

RAUHOITTAVA METSÄMAISEMA UNREAL ENGINE 5 - PELIMOOTTORILLA

Active Arctic -hanke

Koskela Piia

Opinnäytetyö

Tieto- ja viestintäteknikan koulutus
Insinööri (AMK)

2023

Tieto- ja viestintätekniiikan koulutus
Insinööri (AMK)

Tekijä	Piia Koskela	Vuosi	2023
Ohjaaja	Toni Westerlund		
Toimeksiantaja	Active Arctic -hanke		
Työn nimi	Rauhoittava metsämaisema Unreal Engine 5 -pelimoottorilla		
Sivumäärä	40		

Opinnäytetyössä tutustuttiin Unreal Engine -pelimoottorin mahdollisuuksiin luoda rauhallinen, virtuaalinen metsämaisema käyttämällä valmiita, fotorealistisia 3D-malleja. Käytössä oli pelimoottorin 5.0.3-versio.

Työn teoriaosuudessa tarkoituksena on saada lukijalle käsitys luonnon ja virtuaalisen luonnon merkityksestä ihmisen hyvinvoinnille tehtyjen tutkimusten avulla. Samoin siinä pyritään antamaan peruskäsitys Unreal Engine -pelimoottorin toimintamahdollisuuksista virtuaalimaiseman tekemisessä.

Opinnäytetyön projektiosuudessa toteutettiin Unreal Engine -pelimoottorilla rauhoittava metsämaisema VR-laseille. Maiseman kasvusto-osuus rakennettiin kokonaan kasvustotyökalulla hyödyntäen valmiita 3D-malleja. Virtuaalinen metsämaisema mahdollistaa rauhoittavan luontoyhteyden muodostumisen riippumatta ihmisen olinpaikasta.

Avainsanat Active Arctic, hyvinvointi, maiseman luominen, rauhoittava metsämaisema, Unreal Engine 5, valmiit 3D-mallit, virtuaalimetsä

Study Programme in Information
and Communication Technology
Bachelor of Engineering

Author	Piia Koskela	Year	2023
Supervisor	Toni Westerlund		
Commissioned by	Active Arctic -project		
Title	Calming Forest Landscape with Unreal Engine 5		
Number of pages	40		

The aim of this thesis study was to explore the possibilities of the Unreal Engine to create a calming, virtual forest landscape using ready-made, photorealistic assets. The used version was Unreal Engine 5.0.3.

In the project part of the thesis, a calming forest landscape for VR glasses was created with Unreal Engine. The foliage part was built by a foliage toll using ready-made assets. Also, Unreal Engine's possibilities to create a virtual landscape were described.

The theoretical part of the thesis gives an understanding of nature's and virtual nature's meaning for human well-being. A virtual forest landscape enables a calming connection with nature, regardless of a person's whereabouts.

Keywords

Active Arctic, calming landscape, creating a landscape, ready-made assets, Unreal Engine5, virtual forest, well-being

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	6
2 RAUHOITTAVA LUONTO	8
2.1 Luontoyhteys	8
2.2 Virtuaaliluonto	9
3 UNREAL ENGINE 5	11
3.1 Blueprint Visual Scripting -järjestelmä.....	11
3.2 Valmiit mallikirjastot	12
3.3 Kasvuston maalaus	13
3.4 Niagara-partikkelityökalu.....	13
3.5 Virtuaalitodellisuus	14
4 MAISEMAN LUOMINEN.....	15
4.1 Suunnittelun peruseriaatteen	15
4.2 Suunnitelma.....	15
4.3 Toteutus.....	16
4.3.1 Laitteisto.....	16
4.3.2 Materiaalien ja mallien valinta	17
4.3.3 Alueen koko ja sen muokkaus	17
4.3.4 Kivikko.....	20
4.3.5 Aluskasvillisuus ja puut	21
4.3.6 Taustaseinät.....	24
4.3.7 Valaistus ja äänet.....	26
4.3.8 Perhonen	27
4.3.9 UI	30
4.4 Palaute maisemasta	32
5 POHDINTA.....	33
LÄHTEET	37

KÄYTETYT KÄSITTEET

Adobe Photoshop	Adobe Systemsin kehittämä kuvankäsittelyohjelma
Aloituskohta	Player start, paikka pelimaailmassa, josta pelaaja aloittaa
Assetit	Assets, yhteisnimitys Unreal Enginen sisällölle: 3D-mallit, materiaalit, äänitiedostot, tekstuuri
Billboard	Kaksiulotteinen taustaseinä
Blender	Kolmiulotteisen mallinnuksen ohjelmisto
Blueprint	Visuaalinen koodauskieli Unreal Enginessä
Emitter	Paikka, missä partikkeli luodaan Niagara-työkalussa
FrostBit	Lapin ammattikorkeakoulun ohjelmistotekniikan laboratorio
Kasvusto	Foliage, kappale/kappaleet, joita työkalun avulla vietään projektiin
Quad	Unreal Engine -pelimoottorissa käytetty yksittäinen nelisivuinen 3D-mallin monikulmio
UV-kartoitus	UV mapping, 3D-mallin pinta heijastetaan 2D-kuvaksi pintakuviointia varten

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön innoittajana ja tilaajana toimii Lapin ammattikorkeakoulun sekä Lapin yliopiston toteuttama hanke ”Active Arctic – Digitaaliset ympäristöt ja ratkaisut harvaan asuttujen alueiden hyvinvoinnin ja yritysten tukena”. Hankkeen tarkoituksena on kehittää harvaan asutun seudun hyvinvointipalveluita. Palveluiden tuottamisen, levittämisen ja saavutettavuuden tukemisessa hyödynnetään teknologiaa. Tässä yhteydessä myös määritellään ja testataan digitaalisten innovaatiohubien roolia. (Active Arctic 2023.) Active Arctic -hankkeen mielenkiintoinen sanayhdistelmä (hyvinvointi – digitaalisuus – saavutettavuus) toimi opinnäytetyön punaisena lankana.

Ihmisten hyvinvoinnin ja luonnon välillä on tutkittu olevan selvä yhteys. Kaikilla ihmisillä ei kuitenkaan ole mahdollisuutta päästä luontoon, mikä vaikeuttaa luontoyhteyden syntymistä. Tutkimusten mukaan myös virtuaaliluonnolla on positiivisia vaikutuksia ihmisten hyvinvointiin. (Ks. esim. Abdullah ym. 2021, 16.) Kiinnostus luonnon parantavasta voimasta ja teknologian kehittyessä kiinnostus myös virtuaalisen luonnon vaikutuksista ihmisten hyvinvointiin on selvästi kasvanut. Tämä näkyy etenkin uusien virtuaaliseen luontoon liittyvien tutkimusten määrässä sekä uutisoinnista, mikä varmasti edelleen on vaikuttanut ihmisten mielenkiinnon heräämiseen. Opinnäytetyön aihe on siis hyvin ajankohtainen.

Opinnäytetyön keskiössä on Unreal Engine 5 -pelimoottori. Työssä halutaan selvittää sen mahdollisuudet virtuaalisen, rauhallisen maiseman luomisessa. Tavoitteena on tutkia, miten virtuaalisen maiseman luominen onnistuu Unreal Engine -pelimoottorilla käyttäen valmiita 3D-malleja.

Opinnäytetyön teoriaosuus keskittyy antamaan lukijalleen käsityksen luontoyhteyden merkityksestä ihmisen hyvinvoinnille sekä virtuaaliluonnon mahdollisuuksista. Tämän lisäksi teoriaosuudessa lukijalle pyritään antamaan peruskäsitys Unreal Engine -pelimoottorin toimintamahdollisuuksista virtuaalimaiseman tekemisessä. Tutkimuksen perustana toimii toteutettu virtuaaliympäristö, jossa pyri-

tään toteuttamaan virtuaalinen maisema kokonaan valmiilla 3D-malleilla kasvustotyökalulla maalaten. Työssä käytetään Unreal Engine -pelimoottorin 5.0.3-versiota.

2 RAUHOITTAVA LUONTO

Luontokokemusten väheneminen ihmisten elämästä on toiminut motivaattorina useille tutkijoille. Nykyään luonnon ja hyvinvoinnin välisistä yhteyksistä löytyy vahvaa tutkimusnäyttöä ympäri maailman (Ks. esim. Bratman, Hamilton & Daily 2012, 131–132; Hartig, Mitchell, de Vries & Frumkin 2014, 212–219; Salonen 2020, 150–151). Tässä opinnäytetyössä keskitytään luonnon aikaansaamiin vaikutuksiin, jotka toteutuvat ihmisen mielen kautta. Tällaisia ovat elimistön rauhoittuminen ja stressireaktioista palautuminen, keskittymiskyvyn elpyminen ja mielialojen paraneminen. (Korpela 2008, 59–71.)

2.1 Luontoyhteys

Ekopsykologisen näkemyksen mukaan useiden ihmisten luontoyhteys on heikentynyt. Tämä tieteenala on huolissaan ihmisen ja luonnon psyykkisestä irrallisuudesta, joka on aiheuttanut erilaisia ympäristöongelmia sekä psyykkisiä ongelmia. (Siitari & Siponen 2013, 5.) Työelämässä ihmisille kuormitusta aiheuttavat työsuhteisiin liittyvät epävarmuudet, kiireisyys, ulkoisten näyttövaatimusten korostuminen ja tehtävien projektiluonteisuus. Ympäristö, jossa eletään, on myös muuttunut. Kaupunkiympäristössä liikkuesssa täytyy olla jatkuvassa valmiustilassa. Tällöin on koko ajan käsiteltävä eri aistien tuottamia havaintoja ja niiden perusteella tehtävä viisaita valintoja, jotka edelleen aiheuttavat elimistölle kuormitusta. (Yli-Viikari 2021, 4.)

