

TARTU ÜLIKOOL
Arvutiteaduse instituut
Informaatika õppekava

Thomas-Bairam Toodo

Õppematerjal mängu loomiseks mängumootoriga Unreal Engine 4

Bakalaureusetöö (9 EAP)

Juhendaja: Raimond-Hendrik Tunnel, MSc

TARTU 2016

Õppematerjal mängu loomiseks mängumootoriga Unreal Engine 4

Lühikokkuvõte:

Selles Bakalaureusetöös valmib õppematerjal mängumootori Unreal Engine 4 jaoks, mille läbimisel valmib õpilasel lihtne kolmanda isiku vaates arvutimäng.

Võtmesõnad:

Arvutigraafika, juhend, Unreal Engine 4, mängumootorid

CERCS: P170

Tutorial for making a game in Unreal Engine 4

Abstract:

Purpose of this thesis is to develop a tutorial which teaches how to create games with Unreal Engine 4. After completing the tutorial, one will end up with simple third person computer game.

Keywords:

Computer graphics, tutorial, Unreal Engine 4, game engines

CERCS: P170

Sisukord

1. Sissejuhatus.....	4
2. Unreal Engine 4.....	5
2.1 Tutvustus.....	5
2.2 Lühiajalugu.....	6
2.3 Alternatiivid.....	9
2.3.1 Unity	9
2.3.2 CryEngine	10
3. Õppematerjal.....	11
3.1 Õppematerjali vajadus.....	11
3.2 Ingliskeelsete terminite tõlkimine.....	11
3.3 Õppematerjali ülesehitus.....	13
3.4 Eesmärk ja õpiväljundid.....	14
3.5 Olemasolevad õppematerjalid.....	15
4. Õppematerjali testimine.....	17
4.1 Peatükk 1: Alustamine.....	17
4.2 Peatükk 2: Objektide lisamine.....	18
4.3 Peatükk 3: Materjali loomine.....	18
4.4 Peatükk 4: Platvormi liigutamine Blueprintiga.....	19
4.5 Peatükk 5: Platvormi liigutamine Matineega.....	19
4.6 Peatükk 6: Algusmenüü lisamine.....	19
4.7 Peatükk 7: Mängu eksportimine.....	20
5. Kokkuvõte.....	21
6. Allikad.....	22
Lisad.....	26
I. Õppematerjal.....	26
II. Praktiline töö.....	26
III. Litsents.....	27

1. Sissejuhatus

Veel eelmise dekaadi alguses vaid elukutseliste mänguarendajate erialaks olnud mängumootorid on tänapäeval kiiresti populaarsust kogunud. Selle põhjuseks pole ainult mängumootorite kasutajasõbralikkuse suurenemine, vaid ka nende kasutusala laienemine – mängude loomise kõrval saab luua kasulikke rakendusi ja simulatsioone näiteks meditsiini või sõjanduse vallas. Lisaks on varem ainult mängustuudiotele kättesaadavad mängumootorid nüüd lihtsasti ligipääsetavad ka tavainimestele ja tudengitele. Populaarseteks mängumootoriteks on Unity, CryEngine ja Unreal Engine, millest viimane oli veel aastal 2015 tasuta, kuid nüüd kõigile tasuta kättesaadav.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on eestikeelse ülevaate andmine mängumootorist Unreal Engine 4, kasutajasõbraliku juhendi loomine ning praktiline töö, mis on tehtud loodud juhendi järgi. Juhendit saab kasutada õppematerjalina Tartu Ülikoolis, Tartu Kõrgemas Kunstkoolis või muus haridusasutuses, kus õppetöö on seotud arvutigraafika või mängumootoritega.

Loodav õppematerjal on suunatud algajale mänguloojale, kellel on alguskused programmeerimisest ning saab aru põhilistest programmeerimises kasutatavatest printsiipidest.

Bakalaureusetöö sisaldab ülevaadet mängumootori Unreal Engine ajaloost ja alternatiividest. Lisaks tutvustatakse mängumootori tööriistu ning antakse ülevaade mootoris kasutatavast visuaalsest skriptimiskeelest Blueprint. Bakalaureusetöö koosneb veel õppematerjali testimisest, materjali õpiväljundite kirjeldusest ning alternatiivsete õppematerjalide ülevaatest.

Töö teema valik tulenes sellest, et puudus eestikeelne õppematerjal Unreal Engine'i kohta. Samuti on paljud selleteemalised õppematerjalid suunatud edasijõudnutele või inimestele, kellel on juba eelnev kogemus mängude loomisega. Lisaks tugineb teemavalik autori isiklikule huvile ning soovile propageerida antud valdkonda.

Koostatud õppematerjal on esitatud käesoleva bakalaureusetöö lisana.

2. Unreal Engine 4

Peatüki eesmärgiks on tutvustada mängumootorit Unreal Engine 4. Seejuures aidata lugejal mõista, milleks seda kasutatakse ning kuidas paigutub Unreal Engine 4 teiste mängumootorite kõrval. Lisaks antakse lühike ülevaade mängumootori Unreal Engine ajaloost koos näidetega mootori erinevate versioonidega loodud ning arendatud rakendustest.

2.1 Tutvustus

Unreal Engine 4 on erinevatest komponentidest ja tööriistadest koosnev integreeritud kogumik põhiliselt arvutimängude loomiseks ja arendamiseks. Selliseid kogumikke kutsutakse üldiselt mängumootoriteks (ingl k *game engine*). Kuigi mängu on võimalik luua ka mängumootorite abita, on suur hulk mängustuudioid ja arendajaid otsustanud neid kasutada, sest see lihtsustab oluliselt rakenduste arendusprotsessi. Põhilisteks mängumootorite plussideks on arenduskiirus, lihtsus erinevatele platvormidele rakenduste loomisel ning mängumootoris tehtud muudatuste nägemine reaajas.

