevate seadmete väike arvutusvõimsus või siis võimsamate süsteemide suurus. Kuid see probleem on kaduv, sest arvutite jõudlus on pidevalt kasvamas, samas kui mõõtmed vähenevad (Macchiarella, Liu, Gangadharan, Vincenzi, & Majoros, 2005).

Liitreaalsus annab ka hea võimaluse meeskonnatöökasutades koostööle suunatud programme (*Collaborative Augmented Reality*), sest selle puhul võivad inimesed jagada ühist füüsilist ruumi ning ka ühiseid virtuaalseid ressursse, jäädes seejuures teadlikuks kõigest ümbritsevast. Selline lähenemine on eriti kasulik hariduse vallas, sest samas ruumis olevad inimesed saavad omavahel endiselt suhelda nii kõnes kui kehakeeles (Kaufmann, 2004).

### 1.3 Liit- ja virtuaalreaalsuse süsteemid

Liit- ja virtuaalreaalsust aetakse sageli segamini, sest mõlema puhul kasutatakse mõningatel juhtudel seadmeid, mis näevad omavahel üsna sarnased välja. Küll aga on neil mõned erisused ja järgnevalt keskendumegi erinevatele liit- ja virtuaalreaalsuse süsteemidele.

Projektsioonpõhine virtuaalreaalsus CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*), kus ruumi seinad, lagi ja põrand muudetakse ekraanpindadeks. Ekraanpindadel on pilt saavutatud kas projektoritega pilti seinale suunates või kasutades suuri monitore. Seinale tekkiv pilt on liitpilt eripidiselt polariseeritud piltidest, millest vaatleja kummagile silmale näidatakse polariseeritud prillide abil veidi erinevat pilti. Niimoodi tundub vaatlejale, et ta vaatab kolmemõõtmelist ruumi. Selliste seadmete laialdast levikut on takistanud kõrge maksumus ja süsteemi massiivsus mis teeb selle ümberpaigutamise keeruliseks (Freina & Ott, 2015).

Nutiseadme põhine virtuaalreaalsus tugineb peale toetuvast raamistikust mille südameks on tänapäevane nutitelefon. Mobiiltelefon asetub kasutaja silmade ette ja selle ekraan jaotatakse kaheks, kus kumbki pool on mõeldud kummalegi silmale. Sobiva pildi hankimine toimub ühel kahest meetodist. Esimene meetod tugineb puhtalt mobiiltelefoni enda arvutusvõimsusel, kus vastavalt programmile loob telefon kummalegi silmale vastava pildi. Teine meetod põhineb internetiühendusel arvutiga, kus pilditöötlus toimub arvutis ning sobiv pilt saadetakse üle interneti telefoni. Mõlemal juhul tunneb kasutaja end virtuaalses ruumis ning saab selles ringi liikuda kas pea asendit muutes või eraldi asetseva kontrolleri abil. Küll aga on selline süsteem madalama pildiuuenduse sagedusega (Frame Per Second) kui kaabliga arvuti külge ühendatud süsteemidel (Lai, Hu, Cui, Sun, & Dai, 2017).

Oculus Rift ja HTC Vive on mõlemad peas kantavad süsteemid (*Head Mounted Display*) mis on ühendatud kaablite abil arvutiga. Mõlemad süsteemid kasutavad mobiiltelefoni ekraani pildi edastamiseks ning kasutavad ka mobiiltelefonides levinud sensoreid. Meetodid millega kummagi süsteemi asukohta jälgitakse on erinevad. Oculus Rift kasutab arvuti küljes olevaid sensoreid, mis tuvastavad peakomplekti küljes olevate infrapuna LED tulukeste asukohad ja määravad sellega pea ja kontrolleri asendid ruumis. HTC Vive kasutab vastupidist meetodit, kus arvuti külge on ühendatud ruumi nurkadesse asetatud laserid mida näevad peakomplekti küljes olevad fotosensid ja määravad selle abil oma asukoha ruumis. Mõlemad meetodid lubavad kasutajal ka ruumis ringi liikuda, olles piiratud ainult arvutiga ühendatud kaabli pikkusega (Hilfert & König, 2016).



Nutiseadmepõhine liitreaalsus jaguneb kaheks, kus esimene meetod tugineb seadme GPS sensoril asukoha määramiseks ja teine meetod tugineb varem loodud markeritel. GPS sensoriga kindlaksmääratud asukoha põhjal võib liitreaalsuse programm kaamerapildile juurde asetada informatsiooni, näiteks mõne pildil asuva hoone ajalugu või ära märgistada sobiv marsruut. Sellise süsteemi suurimaks miinuseks on GPS signaali ebatäpsus linnades ja hoonete sisemuses. Markeripõhised süsteemid tuginevad tähistele. Näiteks võib tähisteks olla pilt, mille peale liitreaalsuses kujutatakse virtuaalne objekt. Objekti suund, asukoht ja kuvamise suurus sõltuvad markerpildi asendist ja kaugusest, kui keerata markerit, siis keerab end ka virtuaalne kujutis. Markeriteks võib teha ka kolmemõõtmelised esemed nagu hooned, masinad, masinate osad, jne. Markeritega seotud informatsioon on programmile kättesaadav kas interneti teel mõnest suuremast andmebaasist või siis seadme enda mälust, mis likvideerib vajaduse internetiühenduse järele (Sudarshan, 2018).

#### **1.4 Senised kasutused liit- ja virtuaalreaalsusest hariduses**

Loodusteaduste valdkonnast leiame ülemaailmselt mitmeid näiteid, kuidas virtuaal- ja liitreaalsust on kasutatud õppetöös. Bioloogia õpetamiseks koostati lastele vanuses 6 kuni 10 katseliselt ühe õppevahendina programm NICE (Narrative-based, Immersive, Collaborative Environment), kus lapsed said virtuaalseid taimi istutada, nende kastmiseks taime kohale vihmapiilvi liigutada ning muuta ka päikese asendit, et taim piisavalt valgust saaks (Kaufmann, 2004). Ka kõrgkooli tudengitele on loodud virtuaalreaalsust kasutavaid õppeprogramme. Üheks selliseks näiteks on "Design-A-Plant" kus õpetatakse taime kohastumisi vastavalt taime elukeskkonnale. Alguses seletatakse erinevat liiki taimeosade kohastumisi ja hiljem peavad tudengid ise valima sobivad kohastumised mis sobiks taimele etteantud kliimat arvestades. Kliima võimalused on aga teoreetilised, sest sündmuspaikadeks on valitud viis erinevat planeeti. Taime disainimine toimub järk-järgult, kus alguses antakse valida erinevate juurte vahel ja peale valikut antakse tagasiside valiku kohta. Sellele järgneb taime varre valik koos tagasisidega ja taime lõpetamiseks ka valik erinevat tüüpi lehtede vahel koos valikule järgneva tagasisidega. Kui taim valmis, viiakse tudeng uuele planeedile ja kogu protsessi korratakse (Moreno, & Mayer, 2002).

Keemias on loodud aatomite ja molekulide konstrueerimise virtuaalreaalsuse tarkvara nimega "Water on Tap". Selles on õpilastel võimalik molekulide kokku panna ja nii aatomite kui molekulide juures ka elektrone sobivasse kohta asetada, luues niimoodi kolmemõõtmelisi aatomeid ja molekulide (Kaufmann, 2004).

Geomeetria ja matemaatika planimeetria paremaks tundmaõppimiseks on loodud liitreaalsuse programm "Construct3D". Kasutatakse seda läbi poolläbipaistvate peaekraanide (*see-through head mounted display*), mis võimaldab kasutada seda ka mitmekesi samade ülesannete lahendamisel. Selle paremateks külgedeks on võimalus endiselt kasutada traditsioonilisi pedagoogilisi meetodeid ja ka õpilaste võimalus oma konstrueeritud kujundeid ka tegelikkuses näha, mitte ainult paberil. Lisaks on ka kasutatud mitmeid reaalelulisi probleemülesandeid mida õpilased saavad lahendada, vajadusel viidatud lisamaterjali lugedes (Kaufmann, Steinbügl, Dünser, & Glück, 2005).