Luonto tukee ihmisen kokonaisvaltaista hyvinvointia monella tapaa. Vaikka tutkimusten mukaan luontoympäristön myönteiset vaikutukset ovat hyvin nopeita ja osin tiedostamattomia, on silti luonnossa vietetyllä ajalla suuri merkitys ihmisille. Kaupunkilaisten yli viiden tunnin ”viheraltistus” kuukaudessa on tuonut merkittäviä tuloksia. Luonnossa vietetty aika on yhteydessä kohonneeseen mielialaan sekä vähäisempään stressiin. Tämän arvellaan selittyneen sillä, että ihminen on evoluution aikana sopeutunut olemaan levollinen ravinnon hankintaan soveltuvassa ja suojaisassa ympäristössä. Tutkijat ajattelevat, että vaikka eläisimme kaupungissa, tunne on tallentunut ”solumuistiin”. (Tyrväinen, Silvennoinen, Korpela & Ylen 2007, 57, 72.)

Useissa tutkimuksissa on todettu, että luonto itsessään toimii parhaimpana hyvinvoinnin lisääjänä. Japanissa merkittävä rentoutumismuoto on ollut jo 1980-luvulta lähtien Shinrin-yoku, joka tarkoittaa kävelyä ja/tai metsissä oleskelua. Ihmiset hakevat hiljaisuutta ja esteettisiä elämyksiä metsämaisemista. (Ks. esim. Morita ym. 2007, 61–62.) Luonnosta löytyvistä mielipaikoissa mielellään rentoudutaan, kävellään sekä oleskellaan, kun taas aktiivisempi fyysinen harjoittelu voidaan toteuttaa muissa ympäristöissä (Korpela 2007, 368–369).

2.2 Virtuaaliluonto

Vaikka Suomessa luontoa riittää, niin luontoympäristöön pääsy ei ole aina helposti toteutettavissa (esim. sairaalat, työpaikat, koulut keskellä kaupunkia). Nykytekniikan turvin luonto voidaan kuitenkin tuoda ihmisen luo melko helpostikin. Kyseessä on tällöin virtuaaliluonto, joka tarkoittaa keinotekoisesti simuloituja luonnon ominaisuuksia, joita syötetään ihmisille jonkin tietyn aistin tai aistien yhdistelmän kautta (Nurro & Laapotti 2021).

Jo 1970–1980-luvuilla on saatu tutkimustuloksia siitä, kuinka stressaantuneen ihmisen psykologinen käytös muuttuu katselemalla luontokuvia. Tutkimuksen mukaan rentoutuminen näkyy jo kolmessa minuutissa aivojen alfa-aalloissa luontokuvia katsellessa. (Ulrich 1979, 21; 1981, 548.) Tulokset ovat merkittäviä, vaikka tuolloin tutkittavilla ei ollut kuvia katsellessaan mahdollisuutta irtautua kokonaan fyysisestä arjesta, mikä saattoi heikentää tutkimuksen tuloksia.

Virtuaalitodellisuusteknologian (VR, virtual reality) kehittyessä ihmisellä on paremmat mahdollisuudet uppoutua simuloituun luontoympäristöön. Tämä voidaan mahdollistaa, mikäli ihminen istuu pieneen huoneeseen, jonne kaikille pinnoille on heijastettu luontokuvia tai ihmiselle asetetaan päähän VR-lasit, jotka vähentävät aistiärsykeitä ympäröivästä maailmasta mahdollistaen täydellisen keskittymisen luontoympäristön katseluun. Näistä kahdesta vaihtoehdosta VR-lasien käyttö on todettu olevan käytännöllisempi ja halvempi tapa toteuttaa luontoon pääsy esimerkiksi toimistoissa ja sairaaloissa. (Yeo ym. 2020, 2.)

Virtuaalinen luonto voidaan tuoda ihmiselle VR-laseilla eri muodoissa: todellisesta ympäristöstä erikoiskameroilla tallennettujen 360°-videoiden tai tietokoneohjelmalla rakennettujen graafisten simulaatioiden (todellinen/kuviteltu ympäristö) avulla. VR-laseissa on pään liikkeen seurantajärjestelmä, jolla mahdollistetaan pään liikkeen avulla yhteistyö fyysisen ja virtuaalisen ympäristön välillä. Tällainen samanlainen yhteistyö ei ole mahdollista tavallista luontovideoesitystä katsottaessa. (Yeo ym. 2020, 2–3.)

Virtuaalisten luontokokemusten on tutkittu saavan ihmisissä aikaan samanlaisia tuntemuksia kuin fyysiset luontokokemukset. Virtuaalisessa luontoympäristössä koettu elvytettävyyden on verrattavissa luontoympäristöön ja jo 5–15 minuutin altistuminen virtuaaliluonnolle on koettu tuottavan positiivisia terveysvaikutuksia koehenkilöille. (Ks. esim. Abdullah ym. 2021, 16; Chan ym. 2021, 16–18; Annerstedt ym. 2013, 248–249.) Luonnonvarakeskuksen Virtunature-tutkimushankkeen lopuraportista selviää, että kokonaisvaltainen, kuva äänen kanssa, metsä- ja vesivideon parissa vietetty tauko töistä on merkitsevästi palauttavampi verrattuna muunlaisiin taukoihin, kuten hiljaisuus tai pelkkä luontoääni (Ojala, Neuvonen, Leinikka, Huotilainen & Yli-Viikari 2019, 30).

3 UNREAL ENGINE 5

Unreal Engine on pelimoottori, jonka on kehittänyt amerikkalainen videopelien ja ohjelmistojen kehittäjä ja julkaisija, Epic Games. Unreal Engine oli käytössä jo yhtiön vuonna 1998 julkaistussa Unreal-pelissä. Nykyään Unreal Engineä käytetään maailman johtavissa peleissä ja muun muassa elokuva- ja televisio-, arkkitehtuuri-, auto-, valmistus- ja simulaatioteollisuudessa. (Epic Games 2023a.) Aiempiin versioihin verrattuna Epic Games lupaa, että Unreal Engine 5:n avulla pelien ja muidenkin alojen kehittäjät voivat toteuttaa reaaliaikaista 3D-sisältöä ja kokemuksia suuremmalla vapaudella, tarkkuudella ja joustavuudella kuin koskaan ennen (Epic Games 2023b).

3.1 Blueprint Visual Scripting -järjestelmä

Blueprint Visual Scripting -järjestelmä on Unreal Enginen visuaalinen komentosarjajärjestelmä, joka perustuu solmupohjaiseen (*Nodes*) ohjelmointiin. Kun järjestelmässä yhdistetään solmut, tapahtumat, toiminnot ja muuttujat toisiinsa, on mahdollista luoda erilaisia, monimutkaisiakin toiminnallisuuksia. Solmukaavioita käytetään eri tarkoituksiin: objektien rakentamiseen, yksittäisiin toimintoihin ja yleisiin pelitapahtumiin. (Epic Games 2023c.)

Unreal Enginessa voidaan käyttää joko Blueprint Visual Scripting -järjestelmää tai C++-ohjelmointikieltä tai molempia. Syitä, miksi visuaalinen ohjelmointi valitaan, ovat luomisen nopeus, iteraation nopeus, visualisoinnin helppous, muokkauksen joustavuus, tiedon käytön helppous sekä muokattavuuden helppous. Suunnittelijoiden ja artistien on helppo luoda sisältöä peliin koskematta C++-koodiin ja kirjoittamatta riviäkään koodia. Huolimatta edellä mainituista visuaalisen ohjelmoinnin eduista, C++-ohjelmointikieli on silti säilyttänyt asemansa Unreal Engine -ohjelmoijien keskuudessa. Syitä, miksi C++-ohjelmointikieli valitaan, ovat etenkin nopeampi suoritus aika, selkeä suunnittelu, laajempi käytettävyys, parempi tiedonhallinta sekä parempi sopivuus matemaattisille operaatioille. (Epic Games 2023d.)

3.2 Valmiit mallikirjastot

Quixel on vuonna 2011 perustettu yritys, joka vuonna 2019 liittyi osaksi Epic Games -perhettä. Yrityksen visiona on nopeuttaa tekijöiden tapaa rakentaa fotorealistisia ympäristöjä antamalla heille pääsy laajaan ja jatkuvasti laajenevaan skannatun 3D-aineiston kirjastoon sekä helppokäyttöisiin työkaluihin. (Lind 2019; Epic Games 2023e.) Quixel Megascans on suuri online-skannauskirjasto, joka sisältää korkearesoluutioisia, realistisia pinta-, kasvillisuus- ja 3D-skannauksia. Jotta kirjastoon päästään käsiksi Unreal Enginesta, tarvitaan avuksi Quixel Bridge sovellus. ”Quixel Bridge for Unreal Engine 5” on pelimoottorin laajennus, joka asennetaan editoriin. Sen avulla voidaan käyttää Megascans-kirjastoa, selata kokoelmia, etsiä malleja sekä lisätä niitä Unreal Engine -projekteihin. (Waqar 2019; Elahi 2022.)

Sen lisäksi, että Quixelista voi ladata ilmaisia malleja, myös Unreal Engine Marketplacesta löytyy suuri määrä erilaisiin tarkoituksiin tarkoitettuja malleja/sisältöä. Marketplacen tarkoituksena on tarjota korkealaatuista sisältöä kehittäjille kaupallisiin projekteihin tai koulutustarkoituksiin. Ladattavaa sisältöä on sekä ilmaista että maksullista. (Epic Games 2023f.)

Marketplacessa myytävät tuotteet on lisensoitu asiakkaalle siten, että hänellä on elinikäinen oikeus käyttää sisältöä. Asiakas voi käyttää sisältöä tuotteidensa kehittämiseen ja edelleen näiden tuotteiden toimittamiseen. Asiakkaalla on myös lisenssi antaa sisältö työntekijöilleen ja urakoitsijoilleen, mikäli he edistävät sisällöllä ainoastaan asiakkaan omistamia tuotteita. Marketplacesta ostettu sisältö on oltava vain itsenäisen luovan työn (esim. peli tai simulaatio) rakenneosana, eikä sen ensisijainen painopiste. Asiakkaalla on vapaus muokata Marketplacesta ostamaansa tuotetta, mutta tuotetta ei saa alilisensoida tai siirtää edelleen jakelua varten Marketplacessa tai missään muussa verkkokaupassa. (Epic Games 2023f.)