Mängumootoreid ei kasutata ainult arvutimängude loomiseks, vaid ka erinevate simulatsioonide, õppekeskkondade ja visualisatsioonirakenduste arendamiseks. Näiteks on mootori Unreal Engine eelnevat versiooni kasutanud firma IPKeys Technologies militaarsimulaatorite loomiseks [1].

Tüüpiline mängumootor koosneb paljudest komponentidest nagu näiteks füüsikamootor, mis vastutab selle eest, et objektidele mängumaailmas mõjuksid määratud jõud või füüsikaseadused. (ingl k *physics engine* või *physics manager*) ja ressursside haldaja (ingl k *resource manager*), mis haldab mängu kaasatud ressursse [2]. Lisaks on mängumootoris tööriistad kasutajale, mille abil kasutajad määravad, kuidas mängumootori komponendid töötavad. Unreal Engine 4 sisaldab järgnevat olulisemaid tööriistu [3]:

- Level Editor,
- Material Editor,
- Blueprint Editor,
- Behavior Tree Editor,
- Persona Editor,

- Cascade Editor,
- UMG UI Editor,
- Matinee Editor,
- Sound Cue Editor,
- Paper2D Sprite Editor,
- Paper2D Flipbook Editor,
- Physics Asset Tool Editor,
- Static Mesh Editor,
- Media Player Editor.

Mängumootoris Unreal Engine 4 võimalik kasutada visuaalset skriptimiskeelt Blueprint. Blueprint on loodud kasutajatele, kes on võõrad tavaprogrammeerimiskeeltega (arvutimängude puhul inimestele, kes ei ole programmeerijad, näiteks animeerijad, valgustajad), rakendades visuaalprogrammeerimise kasutajaliidest. Samas on võimalus mootoris kasutada ka programmeerimiskeelt C++ või kombineerida Blueprinti ja programmeerimiskeele C++ kasutamine. Küll aga peavad arendajad arvestama, et visuaalsed programmeerimiskeeled on üldiselt aeglasemad [4].

Unreal Engine 4 ning kõik sellele eelnevad versioonid on loodud stuudio Epic Games poolt, mis lisaks mängumootorite arendamisele loob ja arendab ka erinevaid arvutimänge [5].

Unreal Engine 4 on tasuta kättesaadav kõikidele huvilistele, kuid mängumootoris loodud rakenduste müümise pealt tuleb maksta viis protsenti litsentsitasu iga kvartal, kui kogutulu ületab kolme tuhandet dollarit [6].

Unreal Engine 4 arendustööriistad nõuavad võimekat raali. Soovitatud tehnilisteks näitajateks on 8 GB muutmälu, neljatuumaline Inteli või AMD protsessor ning videokaart, mis toetab DirectX 11't. Lisaks on vajalik vähemalt operatsioonisüsteemi Windows 7 64bitiline versioon või Mac OS X 10.9.2 versioon [7].

2.2 Lühiajalugu

Mängumootori Unreal Engine ajalugu ulatub aastasse 1998, kui loodi mäng nimega Unreal (vt Joonis 1). See oli esimeseks mänguks, mis loodud mängumootoriga Unreal Engine 1 ning selle loojaks oli mängumootori looja Epic Games. Unreal oli tollel ajal üks graafiliselt silmapaistvamaid mänge. [8]



Joonis 1. Ekraanitõmmis mängust Unreal [9]

Järgneval aastal loodi Unreal Tournament – üks populaarsematest mängudest mängumootoriga Unreal Engine 1. Toetades platvorme PC, Mac, PlayStation 2 ning Sega Dreamcast, hiilgas Unreal Tournament oma suurepärase mitmikmängu ja tehisintellektiga. 2001. aastal valmis Epic Games'i poolt veebikeskkond The Unreal Development Network, mis on töös veel tänapäevalgi ning sisaldab dokumentatsioone ja juhendeid vanemate Unreal Engine'i versioonide kohta. Tollel ajal oli mängumootoril Unreal Engine 1 tekkinud juba palju litsentseerijaid ja modifitseerijaid, kes said sellisest veebilehest palju kasu. [8]

Mootoriga Unreal Engine 2 loodud esimeseks mänguks sai tulistamismäng America's Army [9], mis erinevalt esimese versiooni avamängust, oli tehtud litsentsi omaniku USA armee [10], mitte mängumootori looja Epic Games'i poolt. Unreal Engine 2 kasutas uut füüsikamootorit nimega Karma ning ka Matineed, mis oli süsteem mängusiseste animeeritud vaheklippide loomiseks (ingl k *cutscene*). Suuremateks mängudest, mis tehtud mängumootoriga Unreal Engine 2 on

Unreal Tournament 2003 ja Unreal Tournament 2004. Aastal 2005 tehti mängumootorist Unreal Engine 2 kohandatud versioon Xboxile, mis kandis nime Unreal Engine 2.5. [8]

Unreal Engine 3 saabus 2006. aastal mänguga Gears of War (vt Joonis 2), mis sai koheselt populaarseks. 2 aastat hiljem tehtud Gears of War 2 osutus aga veelgi edukamaks. [8]



Joonis 2. Kuvatõmmis mängust Gears of War [11]

Algselt vaid konsoole Playstation 3, Xbox 360 ja PC-d toetanud mängumootorit uuendati ja täiendati pidevalt, et jääda konkurentsivõimeliseks nii graafiliselt kui ka funktsionaalselt. Unreal Engine 3 kasutas järjekordselt uut füüsikamootorit. Lisaks tutvustati visuaalset skriptimiskeelt Kismet, mis sarnaneb viimases mängumootori versioonis kasutuses oleva Blueprintiga. Unreal Engine 3'e suurimateks mängudeks on näiteks Gears of War, Unreal Tournament 3, Mass Effect 2 ning BioShock 2, kuid lisaks mängudele leidis see kasututust ka muudes valdkondades. [9] 2012. aasta märtsis ostis näiteks FBI mängumootori Unreal Engine 3 litsentsi, et kasutada seda oma treeningutes [12]. Unreal Engine 3 oli siiski kättesaadav ainult selle litsentsi ostjatele. Seetõttu avaldas Epic Games 2009. aasta novembris uue versiooni Unreal Engine 3'st, mis kandis nime Unreal Development Kit (UDK) ning see oli akadeemiliseks ja mittekaubanduslikel eesmärkidel tasuta kättesaadav [9].