Kolmemõõtmeliste mustrite ja seaduspärade õpetamiseks algklassi lastele katsetati arvutihiirega juhivat virtuaalreaalsust. Pilt edastati läbi virtuaalreaalsuse prillide ja eesmärgiks oli etteantud poolikute mustrite ning seaduspärade lõpetamine (Passig, Tzuriel, & Eshel-Kedmi, 2016).

Ka informaatika õppimist on võimalik huvitavamaks muuta kasutades liitreaalsust. Ühe näitena on võimalik arvuti riistvara ette näidata nii reaalselt, virtuaalselt kui ka neid kombineerides. Virtuaalselt täiendatud pildile võib riistvara erinevate detailide külge asetada ka nimesildid ja täiendavad andmed. Samuti on võimalik digitaalseid komponente ka visuaalselt suurendada, et neid paremini uurida (Liarokapis, & Anderson, 2010)

Füüsika raames on katsetatud virtuaalreaalsust elektrostaatika paremaks õpetamiseks. Loodi programm, mille kaudu on võimalik nutiseadme abil vaadelda positiivselt laetud osakese ja negatiivselt laetud osakese vahelisi jõujooni. Nii positiivset kui ka negatiivset laenguga osakest kujutati vastava tähisega varustatud kerana ja nendevahelised jõujooned sobiva suuna ja pikkusega vektoritena (laenguga osakestele lähemal olevad vektorid olid pikemad kui laenguga kehast kaugemal olevad vektorid) (Smith, et.al, 2017).

Samuti on liitreaalsust katsetatud lennukite mehaanikute õpetamise parandamiseks. Õpitava paremaks seostamiseks pärisdetailidega lisati osadeks võetud kütusepumbale liitreaalsuse abiga detailide nimetused ja lisainformatsioon (Macchiarella, et al., 2005).

Psühholoogia vallas on katsetatud virtuaalreaalsuse abil inimeste asetamist skisofreenia diagnoosiga inimese rolli. Selles lastakse inimesel tutvuda ümbrusega ja tasapisi kogeda erinevaid sümptomeid mis sageli skisofreeniahoogudega kaasnevad (Formosa, Morrison, Hill, & Stone, 2018).

Algosakeste füüsika ja inimeste harimiseks osakeste kiirendite suhtes on tehtud virtuaalreaalsuse programm ATLASrift, mis on suunatud koolides füüsika ja tehnika hariduse laiendamiseks ja samas kasutatav ka teadlaste poolt et uurida ja paremini mõista osakeste kokkupõrgete ruumilisi simulatsioone. Samuti võimaldatakse teadlastele ATLASrift-i abil

parem ligipääs katsete tulemustele, sest selle tarkvara puhul loodi uus andmete hoiustamise süsteem, mis lubab kiiremat ligipääsu avaldatud katsete andmetele. Koolidele suunatud osa ATLASrift programmist võtab enda alla virtuaalse külastuse Suurde Hadronite Põrgutisse (*Large Hadron Collider*) ja samuti annab see võimaluse uurida ka selle erinevaid süsteeme, eeskätt siis ATLAS eksperimendi juurde käivaid seadmeid ja teooriaid ning vaadelda ka reaalseid osakestevahelisi pörkeid mis on simulatsiooni abil nähtavaks tehtud. Samuti käivad virtuaalse külastuse juurde ka korralikud seletused, kuidas ja miks asjad töötavad (Vukotic, Moyse, & Bianchi, 2015).

Liit- ja virtuaalreaalsuse kasutamist võib vaadelda ka kasutuskoha põhjal. Ibáñez ja Delgado-Kloos (2018) uurimuse põhjal on viimaste aastate liitreaalsuste kasutamist hariduses uuritud enamasti õppeklassides. Paaril juhul on õppeklassina kasutatud ka laborit. Klassivälistest asukohtadest saab esile tõsta loodusmuuseumid ja botanikaaiad.

### **1.5 Senised uurimused liitreaalsuse ja virtuaalreaalsuse mõjudest hariduses**

Ajaloo õpetamist läbi virtuaalreaalsuse on uurinud Yildirim, Elban ja Yildirim (2018), kes leidsid, et läbi virtuaalreaalsuse prillide omandatud materjal jäi õpilastele paremini meelde. Samuti leiti, et õpilased hindasid õppematerjali huvitavamaks kui tavapärase õppevahendite puhul (arvuti, video, õpikud). Toodi ka välja, et õpilaste motivatsioon ajaloo õppimise vastu kasvas, sest virtuaalreaalsus asetas nad keset ajaloolist paika ja nad said seal ringi liikuda nii, et vastavalt asukohale said nad ka informatsiooni mis oli antud asukohaga seotud. Õpilaste arvates võib selline õppemeetod olla kasulik inimestele, kes ise ei saa selliseid kohti külastada. Samuti usuti, et selline õppemeetod võib õppimise paljude jaoks atraktiivsemaks muuta.

Ka lennunduses on uuritud liitreaalsuse mõju õppimisele. Tähelepanu pöörati erinevate õppemeetodite mõjule õpilaste mälu suhtes. Kasutati liitreaalsust, videot ja trükitud õppematerjale, et selgitada lennuki kütusepumba tööd ja detaile. Õpilaste mälu testimiseks tehti kaks testi, millest esimene tehti vahetult peale õppetundi ja teine seitse päeva hiljem. Leiti et lühiajaline mälu ei sõltu õppemeetodist, kuid märgatav erinevus leiti hilisema testi juures, kus liitreaalsuse abil õppijad suutsid rohkem meenutada õppetunnist kui muude meetoditega õppinud õpilased (Macchiarella, et.al, 2005).

Psühholoogia valdkonnas on uuritud virtuaalreaalsuse abil loodud kogemuse mõju inimese teadlikkusele, suhtumisele ja empaatialle. Kogemuseks oli maailm läbi skisofreenia diagnoosiga inimese silmade. Uurimus näitas, et inimesed said teadlikumaks skisofreenia

suhtes ning nende suhtumine vastava diagnoosiga inimeste suhtes paranes. Samuti toodi välja, et antud kogemus mõjutas ka nende empaatiavõimet, kus nad suudavad peale kogemuse saamist asetada ennast skisofreenia all kannatava inimese olukorda (Formosa, et.al, 2018).

Probleemilahendusoskuse arendamise efektiivsust lähtuvalt õpetamismeetodist on uuritud algklassilastega. Lapsed jagati kolme gruppi, kus üks grupp õppis läbi virtuaalreaalsuse, teine grupp õppis läbi reaalse loogikamängu ja kolmas grupp, olles kontrollgrupiks, lisaõpet ei saanud. Kolmanda grupi testimise tulemused ei muutunud, teise grupi tulemused paranesid ja esimesel grupil paranesid tulemused enim (Passig, et.al, 2016).

Osakestevahelistest mõjudest parema arusaama omandamiseks võrreldi osakestevaheliste mõjude õppimist kõrgkooli esimesel aastal tavameetodi, videomaterjali ja ka virtuaalreaalsuse abil. Et materjal oleks võimalikult ühesugune, siis nii videomaterjal kui ka tavameetodi pildid võeti virtuaalreaalsuse programmist. Tudengitel lasti nii enne kui ka peale õppeprotsessi täita valikvastustega küsimustik antud teema kohta. Tulemus näitas, et kõige vähem parandas tulemust traditsiooniline liikumatute piltidega õppemeetod, video põhjal õppimine parandas tudengite tulemusi juba rohkem ja kõige suurema positiivse muutuse tulemustes saavutasid need tudengid, kes õppisid läbi virtuaalreaalsuse (Smith, et.al, 2017).

