



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Infotehnoloogia teaduskond

Arvutisüsteemide instituut

Georg Haud

Virtuaalreaalsuse loomine CryEngine-s Tallinna Raekoja platsi näitel

Bakalaureuse töö

Juhendajad: Eduard Petlenkov, Ph.D.

Aleksei Tepljakov, Ph.D.

Tallinn 2017



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Information Technology

Department of Computer Systems

Georg Haud

Development of Virtual Reality Environment in CryEngine on the Example of Tallinn Town Hall Square

Bachelor's thesis

Supervisors: Eduard Petlenkov, Ph.D.

Aleksei Tepljakov, Ph.D.

Tallinn 2017

Autorideklaratsioon

Olen koostanud antud töö iseseisvalt. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud. Käsolevat tööd ei ole varem esitatud kaitsmisele kusagil mujal.

Autor: Georg Haud

5. juuni 2017. a.

Annotatsioon

Bakalaureusetöös kirjeldatakse virtuaalreaalsuse loomist ning põhimõisteid alustades täiesti algusest. Selgitatakse objektide modelleerimist ja eksportimist, virtuaalmaailma loomist mängumootoris ning virtuaalreaalsusseadmete rakendamist virtuaalmaailma vaatamiseks.

Tööst järeldub, et virtuaalmaailma loomine on pikk protsess ning hea lõpptulemuse saavutamiseks tuleb õppida kasutama erinevaid programme ja nende tööriistu. Bakalaureusetöö põhineb autori ning kahe kaastudengi projektil, mille käigus loodi virtuaalmaailm Tallinna Raekoja platsist.

Lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning sisaldab teksti 43 leheküljel, 3 peatükki, 19 joonist.

Abstract

Given Bachelor's thesis describes the development of Virtual Reality. It starts with object modelling and ends with setting up VR devices. The main purpose of this paper is to learn how to develop and create VR applications. In the end of this thesis the reader should know the basics of modelling in Autodesk Maya and also the fundamentals of creating Virtual Reality in CryEngine 5 using self-made objects. The second goal is to study and acquire knowledge about the game engine CryEngine 5 and the third goal is to give overview of basic workflow when creating VR applications.

Thesis is based on Virtual Reality of Tallinn Town Hall Square that was developed by three studends including author of this thesis. All the pictures and examples used are taken from the project.

The outcome of this thesis is that the creation of Virtual Reality is a long process that goes with even longer studying process. Satisfying end result is accomplished only with many hours of practice while one must learn all the tools and shortcuts of necessary programs.

Given Bachelor's consists of three sections. The first section describes objects creation, 3D modelling and export to CryEngine in Autodesk Maya. In the second section author gives a complete tutorial of using CryEngine 5 as a game engine for Virtual Reality. Section describes project creation, object import, adding materials and using different tools for the best end result. The third section gives an overview of Tallinn Town Hall Square project and includes also possibilites for further development.

This Bachelor's thesis is written in Estonian and contains 43 pages of text, 3 chapters and 19 figures.

Sisukord

Jooniste loetelu	8
Sissejuhatus	9
1 Objektide loomine virtuaalmaailma jaoks	11
1.1 Autodesk Maya ja selle põhiomadused	11
1.1.1 Põhimõisted	11
1.1.2 Kaamera juhtimine Maya-s	12
1.1.3 Objektide valimine Maya-s	12
1.1.4 Pistikprogrammide installeerimine	12
1.2 Objekti modelleerimine	13
1.2.1 Alustamine	13
1.2.2 Objekti liigutamine ja suuruse muutmine	14
1.2.3 Insert edge loop	14
1.2.4 Extrude Tool	15
1.2.5 Bevel	15
1.2.6 Multi-Cut Tool	15
1.2.7 CV Curve Tool	16
1.3 Objekti tekstureerimine	16
1.3.1 UV- kaardistamine	16
1.3.2 Materjalide lisamine	17
1.4 Materjali füüsiliseks muutmine	18
1.4.1 Füüsiliseks muutmine vähese arvu punktide korral	18
1.4.2 Füüsiliseks muutmine suure arvu punktide korral	19
1.5 Objektide eksport Maya-st CryEngine5-te	19
1.5.1 Crytools	19
1.5.2 CryExportNode-i loomine	19
1.5.3 Mat.ed	20
1.5.4 Eksportimine Mayast CryEngine 5-te	21
1.5.5 Vigade likvideerimine	22
2 Virtuaalmaailma loomine CryEngine 5-s	24
2.1 Cryengine 5, selle terminoloogia ja vajalikud tööriistad	24
2.1.1 Sandbox Editor	24
2.1.2 Game SDK	25
2.1.3 Material editor	26
2.1.4 Flow Graph	27
2.1.5 Environment Editor	28
2.1.6 Terrain Editor	28
2.2 Maailma loomine	29
2.2.1 Projekti loomine	29
2.2.2 Taseme loomine	29
2.2.3 Maapinna loomine	30
2.2.4 Materjali lisamine maapinna näitel	30

2.2.5	Objektide lisamine	31
2.2.6	Materjalide lisamine	32
2.2.7	Materjalide viimistlemine ja seadistamine	33
2.2.8	Päikesevalguse muutmine	34
2.2.9	Tehisvalguse lisamine lisaks päikesele	34
2.2.10	Maailma eksportimine mängumootoris	35
2.3	Virtuaalreaalsusseadmete rakendamine	36
3	Tallinna Raekoja plats virtuaalreaalsuses	38
3.1	Ülevaade projektist	38
3.2	Ideed projekti edasiarendamiseks	39
	Kokkuvõte	40
	Kasutatud kirjandus	41

Jooniste loetelu

1	Autodesk Maya vaikumisi töölaud	13
2	Insert edge loop	15
3	CryTools	18
4	CryExportNode loomine	20
5	Materjali faili loomine	21
6	Crytoolsi export aken	22
7	Sandbox Editor-i töölaud	25
8	Material editor	26
9	Flow Graph	27
10	Environment Editor	28
11	Terrain Editor	28
12	Ekraanitõmmis tasasest pinnast	30
13	Objekt, millel puuduvad materjalid	32
14	Materjalidega objekt	33
15	Maailm ilma tehisvalguseta	34
16	Maailm tehisvalgusega	35
17	Projekti kaustas asuvad vajalikud failid	36
18	Raekoja plats pealtvaates tegelikkuses	38
19	Raekoja plats pealtvaates virtuaalreaalsus	38

Sissejuhatus

Virtuaalreaalsus on kiiresti arenev uue generatsiooni tehnoloogiaharu, mis hetkel on üha enam populaarsust kogumas. Eelmisel, 2016-ndal aastal tulid kõik virtuaalreaalsusega seotud firmad välja uute arenenenud platvormidega, millest igaüks on vähemal või suuremal määral tehnika tipptase. Seda, kas virtuaalreaalsusest saab uus komeet tehnoloogia maailmas, näitab ainult aeg.

Eestis tegeleb virtuaalreaalsusega ja selle arendamisega küllaltki vähe inimesi ning põhjusel, et platvorme on palju ning tehnoloogia uus, puuduvad teadmised erinevatest omadustest, eripäradest ja nüanssidest. Arvestades siiski praegust kasvavat trendi oleks võimalik virtuaalreaalsust väga erinevates valdkondades ära kasutada [1], [2].

Lähtudes sellest oligi töö eesmärgiks:

1. Õppida selgeks virtuaalreaalsuse loomine, kasutatavad rakendused ja modelleerimise algtõed;
2. Õppida tundma mängumootorit CryEngine 5;
3. Kirjeldada ning selgitada töövoogu eelnevalt nimetatud programmide puhul.

Bakalaureusetöö on jaotatud kolmeks osaks. Esimeses osas kirjeldatakse, kuidas toimub objektide loomine ja modelleerimine programmis Autodesk Maya ning töö teises osas seletatakse lahti virtuaalmaailma loomine mängumootoris CryEngine 5. Kolmandas osas antakse ülevaade virtuaalreaalsuses olevast Tallinna Raekoja platsist, millel kogu bakalause töö põhineb.

Töö maht ei võimaldanud kahjuks kogu teemat süvitsi lahti kirjutada ja seega on võimalik objektide modelleerimise ja ette valmistamise kohta lisaks lugeda kaastudengi Mihkel Abeli bakalaureusetööst „3D Modelleerimine ja 3D mudelite tekstureerimine VR-rakenduste jaoks virtuaalse Raekoja platsi projekti näitel”.

Kogu töö sisaldab autoripoolseid soovitusi ning märkusi järgmisteks sarnasteks projektideks.

Autor avaldab tänu juhendajatele aktiivse juhendamise, huvitava teema leidmise ja tööks vajalike seadmetega varustamise eest.

1. Objektide loomine virtuaalmaailma jaoks

1.1. Autodesk Maya ja selle põhiomadused

Autodesk Maya on arvuti tarkvara 3D modelleerimiseks, mis töötab kõikide laialtlevinud operatsioonisüsteemide peal. Programmi kasutatakse animatsioonide, mudelite, simulatsioonide ning mängude tegemiseks. Antud projektis kasutati Maya-t eelkõige majade ning kõnniteede tegemiseks.