2014. aasta 16. märtsil avaldati Unreal Engine 4, millel käesolev bakalaureusetöö põhineb [13]. Seejärel 2015. aasta 2. märtsil muudeti maksemudelit ning tehti Unreal Engine 4 kõigile kättesaadavaks [14].

2.3 Alternatiivid

Mängumootori Unreal Engine 4 kõrval on mängude ning rakenduste loomiseks ja arendamiseks mitmeid alternatiive, mis erinevad üksteisest hinnapoliitika ja võimaluste poolest. Populaarseimad alternatiivid on Unity ja CryEngine. Selles peatükis tutvustatakse mõlemaid täpsemalt.

2.3.1 Unity

Unity on turulolevatest mängumootoritest kõige populaarsem, hoides 45-protsendilist turuosa. Kusjuures lähim konkurent hoiab kõigest 17-protsendilist turuosa. [15] Lähimaks konkurendiks on ilmselt Unreal Engine, mis hoidis näiteks 2014. aastal läbi viidud uuringus Suurbritannia turul teist kohta [16]. Eriti kõrge on Unity populaarsus mobiilplatvormidel, kus enamik kolmanda osapoole tööriistadega tehtud mängudest on loodud Unityga [15]. Näiteks kasutab Unity mängumootorit populaarne kaardimäng Hearthstone: Heroes of Warcraft, mis toetab ka mobiilplatvorme [17].

Unity mängumootor toetab rohkem platvorme kui Unreal Engine 4 [7, 18]. Nii Unity kui ka Unreal Engine pakuvad omalt poolt platvormi, mis kujutab endast tegelikult veebipoodi, vahendite (ingl k *assets*) müümiseks ja ostmiseks [19, 20]. Unity ei paku algselt visuaalse skriptimiskeele kasutamise võimalust, kuid on see võimalik pistikprogrammina ikkagi lisada. Unity veebipoes on selleks mitu võimalust, parimaks neist loetakse pistikprogrammi uScripti, mis maksab seal 190 USA dollarit [21]. Unity toetab programmeerimiskeeltest keelte C#, UnityScript (JavaScript Unityle) ja Boo kasutamist [22].

Unity pakub olenevalt kasutajate vajadustest kahte versiooni. Piiratud funktsionaalsusega Unity (*Personal Edition*) on tasuta kasutamiseks nii omatarbeks kui ka kaubanduslikul eesmärgil, kui teenitud kogutulu ei ületa sadat tuhandet dollarit. Kui kogutulu ületab sadat tuhandet dollarit, tuleb mängumootori kasutamise jätkamiseks hakata kasutama täisversiooni. Täisversiooni (*Professional Edition*) puhul tuleb maksta kuutasu, mille summa algab seitsmekümnest viiest dollarist. [23, 24]

Unity töötab operatsioonisüsteemidel Windows 7, Windows 8, Windows 10 ning Mac OS X 10.8 ja hilisematel versioonidel. Graafikakaart peab toetama vähemalt DirectX 9't. [25] Võrreldes

mängumootoriga Unreal Engine 4, on Unity soovituslikud tehnilised näitajad nõrgemad, kuid Unreal Engine 4 toetab operatsioonisüsteemi Windows Vista.

2.3.2 CryEngine

CryEngine on mängustuudio Crytek poolt loodud mängumootor, mille uusim versioon lasti välja 2016. aasta 16. märtsil ning kannab nime CryEngine V. Uue mootori makseviisiks on “Maksa palju tahad” (*Pay what you want*), see tähendab et inimesed võivad mängumootori kasutamise eest maksta nii palju kui tahavad. Seejuures on võimalik määrata, kui palju makstavast rahast läheb mängumootori loojatele ning kui palju läheb Cryteki poolt loodud Indie mänguloojate aitamise fondi. Kusjuures puudub minimaalne summa, mida tuleb maksta, mis tähendab, et CryEngine on vajadusel tasuta kättesaadav. Lisaks ei tule maksta litsentsitasu, nagu seda peab teatud tingimustel tegema mootoritega Unreal Engine 4 ja Unity. [26]

Sarnaselt mängumootoritega Unity ja Unreal Engine 4 pakub CryEngine platvormi vahendite ostmiseks ja müümiseks [27].

CryEngine'i soovituslikeks tehnilisteks andmeteks on 64bitine Windows 7, Windows 8.1 või Windows 10 operatsioonisüsteem, 8 GB muutmälu, vähemalt Inteli neljatuumaline protsessor või AMD kaheksatuumaline protsessor ning videokaart, mis toetab vähemalt DirectX 11't ja on sama võimas või võimsam mudelist AMD Radeon HD 7950 või NVIDIA GeForce 660T [27].

CryEngine toetab vähem platvorme kui Unity ja Unreal Engine 4 [27]. Erinevalt Unity mängumootorist on CryEngine's kaasatud kohe visuaalne skriptimiskeel Flow Graph [28].

Mängumootoriga CryEngine on varasemalt loodud visuaalselt väga silmapaistvaid mänge, mille parimateks näideteks on mänguseeria Crysis (vt Joonis 3) ja Far Cry [29].



Joonis 3. Kuvatõmmis mängust Crysis 3 [30]

3. Õppematerjal

Järgnevas peatükis tuuakse ülevaade, miks käesoleva bakalaureusetöö käigus loodud juhend on vajalik, mis põhimõtetel on loodud õppematerjal ülesehitatud ning alternatiivsetest õppematerjalidest. Lisaks tuuakse juhendis kasutatud ingliskeelsete terminite seletused ning loetletakse õppematerjali läbimisel saavutatud õpiväljundid.