Liitreaalsuse positiivsetest ja negatiivsetest külgedest hariduses annab ülevaate Radu (2014) uurimus, milles on analüüsitud 26 varasemat uuringut mis on võrrelnud liitreaalsuses õppimist traditsiooniliste meetoditega õppega. Välja on toodud, et õpilased saavad ruumilistest õppematerjalidest liitreaalsuse abiga paremini aru kui tavapärasel meetodil õppides. Samuti tuuakse välja õpitud materjali parem hilisem mäletamine liitreaalsuse puhul. Negatiivsetest külgedest tuuakse välja tähelepanu kadumine kui uudseid asju on liiga palju ja ka virtuaalse liikumisega kaasnev peapööritus, kui silmade tajutav pilt ei lähe kokku keskkõrva poolt tajutava tasakaalu olekuga. Samuti tõstetakse esile ka liitreaalsuse keerukas kasutamine, kuigi samas meeldib samadele inimestele liitreaalsust rohkem kasutada kui alternatiivseid metodeid. Ka Ibáñez ja Delgado-Kloos (2018) uurimusest tuleneb, et üheks probleemiks on kasutatava liitreaalsuse programmi pikk kasutama õppimise aeg õpilaste ja õpetajate poolt. Samuti oli probleemiks süsteemi aeglane töötamine ja kasutajaliidese keerukus. Lisaks juhiti tähelepanu ka sellele, et selliseid süsteeme kasutusele võttes võivad õpilased esialgu olla kõigest vaimustuses ja seetõttu vähem tähelepanu õppematerjalile pöörata.

Õpetajate hinnangut virtuaal- ja liitreaalsuse kasutamisest õppetöös on uurinud Serin (2020), kes leidis, et üldiselt on õpetajate suhtumine liit- ja virtuaalreaalsuse kasutamisse

õppetöös positiivne. Uuringus osalenud õpetajad olid välja toonud, et nii liit- kui virtuaalreaalsuse materjalide kasutamine aitab tundi huvitavamaks muuta ning aitab sageli kaasa ka õpitava materjali kiiremale omandamisele. Serin leiab oma uurimuses, et tuleb leida viise kuidas uusi tehnoloogiaid õppeprotsessi kaasata. Sellega oleks võimalik õpetajatel tajuda, kuidas uue generatsiooni õpilasi paremini õpetada. Serin toob välja ka selle, et virtuaal- ja liitreaalsuse kasutamisega tutvumine võiks toimuda juba õpetajakutse omandamisel, sest siis oleksid uued õpetajad kursis liit- ja virtuaalreaalsuse kasutamise hüvedega õppetöös ja julgeksid neid ka ise oma tulevastes tundides rakendada.

Virtuaalreaalsuse positiivseid jooni õppimisele nägid õpetajad ka Yildirim, Sahin-Topalcengiz, Arikan, ja Timur-i (2020) uurimuses. Seal tõid õpetajad välja, et virtuaalreaalsuse abiga on võimalik paremini õpilaste tähelepanu haarata. Samuti toodi välja tähelepanek, et virtuaalreaalsuse kaasamisega saavad õpetajad rohkem keskenduda õpilaste õppimisstiilidele ja sellega ka oma õpetamisstiili õpilastele sobivaks kohandada. Kuigi selle uurimusega ei keskendutud virtuaalreaalsuse negatiivsetele külgedele, tõid õpetajad siiski välja ka selle, et virtuaalreaalsusega seadmed on ikkagi suhteliselt kallid ja sageli võib see olla põhjuseks, miks sobivaid seadmeid on vähem kui keskmises klassis õpilasi.

Õpetajate hinnangut loodud digitaalsele õppematerjalile uurinud Punder (2018) leidis, et õpetajad suhtuvad kaasaegsetesse digitaalsetesse õppematerjalidesse positiivselt. Samuti leiti, et loodud materjal on eestikeelne ja kasutatav programm võõrkeelne, on materjal kergesti mõistetav ja kasutatav.

## 1.6 Õppematerjal

Eelnevatest uuringutest on välja tulnud, et virtuaalreaalsus aitab õpilastel materjali paremini selgeks saada (Macchiarella, et.al, 2005). Hariduslikke VR programme on aga vähe, ning vähe on ka õppematerjale, mida nende programmidega kasutada.

Antud töö raames koostati materjalid arvestades Kolbi (1984) rajatud kogemusliku õppe raamistiku (*Experiential Learning Framework*) kuute väidet:

- 1) õppimine koosneb mõtlemisest, tundmisest, tajust ja käitumisest, luues tervikliku protsessi maailmaga kohanemiseks, sest see lähtub inimesest endast.
  - 2) Õppimist tuleb käsitleda kui protsessi, mitte kui seatud eesmärkide täitmist.
- Reaktsioon ja kriitika õppimise kasulikkusesse aitavad õppimise protsessi täiendada.

- 3) Õppimine pole ainult uue materjali omandamine, vaid ka vana materjali taasõppimine ja kordamine. Õppimise käigus võivad varem õpitud teadmised ja ideed teema kohta muutuda.
- 4) Õppimine on sotsiaalne protsess indiviidi teadmiste loomiseks läbi iseenda teadmiste ja inimestevahelise suhtluse.
- 5) Õppimise üks osa on üksteisele vastu käivate arusaamade lahendamine. Õppimise käigus liigub õpilane erinevate arusaamade vahel edasi-tagasi reflekteerides, tegutsedes, tundes ja mõeldes.
- 6) Õppimine on indiviidi ja keskkonna vaheline interaktsioon, mis hõlmab juba olemasolevate kogemuste ja arusaamade muutumist läbi uute kogemuste ja arusaamade.

### **1.6.1 Õppematerjali ülesehitus**

Õppematerjal on üles ehitatud õpetajale suunatud materjalide ning õpilastele suunatud materjalidena. Õpetajale suunatud materjalid valmistavad õpetajat ette õpilaste juhendamiseks virtuaalreaalsuses. Õpilastele suunatud materjal on aga kordav materjal elektriskeemidest ning virtuaalreaalsuses õpib seda seostama päris komponentidega.

### **1.6.2 Eesmärk ja õpiväljundid**

Tunni eesmärgiks on teoreetiliste skeemide tugevam seostamine päriselt töötavate skeemidega. Samuti arendatakse ka õpilaste IT pädevust virtuaalmaailma kasutamise osas. Tunni läbinud õpilane seostab paberil olevaid elektriskeeme päris objektidega ning suudab ka virtuaalkeskkonnas orienteeruda.

### **1.6.3 Olemasolevad õppematerjalid**

Programmis ShortCircuit VR on juba eelnevalt olemas mõned juhendid, kuid need keskenduvad erinevate komponentide ühendamisele ja tööle panemisele, mitte aga jada-, rööp- ja segaühenduste tundmaõppimisele. Viimastel aastatel on hakatud virtuaalreaalsuse tarvis õppematerjale looma, kuid eestikeelseid materjale on vähe ning füüsika ja tehnoloogia valdkonna õppematerjale on veelgi vähem. Futuclass on loonud mitmeid materjale ja õppeprogramme keemia õppimiseks ning paistab, et ka füüsika õppimiseks on materjalid ning õppeprogrammid peagi tulemas.

Õppematerjalide vähesust silmas pidades, koostati antud bakalaureuse töö raames virtuaalreaalsuse õppematerjalid. Õppematerjalidele koostati empiiriline uurimus eksperthinnangute saamiseks. Uuringuga leitakse vastused järgnevatele küsimustele:

- 1) Kuidas hindavad õpetajad VR materjali arusaadavust?
- 2) Kuidas hindavad õpetajad loodud materjali vajalikkust?
- 3) Kuidas muutus õpetajate suhtumine loodud õppematerjali peale selle läbitöötamist VR-is?