1.1.1. Põhimõisted

Scene on virtuaalne tööruum, kuhu objektid luuakse ja millena mällu salvestatakse.

Object ehk objekt on modelleeritav mudel, mis koosneb väiksematest elementidest: tippudest, servadest ja tahkudest. Lühidalt öeldes on tegemist punktide võrgustikuga.

Vertex tähendab tippu või kohta ruumis, kus kaks joont/külge kohtuvad [3].

Edge ehk külg ehk serv on joon, mis ühendab omavahel erinevaid tippe.

Face ehk tahk on lame pind. Kohta, kus kaks tahku kohtuvad nimetatakse küljeks [4].

Texture on üksik pildifail, mis listatakse juurde materjalile. Selleks võib olla ise tehtud tekstuur ehk pinnakuju, töödeldud foto või lihtsalt värv, mis on tavaliselt salvestatud tiff formaadis [5].

Material ehk materjal koosneb erinevatest tekstuurifailidest ning täpsustustest, mis Maya poolt omavahel kokku kombineeritakse. Materjale saab lisada valmistatud objektidele ning esemetele ning need on need, mida näeb arendaja renderdatult oma tööaknas [5].

1.1.2. Kaamera juhtimine Maya-s

Töölaua ringi vaatamiseks on Maya-s erinevad võimalused. Kõige lihtsamaid neist saab kasutada vajutades klaviatuuril Alt ja hoides samal ajal hiirel all paremat, keskmist või vasakpoolset nuppu.

Erinevate vaadete saamiseks tuleb Panels menüüs valida “Perspective” või “Orthographic” valikute vahel. Perspective-i vaate puhul paistavad kaamerale lähemal asetsevad objektid suuremad ning Orthographic-u puhul on kasutaja poolt valitud vaade pinnaga risti [6].

1.1.3. Objektide valimine Maya-s

Põhiline vaikimisi moodus esemete valimiseks on objekti põhine ja see aktiveerib objekte ükshaaval. Hoides all klaviatuuril “Shift” nuppu, saab valida mitu objekti korraga. Kiiremaks valimiseks on võimalik parempoolse hiireklahviga lohistada ümber soovitud objektide kast, mis automaatselt need elemendid korraga ära aktiveerib.

Selleks, et modelleerija saaks valida lisaks objektidele ka selle erinevaid osi, tuleb hoida hiirt objektil ning vajutada alla parempoolne klahv, mis avab valiku, kus on võimalik valida erinevate valimismeetodite: Face, Vertex või Edge vahel [7].

1.1.4. Pistikprogrammide installeerimine

CryEngine-i pistikprogrammide paigaldamiseks Autodesk Maya-le tuleb navigeerida esmalt arvutis CryEngine kausta, mis asub Local Disk-il ja valida sealt vastavalt CE versioonile kaust nimega *CRYENGINE_X.X*. Seejärel tuleb siseneda Tools kausta, kus asub pistikprogrammide installeerimiseks mõeldud CryToolsInstaller.

Programmi avades saab valida, millistele programmidele laiendusi lisada soovitakse, antud juhul Maya-le. Vajutades „Next” installeeritakse vajalik pistikprogramm ja sellega on paigaldamine lõppenud.

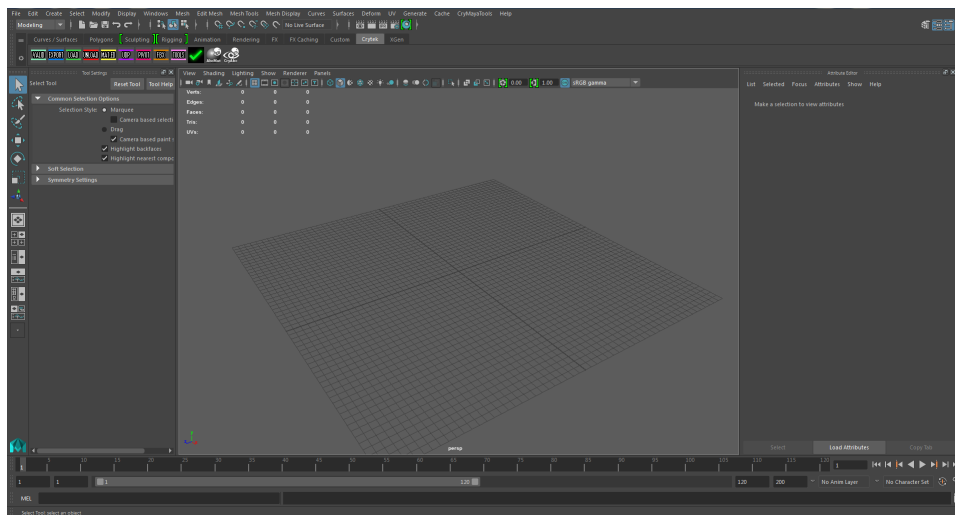
1.2. Objekti modelleerimine

Objektide ning esemete täpsus määrab ära kui usutav ning reaalne loodud virtuaalmaailm välja näeb, seega on oluline mõista nii modelleerimise kui materjalide lisamise oskust töö tegemisel.

Töö autori hinnangul on modelleerimise õppimiskõver alguses väga aeglase tõusuga, sest uusi asju on palju ning neid on korraka raske hoomata. Mida aeg edasi, seda kiiremini ja paremini hakkavad liigutused välja tulema ning arendaja kvaliteedi tõusu on tema enda mudelite pealt võimalik silmaga jälgida. Suurim erinevus alguses ja lõpus loodud objektide vahel seisneb nende modelleerimise lihtsuses ning puhtuses.

1.2.1. Alustamine

Olenevalt objektist saab modelleerimist alustada erinevatest ruumilistest või tasapinnalistest kujunditest, siinjuures on oluline mõista, mida arendaja valmistada soovib. Antud projekti puhul, kus enamjaolt valmistati hooneid, oli tavaliselt otstarbekas alustada modelleerimist kuubist.



Joonis 1. Autodesk Maya vaikimisi töölaud

1.2.2. Objekti liigutamine ja suuruse muutmine

Omades kindlat visiooni ning ettekujutust valmivast esemest, tuleb hakata esialgset kuupi modifitseerima, andes sellele esmalt õige kuju. Suuruse muutmiseks on kaks olulist tööriista: Scale Tool ja Move Tool.

Maya võimaldab erinevaid külgi, ääri ning kujundi tippe liigutada ja suurendada, nii saab objekti vastavalt soovile venitada laiemaks, pikemaks ning kõrgemaks. Lisaks käsitsi venitamisele, on modelleerijal võimalus sisestada eseme soovitud mõõdud, saades nii reaalses suuruses objekti, muidugi vähendatud kujul.

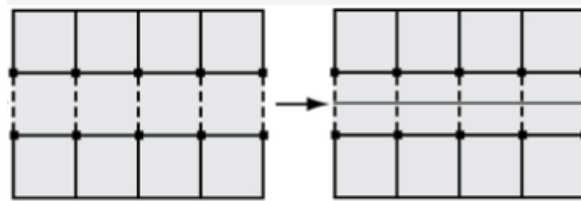
Move Tool-i aktiveerimiseks tuleb valida soovitud, külg, äär või nurk ning klõpsata liigutamise tööriista ikoonil või vajutada klaviatuuril nuppu "W". Seejärel tekivad eelnevalt aktiivse koha ümber nooled, mida mööda saab külge vastavalt soovile liigutada [8].

Scale Tool-i aktiveerimiseks on kasutajal samuti kaks võimalust, kas klõpsata tööriista ribal ikoonil või vajutada klaviatuuril "R". Samuti avanevad aktiivse koha ümber nooled ning nii saab mööda erinevaid telgi objekti suurust muuta. Vajutades noolte keskel asuvale kastikesele, saab eseme kuju muuta kõikide telgede peal korraga ja võrdselt [9].

1.2.3. Insert edge loop

Alguses puudub modelleerijal täpne arusaam kõikidest kohtadest, mis soovitud eseme loomiseks modelleerimist vajavad, seega tuleb töö käigus silmuseid juurde luua, et õigeid kohad muutuksid modifitseeritavateks.

Selleks on Maya-s Insert Edge Loop tööriist, mida saab aktiveerida Mesh Tools menüüst. Tööriist lõikab kasutaja soovitud kohtadest tahud ning servad pooleks, mis annab arendajale võimaluse modelleerida täpselt neid kohti, mida vaja. Tuleb arvesse võtta, et Insert Edge Loop lõikab terve objekti ulatuses [10].



Joonis 2. Insert edge loop

1.2.4. Extrude Tool

Selle tööriista abil saab olemasolevale objektile tippe, servi ja tahkuseid juurde lisada. Extrude tool-i kasutamiseks tuleb aktiveerida soovitud koht objektil ning valida Edit Mesh menüüst “Extrude” või vajutada klaviatuuril koos ctrl ning E. Seejärel on võimalik tahku või serva, mööda soovitud telge nihutada.

Töö autori arvates on Extrude Tool üks nendest tööriistadest, tänu millele erinevad objektid õige kuju saavad ning ilma milleta modelleerijal on väga keeruline hakkama saada [11].

1.2.5. Bevel

Bevel funktsioon võimaldab modelleerijal lisada objektile juurde kumerust, muutes aktiveeritud servad tahkudeks ja see läbi ümardades servad. Antud töös kasutati Bevel tööriista näiteks kumerate kõnniteede tegemisel.