3.1 Õppematerjali vajadus

Vajadus õppematerjali järele tulenes mängumootorile Unreal Engine 4 loodud eestikeelsete õppematerjalide vähesusest. Tartu Ülikooli aines arvutigraafika (ainekoodiga MTAT.03.015) õpetatakse küll mootori kasutamist, kuid seda arvutigraafika valdkonnast lähtuvalt ning õppematerjalid on inglise keeles [31].

Samuti võib loodud materjal olla kasulik Tartu Kõrgema Kunstikooli õpilastele, kuna nende tudengid käsitlevad aines erialaprojektid modelleerijale-visualisserijale mängumootorit Unreal Engine 4 [32]. Õppematerjali saab kasutada ka eraldiseisva mängumootori Unreal Engine 4 õpetamise aine raames Tartu Ülikoolis, Tartu Kõrgemas Kunstikoolis või mõnes muus haridusasutuses, kus on õppekeeleks eesti keel ning tegeletakse arvutigraafika valdkonnaga. Samuti on loodud õppematerjal kasulik ka huvilistele, kes ei õpi eelnevalt toodud koolides, kuid soovivad tundma õppida antud mängumootorit.

3.2 Inglisekeelsete terminite tõlkimine

Kuna eestikeelseid mängumootori Unreal Engine 4 õppematerjale on vähe, siis puudub ka vastav eestikeelne terminoloogia. Õppematerjalis on tõlgitud ainult üldised arvutigraafika terminid ning teatud nimetused. Tõlkimata on jäetud erinevate mängumootoris kasutatavate redaktorite nimed (Level Editor, Material Editor) ning ka visuaalse skriptimiskeele Blueprint nimi.

Tabel 1. Ingliskeelsete terminite tõlkimine

Tõlge	Ingliskeelne mõiste	Seletus
Funktsioonikastike	Node	Loogikagraafide väikseimad elemendid, mis tähistavad funktsiooni väljakutsumist, muutujaid, sündmusi või muud.
Sisendklemm	Input pin	Funktsioonikastikeste ühenduskohad, mis tähistavad funktsioonikastikeste sisendeid.
Väljundklemm	Output pin	Funktsioonikastikeste ühenduskohad, mis tähistavad funktsioonikastikeste väljundeid.
Käivitusklemm	Execution pin	Klemm Blueprintides, mis määrab funktsioonikastikeste käivitamise järjekorra.
Ühendus	Connection	Ühendustee kahe funktsioonikastikese vahel, seejuures algab ühendustee ühe funktsioonikastikese väljundklemmist ning lõppeb teise funktsioonikastikese sisendklemmis.
Võtmekeer	Key frame	Hetk ajateljel, kus animatsiooni olek on fikseeritud.
Vaateaken	Viewport	Level Editori osa, kus on nähtav hetkel avatud mängutase.
Režiimid	Modes	Level Editori osa, kus on valitavad erinevad töörežiimid.
Stseenipuu	World outliner	Level Editori osa, kus kuvatakse avatud mängutasemes olevad objektid.
Sisu sirvija	Content browser	Level Editori osa, kus kasutajal on võimalik importida, organiseerida, luua, vaadata ja muuta projektis olevaid vahendeid.
Detailid	Details	Level Editori osa, kus kuvatakse valitud objekti parameetrid, info ja funktsioonid.
Tööriistariba	Toolbar	Level Editori osa, kust kasutaja saab valida enamkasutatavaid käske.
Värviratas	Color Wheel	Ringikujuline tööriist, kus kasutaja saab valida värvuse klõpsates värviratta alal.
Sihthmärk	Target	Sisendklemmi nimetus, mis nõuab ühenduseks

		objekti mängumaailmast.
Loogikagraaf	Graph	Funktsioonikastikeste võrgustik.

3.3 Õppematerjali ülesehitus

Õppematerjal on jaotatud peatükkideks, kus igas peatükis käsitletakse erinevat teemat. Kõik peatükid kokku moodustavad ühtse terviku. Kui kasutaja läbib materjali algusest lõpuni siis valmib lõpuks lihtne kolmanda isiku vaates arvutimäng, kus on olemas algusmenüü, kaks liikuvat platvormi ja mängija poolt juhitud tegelane. Antud tulemuseni jõudmiseks on kasutajal soovitatav peatükid läbida järjekorras. Igas peatükis (peale esimese) lastakse õpilasel lahendada praktilisi ülesandeid, seejuures kasutades peatükkides erinevaid tööriistu.

Peatükkide teemad on lühidalt järgmised:

- 1. peatükk (Alustamine) on sissejuhatav peatükk, kus tutvustatakse põhitöövahendit ehk Level Editori ning selle osasid (vaateaken, detailide paneel, sisu sirvija, stseenipuu, tööriistariba ja režiimide paneel).
- 2. peatükk (Objektide lisamine) käsitleb objekti lisamist mängumaailma ning objektist koopia tegemist. Lisaks käsitletakse objektide liigutamist ja skaleerimist mängumaailmas.
- 3. peatükis (Materjali loomine) tutvustatakse lugejale materjale – materjalide loomist Material Editoris ning loodud materjali rakendamist mängutasemes asuvatele objektidele.
- 4. peatükis (Platvormi liigutamine Blueprintiga) antakse ülevaade skriptimiskeelest Blueprint ning kasutatakse Blueprint Editori objekti liikuma panemiseks.
- 5. peatükis (Platvormi liigutamine Matineega) tutvustatakse lugejale animatsioone ning kasutatakse Matinee Editori objekti liikuma panemiseks.
- 6. peatükis (Algusmenüü lisamine) lisatakse mängule algusmenüü, kasutades selleks UMG UI Editori.
- 7. peatükis (Mängu eksportimine) käsitletakse mängu eksportimist mängumootorist eraldiseisvaks rakenduseks.

3.4 Eesmärk ja õpiväljundid

Õppematerjali eesmärgiks on tutvustada mängumootori Unreal Engine 4 tööriistu ning seejuures aidata luua õppijal lihtne kolmanda isiku vaates mäng. Õppematerjali sihtgrupiks on algaja mängulooja. Materjali kergemaks läbimiseks on soovitatav, et õppijal oleks eelnev kogemus programmeerimisega.