3.3 Kasvuston maalaus

Unreal Engine 5 -pelimoottorin avulla pystyy luomaan suuria avoimia maailmoja, jotka koostuvat monimutkaisista kasvustoista ja eläimistöistä. Avoin maailma -työkalujen (*Open Worlds*) avulla suuret tilat voidaan täyttää staattisilla 3D-malleilla, jotta voidaan luoda aidontuntuisia ulkotiloja. (Epic Games 2023g.) Foliage Mode on joukko työkaluja, joiden avulla on mahdollista nopeasti maalata (*Paint*) tai poistaa (*Erase*) staattisia 3D-malleja.

Kasvuston maalaus (*Foliage Paint*) on suosittu tapa Unreal Engineissa lisätä kasvustoa maisemaan sen helppokäyttöisyyden vuoksi ja sen työkalut löytyvät Foliage-tilasta. Niillä voi nopeasti maalata maisemaan useita haluttuja kappaleita tai lisätä yksittäisiä kappaleita juuri siihen asentoon, paikkaan, tiheyteen ja kokoon kuin sen itse haluaa. (Epic Games 2023h.)

3.4 Niagara-partikkelityökalu

Uuden sukupolven visuaalisten efektien järjestelmä on Unreal Enginen sisällä toimiva Niagara-partikkelityökalu. Aiemmin visuaalisten efektien tekemiseen on käytetty Cascade-ohjelmaa, mutta Niagaran kerrotaan olevan helpompi ja mutkattomampi käyttää.

Niagara sisältää neljä ydinkomponenttia, joiden avulla visuaalinen efekti saadaan toteutettua:

- 1) Järjestelmä (*System*) toimii kaikkien efektiin liittyvien rakennuspalikoiden säiliönä.
- 2) Emitter (*Emitter*) on paikka, jossa partikkeli luodaan. Emitterit ohjaavat partikkelien syntymistä, liikkumista, ulkonäköä sekä sitä, mitä niille tapahtuu ajan kuluessa.
- 3) Moduuli (*Module*) on efektin perusrakennuspalikka, joita voi löytyä useampia yhdestä emitteristä. Moduuliin tallennetaan erilaisia matemaattisia tietoja, joita se yhdistelee ja laskee tuottaakseen halutunlaisen efektin.

- 4) Parametri (*Parameter*) on tiedon abstraktio Niagara-simulaatiossa. Niitä voidaan lisätä emitteriin parametrimoduuleina. (Epic Games 2023i.)

3.5 Virtuaalitodellisuus

Virtuaalitodellisuudella tarkoitetaan tietokonetekniikan käyttämistä simuloitujen ympäristöjen luomiseen. Virtuaalitodellisuus antaa käyttäjälleen kolmiulotteisen kokemuksen, jota käyttäjä voi katsoa virtuaalitodellisuuslaseja käyttäen. (Bardi 2022.) Virtuaalitodellisuuslasien sisällä on yleensä kaksi näyttöä molemmille silmille, millä saadaan luotua stereovaikutelma katsojalle. Lasien molemmille näytöille heijastetaan kuvaa, joka antaa kolmiulotteisen vaikutelman.

Virtuaalitodellisuuslaseissa on yleensä myös sensorit, jotka havaitsevat pään liikkumisen. Tämän avulla on mahdollista liikkua 360°-virtuaalitodellisuusympäristössä. Virtuaalisessa todellisuudessa pyritään täydelliseen immersioon eli siihen, että käyttäjä uppoutuu virtuaaliseen maailmaan, tällöin fyysisen maailman elementtejä ei hyödynnetä ollenkaan. (Strickland 2007.) Unreal Enginen editorin VR-tilaa voi käyttää maailmojen suunnitteluun ja rakentamiseen virtuaalitodellisuusympäristössä. VR-tila tarjoaa tunteen oikeasta mittakaavasta, jota tarvitaan realististen, uskottavien maailmojen luomiseen. (Unreal Engine 2023j.)

4 MAISEMAN LUOMINEN

4.1 Suunnittelun peruseriaatteen

Opinnäytetyön projektiosuudessa tarkoituksena oli luoda rauhoittava metsämaisema Unreal Engine 5 -pelimoottorilla VR-laitteistolle. Heti alkuvaiheessa oli luotava suunnittelun peruseriaatteen eli huomioitava asiat, jotka vaikuttaisivat projektin suunnitelmaan, toteutukseen ja toimivuuteen.

Ensimmäinen huomioitava seikka oli opinnäytetyön tekijän käytettävissä oleva laitteisto sekä osaamistaso, joka alkuvaiheessa oli pelimoottoreiden osalta aloittelijatasoa. Heti alkumetreiltä oli selvää, että maisema toteutettaisiin Unreal Enginella ja valmiilla 3D-malleilla sekä muulla sisällöllä (*Assets*), mutta oli pohdittava myös, kuinka tutustuminen pelimoottoriin tapahtuisi sekä millä laitteistolla työ toteutettaisiin. Toinen huomioon otettava asia oli VR-toiminto, joka asettaisi omat vaatimuksensa suorituskyvylle. Täytyi pohtia etukäteen, kuinka projektia tulisi optimoida suorituskyvyn osalta, jotta VR-lasit toimisivat käytössä moitteettomasti. Kolmas peruseriaate oli maiseman rauhoittavuus. Suunnitelmaa tehdessä täytyisi arvioida, minkä avulla maisemasta saataisiin mahdollisimman rauhoittava, mitä asioita tulisi ottaa huomioon.

4.2 Suunnitelma

Suunnittelu aloitettiin päättämällä maiseman teema. Täytyi miettiä, onko se fiktiivinen vai todenmukainen, kesäinen vai talvinen, metsä vai jokin muu luontoalue. Omat luontokokemukset olivat tärkeässä asemassa ja oli pohdittava, millainen luontomaisema oli antanut elvyttävän ja rauhoittavan tuntemuksen. Teoriapohjan sekä omien kokemusten perusteella maisemaksi päätettiin luoda todenmukainen, kesäinen, suomalainen kuusimetsä täydennettynä pehmeällä sammalpeitteellä sekä metsän äänillä. Rauhoittavuuden tavoitteeseen pyrittäisiin myös pitämällä toiminnot VR-tilassa mahdollisimman minimaalisina. Jotta maiseman työstäminen olisi helpompaa, oli tehtävä itselleen visio metsästä. Helppointa tämä oli toteuttaa etsimällä omalta kameralta sekä internetistä sopivia inspiraatiokuvia, jotka kuvaisivat parhaiten tavoiteltavaa maisemaa.

Seuraavaksi vuorossa olivat opinnäytetyön tekijän taitotason kartuttamisen sekä käytettävän laitteiston suunnittelu. Tutustuminen pelimoottoriin päätettiin aloittaa Unreal Enginen peruskäytön tutoriaalivideoihin tutustumalla sekä käytännön harjoittelulla opinnäytetyön tekijän omalla laitteistolla. Mahdollisten ongelmien tullessa olisi mahdollisuus pohtia etäkoneen käyttöä.

Koska VR-toiminto oli yksi suunnittelun lähtökohta, oli pohdittava sen asettamia rajoituksia. Jotta ylikuormittamiselta vältyttäisiin, maisema päätettiin rajata mahdollisimman pieneksi ja liikkumisen mahdollisuus rajataan minimiin, noin 2 x 2 metrin kokoiselle alueelle. Näiden lisäksi maiseman ympärille luotaisiin metsäiset taustaseinät eli billboardit sekä kasvuston maalaus ja 3D-mallit rajattaisiin vain laseilla nähtävälle alueelle.

4.3 Toteutus

Maisema oli tarkoitus luoda Unreal Engine 5 -pelimoottorilla, joka ei ollut ennestään opinnäytetyön tekijälle tuttu. Toteutus aloitettiin tutustumalla pelimoottoriin Lapin ammattikorkeakoulun tarjoaman Kesäpeliopinnot (2022) -videoiden avulla (Hannula 2020). Koodaamisessa päätettiin käyttää Blueprint-koodikieltä, jota käytettiin myös lähes kaikissa tutoriaalivideoissa.

4.3.1 Laitteisto

Kun tutustuminen Unreal Engine -pelimoottoriin aloitettiin, käytettävissä oli ainoastaan kannettava tietokone, jolla opinnäytetyön tekijä oli tullut hyvin toimeen tieto- ja viestintätekniikan insinööriopinnoissaan. Hyvin nopeasti kävi kuitenkin ilmi, että koneen tehot eivät riittäneet pelimoottorin pyörittämiseen. Päädyttiin muodostamaan etäyhteys Citrix Workspacen kautta Frostbitin tehokkaampaan pöytäkoneeseen. Etäyhteys ja laitteistot toimivat moitteettomasti läpi opinnäytetyön toteutuksen.

VR-toiminto projektiin lisättiin Frostbit-ohjelmistolaboratoriossa ja käyttöön otettiin Oculus Rift S -lasit. Lasien käyttö etäkoneella ei ollut mahdollista, mutta laboratoriolla käydessä maiseman tarkastelu lasien kautta onnistui. Loppuvaiheessa

käyntejä laboratoriolle tuli enemmän, sillä maisema täytyi saada viimeistelyä VR-laseille sopivaksi. Maiseman tarkastelu VR-laseilla oli ehdottoman tärkeää, sillä editorinäkö ja VR-näkymä poikkesivat suuresti esimerkiksi valaistuksen suhteen. Tämän lisäksi lasien avulla pystyttiin arvioimaan, oliko suorituskyvyn optimointi onnistunut ja toimiko VR-tila moitteettomasti.