Kasutamiseks tuleb valida soovitud serv ja vajutada Edit Mesh menüüst “Bevel”[12].

1.2.6. Multi-Cut Tool

Multi-Cut tool annab kasutajale võimaluse lõigata, poolitada ning lisada juurde servi täpselt seal, kus modelleerijal vaja on. Kasutades lisafunktsioone saab lõigata täpselt täisnurga all või servade keskpunktist.

Tööriista kasutamiseks on võimalik vajutada Multi-Cut ikoonil või valida Mesh Tools menüüst “Multi-Cut” ning seejärel tehes lõiked mudelil soovitud kohtades. Täisnurga

funktisooni kasutamiseks tuleb vajutada ctrl pluss shift ning serva keskpunktist lõikamiseks ctrl pluss hiire keskmine rullik [13].

1.2.7. CV Curve Tool

Curve Tooli kasutades on võimalik luua objekte, mis sisaldavad endas erinevaid keermeid, pöördeid ja põimumisi. Näiteks antud töös kasutati tööriista kõnniteede ning põimitud metalltrellide tegemisel.

Tööriista aktiveerimiseks tuleb valida Create menüüst “CV Curve Tool” ning avaneb tööriist. Arendaja peab valima algpunkti ning seejärel lisama järgmised punktid, mille järgi kõverjoon tekib. Olles punktid paika seadnud tuleb vajutada klaviatuuri Enter ning luuakse soovitud suuruse ning nurgaga joon.

Selle kasutamiseks näiteks kõnnitee jaoks tuleb aktiveerida nii kõnnitee jätkatav tahk kui ka äsja loodud joon ning seejärel käivitada Extrude Tool, millega tekitatakse kohe ühendus alguse ja lõpu vahel. Lisades avanenud väikeses tööriista aknas juurde division-e, muutub tee aina rohkem joonega sarnasemaks [14].

1.3. Objekti tekstureerimine

Teine mitte vähem oluline aspekt lõppresultaadi saavutamisel on materjalide ning tekstuuride lisamine objektile, sellega luuakse mudelile välimus.

1.3.1. UV- kaardistamine

UV- kaardistamine on hädavajalik lüli pinna ning sellele kantava pildi vahel. Lihtsustatult tähendab kaardistamine pinnalaotust 3D mudelile ehk ruumiline objekt muudetakse tasapinnaliseks kujundiks ja võetakse eri osadeks lahti.

Tänu UV- kaartidele näevad objektid ning valmis mudelid kvaliteetsed välja ning soovikorral meenutavad reaalseid esemeid. Ilma nende loomiseta oleks tulemused palju ebakvaliteetsemad [15].

Maya-s on kasutajal võimalik valida erinevate kaardistamise variantide vahel: Planar, Cylindrical, Spherical ja Automatic Mapping. Millist neist valida, sõltub objekti kujust ning analüüsides, mis parasjagu paremini toimib. Planar sobib hästi tasaste kujundite kaardistamiseks, cylindrical objektide, mis on silindri kujuga ehk näiteks käte ja jalgade kaardistamiseks. Automatic on nendest kõige universaalsem ning annab tihti väga hea resultaadi [16].

Oluline on mõista, et eelnev on ainult esialgse kujutise loomine, mida tuleb vastavalt objektidele modifitseerida. Selleks on Maya-s UV Editor, kus on võimalik UV- kaarte modifitseerida: lõigata, muuta mõõtmeid, pöörata ja nihutada vastavalt soovile. UV Editor annab arendajale kõik tööriistad kaartide seadistamiseks ning kõik toimub samade nuppudega nagu tavalisel töölaual. Peamine on tööriista juures see, et modelleerija saab mudeli 2D kujutist muuta täpselt tekstuuri järgi, mis kuvatakse objektile lisamisel UV Editor-is [17].

Antud töös loodi nii näiteks uksi, mis reaalse lõpptulemuse jaoks, täpselt kaardistada tuli.

1.3.2. Materjalide lisamine

Kogu töö UV-kaartidega toimub parima kvaliteedi ja täpsuse saavutamiseks materjalide lisamisel objektile. Võimalik on materjaliks lisada ka lihtsalt värvi, kuid antud töö raames kirjeldatakse, kuidas lisada materjaliks faili, sest nii on võimalik see ka exportida CryEngine5-te.

Materjali lisamiseks tuleb teha parem klikk objektile, millele materjali lisada soovitakse ning valida "Assign New Material". Avanenud aknast valida sobiv algmaterjal näiteks "Lambert". Lambert sobib kõikide materjalide kujutamiseks, kuid parema tulemuse saavutamiseks võib kasutada näiteks aknaklaaside ja metalli loomisel materjali Blinn.

Seejärel saab materjalile külge lisada tekstuuri, milline see tegelikult välja hakkab nägema. Selleks teha Color kasti taga asuval väikesel kastil klikk ja valida "File". Seejärel vajutada "Image Name" kasti kõrval asuval kausta pildil ning otsida üles soovitud pildifail tekstuurist ning see avada. Sellega on materjali lisamine valitud objektile lõpetatud. Kui sama materjali soovitakse lisada mõnele teisele objektile, saab seda teha klikkides „Assign New Material” asemel „Assign Existing Material” [18].

Nüüd saab eelnevalt räägitud UV Editoris tekstuuri vastavalt objektile paika seadistada.

Töö autor soovib kõik tekstuurid salvestada ühte kohta, kõige parem on kui need salvestatakse CryEngine5-te loodud projekti sisse, sest siis on need kohe kasutamiseks valmis. Juhul kui projekt puudub võib need lihtsalt kõik organiseeritult salvestada ühte alamkausta ning hiljem salvestada vajalikku kohta. Täpsest salvestamise asukohast tuleb antud töö raames juttu peatükis 2.2.1 Projekti loomine.

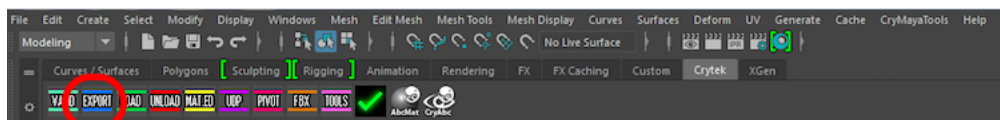
1.4. Materjali füüsiliseks muutmine

Materjalide füüsiliseks muutmine on vajalik selleks, et CryEngine 5 määraks ära nende käitumise mängumootoris. Tänu sellele saab näiteks määrata, et kivisein on tehtud kivist ja aknaklaasid käituvad nagu oleksid loodud klaasist. Tegemata jättes ei esine objekt maailmas kui füüsiline ese, vaid sellest on võimalik lihtsalt läbi liikuda ja vaadata.

Materjali käitumise määramiseks on peamiselt kaks võimalust ning mõlemat kasutati samuti antud projekti raames ning see sõltub sellest kui suurest arvust punktidest loodav objekt koosneb. Kui see arv on suurem kui 10 000 tuleb kõik materjalid korraga *physicalise*-da, aga kui arv on väiksem saab seda teha eraldi.

1.4.1. Füüsiliseks muutmine vähese arvu punktide korral

Kui modelleeritaval objektil on vähem punkte, kui 10 000 saab kõik materjalid eraldi *physicalise*-da. Selleks peab Maya-sse eelnevalt olema paigutatud pistikprogramm Crytools, mis on vajalik majade eksportimiseks CryEngine-sse.



Joonis 3. CryTools

Valides Maya-s tööriista ribalt Crytek ning sealt Export nagu näidatud joonisel 3, saab avanenud aknas materjalidele lisada juurde atribuute vajutades „Add Attributes”. Seejärel tuleb avada iga materjal eraldi, selleks võib vajutada joonisel 3 nähtaval olevale sinisele

ringile, mis asub Generate valiku all või valida Windows, järgmiseks Rendering Editors ning sealt „Hypershade”. Seejärel avanebki Hypershade, mis on renderamiseks põhitööala. Seal valides erinevaid materjale, avanevad paremal aknas nende sätted, kus on Extra Attributes sektsioon. Materjali füüsiliseks muutmiseks tuleb Physicalise kasti valida „Default” ning seejärel on eeltöö tehtud lisamaks CryEngine-s materjalile täpne käitumine.

1.4.2. Füüsiliseks muutmine suure arvu punktide korral

Juhul kui objekt on ingl k. *high polygon* ehk suure punktide arvuga, antud juhul juba suurem kui 10 000 punkti, siis tuleb luua objekti ümber teine vähem detailne mudel. Selleks tuleb lisada uus algobjekt, mis on tarbekas valida vastavalt olemasoleva objekti kujule. Olles sarnase kuju välja modelleerinud tuleb kogu objektile lisada materjaliks „Phong”.

Seejärel lisada juurde atribuute nagu tehti paragraafis 1.4.1 ning muuta Physicalise kasti väärtus ProxyNoDraw-ks. Sellega lõi modelleerija vähem detailse mudeli, mida CryEngines näha ei ole, kuid see pakitakse mudelile ümber ja tänu sellele saab materjalidele CryEngine-s anda täpse käitumise.