Õpiväljundite definitsioon on sõnastatud Tartu Ülikooli Raamatukogu repositooriumis DSpace [33] järgnevalt: „Õpiväljundid on kirjeldus sellest, mida õppija peaks teadma, mõistma ja/või oskama pärast sisupaketi läbitöötamist. Need peaks kirjeldama õppimise tulemusel saavutatavaid teadmisi, oskusi ja hoiakuid, mida õppija saab demonstreerida ning õpetaja/õppejõud hinnata.“

Õpiväljundid on sõnastatud kogu õppematerjali üldises mõistes ning ka peatükkide kaupa. Üldised õpiväljundid annavad ülevaate õpilase oskustest, teadmisest ja mõistmistest pärast õppematerjali läbimist. Seejuures on üldised õpiväljundid kokkuvõtlikumad ja lühemad. Õpiväljundid peatükkide kaupa näitavad aga õpiväljundeid, mis saavutatakse pärast iga peatüki läbimist. Selline õpiväljundite sõnastus on kasulik korral, kui õpilane läbib ainult teatud peatükid.

Õppematerjali üldised õpiväljundid on:

- Õpilasel on algteadmised sellest, kuidas kasutada mängumootori Unreal Engine 4 tööriistu Material Editor, Level Editor, Blueprint Editor, UMG UI Editor ja Matinee Editor.
- Õpilane oskab orienteeruda Level Editoris, teades selle osade funktsionaalsust.
- Õpilasel on algteadmised visuaalsest skriptimiskeelest Blueprint.
- Õpilane oskab mängu eksportida eraldiseisvaks rakenduseks.

Tabel 2. Õpiväljundid peatükkide järgi

Peatükk	Õpiväljundid
Alustamine	<ul style="list-style-type: none">• Õpilasel on algteadmised vaateaknas liikumisest.• Õpilane teab, kuidas nimetatakse erinevaid Level Editor osasid ning mis on nende põhifunktsioonid.
Objektide lisamine	<ul style="list-style-type: none">• Õpilane oskab režiimide paneelilt mängumaailma lisada objekte.

	<ul style="list-style-type: none"> • Õpilane oskab mängumaaailma objekte liigutada, skaleerida ja pöörata. • Õpilane oskab navigeerida detailide paneelil.
Materjali loomine	<ul style="list-style-type: none"> • Õpilane teab, mis on materjal. • Õpilane oskab avada Material Editori. • Õpilane teab erinevaid Material Editori osasid. • Õpilane oskab ise luua lihtsaid materjale ning neid rakendada mängumaaailmas olevatele objektidele • Õpilane teab loogikagraafidel kasutatavaid termineid - funktsioonikastike, klemm, ühendus. • Õpilane oskab loogikagraafide lisada funktsioonikastikesi ning nende vahele ühendusi.
Platvormi liigutamine Blueprintiga	<ul style="list-style-type: none"> • Õpilasel on algteadmised visuaalsest skriptimiskeelest Blueprint. • Õpilane oskab avada Blueprint Editori. • Õpilane oskab nimetada ümber objekte sisu sirvijas. • Õpilane oskab loogikagraafide lisada funktsioonikastikesi ning nende vahele ühendusi.
Platvormi liigutamine Matineega	<ul style="list-style-type: none"> • Õpilane teab, mis on Matinee. • Õpilane oskab luua lihtsat animatsiooni, kasutades Matinee Editori. • Õpilane saab aru animatsioonide loomise lihtsamatest printsiipidest. • Õpilane teab termineid - võtmekaader, animatsiooni rada.
Algusmenüü lisamine	<ul style="list-style-type: none"> • Õpilane oskab luua lihtsat graafilist kasutajaliidest. • Õpilane teab erinevaid UMG UI Editori osasid.
Mängu eksportimine	<ul style="list-style-type: none"> • Õpilane oskab mängu eksportida mängumootorist eraldi rakenduseks.

3.5 Olemasolevad õppematerjalid

Mängumootori Unreal Engine 4 põhjal tehtud eestikeelseid õppematerjale autorile teadaolevalt ei ole. Küll aga on ingliskeelseid materjale, millest siin peatükis tehakse lühike ülevaade.

Peatükis 3.1 mainitud Tartu Ülikooli aine arvutigraafika (ainekoodiga MTAT.03.015) õppematerjal on kättesaadav aine kodulehel keskkonnas CGlearn, kuhu pääsetakse ligi Tartu

Ülikooli kasutajatunnuse ja parooliga [34]. Antud õppematerjal koosneb ülesannetest koos lühikeste kirjeldustega ning peatükkidest koonsevast lühikesest juhendist, mis pole veel lõpetatud.

Mängumootori Unreal Engine ametlikul kodulehel [35] on olemas ingliskeelsed juhendid, mis on põhiliselt tehtud mängumootoriga töötavate inimeste poolt. Juhendite ülesehitus varieerub seal, kuid põhiliselt on keskendunud kindlate (paljudel juhtudel ka väikeste) probleemide lahendamiseks.

Unreal Engine'i loojate poolt on tehtud veel ka videojuhendid, mis on koondatud kokku ametlikus dokumentatsioonis asuval veebilehele [36]. Ka seal erineb juhendite pikkus ja põhjalikkus. Võrreldes eelnevas lõigus mainitud kirjalike juhenditega, on videojuhendid üldiselt pikemad ning kindlate lühikeste probleemide asemel võivad haarata pikemaid ja keerulisemaid probleeme. Seetõttu koosnevad osas juhendid mitmest videost, mis on koondatud üheks esitusloendiks. Esitusloendid on samalt veebilehelt kättesaadavad.

Loodud õppematerjalide kõrval kogub Unreal Engine ka kasutajaskonna poolt valmistatud materjale [37]. Seal saavad kasutajad luua ise juhendeid ning muuta ja parandada teiste poolt loodud materjale.