## 2. Metoodika

Käesolev töö koostati tegevus uuringuna, mis jagati kaheks olulisemaks etapiks: esiteks toimus õppematerjalide väljatöötamine (september-detsember 2021) ja teiseks nende hindamiseks ekspertküsitlus (märts-aprill 2022).

Esimese etapi eesmärk oli luua õppematerjal VR keskkonnale ShortCircuit VR. Õppematerjale loodi kokku kaks ning lisaks juhendmaterjal õpetajale. Õppematerjalide teemadeks valiti elektriskeemide jada- ja rööpühendus. Juhendmaterjalis õpetajale on programmi kasutamiseks vajalikud juhised ning tõlked, sest programm on ingliskeelne.

Teise etapina viidi läbi koostatud õppematerjalide sobilikkuse ja vajalikkuse uurimiseks kvalitatiivne uurimus, mille raames tutvustati materjale ja lasti vabas vormis hinnang anda õpetajatel, kes oma aine raames vastava teemaga kokku puutuvad. Hinnangu saamiseks viidi läbi intervjuu vastavate õpetajatega. Uuringuga saadi vastused viiele küsimusele:

1. Kuidas hindavad õpetajad loodud materjali arusaadavust?
2. Kuidas hindavad õpetajad loodud materjali vajalikkust?
3. Kuidas muutus õpetajate suhtumine loodud õppematerjali peale selle läbitöötamist VR-is?
4. Milline on õpetaja varasem kogemus VR-iga?
5. Milline on õpetaja varasem kogemus elektriskeemidega?

## 2.1 Materjalide koostamine

Õppematerjalide koostamisel lähtuti materjalide arusaadavusest ning vajadusest tuua õpilasteni parem arusaam elektriskeemide jada- ja rööpühendusest.

Õppematerjalide loomisel uuriti esmalt, millised võiksid olla lihtsamad jada- ja rööpühenduse skeemid ning seejärel viidi need vastavusse programmiga ShortCircuit VR. Õpetajatele suunatud materjal on loodud selleks, et õpetaja saaks ennast antud programmiga kurssi viia ning oskaks anda sobivaid juhiseid õpilastele.

Õpilastele mõeldud materjalid on sobilikud 5.-6.

klassi tehnoloogia tundi, robotika huvitundi ja ka muudesse huvitundidesse, kus tegeletakse elektriskeemidega. Samuti annab materjal hea sissejuhatuse põhikooli kolmanda kooliastme füüsika elektriõpetusse. Õppematerjal annab intuiitiivse ülevaate jada- ja rööpühenduse olemusse. Õppematerjal on koostatud selliselt, et ainsad arvutuskäigud vastavad viienda klassi matemaatikas õpitavale materjalile ja seega on materjalid sobilikud alates viiendast klassist. Noorematele õpetades võib muidugi arvutuskäigud vahele jätta ja skeeme luues ette öelda, kui mitut komponenti kasutama peaks. Loodud töölehtede ülesehitus on valitud selliselt, et alustatakse juba tuttavate komponentide ja skeemidega ning edasi liigutakse samm-sammult keerulisema skeemi poole, viimaseks sammuks on loodud skeemi reprodutseerimine virtuaalreaalsuses.

Andmekogumise etapi juures saadud soovitude põhjal täiendati materjale täiendavate skeemidega ja seletus osa. Täendatud materjalid lasti taas üle vaadata ja uus hinnang anda.

## 2.2 Valim

Uuringu tulemuste saamiseks kasutati ekperthinnangut, sest see sobis kõige paremini antud töö metoodikaga. Uurimusse plaaniti kaasata 5 õpetajat Tartu koolidest ning eksperthinnangu saamiseks viidi läbi lühiintervjuud. Lühiintervjuude kestvus oli 10-15 minutit.

Kõik valimis olnud õpetajad omavad töökogemust üle 1 aasta. Valimisse valitud õpetajad omavad kogemust loodusteaduste, arvutiõpetuse, elektriskeemide ja/või virtuaalreaalsusega (on ise kasutanud või kasutanud virtuaalreaalsust õppetöös). Anonüümsuse tagamiseks uurimusest osa võtnud õpetajate nimesi ei avaldata.



Joonis 2: Kuvatõmmis programmis ShortCircuit VR elektriskeemi kokkupanemisest



## 2.3 Andmekogumine

Koostatud materjalid (Lisa 1) prinditi välja ning anti eksperthinnangu saamiseks õpetajatele tutvumiseks, millele järgnes lühiintervjuu. Intervjuu raames uuriti materjalide arusaadavust, kasutatavust aine- ja huvitundides ning ka materjalides esinevate puudujääkide kohta, mida võiks täiendada. Pärast materjalide täiendamist viidi läbi kordusintervjuud.

Selleks, et uurida õpetajate suhtumist loodud materjali kohta peale programmi kasutamist, viidi läbi juhendatud lühikursus (10-20 minutit) virtuaalreaalsuses programmi kasutamiseks. Lühikursus koosnes virtuaalreaalsuses lihtsustatud elektriskeemi kokku panemisest vastavalt suulistele juhistele. Peale programmi läbi töötamist viidi läbi lühiintervjuu õpetaja hinnangu saamiseks.

Lühiintervjuudest saadud vastused transkribeeriti ja jaotati teemade kaupa gruppidesse. Anonüümsuse tagamiseks kodeeriti intervjueritud õpetajate nimed.

## 2.4 Andmeanalüüs

Andmeanalüüsis kasutati õpetajate vastuste analüüsimiseks kvalitatiivse analüüsi meetodeid. Saadud vastused grupeeriti ning prooviti leida vastustes erisusi ja ühist osa.

Vastuste grupid jagunesid järgnevalt: Materjali arusaadavus, materjali vajalikkus, õpetaja varasem kogemus VR-iga, õpetaja varasem kogemus elektriskeemidega ning õpetaja suhtumine materjali peale programmi katsetamist VR-is.

## 3. Tulemused

Kõik vastanud suhtusid materjali positiivselt ja neljas vastaja oleks materjali juba mõni nädal enne selle nägemist soovinud kasutada.

### 3.1 Kuidas õpetajad hindavad materjali arusaadavust?

Kõik küsitletud õpetajad pidasid loodud materjale üldiselt arusaadavaks. Paaril õpetajal oli mõne koha pealt küll lisaseletust vaja, kuid sellegipoolest peeti materjale lihtsasti mõistetavateks.

Esimene õpetaja pidas loodud materjale arusaadavaks ja huvitavaks. Ta leidis, et selline õppematerjal võiks õpilastes äratada suuremat huvi elektriskeemide vastu.

Teine õpetaja leidis, et materjal on arusaadav ning lisaseletusi polnud vaja.

Kolmandal õpetajal tekkis materjalide sõnastuses paar küsimust, kuid pärast seletusi leidis, et neid kohti ei ole vaja täiendada. Materjalides olevate piltide kohta andis kolmas õpetaja paar soovitusi, kuidas need arusaadavamaks teha.

Neljas õpetaja pidas materjale lihtsasti loetavateks ning leidis, et need oleks õpilastele arusaadavad.

Viienda õpetaja arvates olid materjalid kergesti mõistetavad ning leidis: „Kui õpetaja on natukenegi virtuaalreaalsusega toimetanud, siis saab ta materjalist väga hästi aru.“

### **3.2 Kuidas õpetajad hindavad materjali vajalikkust?**

Küsitletud õpetajad pidasid materjali vajalikuks ning leidsid, et selline lähenemine muudaks elektriskeemide õppimise paljudele põnevamaks. Murekohana toodi välja, et loodud materjali kasutamiseks peaks virtuaalreaalsuse seadme või seadmed tooma kas klassi või terve klassiga kasutada materjale seal, kus juba on vajalikud seadmed üles seatud.