4.3.2 Materiaalien ja mallien valinta

Jotta maisema saataisiin luotua halutunlaiseksi, vaativat valmiiden mallivalikoimien läpikäynti ja kokeilu paljon aikaa. Ensimmäiset testimaisemat tehtiin pelkästään Quixel Megascansin sekä Unreal Engine Marketplacen tarjoamilla, täysin ilmaisilla malleilla. Mallien laaduissa oli suuria eroja ja usein valinta menikin pieleen, kun mallit eivät olleet tarpeeksi aidon näköisiä. Samoin Megascansin mallivalikoiman rajallisuus vaikeutti maiseman saamista sellaiseksi, kuin alkujaan oli ajateltu.

Useiden kokeilujen jälkeen päädyttiin valitsemaan muutamia ilmaismalleja (esim. irto-oksat, maa-aines) sekä kaksi maksullista mallikirjastoa, Nordic AutoBiome (Realpixels studio 2020) ja Nordic Conifer Biome (Berg 2022), joissa oli keskitytty nimenomaan pohjoisen luonnon kasvustoon. Näiden molempien kirjastojen ominaisuuksiin kuului myös se, että kasvusto reagoi tuuleen. Se toi lisää aidon metsän tunnetta maisemaan. Lapin ammattikorkeakoulun hankki mallikirjastot, minkä jälkeen ne lisenssiehtojen mukaisesti voitiin jakaa opinnäytetyöprojektiin.

4.3.3 Alueen koko ja sen muokkaus

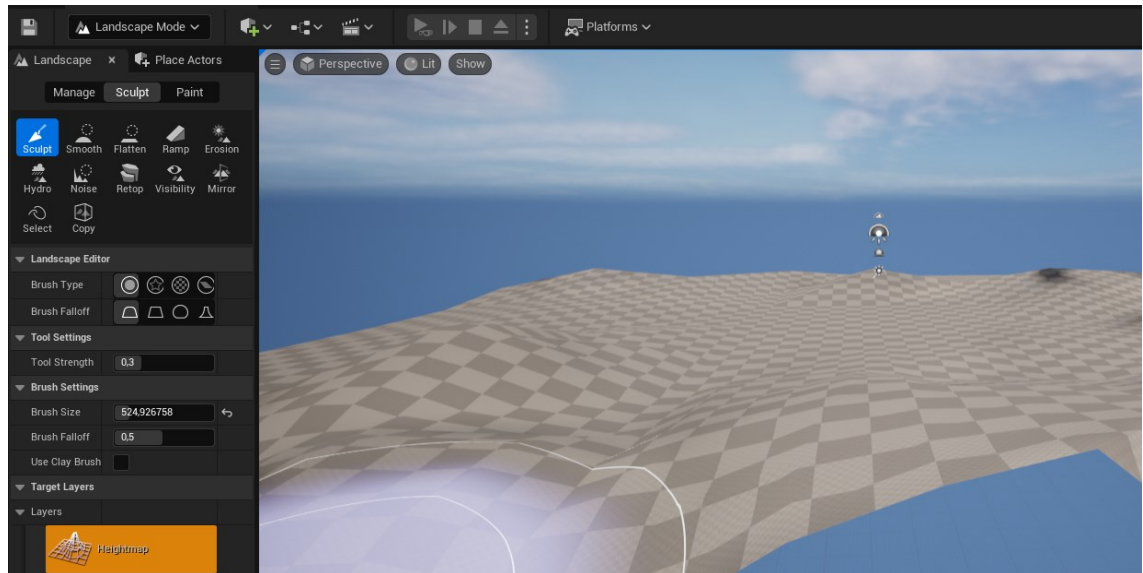
Alueen koko päätettiin pitää pienenä, sillä suunnitteluvaiheessa rajattiin, että liikuminen olisi mahdollista vain 2 x 2 metrin kokoisella alueella. Alueen koon, muodon ja materiaalien muokkaus tapahtui helposti Landscape-tilasta. Alueen koon määrittäminen olikin hieman monimutkaisempaa, kuin mihin opinnäytetyön tekijä oli tottunut. Esimerkiksi 50 x 50 metrin kokoisen alueen määrittäminen ei onnistunut suoraan syöttämällä kyseessä olevat luvut ohjelmaan, vaan täytyi ottaa huomioon komponentit sekä niiden sisällä olevat pienemmät quadit (*Quads*).

(Epic Games 2023k.) Unreal Engine:ssa alue (*Landscape*) koostuu useista komponenteista, jotka ovat aina neliön muotoisia. Opinnäytetyöhön valittiin komponenttien lukumääräksi 8 x 8 (kuvio 1). Nämä komponentit jaetaan edelleen pienempiin quadeihin, joiden oletusarvot ovat 7 x 7, 15 x 15, 31 x 31 ja niin edelleen. Projektiin valittiin pienin oletusarvo 7 x 7 eli yhdessä komponentissa on 7 x 7 quadia ja komponenttien sektiomääräksi valittiin 1 x 1. Mikäli olisi valittu 2 x 2, se kaksinkertaistaisi quad-määrän. Näin ollen koko alueen kooksi tuli (7 x 7) x (8 x 8) = 3136 quadia. (Epic Games 2023l.)

▼ Change Component Size		
	Original	New
Section Size	7x7 Quads	7x7 Quad ▼
Sections Per Compo...	1x1 Section	1x1 Secti ▼
Resize Mode	Expand ▼	
Number of Compone...	8x8	8x8
Overall Resolution	57x57	57x57
Total Components	64	64
		Apply

Kuvio1. Alueen (*Landscape*) koon muokkaaminen

Alueen muokkaaminen tapahtui Landscape Mode -tilassa (kuvio 2). Muokkaus suoritettiin muokkaustyökalulla (*Sculpt*), jonka harjan (*Brush*) kokoa säätämällä saatiin muodostettua erikokoisia harjanteita/alavia alueita. Pyöristys- ja tasoitus-työkalulla (*Smooth/Flatten*) saatiin pyöristettyä sekä tasoitettua harjanteita, mikäli niistä tuli kovin teräväreunaisia tai kulmikkaita. Maisema pyrittiin muokkaamaan sellaiseksi, jossa tuleva aloituspiste (*Player Start*) olisi alempana kuin muut alueet. Tällöin maisema ikään kuin nousi aloituspisteeltä reunoille mentäessä ja näin saataisiin rajattua maisemaa katselijalle ja sen myötä optimoitua suorituskykyä.



Kuvio 2. Alueen koon muuttaminen ja muotoilu

Maisema-alueen muotojen valmistuttua täytyi sille valita sopiva materiaali eli tässä tapauksessa maapohja kuusimetsälle. Paras vaihtoehto metsäpohjamateriaaliksi löytyi Megascans-kirjaston ilmaismateriaalivalikoimasta; materiaali oli tarpeeksi tumma ja muistutti suomalaista metsäpohjaa (kuvio 3).



Kuvio 3. Metsäpohja-materiaali

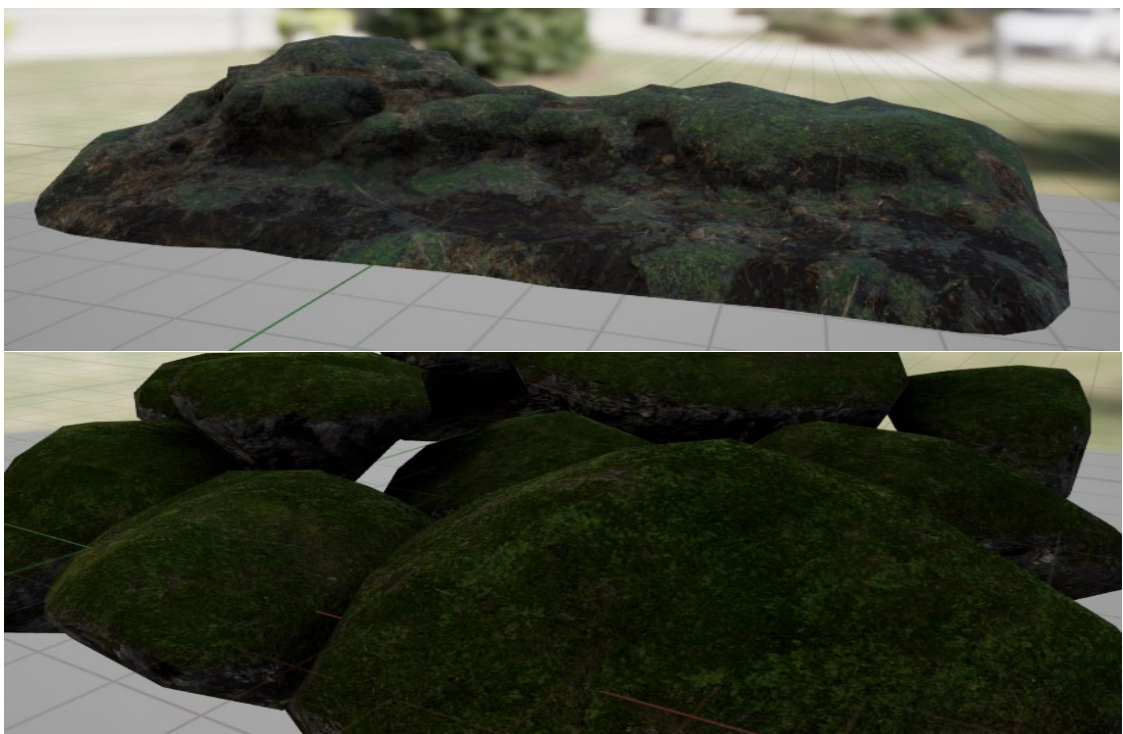
Materiaalin lisääminen alueeseen oli helppoa, sillä tarvittiin ainoastaan lataus Megascans-kirjastosta ja Bridge-sovelluksen avulla se saatiin siirrettyä osaksi projektia. Editorissa lisäys tapahtui raahaamalla materiaali Landscape Material-osioon ja alue sai metsäpohjan peitokseen (kuvio 4).