Põhilised kasutajaskonna poolt loodud videomaterjalid on saadaval videojagamiskeskonnas YouTube [38, 39]. Seal olev materjal varieerub pikkuse ja keerulisuse poolest.

Veebipõhine õppekeskkond Udemy pakub mängumootori Unreal Engine 4 kohta mitut kursust [40-43]. Üldiselt on kursused ülesehitatud videoloengute põhjal. Loengute arv varieerub olenevalt kursusest ning raskusaste on algajatest kuni edasijõudnuteni. Udemy veebipõhised kursused on tasulised, ühe kursuse hind jääb kahekümne kuni neljakümne euro vahele.

Mängumootoril Unreal Engine 4 on ka akadeemilisi partnereid (ülikoolid ja muud haridusasutused) üle kogu maailma, kes õpetavad mängumootori kasutamist [44].

4. Õppematerjali testimine

Käesoleva bakalauresetöö käigus on loodud õppematerjali testitud. Testimine toimus üksikõpilastega, kus juhendi autor jälgis, kuidas õpilased läbisid juhendi. Lisaks kuulati õpilaste tagasisidet nii juhendi läbimisel kui ka pärast selle läbimist. Testimisprotsessi oli kaasatud kolm tudengit.

Õpilane 1 on esimese aasta informaatika õppekava magistritudeng Tartu Ülikoolist, kes on mängumootoriga Unreal Engine 4 eelnevalt kokku puutunud, kuid tegelenud ainult 2D-mängu loomisega. Õpilane 2 on kolmanda aasta informaatika õppekava bakalaureusetudeng Tartu Ülikoolist, kellel on kogemus mängumootoriga Unity, kuid puudub kogemus mootoriga Unreal Engine 4. Õpilane 3 on kolmanda aasta informaatika õppekava bakalaureusetudeng Tartu Ülikoolist, kellel puudub eelnev kogemus arvutigraafika ja mängumootoritega.

Selles peatükis antakse peatükkide kaupa ülevaade testimisel ilmnenud puudustest ja tähelepanekutest õppematerjali läbimisel.

4.1 Peatükk 1: Alustamine

Esimeses peatükis suuremaid puudusi testimisel ei esinenud. Küll aga kulus lehekülgede kerimisele palju aega. Õpilastel oleks olnud ajasäästlikum, kui Level Editori pilt (pilt number 2) oleks kogu aeg kergesti nähtav. Seda probleemi on raske hetkel lahendada, kuna õppematerjal on PDF-formaadis ning linkide loomist toetab Adobe Reader PRO tasuline versioon, siis käesolevat tööd silmas pidades ei olnud linkide lisamine mõttekas. Lisaks, kui tulevikus leiab õppematerjal kasutust mõnes õppeaines, peaks toimuma materjali ümbertõstmise mõnda teise formaati.

Teiseks väiksemaks puuduseks oli õppematerjalis oleval pildil number 4 kujutatud abimenüü nupp. Õpilased ei olnud suutelised seda nägema ning ajasid selle segamini teljenooltega, mis asuvad abinupuga sarnaselt pildi alumises vasakus nurgas. Puuduse parandamiseks muudeti pilt arusaadavamaks ehk toodi paremini abimenüü nupu koht välja.

4.2 Peatükk 2: Objektide lisamine

Õpilane 1 läbis peatüki edukalt ja kiiresti. Õpilastel 2 ja 3 läks kauem aega põhiliselt just objekti lohistamisega mängumaailma. Lisaks ei olnud neil detailide paneeli leidmine nii intuitiivne kui õpilasel 1. Üldjoontes läbiti peatükk edukalt ning parandusi ei olnud tarvis teha.

4.3 Peatükk 3: Materjali loomine

Õpilasel 1 oli probleeme värvi vahetamisel Color Pickeris. Värviratta kõrval olevad värvi tumedust reguleeriv riba on seatud vaikimisi maksimaalse peale, seetõttu olenemata värvirattal valitud värvist on uus värv must. Paremaks arusaamiseks lisati vastav lõik, kus mainitakse antud probleemi.

Kõik õpilased kasutasid loogikagraafil funktsioonikastikeste saamiseks paremat hiireklõpsu ning võimalus Palette Panelilt funktsioonikastikesi valida jäeti kasutamata. Küll aga ei peetud oluliseks antud võimaluse kirjeldus õppematerjalist eemaldada.

Õpilasel 2 oli raskusi vektori väärtuse muutmise, sest ei leitud vastavat piirkonda loogikagraafil üles. Õppematerjali ei peetud mõttekaks parandada selles osas, kuna ülejäänud testijatel leidsid kiiresti ja edukalt antud piirkonna.

Õpilane 1 tegi ettepaneku, et värvi valik võiks olla lugeja enda valida. Sellealane parandus on ka sisse viidud, kuna kokkuvõttes ei muuda värvivalik loodud mängu funktsionaalsust.

Õpilane 2 ja 3 leidsid, et konstanti väärtuse muutmine detailide paneelilt ei ole intuitiivne ning seda võiks parem teha loogikagraafil. Antud küsimuses on suunatud pigem mängumootori võimalustele, kuna loogikagraafil konstanti muutmine on võimatu. Seetõttu ei muudetud õppematerjalis midagi.

4.4 Peatükk 4: Platvormi liigutamine Blueprintiga

Õpilane 3 soovitas eraldada objektide nimede muutmise osa Blueprinti tutvustavast tekstist. Eraldamine on õppematerjalis ka toimunud, luues nimede muutmise osale teistsuguse taustvärvi ja kontuuri ümber antud osa.

Õpilasel 1 tekkis probleem Blueprintiga. Õpilane valis funktsioonikastikese „float > float” asemel kastikese „float < float”. Seetõttu ei hakanud mängumaailmas platvorm liikuma. Siiski leidis õpilane vea üles ning parandas selle. Kuigi antud funktsioonikastikesed võivad lihtsasti segamini minna, on keeruline õppematerjalis antud probleemi muud moodi lahendada, kui seda juba materjalis tehtud on (nii kirjalikult toodud funktsioonikastikese nimi välja kui ka pildilt näidatud).