Esimese õpetaja hinnangul on loodud materjal elektriskeemide õppimisel kindlasti abiks ja aitab siduda teoreetilist poolt praktilisega. Murekohana tõi ta välja vajalike seadmete asukoha. Teine õpetaja pidas materjali vajalikuks, kuid tõdes, et materjali edukaks kasutamiseks peaks õpetaja olema nii elektriskeemide kui virtuaalreaalsuse alal piisavalt pädev, et tekkivaid küsimusi või murekohti lahendada.

Kolmanda õpetaja hinnangul on materjal vajalik, kuid samuti sõnas: „Selleks et julgeksin seda koos õpilastega kasutada, peaksin varasemalt selle endale selgeks tegema.“

Neljas õpetaja pidas materjali vajalikuks ja oleks tahtnud seda mõni nädal varem kasutada.

Viies õpetaja leidis, et materjalid on kasulikud ning lisas: „Nii saavad õpilased skeeme katsetada nii, et ei pea komponentide katki minemist kartma.“

### **3.3 Varasem kogemus virtuaalreaalsusega.**

Enamikel küsitletud õpetajatest oli olemas varasem kogemus virtuaalreaalsusega.

Esimene õpetaja on ise virtuaalreaalsust varem kasutanud ning leiab, et midagi keerulist selle kasutamises ei ole.

Teine õpetaja on aastate jooksul katsetanud mitut erinevat virtuaalreaalsuse süsteemi ning leiab, et nende kasutamine peaks olema ka õpilastele jõukohane.

Kolmas õpetaja ei olnud varem ise virtuaalreaalsusega kokku puutunud, kuid teadis, et vajalikud seadmed on koolil olemas.

Neljanda õpetaja on virtuaalreaalsust proovinud kasutada, kuid leiab et õpilased saavad selle kasutamise paremini hakkama kui tema.

Viies õpetaja on mitmeid virtuaalreaalsuse süsteeme varem katsetanud ning leiab, et temal nendega probleeme ei ole.

### **3.4 Õpetajate varasem kokkupuude elektriskeemidega.**

Kõik küsitatud õpetajatest mäletavad kokkupuudet elektriskeemidega oma kooliajast ning mitmed neist on elektriskeemidega tegelenud ka hiljem. Päris mugavalt tundis ennast elektriskeemide suhtes kolmandik küsitletutest.

Esimene õpetaja tunnistas, et ei ole elektriskeemidega peale õpinguid eriti kokku puutunud, kuid materjalides olevatest skeemidest sai aru, ning leidis et ka õpilased peaks nendest aru saama.

Teine õpetaja on elektriskeemidega aeg–ajalt kokku puutunud ka peale oma õpingute lõppu ning leidis, et loodud materjalis olevad skeemid on lihtsalt ning selgelt välja toodud.

Kolmas õpetaja ei olnud elektriskeemidega juba mõnda aega kokku puutunud, kuid skeemidest sai aru ja leidis, et ka õpilastel võiks skeemidest arusaamine olla jõukohane.

Neljanda õpetaja kokkupuuted elektriskeemidega on sagedased ning ka tema leidis, et materjalides esinevad elektriskeemid on arusaadavad.

Viies õpetaja on samuti elektriskeemidega sageli tööd teinud ning leidis, et loodud materjalis olevad skeemid on hästi koostatud.

### **3.5 Õpetajate suhtumine loodud materjali pärast virtuaalreaalsuses elektriskeemi kokkupanemist.**

Kõik virtuaalreaalsust proovinud õpetajad leidsid, et loodud materjal on hea.

Virtuaalreaalsusega vähem kokku puutunud õpetajad avaldasid muret, et kuidas õpilased virtuaalreaalsusega toime tulevad, kuid virtuaalreaalsusega suuremat kokkupuudet omavad õpetajad uskusid, et õpilastele ei tohiks virtuaalreaalsuse kasutamine probleeme valmistada.

Esimene õpetaja leidis, et materjali kinnitamine virtuaalreaalsuses on väga hea mõte. Küll aga tõi ta välja kaks murekohta. Esiteks on virtuaalreaalsuse peakomplekti pähe asetamine raskendatud nii prillikandjatel kui ka patsidega õpilastel. Teise murekohana tõi ta välja selle, et kui õpilased peaks pikemalt korruga virtuaalreaalsust kasutama, siis võib see väsitada nii õpilaste silmi kui ka kaela.

Teine õpetaja hindas samuti õppematerjali heaks ja leidis, et päriseluga sarnasuste loomine on hea. Samuti lisas ta: „Õnneks ei ole virtuaalreaalsuse osa liiga pikk, muidu võivad nii endal kui õpilastel silmad ära väsida.“

Kolmas õpetaja ise küll virtuaalreaalsuses elektriskeemi koostada ei soovinud, kuid olles korduvalt näinud kuidas õpilased virtuaalreaalsusega toimetavad, leidis ta et ka loodud õppematerjali raames ei tohiks õpilastel raskusi ette tulla.

Neljas õpetaja samuti ei proovinud elektriskeemi virtuaalreaalsuses kokku panna, kuid oma kolmandas klassis õppiva lapse pealt on näinud, et virtuaalreaalsuse kasutamisega õppimisel ei tohiks probleeme olla.

Viies õpetaja hindas nii õppematerjali kui ka kasutatava programmi väga heaks. Programmi koha pealt tõi ta välja: „Selle lihtne ülesehitus on väga hea alus mille pealt tulevikus keerulisemate süsteemide peale edasi minna.“ Materjal oli tema hinnangul väga hästi kasutatud programmiga kokku sobitatud. Küll aga tõi ta välja, et kas on mõttekas kasutada elektriskeemides lüliti, kui kogu süsteemi sisse-välja lülitamiseks on programmis juba lülitid olemas.

#### **4. Arutelu**

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli luua õppematerjal, mis kordaks õpilastele elektriskeemide jada- ja rööpühendust ning sisaldaks ka tegevust virtuaalreaalsuses. Lisaks valmis ka juhendmaterjal õpetajatele virtuaalreaalsusprogrammi ShortCircuit VR kasutamiseks. Bakalaureusetöös uuriti loodud õppematerjali vajalikkust ja arusaadavust. Õppematerjali hindasid oma ala eksperdid ehk õpetajad, kes ka realselt elektriskeemide või virtuaalreaalsusega kokku puutuvad. Käesolevas peatükis arutletakse uurimistulemuste üle lähtudes uurimisküsimustest.

Esimese uurimisküsimusega uuriti käesoleva bakalaureusetöö raames loodud õppematerjali arusaadavust. Valdav enamus õpetajatest hindas materjali väga hästi mõistetavaks, kuigi loodud materjal on eestikeelne ja kasutatav programm inglisekeelne. Samasugune tulemus tuli ka Punderi (2018) uurimusest, kus juhendmaterjal ja kasutatav programm olid erikeelsed.

Teise uurimisküsimusega uuriti loodud materjali vajalikkust aine- ja huvitundides. Kõik küsitatud õpetajad leidsid, et sellise materjali olemasolu on vajalik ja aitab kindlasti teemat paremini seostada pärismaailmaga. Samale järeldusele jõuti ka Radu (2014)

uurimuses, kus õpitavate materjalide virtuaal- või liitreaalsuses visualiseerimine aitas paremini mõista uuritavaid teemasid.

Kolmas uurimisküsimus oli õpetajate suhtumise muutumise kohta peale virtuaalreaalsuse kasutamist elektriskeemi kokkupanemiseks.