Kuvio 4. Alueelle (*Landscape*) lisätty materiaali

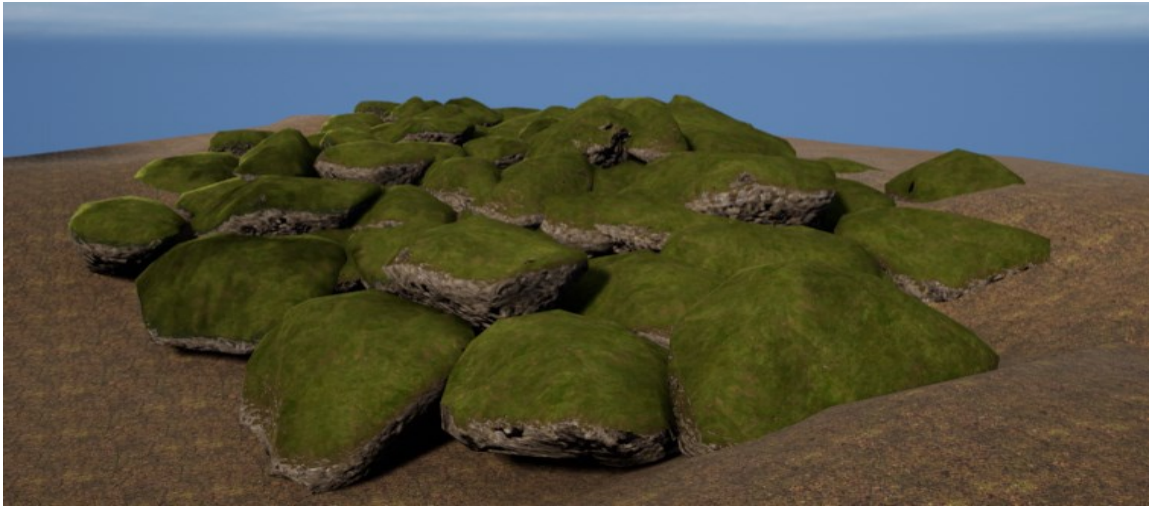
4.3.4 Kivikko

Maisemaan oli suunniteltu kivikasa, jota sammaleet peittäisivät. Vaihtoehtoja oli kaksi: Megascansin ilmainen sammaleinen pengerrys tai Nordic Auto Biomen sammaleinen kivirykelmä (kuvio 5), joka lopulta testausten jälkeen osoittautui sopivammaksi maisemaan. Siitä tekijän mielestä välittyvät suomalaisen kuusimetseen sijoittuvan sammaleen pehmeys ja ilmavuus.



Kuvio 5. Ylhäällä Megascansin sammaleinen pengerrys, alhaalla Nordic AutoBiomen sammaleinen kivirykelmä

Nordic AutoBiome -mallikirjastosta löytyivät sekä valmiit sammaleiset kivirykelmät että yksittäiset kivet. Kivikon luomiseen ei kuitenkaan tarvittu useita erilaisia malleja, sillä kiviä/kivirykelmiä kääntelemällä sekä niiden kokoja vaihtamalla saatiin ne kaikki näyttämään erilaisilta, vaikka käytössä oli vain muutama malli (kuvio 6).



Kuvio 6. Kivikon lisääminen maisemaan

4.3.5 Aluskasvillisuus ja puut

Aluskasvillisuudeksi valittiin kuusimetsään sopiva mustikka sekä saniainen, molemmat löytyivät Nordic AutoBiome -kirjastosta. Sen lisäksi aluskasvillisuuden joukkoon lisättiin risuja, kantoja ja sieniä, jotta saatiin lisättyä todentuntuisuutta. Nopein tapa lisätä aluskasvillisuus maisemaan oli avata Foliage Mode -valikko ja lisätä sinne tarvittava kasvusto (*Foliage*). Maiseman maalaus aluskasvillisuudella sujui nopeasti säätämällä tarvittaessa maalauspensselin kokoa sekä kasvuston tiheyttä (*Density*). Saniaiset lisättiin maisemaan yksitellen raahaamalla. Kokoa ja asentoa muuttamalla saatiin monta erilaista saniaista kivikon reunoille (kuvio 7).



Kuvio 7. Mustikan varpujen ja saniaisten lisääminen maisemaan

Hyvin alussa päätettiin, että koko aluetta ei maalata aluskasvillisuudella. Maiseman tarkastelija ei tulisi koskaan näkemään koko aluetta, sillä tarkastelualue on maiseman keskikohdalla ja liikkuma-alue vain 2 x 2 metriä. Pienentämällä aluskasvillisuuden peittämä alue pystyttiin estämään projektin ylikuormittaminen ylimääräisellä materiaalilla (kuvio 8).



Kuvio 8. Aluskasvillisuuden keskittäminen mahdollisimman pienelle alueelle

Koska kyseessä oli metsämaisema, olivat puut hyvin merkittävässä asemassa. Niiden valintaan kului eniten aikaa, sillä niiden toivottiin näyttävän aidoilta suomalaisilta puilta. Haluttiin, että niin runko kuin oksat ja lehdet/havut näyttävät mahdollisimman todentuntuisilta. Maisemaan valittiin kuusia, koivuja, haapoja

sekä muutama mänty. Parhaimmat havupuut sekä haavat löytyivät Nordic Conifer Biome -kirjastosta, kun taas koivut löytyivät Nordic AutoBiome -kirjastosta (kuvio 9). Megascans-kirjastosta ei löytynyt Suomen luontoon sopivia puita lainkaan.



Kuvio 9. Puiden lisääminen maisemaan

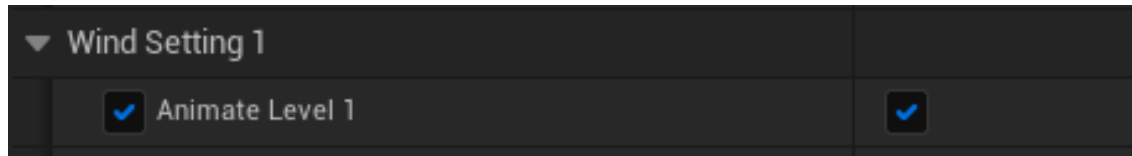
Puiden sijoittelu aloitettiin läheltä aloituskohtaa ja täydennettiin siitä edelleen hie-
man reunoille päin. Muutamaa puumallia käyttämällä metsästä sai todentuntui-
sen, kun käytettävien mallien kokoa sekä suuntaa muutettiin. Tällöin kaikki puut
näyttivät erilaisilta. Jälleen kerran estettiin projektin ylikuormittaminen ylimääräi-
sellä materiaalilla lisäämällä puita vain aloituspisteen lähetyville (kuvio 10).



Kuvio 10. Puiden keskittäminen tarkastelukohdan ympärille

Joidenkin puiden materiaalien tuulianimaatioita oli käytävä muuttamassa/sulke-
massa, esimerkiksi maisemaan sijoitetut kelopuut tuntuivat huojuvan tuulessa

liian voimakkaasti. Tämä huojumattomuus oli helposti toteutettavissa poistamalla puun kaikista materiaaleista tosi (*True*)-valinta tuulianimaatioista (kuvio 11).



Kuvio 11. Tuulianimaation poistaminen materiaalista

4.3.6 Taustaseinät

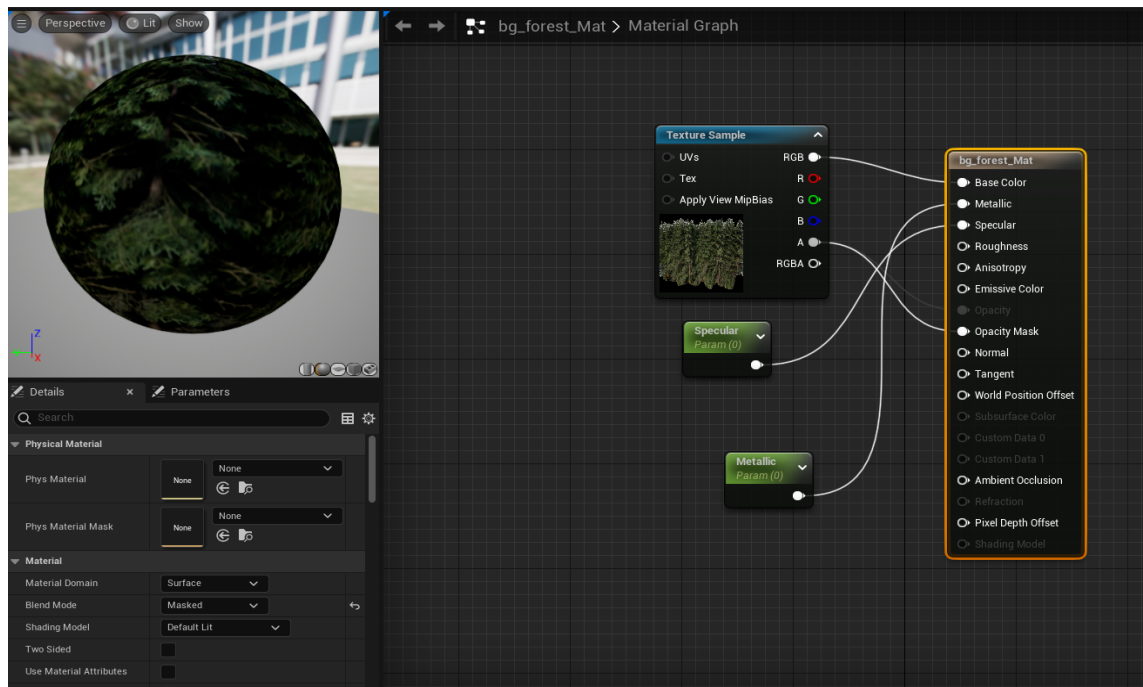
Jotta saatiin aikaiseksi illuusio, jossa maiseman tarkastelija ajattelisi metsän olevan täynnä puita, päädyttiin maiseman reunoille lisäämään metsäiset taustaseinät, billboardit. Näiden ansiosta puiden määrä pystyttiin pitämään hyvin minimissä välttämättä ohjelman liikakuormitus ja kuitenkin maisema saatiin näyttämään siltä, kuin se jatkuisi metsäisenä kaukaisuudessa.