Õpilasel 3 oli probleem platvormi viite saamisel loogikagraafile, mis lahenes kiiresti. Seetõttu parandusi õppematerjalis ei peetud vajalikuks teha.

4.5 Peatükk 5: Platvormi liigutamine Matineega

Järgnevad peatükid läbisid ainult õpilane 2 ja õpilane 3, kuna õpilase 1 testimise ajal ei olnud antud peatükid lõpetatud.

Õpilastel läks aega Matinee Editoris orienteerumiseks. Selle jaoks on lisatud õppematerjali rohkem pilte antud redaktorist. Pilt erinevate Matinee Editori osadega tutvustamiseks ei peetud vajalikuks, kuna kasutust leiab ainult üks osa, mida on ka lähemalt tutvustatud kirjalikult ning illustratiivselt (õppematerjali pilt 24 ja pilt 25).

Nii õpilasel 2 ja 3 läks mitu katset, et edukalt kanda animatsiooni võtmekaadrid ajateljele. Kuna antud tegevus on algajale küllaltki keeruline ning õppematerjalis on kirjeldatud üsna põhjalikult seda, siis ei peetud vajalikuks täiendusi sisse viia.

4.6 Peatükk 6: Algusmenüü lisamine

Õpilastel oli algselt raskusi Palette paneelilt elementide lohistamisega hierarhia puule. Seetõttu on lisatud pilt lõplikust hierarhiapuust (pilt 29).

Õpilane 2 ei leidnud esmalt detailide paneelilt *OnClicked* valiku järel asuvat rohelist nuppu. Kuna antud nupp asub detailide paneeli allosas ja selle nägemiseks peab kerima paneelil, võibki õpilasel selle leidmine olla ajamahukas. Lisatud on lühike lause, mis ütleb et otsitav nupp on paneeli allosas.

4.7 Peatükk 7: Mängu eksportimine

Viimase peatükiga õpilastel probleeme ei esinenud.

5. Kokkuvõte

Bakalaureusetöö eesmärgiks oli koostada õppematerjal mängumootori Unreal Engine 4 õppimiseks, mille kohta seni eestikeelne materjal puudus. Juhendi sihtgrupiks oli algajad mänguloojad, kellel puudub mängumootoriga eelnev kogemus. Bakalaureusetöö eesmärk täideti edukalt – loodi õppematerjal, mille läbimisel valmib kasutajal lihtne arvutimäng.

Käesolevas bakalaureusetöös tutvustati mängumootorit Unreal Engine 4 ning selle põhilisi konkurente – Unity ja CryEngine. Lisaks anti ülevaade mootori Unreal Engine ajaloost.

Õppematerjali loomisel tõlgiti vajalikud mängumootori Unreal Engine 4 terminid eesti keelde. Samuti sõnastati antud bakalaureusetöö käigus loodud juhendi eesmärk ja õpiväljundid, nii üldiselt kui ka peatükkide kaupa. On toodud ka ülevaade olemasolevatest ingliskeelsetest õppematerjalidest.

Bakalaureusetöö käigus testiti loodud õppematerjali. Testimine viidi läbi kolme õpilasega ning nende materjali läbimise ja tagasiside põhjal tehti õppematerjalis vastavad parandused.

Loodud õppematerjal on autori arvates sobilik kasutamiseks Tartu Ülikooli ja Tartu Kõrgema Kunstikooli õpilastele nii iseseisvalt kui ka eraldi mängumootorit Unreal Engine 4 käsitleva aine raames, kui see luuakse. Autorile teadaolevalt on see esimene eestikeelne mängumootori Unreal Engine 4 õppematerjal.

6. Allikad

- [1] Pressiteade Unreal Engine'i ametlikul kodulehel. (06.05.2016)
<https://www.unrealengine.com/news/ipkeys-licenses-unreal-engine-3-for-military-simulations>
- [2] Alan Thorne, 2011, Game Engine Design and Implementation, lk 10, 14.
<https://books.google.ee/books?isbn=0763784516>
- [3] Unreal Engine'i ametlik dokumentatsioon redaktorite kohta. (06.05.2016)
<https://docs.unrealengine.com/latest/INT/GettingStarted/SubEditors/index.html>
- [4] - Foorumipostitus Unreal Engine'i töötaja poolt (06.05.2016)
<https://forums.unrealengine.com/showthread.php?1105-Blueprint-Performance-Benchmark>
- [5] Epic Gamesi ametlik koduleht (06.05.2016). <https://epicgames.com/>
- [6] Pressiteade Unreal Engine'i ametlikul kodulehel. (06.05.2016)
<https://www.unrealengine.com/blog/ue4-is-free>
- [7] Korduma kippuvad küsimused Unreal Engine'i ametlikul kodulehel. (06.05.2016)
<https://www.unrealengine.com/faq>
- [8] Jason Busby, Zak Parrish, Jeff Wilson, 2009, Mastering Unreal Technology, Volume 1, lk 4-11. <https://books.google.ee/books?isbn=0768688973>
- [9] Artikkel nimega „History of the Unreal Engine“. (06.05.2016)
<http://www.ign.com/articles/2010/02/23/history-of-the-unreal-engine?>
- [10] Brian Kennedy, artikkel nimega „Uncle Sam Wants You (To Play This Game)“. (06.05.2016) <http://www.nytimes.com/2002/07/11/technology/uncle-sam-wants-you-to-play-this-game.html>
- [11] Mängu Gears of War ametlik koduleht. (06.05.2016) <https://gearsofwar.com/en-gb/games/gears-of-war/xbox-360>
- [12] Artikkel nimega „Unreal games engine licensed to FBI and other US agencies“. (06.05.2016) <http://www.bbc.com/news/technology-17535906>