Õpetajad leidsid, et loodud õppematerjaliga on ShortCircuit VR-i suhteliselt lihtne kasutada. Õpetajal, kes tundis end nii virtuaalreaalsuse kasutamisega kui ka elektriskeemide suhtes väga hästi, tekkis ka suurem huvi selle programmi vastu ja uskus, et kui aega rohkem on, siis katsetab omal käel edasi. Sarnasele tulemusele jõudis oma uurimuses ka Serin (2020), leides, et õpetajad, kes oma tundides kasutavad virtuaalreaalsust on ka ise rohkem selle võimalustest huvitatud ja katsetavadki ka omal käel rohkem.

Kuigi kõik uuringus osalenud õpetajad leidsid, et loodud õppematerjal on hea ja õpilastele kindlasti kasulik, avaldasid nad ka muret, et sobilike seadmete vähesus võib piirata loodud materjalide kasutamist. Samasugustele järeldustele jõudsid õpetajad ka Yildirim, jt (2020) uurimuses. Erandina toodi välja huvitunnid kus õpilaste hulk on väiksem.

Kuigi uurimuse raames saadud hinnangud loodud õppematerjalile olid väga head, peab siiski arvestama sellega, et kõige õigem hinnang tuleb alles siis, kui loodud materjali ka realselt tundides kasutada. Töö autor plaanibki kasutada koostatud materjale enda tundides.

## **5. Tänuõnad**

Täna enda juhendajat, intervjuueeritud õpetajaid, oma pere ja elukaaslast, kes kõik uskusid minusse.

## **6. Autorsuse kinnitus**

Kinnitan, et käesoleva bakalaureusetöö olen ise koostanud ja korrektselt toonud välja teiste autorite ja toetajate panuse. Töö on koostatud lähtudes Tartu Ülikooli haridusteaduste instituudi lõputöö nõuetest ning on kooskõlas heade akadeemiliste tavadega.

Madis Tuul

## 7. Kasutatud kirjandus

Azuma, T. T. (1997). A Survey of Augmented Realty. *Presence*, 6(4), 355-385.

Formosa, N. J., Morrison, B. W., Hill, G., & Stone, D. (2018). Testing the efficacy of a virtual reality-based simulation in enhancing users' knowledge, attitudes, and empathy relating to psychosis. *Australian Journal of Psychology*, 70, 57–65.

Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In *The International Scientific Conference eLearning and Software for Education 1*, 133.

Greenwald, S. W., Kulik, A., Kunert, A., Beck, S., Fröhlich, B., Cobb, S., Parsons, S., Newbutt, N., Gouveia, C., Cook, C., Snyder, A., Payne, S., Holland, J., Buessing, S., Fields, G., Corning, W., Lee, V., Xia, L., & Maes, P. (2017). Technology and Applications for Collaborative Learning in Virtual Reality. *International Society of the Learning Sciences*. 719-726.

Hilfert, T., & König, M. (2016). Low-cost virtual reality environment for engineering and construction. *Visualization in Engineering*, 4(1), 2.

Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 109-123.

Kaufmann, H. (2004). *Geometry Education with Augmented Reality*. Doktoritöö dissertatsioon. Viini Tehnikaülikool.

Kaufmann, H., Steinbügl, K., Dünser, A., & Glück, J. (2005). General Training of Spatial Abilities by Geometry Education in Augmented Reality. *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine*, 3, 65-76.

Kolb, D. A. (1984). Experience as the source of learning and development. Upper Saddle River: Prentice Hall.

Lai, Z., Hu, Y. C., Cui, Y., Sun, L., & Dai, N. (2017). Furion: Engineering High-Quality Immersive Virtual Reality on Today's Mobile Devices. In *Proceedings of the 23rd Annual International Conference on Mobile Computing and Networking*. 409-421.

Liarokapis, F., & Anderson, E. F. (2010). Using Augmented Reality as a Medium to Assist Teaching in Higher Education. *Eurographics 2010 - Education papers*, 9-16.

Macchiarella, N. D., Liu, D., Gangadharan, S. N., Vincenzi, D. a., & Majoros, A. E. (2005). Augmented reality as a training medium for aviation/aerospace application. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 49(25), 2174-2178.

Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on student's learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education*, 70, 29-40.

Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Learning Science in Virtual Reality Multimedia Environments: Role of Methods and Media. *Journal of Educational Psychology*, 94(3), 598-610.

Passig, D., Tzuriel, D., & Eshel-Kedmi, G. (2016). Improving children's cognitive modifiability by dynamic assessment in 3D Immersive Virtual Reality environments. *Computers & Education* 95, 296-308.

Punder, T. (2018). ÕPPEMATERJALI KOOSTAMINE TEEMAL "SKETCHUP FOR WEB ÕPPEMATERJAL KUTSEÕPETAJATELE" bakalaureusetöö.

Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543.

Serin, H. (2020). Virtual reality in education from the perspective of teachers. *Amazonia investiga*, 9(26), 291-303.

Smith, J. R., Byrum, A., McCormick, T. M., Young, N., Orban, C., & Porter, C. D. (2017). A controlled study of stereoscopic virtual reality in freshman electrostatics. *arXiv preprint arXiv:1707.01544*.

Sudarshan, S. K. (2018). *AUGMENTED REALITY IN MOBILE DEVICES*. Doktoritöö dissertatsioon , San José Riiklik Ülikool.

Vukotic, I., Moyse, E., & Bianchi, R. M. (2015). ATLASrift-a Virtual Reality application. *arXiv preprint arXiv:1511.00047*.

Wickens, C. D. (1992). Virtual reality and education. *1992 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, 1*, 842-847.

Yildirim, B., TOPALCENGİZ, E. S., ARIKAN, G., & Timur, S. (2020). Using virtual reality in the classroom: Reflections of STEM teachers on the use of teaching and learning tools. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(3), 231-245.

Yildirim, G., Elban, M., & Yildirim, S. (2018). Analysis of Use of Virtual Reality Technologies in History Education: A Case Study. *Asian Journal of Education and Training*, 4(2), 62-69.



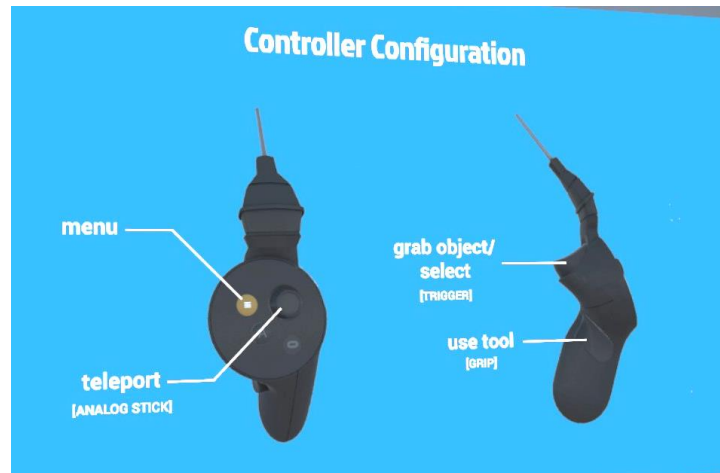
## 8. Lisad

### Lisa 1 - Juhend õpetajale:

#### Short Circuit VR

Programmi käivitades tekid töökotta, mille seinal on juhend oma kontrolleri (pultide) nuppude toimingutest.

Lase õpilastel alustades seda veidi uurida ja kui tekib küsimusi, siis saad ka aidata.



**Grab object / select** (Haara objektist / vali) - Selle nupu abil saad erinevatest juppidest kinni haarata, neid ringi tõsta ja menüüst sobivaid valikuid teha.

**Menu** nupp toob esile menüü milles saab erinevaid toiminguid/tööriistu/juppe valida.

**Teleport** nupp laseb sul mööda virtuaalset töökoda ringi liikuda (hüpata). Ringi liikumiseks tuleb nuppu lükata soovitud vaatesuunas (kuhu poole soovid vaadata) ja käega suunata hüppamise rõngas soovitud asukohta (oma tulevast vaatesuunda näitab uue asukoha tekkeringil olev nool).