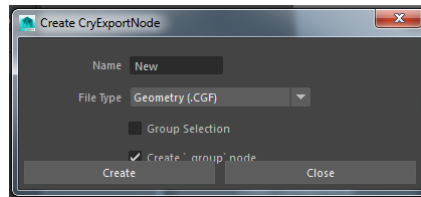
1.5. Objektide eksport Maya-st CryEngine5-te

1.5.1. Crytools

Valmis objektide transportimiseks CE5-te tuleb kasutada Crytek-i poolt loodud pistikprogramme, mis Mayaga ühilduvad, see teeb ekspordi kvaliteetsemaks ja eelkõige lihtsamaks. Antud projektis kasutati selleks Crytools-i.

1.5.2. CryExportNode-i loomine

Objekti eksportimiseks tuleb esmalt valida soovitud ese või esemed, seejärel klõpsata ülevalt riba, mis on näidatud joonisel 3, pealt Crytek ja Tools ning avaneb uus aken. Vajutades “Create CryExportNode” on kasutajal võimalik luua CryExportNode.



Joonis 4. CryExportNode loomine

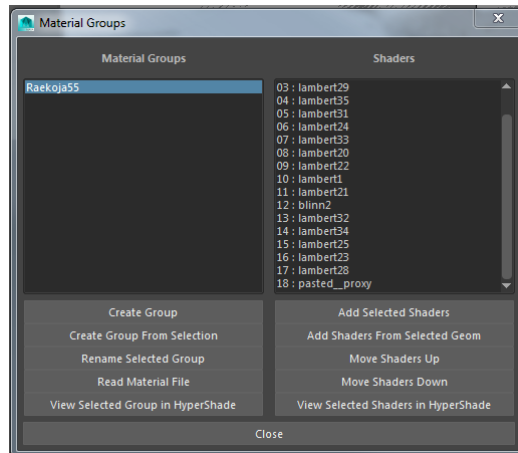
Tuleb sisestada vaid nimi ja teha linnuke “Group Selection” kasti, mis tagab selle, et kõik vajalik saab kaasa ning vajutada “Create”.

Samuti tuleb meeles pidada aktiveerida proxy kast koos eksporditava objektiga, sest ainult sellisel juhul on materjalidele võimalik käitumisviisi CryEngine-s lisada.

1.5.3. Mat.ed

Arvestades, et Maya-s luuakse täiesti valmis objekt, kuhu on lisatud kõik tekstuurid ja materjalid, siis tuleb luua CryTools-i abil materjalide fail. See tagab selle, et kogu tehtud töö ei lähe kaduma ning CryEngines on see sama objekt valmis kujul olemas, tuleb vaid failid õigest kohast üles otsida.

Materjali faili loomiseks tuleb esmalt jälle aktiveerida objekt või objektid ning valida Crytek-i riba pealt “Mat.ed”, mis avab uue vajaliku akna. Kõige pealt tuleb luua materjali grupp vajutades “Create Group” ning parema arusaadavuse jaoks nimetada see samamoodi nagu eelnevalt CryExportNode. Kui objekt on tööaknas valitud, jääb üle ainult vajutada “Add Shaders From Selected Geom” ning üleval olev aken täitub erinevate materjalidega. Sellega on materjali fail ette valmistatud ekspordiks.



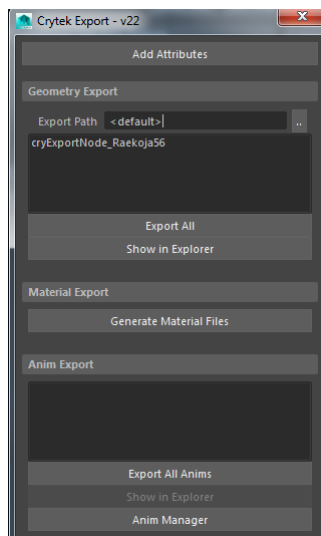
Joonis 5. Materjali faili loomine

Juhul kui materjalide füüsiliseks muutmiseks loomiseks loodi uus objekt, ei tohi unustada seda samuti aktiveerida, sest see sisaldab olulist materjali.

1.5.4. Eksportimine Mayast CryEngine 5-te

Viimaseks ongi jäänud vaid eksport ja kõik vajalik selle edukaks sooritamiseks peaks olema eelnevalt ettevalmistatud. Cryteki riba pealt tuleb valida “Export”.

Avanenud aknas tuleb esimesena valida asukoht, kuhu objekt eksporditakse. Tavaliselt on selleks kohaks oma CryEngine projekti kaustas Assetsi all asuv alamkaust Objects. Seejärel saab luua materjali faili, mis salvestatakse sinna samasse. Selleks tuleb vajutada “Generate Material Files”. Oluline on meeles pidada, et asukoht peab olema tingimata sama, kuhu salvestatakse objekt.



Joonis 6. Crytoolsi export aken

Viimasena tuleb aktiveerida CryEportNode, klikates selle peal ning vajutada “Export Selected”. Avanevad veel mõned informatiivsed aknad, mis näitavad, kas eksporditava objektile on probleeme. Juhul kui peaks esinema mõni viga, siis saab seal samas aknas fookusseerida tööakna murekohale ning selle likvideerida.

Kui probleemid lahendatud, avaneb laadimisriba, mille lõpule jõudes peaks objekt saja-protsendiliselt olema eksporditud CE5-te ja olema valmis mängumootoris kasutamiseks.

1.5.5. Vigade likvideerimine

Alustavate modelleerijate puhul on suur tõenäosus, et modelleerimisel tekivad objektile sisse vead, mis on täiesti tavaline nähtus. Kahjuks ei ole enne võimalik eset ekspordida, kui vead likvideeritud.

Vigade vältimiseks tuleb jälgida lihtsaid reegleid:

- Iga punkt ja serv peab olema osa mõnest hulknurgast.
- Ühest servaga saab ühenduses olla ülimalt kaks hulknurka.
- Kehtiva geomeetria puhul näitavad kõik pinnanormaalid ühte suunda.
- Hulknurk ei tohi murduda üle iseenda.

Crytools export näitab ära olemasolevad vead ja võimaldab neid ka kohealt aktiveerida vajutades vigade aknas „Focus”. Mõnikord piisab vigase koha kustutamisest, ilma et tagajärgi kaasneks, sest samale kohale on tekkinud kaks elementi ja üks neist on vigane. Samuti võib kasutada Merge Tool-i, mis ühendab vigase koha ümber oleva geomeetriga ning vead kaovad.

Kahjuks alati eelpool mainitud tegevused ei toimi ja tuleb vigane koht kustuta ning uuesti üles ehitada, mis on aeganõudev, kuid möödapääsmatu. Kogemusega tekib arusaam, miks vead tekivad ja kuidas neid vältida.

2. Virtuaalmaailma loomine CryEngine 5-s

2.1. Cryengine 5, selle terminoloogia ja vajalikud tööriistad

CryEngine on üks võimsamaid mängumootoreid hetkel turul, mida kasutades on kõigil huvilistel võimalus luua erinevaid meelelahutuslikke rakendusi. Tegemist on tiptasemel programmiga, mille praeguseid ja eelnevaid versioone on kasutatud erinevate tänapäeval populaarsete arvutimängude loomisel. Mängumootor ise on loodud mänguarendaja Crytek poolt.

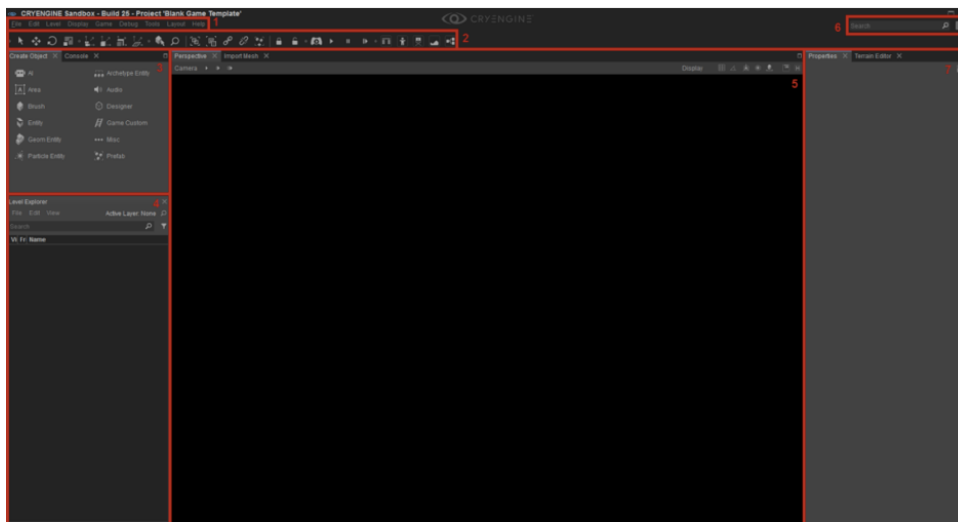
CryEngine tuli viienda versiooniga välja 22. märts 2016 ning see oli esimene versioon, millel on virtuaalreaalsuse tugi. Lisaks toetab mängumootor peaaegu kõiki turul olevaid VR tooteid ja sellega piiranguid ei lisandu.