- [13] Artikkel nimega „GDC: Epic Games’ Unreal Engine 4 adopts subscription model“. (06.05.2016) <http://www.ign.com/articles/2014/03/19/gdc-epic-games-unreal-engine-4-adopts-subscription-model>
- [14] Ametlik pressiteade Unreal Engine’i kodulehel. (06.05.2016) <https://www.unrealengine.com/blog/ue4-is-free>
- [15] Unity ametliku kodulehel olevad firma faktid. (06.05.2016) <https://unity3d.com/public-relations>
- [16] Artikkel nimega „This engine is dominating the game industry right now“. (06.05.2016) <http://thenextweb.com/insider/2016/03/24/engine-dominating-gaming-industry-right-now/>
- [17] Artikkel nimega „Card Life“. (06.05.2016) <https://unity3d.com/showcase/case-stories/hearthstone>
- [18] Platvormide tutvustus Unity ametlikul kodulehel. (06.05.2016) <https://unity3d.com/unity/multiplatform>
- [19] Unity veebipood. (06.05.2016) <https://www.assetstore.unity3d.com/en/>
- [20] Mängumootori Unreal Engine 4 veebipood. (06.05.2016) <https://www.unrealengine.com/marketplace>
- [21] Uscript Unity veebipoes. (06.05.2016) <https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/1808>
- [22] Unitys kasutatavad programmeerimiskeeled ametlikult kodulehelt. (06.05.2016) <http://blogs.unity3d.com/2014/09/03/documentation-unity-scripting-languages-and-you/>
- [23] Unity maksemudeli kirjeldus. (06.05.2016) <https://unity3d.com/get-unity>
- [24] Korduma kippuvad küsimused Unity ametlikul kodulehel. (06.05.2016) <https://unity3d.com/unity/faq>
- [25] Unity allalaadimisleht. (06.05.2016) <https://unity3d.com/get-unity/download?ref=personal>

- [26] Pressiteade uue CryEngine'i saabumisest. (06.05.2016)
<http://www.crytek.com/news/crytek-unveils-all-new-cryengine-v-and-community-centered--pay-what-you-want--model>
- [27] CryEngine'i maksemudel ja info. (06.05.2016) <https://www.cryengine.com/get-cryengine>
- [28] Dokumentatsioon CryEngine's olevast visuaalsest skriptimiskeelest. (06.05.2016)
<http://docs.cryengine.com/display/SDKDOC2/Flow+Graph+Editor>
- [29] Cryteki poolt loodud mängude loend nende ametlikul kodulehel. (06.05.2016)
<http://www.crytek.com/games>
- [30] Mängu Crysis 3 ekraanipildil firma EA ametlikul kodulehel. (06.05.2016)
<http://www.ea.com/crysis-3/images>
- [31] Arvutigraafika koduleht keskkonnas Courses. (06.05.2016)
<https://courses.cs.ut.ee/2015/cg/fall>
- [32] Tartu Kõrgema Kunstikooli õppekavad. (06.05.2016)
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1mVrVbI-54uDTZupL6wqj1UXRceiqn-_0wdWUbjY_tIs/edit#gid=0
- [33] Tartu Ülikooli Raamatukogu repositooriumi DSpace õpieesmärgi ja õpiväljundite peatükk. (06.05.2016)
http://mobile.dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/19332/_eesmrgid_ja_pivljundid.html
- [34] Arvutigraafika kursuse koduleht keskkonnas CGLearn. (06.05.2016)
<https://cglearn.codelight.eu/student/materials>
- [35] Unreal Engine'i ametlikul kodulehel olevad juhendid. (06.05.2016)
<https://www.unrealengine.com/blog?category=tutorials>
- [36] Unreal Engine'i ametlikus dokumentatsioon paiknevad videojuhendid. (06.05.2016)
<http://docs.unrealengine.com/latest/INT/Videos/>
- [37] Veebikeskkond kasutajate poolt loodud juhenditele. (06.05.2016)
<https://wiki.unrealengine.com/Category:Tutorials>

- [38] Videojuhendite esitusloend keskkonnas YouTube. (06.05.2016)
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLfQ3pODBwOcaV1TdnqNWLTI4wiUzEvXis>
- [39] Videojuhendite esitusloend keskkonnas YouTube. (06.05.2016)
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLL0cLF8gjBpqDdMoeid6Vl5roMl6xJQGC>
- [40] Unreal Engine'i juhend keskkonnas Udey. (06.05.2016) <https://www.udemy.com/unreal-engine-4-the-complete-beginners-course/>
- [41] Unreal Engine'i juhend keskkonnas Udey. (06.05.2016)
<https://www.udemy.com/indiegamer/>
- [42] Unreal Engine'i juhend keskkonnas Udey. (06.05.2016)
<https://www.udemy.com/unrealcourse/>
- [43] Unreal Engine'i juhend keskkonnas Udey. (06.05.2016) <https://www.udemy.com/master-blueprints-in-unreal-engine-4-endless-runner/>
- [44] Unreal Engine'i akadeemiliste partnerite loetelu. (06.05.2016)
<https://www.unrealengine.com/academic-partners>

Lisad

Õppematerjal

Peatüki number	Peatüki pealkiri
1	Alustamine
2	Objektide lisamine
3	Materjali loomine
4	Platvormi liigutamine Blueprintiga
5	Platvormi liigutamine Matineega
6	Algusmenüü lisamine
7	Mängu eksportimine

Õppematerjal ja praktiline töö on kokkupakitult lisatud. Õppematerjal kannab nime Juhend.pdf.

Praktiline töö

Praktiline töö asub kaustas nimega Praktiline töö. Mängu käivitamiseks klõpsata failile Minu_Projekt, mis asub kaustas WindowsNoEditor. Mängust lahkumiseks vajutada klahvile Q.

Litsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Thomas-Bairam Toodo,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose “Õppematerjal mängu loomiseks mängumootoriga Unreal Engine 4”, mille juhendaja on Raimond-Hendrik Tunnel

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace 'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 12.05.2016