**Teleporteerumine** toimub sobivas kohas sobiva suunaga teleporteerumise nupust lahti lastes.

**Use tool** nupp laseb sul erinevaid juppe aktiveerida (nt. lülitid). Kasutamiseks peab soovitud jupp olema kollase äärega markeeritud.

**Töökoht** ja selle reguleerimine. Töökohaks on pildil nähtav laud.

Töölaua kõrgust saab reguleerida töölaua kõrval olevast kõrguse muutmise kangist kasutus nupuga seda liigutades.



**Töölaua** on esiteks riiulil paiknev elektrivoolu indikaator (kui põleb kollaselt, siis on patarei sisse lülitatud). Samuti leiab laualt suure voolulüliti, millega patareid sisse/välja lülitada. Laua kohal hõljub esialgne skeemi alus koos 9V patareiga.



### **Menüü (vajutades menu nuppu)**

Menüü valikud:

- 1) Vool sisse/välja
- 2) Komponentid
- 3) Täpsus
- 4) Värvid
- 5) Salvestamine
- 6) Komponentide suuruse (skaala) muutmise
- 7) Enda loodud komponendid

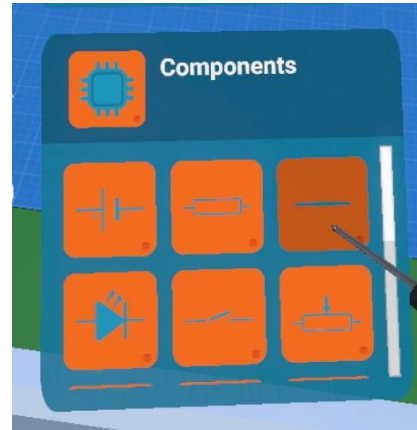


**Vool sisse/välja** teeb sama mis laual olev suur voolu sisse/välja lülitamise nupp.

**Komponendid** annab ette valiku komponentide kategooriaid, mille seast saab valida sobiva alajaotuse, et otsitava komponendi juurde jõuda.

Komponentide valikud:

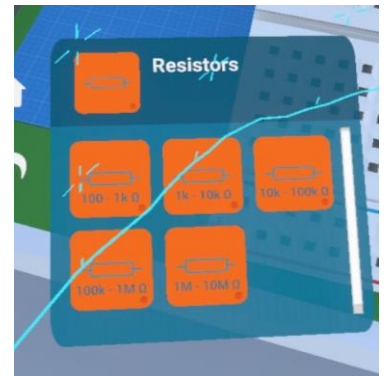
- 1) Patareid
- 2) Takistid
- 3) Juhtmed
- 4) LED-id
- 5) Lülitid
- 6) Reostaadid
- 7) Mootorid
- 8) Diodid
- 9) Kõlistid
- 10) Numbriindikaator



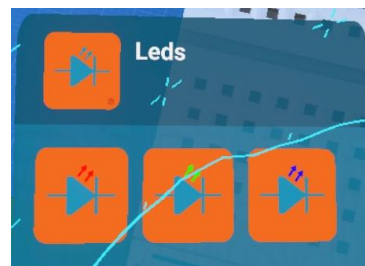
**Patareide** alt leiad 1,5V, 3V, 6V ja 9V pingega patareid.

**Takistite** juurest leiad takistite vahemiku jaotised ning edasi valides juba täpsemad takistid.

**Juhtmete** valik piirdub ainult musta ja punase juhtmega. Juba ühendatud juhtmete pikkust saab vasakule/paremale nupuga muuta.



**LED-ide** valikust leiad punase, roheline ja sinise LED pirni. Iga pirni nimipinge on 1,8 V ja suurim tarbitav voolutugevus 20 mA.



**Lülitied** on kaks erinevat: nupplüliti ja liuglüliti. Nupplüliti laseb voolu läbi ainult siis, kui nupp all hoida. Liuglüliti saad aga sobivasse asendisse jätta.

**Reostaadid** on muudetava takistuse suurusega takistid.

**Mootoriga** on võimalik objekte liikuma panna.

**Dioodid** on komponendid, mis lasevad elektrivoolu ainult ühes suunas läbi.

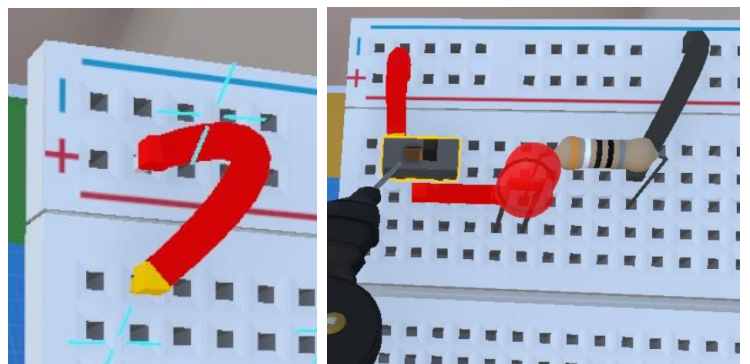
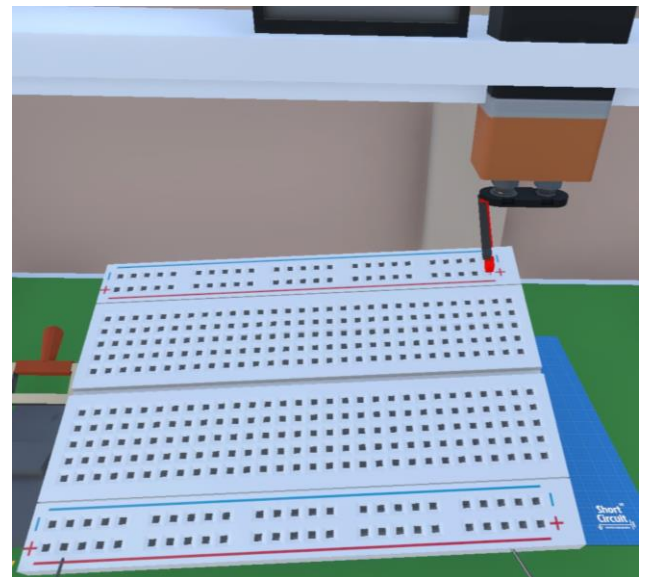
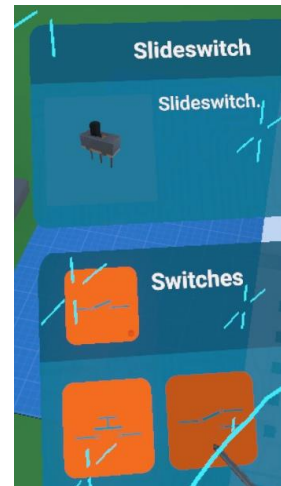
**Kõlistid?** teevad häält kui neist elektrivool läbi läheb.

**Numbri indikaatorid** on suured komponendid, mille igal jalal on oma funktsioon.

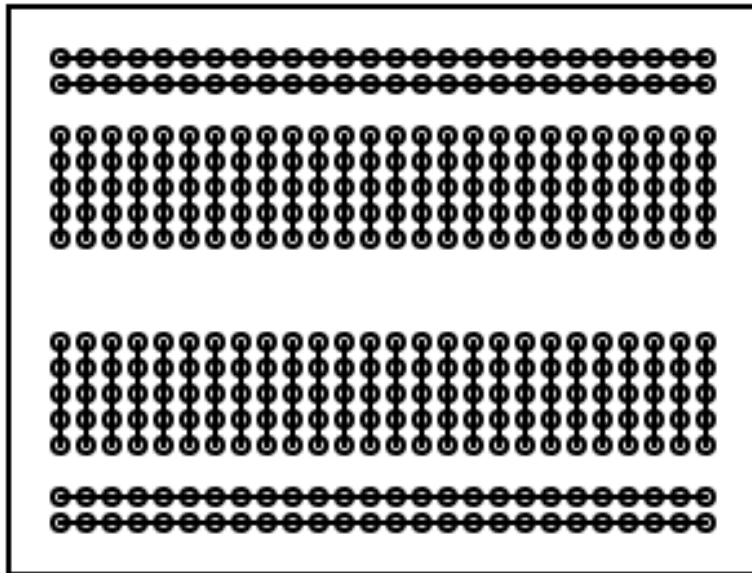
### **Kuidas komponente ühendada.**

Komponentide ühendamiseks tuleb kasutada skeemialust (makettplaati). Kohe alguses on makettplaadile ühendatud 9V patarei. Positiivne poolus on ühendatud punase joone poole ja negatiivne sinise joone poole.