Keskkond võimaldab manageerida oma projekte ja kasutada e-poodi, kust saab osta oma rakendusse erinevaid objekte, mis on teiste arendajate või Crytek-i poolt loodud. Lisaks on võimalik CryEngine ühildada erinevate töötlus- ja modelleerimisprogrammidega, mis lihtsustab oluliselt tööd ja teeb andmevahetuse kergemaks.

Programm sisaldab endas erinevaid tööriistu, mis järgnevates peatükkides lahti seletatakse. Põhiliselt keskendutakse nendele, mida antud projekti raames kasutati.

2.1.1. Sandbox Editor

Sandbox Editor on CryEngine-i lisa, mis võimaldab maailma luua, muuta ning täiustada. See on koht, kus toimub kogu töö. Kasutades Editori saab tekitada reaalsusega sarnase füüsika, valguse, liikumise, objektid, loodusnähtused ja kogu vajaliku selle põnevaks kasutamiseks [19].



Joonis 7. Sandbox Editor-i töölaud

Editor koosneb joonisel 7 näidatud osadest:

1. menüü,
2. põhilised tööriistad,
3. objecti loomine ja konsool,
4. lisatud/olemasolevad asjad,
5. vaateaken,
6. otsing,
7. maapinna muutmise tööriist / objekti sätteid.

2.1.2. Game SDK

Game SDK on Crytek-i enda poolt loodud näidisprojekt, mida on alustavatel arendajatel hea aluspõhjaks võtta ja kasutada. Selle saab alla tõmmata CryEngine Marketplace-st.

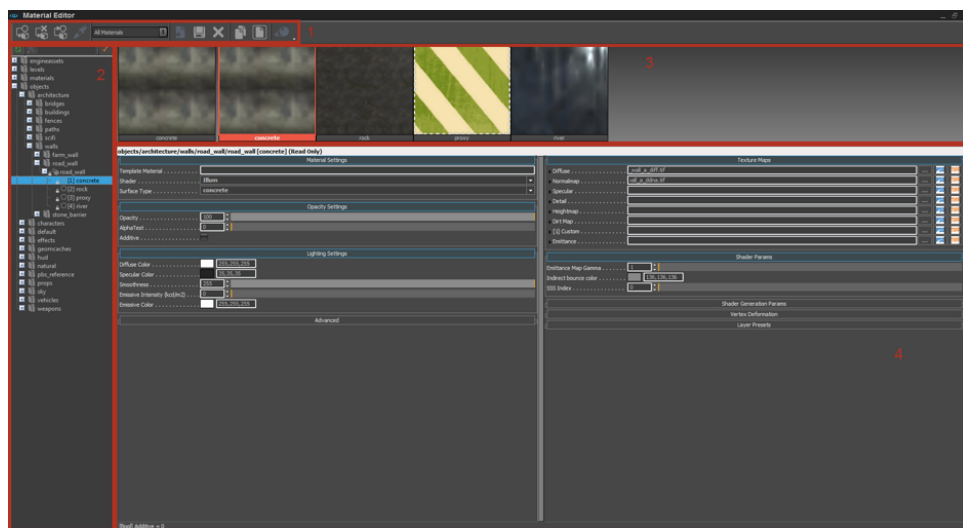
Esiteks on võimalik selle pealt vaadata, kuidas on midagi tehtud, mida kasutatud ja milline näeb üks ise loodud virtuaalmaailm välja. Teiseks luues SDK põhjal oma uue projekti, tulevad sealt kaasa mõned kasulikud lisad: näiteks on kohe olemas tegelane, kellega oma

maailmas ringi liikuda, liikumise füüsika on paigas ja lisaks saab kasutada kit-is olevaid objekte ning asju.

Töö koostaja peab peamiseks kasuks töö lihtsustamist, sest SDK võimaldab kohe hakata maailma looma nii, et seda saab vajadusel kohe virtuaalreaalsuse seadmetest vaadata, ilma suuremaid seadistusi tegemata.

2.1.3. Material editor

Material Editoris saab arendaja sirvida, luua ja lisada erinevaid materjale objektidele ning maapinnale. Peamine põhjus visuaalselt reaalse maailma loomisel ongi täpsed värvid ja tekstuurid, mida materjalid endas sisaldavad. Lisaks on võimalus juurde lisada füüsiline aspekt, täpsustades et tegemist on näiteks maapinna puhul liiva või kiviga, käitub materjal ka vastavalt [20].



Joonis 8. Material editor

Tänu sektsioonile Texture maps saab luua kvaliteetseid ja tiipptasemel tekstuure, millega on võimalik saavutada reaalse eluga identne välimus. Texture maps koosneb erinevatest komponentidest, mis järgnevalt lahti seletatakse.

Diffuse on kõige lihtsam ning määratleb ära värvi ning mustri. Olemuselt meenutab see objekti üle värvimist lisatud pildiga.

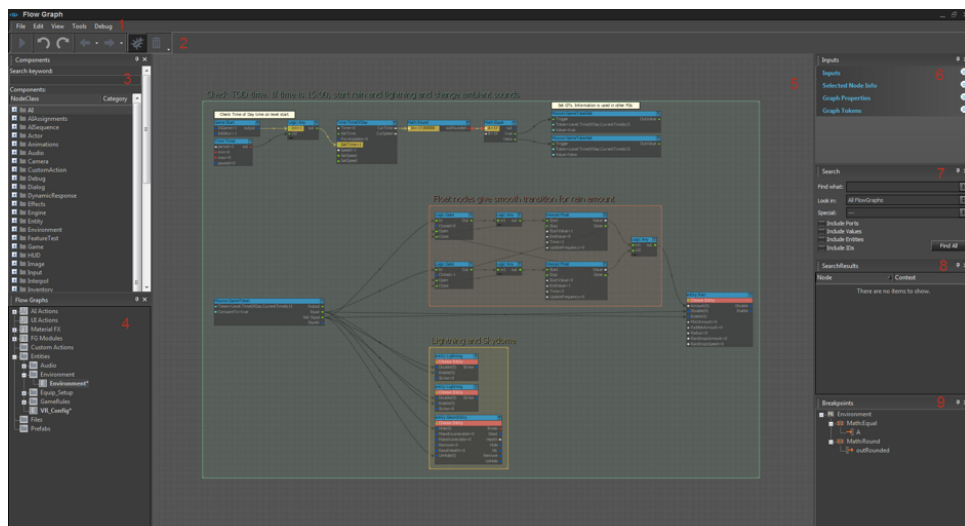
Specular map määrab ära värvide intensiivsuse, peegelduse ning toob välja kohad, mis peaksid objektilt vastu hiilgama. Tavaliselt on tegemist mustvalge pildiga Diffuse map-i põhjal, kus olulised kohad on tugevamalt toonitud [21].

Normal map on põhiline viis, millega muudetakse pind detailsemaks, ilma et peaks seda Maya-s modelleerima. Võimalik on tekitada pragusid, kõrgendusi, krobelisust ning kriimustusi objektidel. Normal map ise on edasi arendus varasemalt kasutusel olnud bumpmap-st, mis väljendas ainult pildil kõrgusi [22].

Detail map töötab sarnaselt bumpmap-ile. Teeb pinna detailsemaks, kuid seda küllaltki väheses määris ja ruumi arvelt [23].

2.1.4. Flow Graph

Flow Graph on sisseehitatud tööriist, milles saab kontrollida kogu maailma loogikat ning sündmusi. Valides vajaliku kasti ning seda omavahel teistega ühendades, on võimalik oma maailmas absoluutselt kõike luua ja inspekteerida. Näiteks lisada liikuvaid objekte, muuta mängija ja mänguvaate väljanägemist, lisada loodusnähtusi ning tekitada efekte [24].

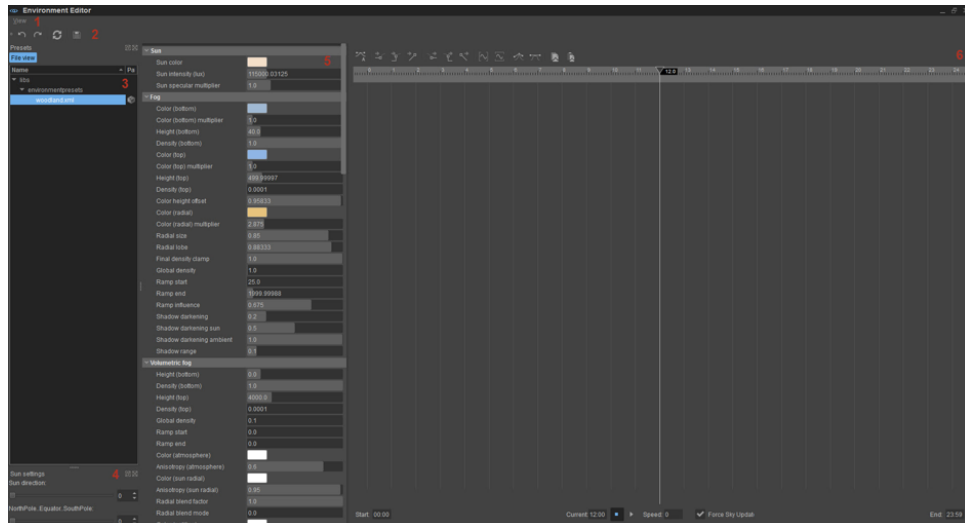


Joonis 9. Flow Graph

Autor lisab, et antud projekti puhul ei kasutatud väga palju Flow Graphi abi, vaid enamjaolt saadi ilma selleta hakkama.