Metsäisen taustaseinän tekeminen aloitettiin avaamalla uusi taso (*Level*), jonne aseteltiin tiiviisti samoja puita kuin mitä maisemaan oli jo sijoitettu (kuvio 12). Parhaimmiksi puiksi osoittautuivat kuuset ja sellaiset yksilöt, jotka olivat melko tuuheita niin ala- kuin yläpäästäkin. Metsikön valmistuttua siitä otettiin näyttökuva, joka Adobe Photoshop -kuvanmuokkausohjelmalla muutettiin materiaaliksi sopivaksi: metsikön takana oleva taivas rajattiin pois sekä metsä muutettiin läpinäkyväksi.



Kuvio 12. Taustametsikkö uudella tasolla

Unreal Engine -pelimoottorissa metsäkuva muutettiin materiaaliksi, joka lisättiin taustalevyn (*Plane*) materiaaliksi. Solmukaavioiden (*Blueprint*) avulla saatiin materiaalista heijastus (*Specular*) sekä metallisuus (*Metallic*) poistettua (kuvio 13).



Kuvio 13. Metsäisen taustaseinän solmukaavio

Monistamalla useampi tällaisella materiaalilla täydennetty taustalevy sekä asetteleamalla ne maiseman reunoille, saatiin maisemalle valmistettua metsäiset billboardit (kuvio 14). Seinät rajaavat aluetta ja ne saavat aikaan tunteen, kuin metsä jatkuisi kaukaisuuteen.



Kuvio 14. Metsälevyt maiseman taustalla

4.3.7 Valaistus ja äänet

Maiseman valaiseminen sisälsi monia eri vaiheita ja tuotti myös eniten vaikeuksia, sillä Unreal-editorissa säädetty valaistus ei näyttänyt lainkaan samalta virtuaalilaseilla katsottuna. Materiaali käyttäytyi eri tavalla VR-tilassa; puut loistivat pimeässä ja metsä vaikutti paljon synkemmältä kuin editorista katsottuna. Maisemaan valittiin suuntavalaistus (*Directional light*), jonka avulla pystyttiin säätämään auringon valaistuskulmaa rotaatiotyökalulla maisemalle sopivaksi. Toinen tärkeässä asemassa oleva valaistus oli SkyLight, jonka avulla saatiin valaistus/heijastukset sopimaan yhteen taivaan kanssa. Tämä valaistus myös vaikutti suuresti virtuaalivalaistukseen, etenkin valon värin säätöjä jouduttiin korjaamaan useaan otteeseen.

Post Process Volume -valaistustyökalulla tehtiin muutoksia globaaliin valaistukseen sekä heijastuksiin. Näille valittiin metodiksi Lumen, joka on Unreal Engine 5:n täysin dynaaminen, luonnollista valaistusta luova, valaistus- ja heijastusjärjestelmä (Engine 2023k.) Vaikutusalueeksi koko Post Process Volume -työkalulle valittiin ääretön laajuus, jotta se vaikuttaa kaikkialle maisemaan. Samaisella työkalulla saatiin säädettyä myös valaistuksen kukoistusta (*Blooming*), valaistuksen korjausta. Sky Atmosphere -komponentti on taivaan ja ilmakehän renderöintitekniikka. Se luo projektiin sopivan tunnelman vuorokauden ajan mukaisesti. (Epic Games 2023m.) Jotta sen vaikutukset saatiin näkymään maisemassa, suuntavalaistuksen yksityiskohdista oli valittava sen salliva Atmosphere Sun Light.

Maisemaan haluttiin lisätä suomalaisen metsään kuuluvia ääniä. Etsinnän jälkeen Freesounds-sivustolta, jossa äänet julkaistaan Creative Commons -lisensseillä, löytyi suomalaisen kesäisen metsän äänitiedosto, joka sopi loistavasti maisemaan. (Villehardt 2022.) Äänitiedosto sisältää suomalaisten lintujen ääniä, metsän huminaa sekä hyönteisten tuottamia ääniä. Tiedosto on lisenssiltään CC 0, jolloin tekijä luopuu kaikista oikeuksistaan teokseen siinä määrin, kuin se on lainsäädännön mukaan mahdollista. Äänitiedosto ladattiin Unreal Engine -pelimoottorin materiaaleihin ja sieltä se pystyttiin lisäämään maisemaan raahamalla.

4.3.8 Perhonen

Opinnäytetyön tekijä halusi työhönsä lisähaastetta, joten maisemaan päätettiin lisätä perhosia, jotka lentelisivät metsäniityn yllä. Samalla tekijä sai jonkinlaisen kuvan siitä, mitä kaikkea 3D-mallien valmistaminen materiaaleineen vaatii sekä pystyi vertailemaan niiden ja valmiiden 3D-mallien käyttöä maiseman rakentamisessa. Toteutuksessa käytettiin Adobe Photoshop ja Blender -ohjelmia sekä Unreal Enginen Niagara-partikkelityökalua. Liikkuvan partikkelin mallintaminen oli opinnäytetyön tekijälle uusi asia, joten työ aloitettiin tutustumalla opetusvideoihin. Tähän tarkoitukseen sopiva video löytyi You Tube -videopalvelusta (Escape Studio 2022).

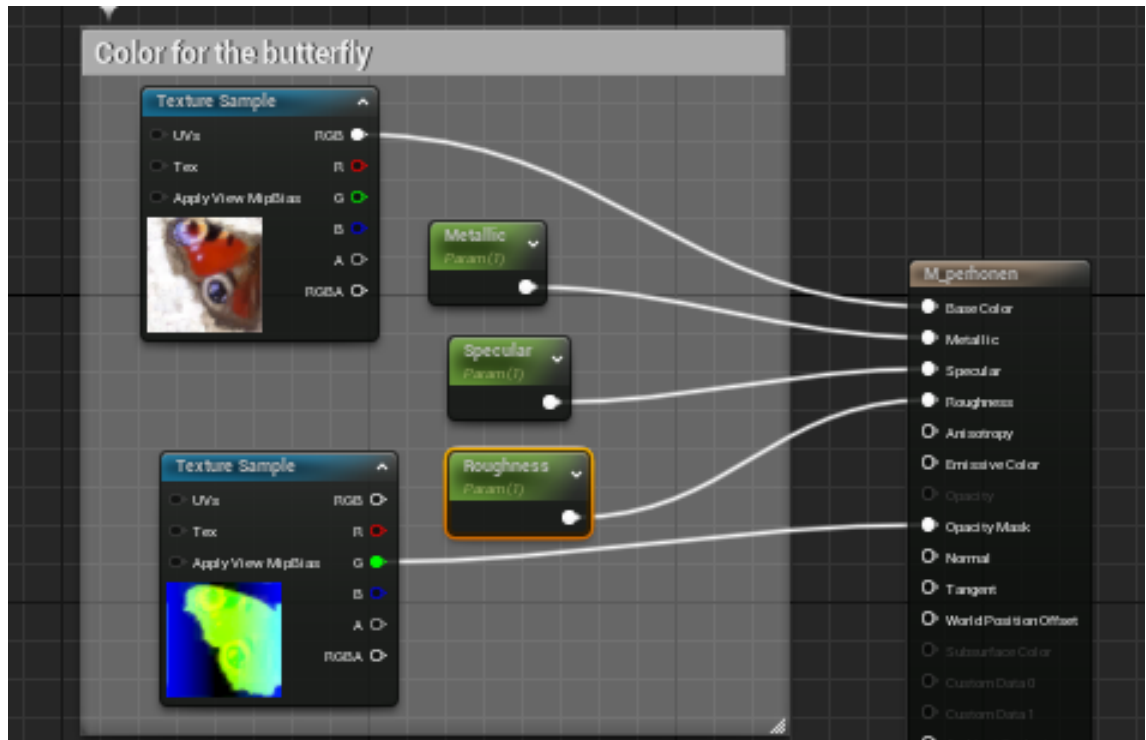
Perhosen työstäminen aloitettiin etsimällä Google-kuvahaulla sopiva perhoskuva (kuvio 15). Kuva löytyi Pixnion Free Creative Commons Photos -sivustolta. Kuva on lisenssiltään CC0, jolloin tekijä luopuu kaikista oikeuksistaan teokseen siinä määrin kuin se on lainsäädännön mukaan mahdollista. Kuva käsiteltiin ja sille tehtiin tekstuuri (*Texture*) Adobe Photoshopissa rajaamalla sekä luomalla kuvalle naamiot (*Masks*). Yksi naamioista on liukuvärivärjätty (*Gradient*), jolla saatiin perhonen liikkumaan oikealla tavalla ohjelmoitaessa liikettä Unreal Engine -pelimoottorissa.