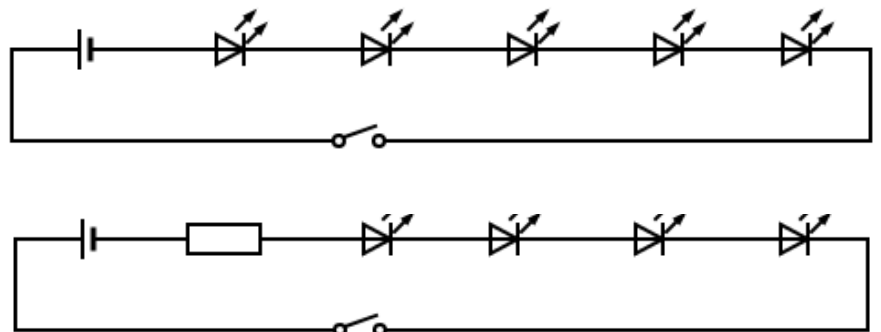
Edasine ühendamine toimub, kui juhtmega tuua vool sinise või punase raja juurest kesksele alale. Kesksele alale saab ka komponendid ühendada. Tuleb ainult meeles pidada, et iga viiene aukude tulp on omavahel kokku ühendatud, seega tasub oma skeemil komponendid seada nii, et ühendused, mis omavahel kokku ei tohiks saada oleksid kindlasti erinevates tulpades.



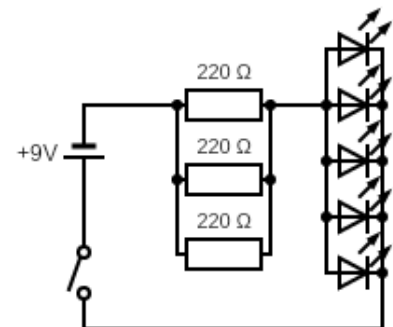
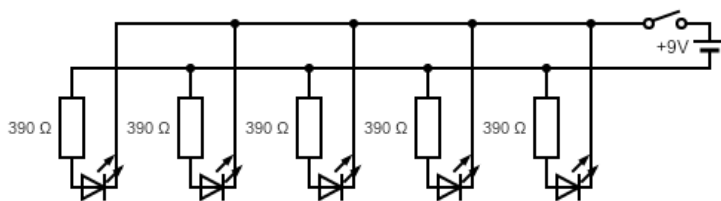
# Makettplaadi skeem



Näidis jadaühendusest  
(NB! Asenda üks LED-idest  
100oomise takistiga)



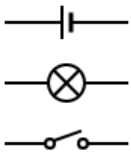
Näidis rööpühendusest  
**Kasutada 220 või 390 oomiseid takisteid.**



## Lisa 2 - Jadaühendus VR-is

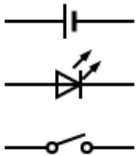
Jadaühendus tekib siis, kui elektriskeemil on meil kõik komponendid järjest ühendatud ning viimane on taas esimesega ühendatud. See tähendab, et iga elektriskeemi osa on ühendatud oma kahe naabriga. Elektriskeemil märgitakse erinevaid osi ühendavaid juhtmeid sirgjoontega.

- 1) Joonista üks elektriskeem, millel on kujutatud patarei, hõõgpirn ja lüliti.



Kasutades LED pirne, siis peab silmas pidama, kumb pirni jalg läheb positiivse juhtme (enamasti punane) ja kumb negatiivse juhtme (enamasti must) külge (patareil on + ja - märgitud). Led pirni jalad on erineva pikkusega, pikem on + ja lühem –.

- 2) Joonista elektriskeem, kus on LED pirn, patarei ja lüliti.

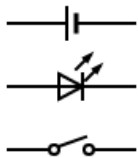


Sageli juhtub nii, et vooluallikas (patarei) on liiga suure pingega. Selleks, et seda endiselt kasutada saaks, on paar võimalust. Lihtsaim neist on elektrivoolu tarbijate ehk antud juhul LED pirnide arvu suurendamine.

- 3) Leia, mitu pirni läheb vaja, et saada pirnide tarbitud pinge kas võrdseks või veidi suuremaks kui patareil märgitud pinge, kui iga LED pirn suudab kasutada 1,8 V pinget.

Patarei pinge	Vaja minevate (1,8 V) LED pinide hulk
1,5 V	
3 V	
4,5 V	
9 V	

- 4) Joonista eelneva põhjal skeem, kus sul on 9V patarei, lüliti ja sinu leitud arv LED pirne.

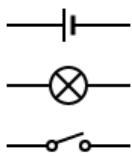


Näita oma skeemi õpetajale ning kui see sobib, siis katseta seda ka VR-is.

### Lisa 3 - Rööpühendus VR-is

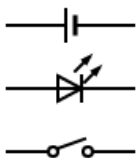
Rööpühendus tekib siis, kui elektriskeemil ei ole kõik komponendid järjest, vaid tekib vähemalt üks hargnemine, kus igat komponenti läbib suletud vooluringi korral elektrivool. Elektriskeemil märgitakse erinevaid osi ühendavaid juhtmeid sirgjoontega.

- 1) Joonista elektriskeem, millel on kujutatud patarei, 2 rööbiti ühendatud hõõgpirni ja lüliti.



Kasutades LED pirne, siis peab silmas pidama, kumb pirni jalg läheb positiivse juhtme (enamasti punane) ja kumb negatiivse juhtme (enamasti must) külge (patareil on + ja - märgitud). Led pirni jalad on erineva pikkusega, pikem on + ja lühem -.

- 2) Joonista elektriskeem, kus on 2 rööbiti ühendatud LED pirni, patarei ja lüliti.



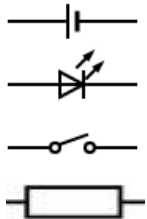
Sageli juhtub nii, et vooluallikas (patarei) on liiga suure pingega. Selleks, et seda endiselt kasutada saaks, on paar võimalust. Lihtsaim neist on elektrivoolu tarbijate ehk antud juhul LED pirnide arvu suurendamine.



- 3) Leia, mitu pirni läheb vaja, et saada pirnide tarbitud pinge kas võrdseks või veidi suuremaks kui patareil märgitud pinge, kui iga LED pirn suudab kasutada 1,8 V pinget.

Patarei pinge	Vaja minevate (1,8 V) LED pinide hulk ühes jadas
1,5 V	
3 V	
4,5 V	
9 V	

- 4) Joonista eelneva põhjal skeem, kus sul on 9V patarei, lüliti ja omavahel rööbiti olevad LED pirnid koos takistitega.



- 5) Näita oma skeemi õpetajale ning kui see sobib, siis katseta seda ka VR-is.

## **Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks**

Mina, Madis Tuul,

*(autori nimi)*

annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

Õpetajate hinnang õppematerjalile jada- ja rööpühenduste õpetamiseks 6. klassi tehnoloogia tunnis kasutades virtuaalreaalsust

*(lõputöö pealkiri)*

mille juhendaja on Leo Aleksander Siiman

*(juhendaja nimi)*

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 3.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

*Madis Tuul*

22.05.2022