2.1.5. Environment Editor

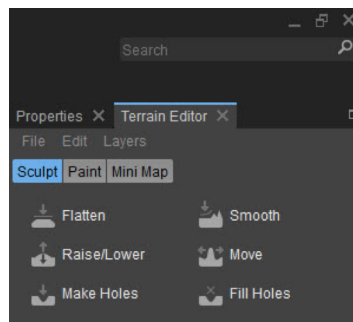
Environment editor-i kasutatakse ainult keskkonna kontrollimiseks. Selles saab muuta päikese kaldenurka, liikumist, positsiooni vastavalt kellaajale, valguse värvi, lisada udu ning pilvi. Kõigele eelnevale on igal teguril oma lisaseaded, millega saab lisaväärtust anda ja pisidetaile muuta [25].



Joonis 10. Environment Editor

2.1.6. Terrain Editor

Terrain Editor laseb kasutajal modifitseerida maapinda. Selle tööriista abil on võimalik luua mägesid, orge, samuti tekitada auke ja tasandada pinnast. Terrain Editor on suureks abiks arendaja soovitud maapinna saavutamisel. Samuti saab selles lisada eelnevalt põgusalt räägitud materjale, andes maastikule õige värvi ja tekstuuri.



Joonis 11. Terrain Editor

2.2. Maailma loomine

CryEngine 5 on ainult maailma ja reeglistiku üles ehitamiseks seega peavad kasutatavad objektid juba eelnevalt olemas olema. Antud projekti puhul kasutati programmi Autodesk Maya, kus kõik vajalikud objektid valmis said modelleeritud.

2.2.1. Projekti loomine

Projekti loomiseks on kaks võimalust. Esimene võimalus on projekt luua täiesti nullist ja alustada tühjalt lehelt. Selleks tuleb vajutada peaa knas „New”. Alustajale eelistatum ning teine võimalus on oma töö luua olemasoleva peale. Selleks peab eelnevalt olema CryEngine Marketplace-st alla laetud vajalik Game SDK. CE5 peaa knas tuleb valida „Import” ja otsida eelnevalt laetud failid ülesse ning valida „Open”. Sellega on uus projekt loodud, vajutades avaneb Sandbox Editor.

Projekti luues tasub selguse huvides kohe ära teha vajalikud kaustad, kuhu hiljem erinevaid faile salvestama hakatakse. Selline tegutsemine teeb edasise töö oluliselt arusaadavamaks ja kiiremaks. Loodavad kaustad on olenemata sellest, kas projekt luuakse nullist või GameSDK põhjale samad. Esimesel juhul määrab kasutaja ise oma projekti kausta asukoha.

GameSDK kaust asub Local Diski-il Program Files kaustas CRYENGINE Launcheri all. Navigeerides ennast GameSDK kausta, tuleb seejärel valida “Assets” ning luua sinna kaks eraldi alamkausta: objects ja textures. Ühte salvestatakse objektid, teise kasutatavad tekstuurid.

2.2.2. Taseme loomine

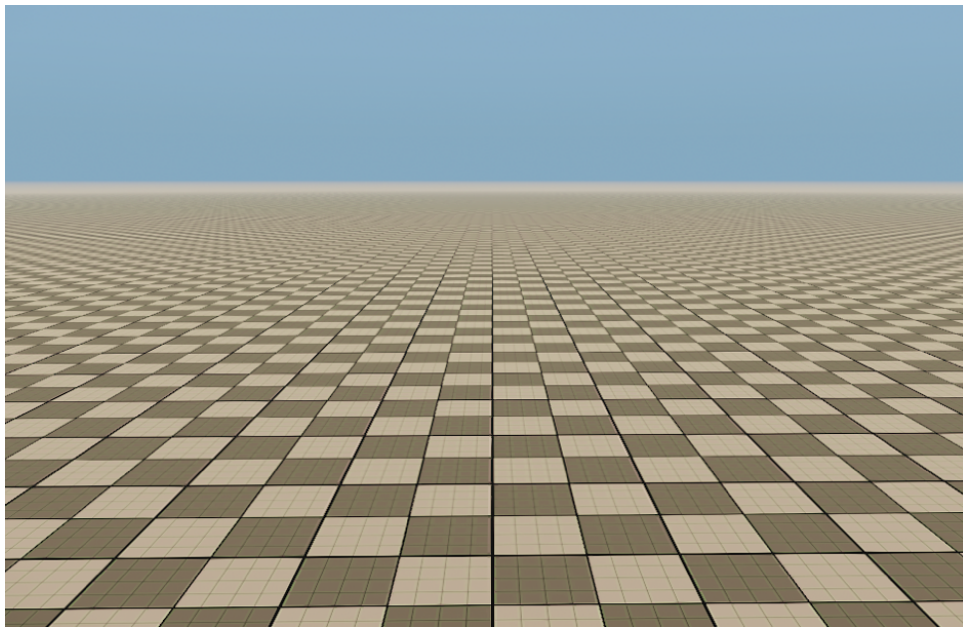
Uus tase tuleb luua selleks, et oleks olemas koht, kuhu arendaja oma virtuaalmaailma looma hakkab. Selleks tuleb Editor-is valida File menüüst „New” ning vajutades, avaneb uus aken, kus saab sisestada oma tasemele nime ja valida sobiva suuruse. Vajutades „OK”, on esimene samm virtuaalmaailma loomisel tehtud.

2.2.3. Maapinna loomine

Järgmiseks tuleb luua maapind, mille peale ehitisi ning objekte listakse. Hea viis selle saavutamiseks on lasta mängumootoril luua pinnas arendaja eest automaatselt, eelnevalt on soovituslik seadistada mõned sätted. Esiteks tuleb sisestada pinnase maksimaalne kõrgus, seda saab teha Terrain Editoris, mis on näha joonisel 11, vajutades “Edit” ja valides “Set Terrain Max Height”. Sellega tagatakse, et maapinnale ei looda väga kõrgeid kohti, mis ületavad reaalsuse piiri.

Seejärel on tase pinnase loomiseks valmis. Klikates seekord Terrain Editor aknas “File” ning “Generate Terrain” avaneb uus aken, kus saab seadistused vastavalt soovile valida. “Feature Size” määrab pinna suuruse ning “Bumpiness” ebatasasuse.

Antud projekti raames oli mõistlik luua tasane pind, sest tegemist on linnaosaga, kus suuri kõrguse erinevusi ei esine ning vajalikud muutused saab Terrain Editori abil tehtud.



Joonis 12. Ekraanitõmmis tasasest pinnast

2.2.4. Materjali lisamine maapinna näitel

Ruudustiku katmiseks ning sobiliku maapinna tekstuuri loomiseks võib kasutada CryEngine SDK poolt pakutavaid tekstuure või luua need tekstuurid ise.

Mõlemal juhul tuleb esimesena luua uus kiht, milles muutusi tegema hakatakse. Selleks tuleb Terrain editoris valida Layers ning "Create Layer". Parema arusaadavuse jaoks on mõistlik nimetada kiht selle järgi, mida see sisaldama hakkab.

Kasutades valmisolevat tekstuuri, tuleb "Materiali" järel asuval Browse nupul vajutada, mis avab uue akna, kus saab valida sobiva materjali. Avades "Materials" kaustas alamkausta "Terrain" on võimalus erinevate maapinna tekstuuride vahel valida. Vajutades "Open" kinnitatakse valik. Lisaks tuleb valida veel värv, mida oma maapinnale soovitakse, selleks klikk "Filter Color" peal. Värv valik ei ole alati vajalik, kuid oluline on seda osata sellisel juhul, kui materjalile seda lisatud ei ole.

Oma maapinna tekstuuri loomiseks tuleb Material Editoris, näidatud joonisel 8, luua uus materjal. Selleks avades Material Editor, tuleb vajutada üleval ribal "Add New Item" ikoonil ning avaneb uus aken, kus saab sisestada loodavale failile nime ning valida salvestamise asukoha, milleks sobib tavapärane textures kaust. Klikates "Save" on materjal loodud, tuleb ainult lisada tekstuur, millisenä seda näha soovitakse.

"Save" vajutuse järel aktiveeritakse just äsja loodud materjal Material Editor aknas. Otsides üles "Texture Maps" sektsiooni, mis on nähtav ka joonisel 8 paremal üleval ja lisades sobiva pildi Diffuse kasti, on materjal kasutamiseks valmis. Edasi toimib kõik Terrain Editoris samamoodi nagu valmisoleva tekstuuri puhul.

Kui sobival meetodil õige pinnas välja valitud, jääb üle Terrain Editoris vajutada "Paint" ning seejärel saab ruudustikud üle värvida.

2.2.5. Objektide lisamine

Olles eelnevalt objektid Maya-s valmis modelleerinud, tuleb need nüüd loodavasse maailma lisada.

Create Object aknas, nähtav joonisel 7 numbri all 3, valides "Brush" ning seejärel objects, avaneb loetelu erinevatest esemetest. Juhul kui eelnevalt Maya-st eksportides sai valitud asukohaks CryEngine-i projekti kaustas asuv alamkaust Objects, peaks soovitud objekt avanenud aknas nähtav olema.