Kuvio 15. Mallinnuksessa käytetty neitoperhonen (Tscharntke 2023)

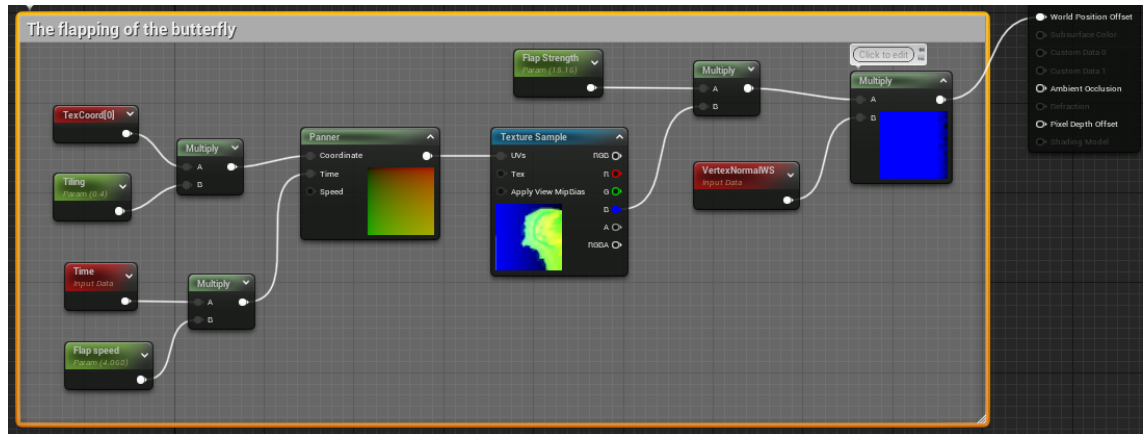
Perhoselle täytyi tehdä myös 3D-malli. Malli tehtiin Blender-ohjelmassa, jossa lisättiin käsitelty kuva 3D-tasoon. Rajauksien jälkeen mallille tehtiin UV-kartoitus (*UV Mapping*). Tämän jälkeen 3D-malli, rakennekuva sekä materiaalit siirrettiin

Unreal Engine -pelimoottoriin, jossa perhosen malliin lisättiin materiaali sekä siipien liike Blueprint Visual Scripting -järjestelmän avulla. Kuviossa 16 näkyy perhosen ulkonäköön (väri, metallisuus, heijastus, karheus) liittyvä solmukaavio.



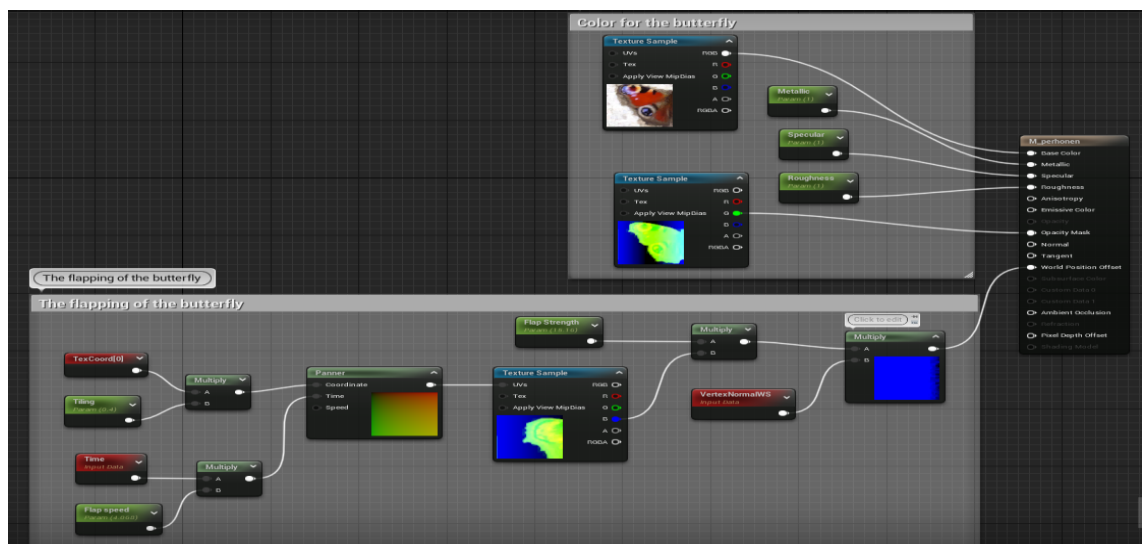
Kuvio 16. Perhosen väriin liittyvä solmukaavio

Seuraavassa kuviossa (kuvio 17) on esitetty perhosen siiven liikkeen solmukaavio. Kaaviosta näkyy, kuinka tekstuurin sallitaan liikkuvan UV-jakojen läpi, siiven liike laitetaan toimimaan oikeaan suuntaan sekä perhosen siiven iskun voimakkuus säädetään oikeanlaiseksi. Kun liukuvärisolmu liitetään perhosen World Position Offset -pinniin, perhosen liike animoituu. Jotta perhosen siiven liike saadaan näyttämään aidolta ja yhtenäiseltä, säädetään liukuvärijäystekstuuriin ko-koa. Kun siipen tehdyt jaot vähenevät eli liukuvärijäysväli on paljon suurempi, siipi näyttää yhtenäiseltä. Lopuksi vielä säädetään siiven räpyttelynopeutta.



Kuvio 17. Perhosen siipien liikkeeseen liittyvä solmukaavio

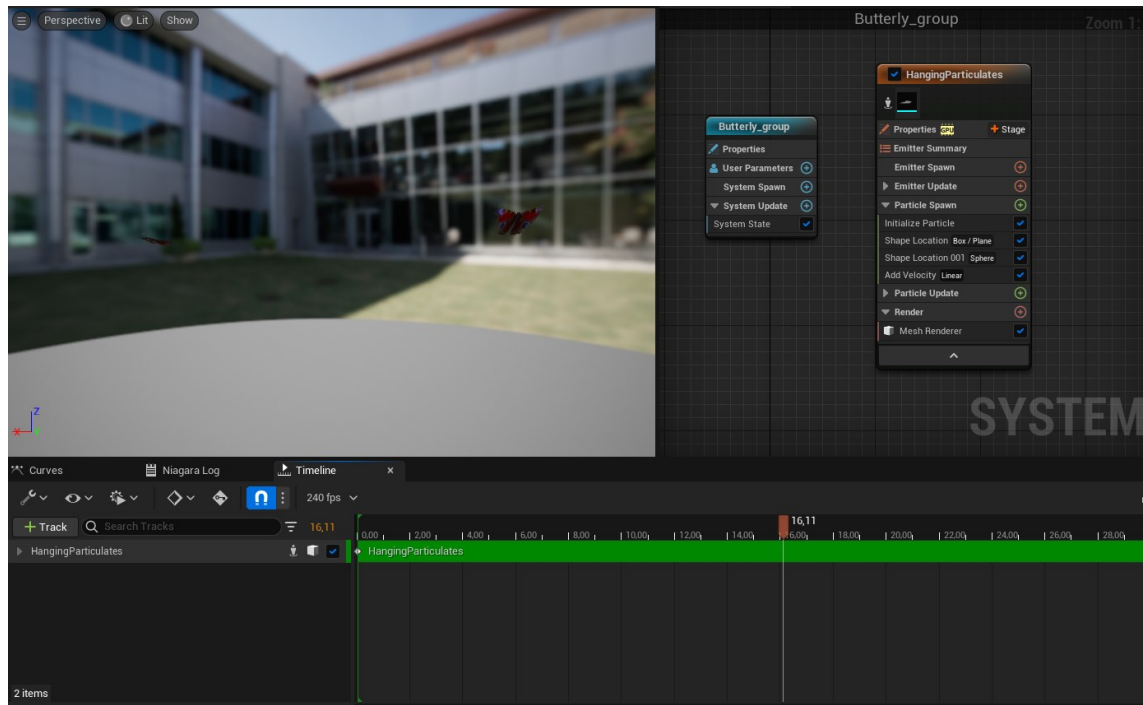
Tässä vaiheessa oli saatu perhosen materiaali oikeanlaiseksi sekä siipien liike säädettyä mahdollisimman todenmukaiseksi (kuvio 18). Niagara-työkalun avulla perhosesta tehtiin edelleen partikkeli. Siellä saatiin myös säädettyä partikkeleiden määrää, liikkumista, kokoa ja sijaintia. Opinnäytetyön tekijä ei ollut aiemmin käyttänyt Niagara-työkalua, mutta sai tarvittavan opastuksen Niagaran käyttöön Frostbitin asiantuntijoilta käydessään laboratoriollla.



Kuvio 18. Perhosen koko solmukaavio

Perhospartikkelin työstäminen aloitettiin luomalla uusi Niagara System -tiedosto, joka loi automaattisesti Niagara-ohjelmaan samannimisen yleissolmun (*Node*). Seuraavaksi solmukaavioon valittiin oikeanlainen emitter, jolla määriteltiin, miten ja missä partikkelit liikkuvat projektissa. Perhospartikkelille päätettiin valita HangingParticulates -emitter, jolloin perhonen pyörisi suorakaiteen muotoisella aluella (kuvio 19).

Renderöitävän 3D-mallin (*Mesh*) ominaisuuksiin lisättiin itsetehty perhosen 3D-malli sekä sen materiaaliksi aiemmin tehty solmukaavio (kuvio 18). HangingParticulates -moduuleista oli mahdollista säätää perhosten määrää, elinaikaa sekä niiden kokoa. Valmis partikkelijoukko lisättiin maisemaan, ja näin sinne saatiin kolme neitoperhosta liihottelemaan kukkien joukkoon.



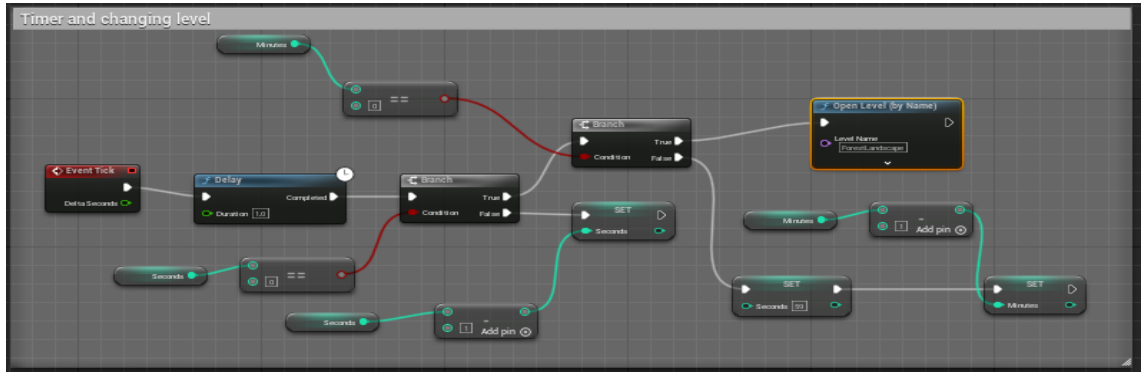
Kuvio 19. Perhospartikkelin luominen Niagara-työkalussa

4.3.9 UI

Maiseman lisäksi projektiin päätettiin lisätä päävalikko, jossa maisemaan tutustuja laskeutuisi pikkuhiljaa oikeaan tunnelmaan. Päävalikon toteuttaminen virtuaalilaseille oli hieman monimutkaisempi toteuttaa kuin vain editorissa näkyvä päävalikko. YouTube -videopalvelusta löytyvän videon (VR Playground 2022) avulla päävalikon toteuttaminen onnistui, mutta tässä vaiheessa etätyöskentely kotoa käsin ei ollut mahdollista. Päävalikon toteutus oli tehtävä laboratoriollla, jossa olisi mahdollisuus testata sen toimivuutta virtuaalilaseilla.