Lohistades selle tööaknasse, ilmub otsekohe objekti kujutis, kuid ilma õigete värvideta.

Ese on kaetud punaste kastikestega koos kirjaga “Replace me”. Selle eemaldamiseks tuleb Material Editoris failid uuesti lisada.



Joonis 13. Objekt, millel puuduvad materjalid

Create Object võimaldab lisada eelnevalt SDK-s valmisolevaid objekte, mille lisamine toimub täpselt samamoodi nagu Maya-st eksporditud esemete puhul. Lisada saab puid, maju, autosid, loodusnähtusi ja näiteks, kust mäng algab. Variante on palju, selleks tuleb ainult navigeerida Brush ja Entity kaustade vahel Create Object aknas.

2.2.6. Materjalide lisamine

Klikates “Tools” ning avades Material Editor-i on võimalik majadele õiged värvid tagasi lisada. Selleks tuleb Material Editori vasakus aknas, objects kaustast üles otsida soovitud nimega ese, millel klikates avaneb täpsem ülevaade materjalidest.

Klikates erinevate materjalide peal, aktiveeruvad eri detailid objektile, näidates ära, mis osad seda värvust omavad. Valides materjali nime ning otsides üles Diffuse kasti, näeb arendaja, kus vajalik pildifail asub. Tuleb navigeerida samasse asukohta ning fail uuesti aktiveerida.

Järjest kõik materjalid läbi käies ning pildifaile uuesti aktiveerides kaovad “Replace Me” kastid järjest objektilt ning ese võtab soovitud välimuse.

2.2.8. Päikesevalguse muutmine

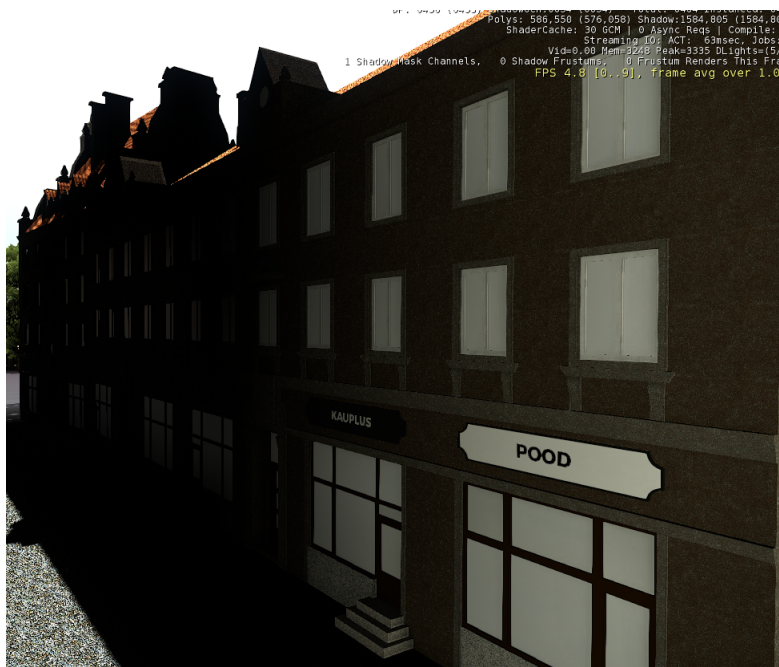
Päikesevalguse paika seadmiseks tuleb avada Tools menüü alt Environment Editor, mis näidatud joonisel 10, kus on kõike keskkonnaga seonduvat võimalik muuta.

Liigutades paremal asuvat liugurit, saab muuta päeva aega ning päikese asukohta nii, et vajalikele objektidele päikesevalgus sobivalt langeks, sama kehtib ka “Sun direction” liuguri kohta, mis muudab päikese nurka maapinna suhtes.

Lisaks saab Environment Editoris tekitada udu, muuta taeva värvi, muuta päev ööks ehk kõik väliskeskkonnaga seonduv enamjaolt võimalik seal paika panna.

2.2.9. Tehisvalguse lisamine lisaks päikesele

Kahjuks ainult päikesevalgusest ei piisa, et kogu virtuaalmaailma valgusega katta. Seda põhjusel, et päikeselt, kui valgusallikalt, levib valgus ainult ühes suunas, tekitades nii esemetele, mis asuvad tagurpidi päikese poole, tumedad varjud. Alguses piisab küll Environment editoris päikese nurga muutmisest, kuid mida suuremaks maailm läheb seda rohkem tuleb juurde lisada lisavalgust, et erinevaid külgi ja nurki maailmast näidata.



Joonis 15. Maailm ilma tehisvalguseta

Kui objektide lisamiseks tuli Create Object aknas valida “Brush”, siis valgustuse lisamiseks tuleb valida selle asemel “Entity”. Otsides üles Lights kaust ja lohistades objekti Light töölauale, tekib lambipirni kujutis ning lisavalgus on lisatud, tuleb ainult tugevus ja ulatus paika seadistada.

Aknas, kus tavaliselt asub Terrain Editor saab valida ka ülevalt valiku Properties, mis avab kasutajale kõik seaded, sellel hetkel aktiivse oleva objekti kohta. Valgustuse puhul piisab Radius-e , Diffuse Multiplier-i ning Attenuation Bulb Size muutmisest, et pimedad kohad esile tõsta. Lisaks saab muuta valguse värvi, tekitada varje ning lisada valgust juurde päikesele.



Joonis 16. Maailm tehisvalgusega

2.2.10. Maailma eksportimine mängumootorisse

Selleks, et loodud maailm ei oleks vaadatav ainult Editor-is tuleb see eksportida mängumootorisse, kust sellest luuakse mäng. Selle saavutamiseks on vajalik ainult valida ülevalt ribalt File ning Export to Engine ja sellega on projekt valmis.

Mängu või maailma avamiseks tuleb minna Cryengine Launcher-i avalehele, teha parem klõps oma projektil või vasak klikk hammasrattal ning valida Launch as a Game. Seejärel avaneb menüü, kust tuleb loodud mäng üles otsida ja seejärel avada. Sellega on

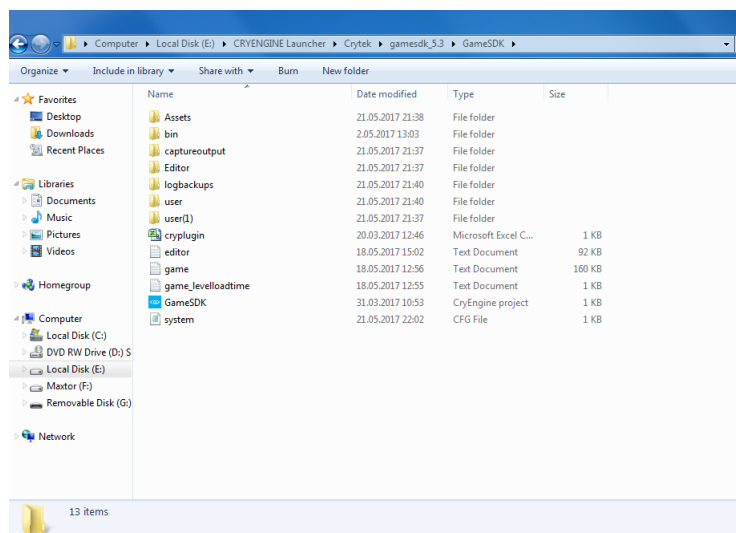
virtuaalmaailma loomine lõpule viidud.

2.3. Virtuaalreaalsusseadmete rakendamine

Objektide ning loodud maailma nägemiseks virtuaalreaalsusseadmetes tuleb CryEngine-i projekti kausta lisada vajalikud failid, mis seda võimaldavad. Seadmete rakendamine on tehtud võimalikult lihtsaks ja kasutajasõbralikuks.

Kõige pealt tuleb seadmed ühendada arvutiga ja veenduda, et need üksteist ära tunnevad ning on valmis kasutamiseks. Vastavalt tootjale tuleb alla laadida manageerimisprogrammid, mis aitavad virtuaalreaalsusseadmed seadistada. Näiteks Oculus Rift-i puhul on selleks „Rift’s Setup Tool” ning HTC Vive-i korral „Vive Setup”. Jälgides programmide juhiseid, peaksid seadmed tööle hakkama.

Kui seadmed töötavad, tuleb projekti kausta lisada fail, mis sõltub tootjast. Nimeks on failil *cryplugin.csv* ning selle saab alla laadida CryEngine-i dokumentatsioonist. Samuti tuleb lisada, kas loodavasse või olemasolevasse *system.cfg* faili tekst „sys_vr_support=1”. Oluline on meeles pidada, et *cryplugin.csv* vastaks tootjale ning asuks koos ülejäänud failidega õiges kohas, mis on näha joonisel 17. Vastasel juhul ei ole projekt nähtav[26], [27].



Joonis 17. Projekti kaustas asuvad vajalikud failid

Järgmiseks tuleb käivitada CryEngine ning avada oma projekt. Võib juhtuda, et tööaknas

midagi ei ilmu, kuid kui kõik sai õigesti tehtud, peaks loodud maailm olema nähtav prillides. Kui projekt avatakse Editor-is on otstarbekas vajutada ctrl + G, sest sellisel juhul käitub projekt kui mäng.

3. Tallinna Raekoja plats virtuaalreaalsuses

3.1. Ülevaade projektist

Antud projekti puhul on tegemist töö autori ning kahe kaastudengi poolt loodud virtuaalreaalsusega, kus kujutatakse Tallinna Raekoja platsi. Projekti esmane eesmärk oli luua võimalikult detailne ja tegelikkusele sarnane Raekoja plats koos kõikide selle ümbruses asuvate hoonete ning kõnniteedega. Töö võttis aega 2 õppesemestrit, mille jooksul modelleeriti 40 maja ja 6 kõnniteed.

Joonistel 18 ja 19 on näha virtuaalmaailma võrdlus tegelikkusega pealtvaates.



Joonis 18. Raekoja plats pealtvaates tegelikkuses



Joonis 19. Raekoja plats pealtvaates virtuaalreaalsus

3.2. Ideed projekti edasiarendamiseks

Projekti edasiarendamiseks on mitmeid erisuundi ning võimalusi, sest loodud maailm on väga universaalne ja sobib kasutamiseks erinevates valdkondades.

Esiteks on võimalik sellest arendada mäng virtuaalreaalsuses, kus kogu tegevus toimub Tallinna Raekoja platsil. Võimalikke tegevusi on palju, näiteks võitlemine, mõistatuste lahendamine või hoopis vibuga täpsuse laskmine.

Teiseks edasiarendamise võimaluseks on näidata Raekoja platsi läbi erinevate sajandite ning kuidas see ajaga koos muutunud on. See võimaldaks anda edasi paremini ajalugu ja inimestel tekiks võimalus rännata ajas tagasi, nähes näiteks kuidas nägi Tallinna Raekoja plats välja 15. sajandil.

Kolmandaks saaks virtuaalmaailma kasutada linna esialgsesks planeerimiseks või valgustuse testimiseks. Näiteks aitaks see ära hoida tavakodanike probleemid tänavavalgustuse heleduse ning levimisega ja lisaks teeks linna modelleerimise kõvasti lihtsamaks, sest erinevaid maju saab kohe omavahel sobitada ja katsetada.

Kokkuvõte

Virtuaalreaalsus ja selle loomine on hetkel veel küllaltki vähe teada mõisted. Üheks põhjuseks on selle uudsus ja teiseks keerukus ning erinevate platvormide olemasolust tingitud omapärad. Tehnoloogiat rohkem uurides oleks võimalik seda ära kasutada väga paljudes tänapäeva valdkondades, alustades turismist ja lõpetades päästeteenistusega, mahutades nende vahele veel kindlasti sõiduõppe ning meditsiini.

Lähtudes eelmainitud probleemist oligi tööle seatud kolm eesmärki, millest kaks esimest hõlmasid endas objektide modelleerimise ning virtuaalmaailma loomise selgeks õppimist ning kolmas virtuaalmaailma loomise, kui protsessi kirjeldamist. Antud töö kirjutati projekti põhjal, kus loodi Tallinna Raekoja platsist virtuaalreaalsus.

Bakalaureusetöö eesmärgid said täidetud ning Raekoja platsi projekt samuti valmis. Töö käigus selgus, et virtuaalmaailma loomiseks tuleb kõige pealt alustada objektide modelleerimisest, milleks võib kasutada erinevaid modelleerimistarkvarasid, antud töö raames kasutati selleks Autodesk Mayat. Modelleerimine toimub erinevate tööriistade kaasabil, millega objekti suurust muudetakse, lõigatakse, venitatakse ja tahke ning punkte juurde lisatakse. Seejärel lisatakse objektile värvid ning tekstuurid, mis sellele lõpliku välimuse annavad. Kui mudel valmis, tuleb see eksportida mängumootoris.

Mängumootoris CryEngine 5 luuakse kogu virtuaalmaailm vastavalt arendaja soovile. Lisada saab eelnevalt modelleeritud või ostetuid esemeid, muuta päikese värvi, tekitada juurde valgust, luua mägesid ning orge, tekitada liikumisi ja loodusnähtusi, ühesõnaga kõike, et tekitada reaalne ja kasutajale huvitav maailm.

Tööst võib järeldada, et virtuaalmaailma loomine on seda keerulisem, mida täpsemalt ja kvaliteetselt seda teha tahetakse. Võimalusi maailma loomiseks on lõputult, kuid kõige selgeks tegemine, võtab eriti alguses palju aega ning teadmiste kõver kasvab visalt. Mida aeg edasi, seda kiiremaks ja kvaliteetsemaks töö muutub ning selle nimel tasub pingutada, sest hea lõpptulemus on seda väärt. Siiski tuleb arvesse võtta asjaolu, et hetkel seab tehnika veel piirid superdetailse ning kvaliteetse maailma loomisel.

Kasutatud kirjandus

- [1] S. Wei and Z. Wen-qi, “Virtual reality technology in modern medicine,” pp. 557–561, 2010.
- [2] C. Wang, “Application of virtual reality technology in digital tourism,” pp. 537–521, 2011.
- [3] Vertex definition. Retrieved 01.05.2017. [Online]. Available: <http://www.mathopenref.com/vertex.html>
- [4] Face definition. Retrieved 01.05.2017. [Online]. Available: <http://www.mathopenref.com/vertex.html>
- [5] Difference Between Textures and Materials. Retrieved 02.05.17. [Online]. Available: <http://www.worldofleveldesign.com/categories/udk/udk-difference-between-textures-materials.php>
- [6] Viewing the Scene. Retrieved 02.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/getting-started/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/Maya/files/GUID-59D87B3C-5E1B-4CEE-A63B-6EE44EDCFE69-htm.html>
- [7] Select a vertex loop. Retrieved 03.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-C8C48B82-85C3-427E-8CE5-E99942FACE0D-htm.html>
- [8] Move Tool. Retrieved 02.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-9BCE8B23-6DA6-4C7F-B897-7E25D6E8A865-htm.html>
- [9] Scale tool. Retrieved 03.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-487B6A23-E135-45E2-94F1-B0D59D6B6F33-htm.html>
- [10] Insert an edge loop. Retrieved 04.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-33D62F72-8E72-4685-A7DC-73C45206F732-htm.html>

- [11] Extrude a polygon face, edge, or vertex Extrude a polygon face, edge, or vertex Extrude a polygon, edge or vertex. Retrieved 04.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/Maya/files/Polygon-selection-and-creation-Extrude-a-polygon-face-edge-or-vertex-htm.html>
- [12] Bevel polygon edges and faces. Retrieved 04.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya-lt/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2017/ENU/MayaLT/files/GUID-80605B6D-79ED-4435-99FB-928508248469-htm.html>
- [13] Multi-Cut Tool. Retrieved 06.05.2017. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-93324AE7-5B19-4D74-B41B-74934B4AD20C-htm.html>
- [14] CV Curve Tool Options. Retrieved 04.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-FEA51434-AF47-4574-86D9-5EFBBE3F2AAB-htm.html>
- [15] Understanding UVs - love them or hate them they're essential to know. Retrieved 04.05.17. [Online]. Available: <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/understanding-uvs-love-them-or-hate-them-theyre-essential-to-know>
- [16] Automatic UV mapping. Retrieved 04.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-CD17C2C5-A442-4960-91DB-A2E5099EBF61-htm.html>
- [17] UV Editor overview. Retrieved 06.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2016/ENU/Maya/files/GUID-73BF7546-3BF2-44F3-9192-15A024CEC173-htm.html>
- [18] Assign materials to surfaces. Retrieved 06.05.17. [Online]. Available: <https://knowledge.autodesk.com/support/maya-lt/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2015/ENU/MayaLT/files/Asts-Assign-existing-materials-to-surfaces-htm.html>
- [19] GSG, *CryEngine 5.3 - Getting started guide version 1.0.1*, 2016.
- [20] Material Editor. Retrieved 04.05.17. [Online]. Available: <http://docs.cryengine.com/display/CEMANUAL/Material+Editor>
- [21] Specular Maps. Retrieved 07.05.17. [Online]. Available: <http://docs.cryengine.com/display/SDKDOC2/Specular+Maps>

- [22] Normal Maps. Retrieved 07.05.17. [Online]. Available: <http://docs.cryengine.com/display/SDKDOC2/Normal+Maps>
- [23] Unified Detail Mapping. Retrieved 07.05.17. [Online]. Available: <http://docs.cryengine.com/display/SDKDOC2/Unified+Detail+Mapping>
- [24] Flow Graph. Retrieved 03.05.17. [Online]. Available: <http://docs.cryengine.com/display/CEMANUAL/Flow+Graph>
- [25] Environment Editor. Retrieved 02.05.17. [Online]. Available: <http://docs.cryengine.com/display/CEMANUAL/Environment+Editor>
- [26] VR - Oculus Rift. Retrieved 17.05.17. [Online]. Available: <http://docs.cryengine.com/display/CEMANUAL/VR+-+Oculus+Rift>
- [27] VR - HTC Vive. Retrieved 17.05.17. [Online]. Available: <http://docs.cryengine.com/display/CEMANUAL/VR+-+HTC+Vive>