Päävalikkoon toteutettiin ensin kaksi nappia, jotka toimivat VR-ohjaimilla, mutta kokeilujen jälkeen niistä luovuttiin, sillä toiminnot haluttiin pitää hyvin minimaalisina. Ohjaimien käyttö olisi häirinnyt rauhoittumista ja haitannut siten itse ohjel-

man tarkoitusta. Tämä päätös tarkoitti sitä, että päävalikon vaihtuminen metsämaisemaan toteutettiin ajastimella. Päävalikkoon ohjelmoitiin ajastin, joka ohjelman käynnistyttyä käynnistää ajastimen ja 15 sekunnin kuluttua vaihtaa päävalikon metsämaisemaan (kuvio 20).



Kuvio 20. Päävalikon ajastin

Koska päävalikon napeista luovuttiin, oli mietittävä uusi aloitusvaihtoehto ja päävalikkoon päädyttiin valitsemaan alkutekstit, runo (Lehtimäki 2018), joka opinnäytetyön tekijän mielestä johdattelisi metsään tutustujat oikeaan mielentilaan.

Maiseman koekäytön vuoksi ”oleskelu” metsämaisemassa täytyi myös ajastaa. Sopivaksi ajaksi määritettiin kolme minuuttia, mikä tutkimusten mukaan saa jo aikaan rauhoittumista ihmisessä (Ulrich 1979). Metsämaisemasta toteutettiin siirtyminen edelleen uudelle tasolle, joka ilmoittaisi rauhoittumishetken päättyneen (kuvio 21).

<p>”Kuillessaan linnun laulavan juuri hänelle, hän ei enää voinut vastustaa linnun kutsua...”</p> <p>-Sari Lehtimäki, runotalo.fi-</p>	<p>”Hän oli innoissaan, sillä lintu näytti tietä edemmäs, siellä näytti kauniimmalta kuin hän oli ikinä osannut kuvitellakaan.”</p> <p>-Sari Lehtimäki, runotalo.fi-</p> <p style="text-align: center;">Kiitos!</p>
--	--

Kuvio 21. Päävalikon runo ja lopputekstit

4.4 Palaute maisemasta

Maisema on opinnäytetyön tekijän näkemys rauhoittavasta metsämaisemasta. Jotta saatiin muitakin näkökantoja sekä palautetta maisemasta, vietiin laitteisto lappilaiselle työpaikalle. Kokeilutilaksi työpaikalta saatiin pieni huone, jonne laitteisto kasattiin. Maisemaan tutustuvalla huoneeseen sijoitettiin tuoli, jossa oli helppo rentoutua ja mahdollista katsella ympärilleen. Huoneen ovi suljettiin aina tutustumishetkeksi.

Jopa 13 työntekijää ehti tutustua maisemaan VR-lasien välityksellä. Tutustujat saivat halutessaan antaa maisemasta lyhyen palautteen kirjallisena nimettömästi. Kaikille tutustujille kokemus oli rauhoittava ja jopa ajatuksia nollaava sekä maadoittava. Kesäinen, todenmukainen metsämaisema sai aikaan testaajille kesäkaipuun ja he kokivat, että kesäisessä metsässä käynti tuntui miellyttävältä. Lähes kaikissa palautteissa mainittiin itse maiseman lisäksi metsäiset äänet, joiden kuuluminen taustalla koettiin erittäin rauhoittavaksi. Niiden koettiin syventävän metsäkokemusta. Äänien tärkeys rauhoittumisessa tuli ilmi myös siitä, kuinka työpaikalta kuuluvat muut äänet tai koneen hurina häiritsivät hieman rauhoittumista.

Palautteista löytyi myös muutama ehdotus, joiden avulla luontokokemuksen todentuntuisuutta voisi vielä lisätä. Henkilö, joka koki olevansa tuoksuihminen, kaipasi huoneeseen vielä metsän tuoksua, esimerkkinä hän mainitsee koivun tuoksun. Toinen tutustuja olisi mielellään tutustunut maisemaan seisoen ja halunnut tuntea ihollaan pienen tuulen vireen, joka maisemasta välittyy.

Metsämaiseman vieminen testattavaksi antoi opinnäytetyön tekijälle palautetta tekemästään työstä, mutta myös hyvän kokemuksen virtuaalimaiseman esittämisestä. On tärkeää valita oikeanlainen tila sekä toimivat ja laadukkaat laitteet, mikäli tavoitteena on saada kunnollinen rauhoittuminen ja luontokokemus asiakkaille.

5 POHDINTA

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tuottaa rauhallinen virtuaalinen metsämaisema Unreal Engine 5 -pelimoottorilla. Työssä oli tarkoitus tutkia Unreal Engine -pelimoottorin mahdollisuuksia maiseman luomisessa valmiilla 3D-malleilla. Olen tyytyväinen opinnäytetyön tutkimuksessani kerättyyn tietoon ja kokemukseen, jonka olen saanut maisemaa työstäessäni. Koska minulla ei ollut minkäänlaista kokemusta Unreal Engine -pelimoottorista aiemmin, täytyy myöntää, että pieni epäily oli taidoistani työhön ryhtyessäni. Niin kirjallinen kuin tutkimusosuus tuli aloitettua useampaan kertaan alusta, mutta joka kerta työn tekeminen tuntui helpommalta.

Valmiiden 3D-mallien käyttäminen projektissa edellytti tutustumista tarjontaan sekä niiden vertailua keskenään. Unreal Engine Marketplacessa on saatavilla niin ilmaisia kuin maksullisiakin valmiita 3D-malleja. Yritin ensin työstää maisemaa pelkästään Quixel Megascansin ilmaisilla malleilla, mutta en ollut tyytyväinen niiden todentuntuisuuteen ja mielestäni se vaikutti heti maiseman tunnelmaan.

Useiden erilaisten testausten jälkeen Lapin ammattikorkeakoulu hankki projektiin maksulliset mallipaketit (Nordic AutoBiome ja Nordic Conifer Biome) ja eron huomasi välittömästi. Mallipakettien kasvustot oli tehty pohjoisen havumetsävyöhykkeelle sopiviksi, ja niiden materiaali näytti aidommalta. Paketeista löytyivät tarvittavat kuusi, mänty, koivu, haapa, sammal, mustikka, juolukka ja saniainen. Kaikki 3D-mallit olivat saatavissa jokaiselle vuoden ajalle erikseen, mutta tähän työhön valittiin ainoastaan kesäiset kasvustot.

3D-mallien lisääminen projektiin oli helppoa. Mallipaketti ladattiin projektiin, minkä jälkeen kasvit/kasvusto joko kasvustotyökalulla maalaamalla tai yksittäisiä kasveja raahaamalla lisättiin maisemaan. Kasvustomaalauksen toteuttaminen oli melko yksinkertaista. Valittuaan maalattavan kasvuston/kasvustot ja maalauspensselin koon ja kasvuston tiheyden säädettyä, pystyi maisemaan vain ”maalamaan” kasvustot oikeille paikoilleen. Kasvuston poistaminen oli yhtä yksinkertaista. Yksittäisten kasvien siirtely ja kopioiminen tapahtui myös nopeasti ja yksinkertaisilla toiminnoilla. Kääntelemällä sekä suurentamalla/pienentämällä sai

yhdestä mallista tehtyä useita erinäköisiä 3D-malleja. Opinnäytetyössä mallien materiaaleihin ei tarvinnut tehdä muita muutoksia kuin poistaa tuulianimaatiot ke-
lopuista. Käytettäessä valmiita 3D-malleja maisema täydentyi nopeasti kasvus-
tolla ja oli myös nopeasti muunneltavissa, mikäli jokin ei maisemassa miellyttänyt.

Halusin projektiosuuteen myös kokeilla tehdä jotain alusta alkaen. Tällä tavalla
sain jonkinlaista käsitystä, mitä maiseman työstäminen olisi ilman valmiita mal-
leja. Ensin pohdittiin lintua, joka lentelisi taivaalla, mutta lopulta päädyttiin perho-
seen, sillä sen lentokuvio ja käyttäytyminen olisi helpompi ohjelmoida kuin linnun.
Työstäessäni perhosta totesin, että valmiiden 3D-mallien käyttö on huomattavasti
helpompaa kuin se, että tekisi mallin alusta alkaen itse. Tein kuitenkin tässä vain
yhden mallin ja aikaa siihen kului lähes saman verran kuin koko muun maiseman
luomiseen. Valmiiden mallien käyttö säästää huomattavasti aikaa, mutta täytyy
tietenkin huomioida, että myös niiden sopivien valmiiden mallien hakemiseen voi
viedä aikaa ja kuten tässä projektissa huomattiin, ne hyvät mallit ovat usein myös
maksullisia.

Tehdessäni projektiosuutta pohdin paljon luonnon vaikutusta ihmisen hyvinvoin-
tiin. Täytyihän maiseman suunnittelukin aloittaa siitä, minkä itse kokisin rauhoit-
tavaksi maisemaksi. Oma luontoyhteyteni on hyvin voimakas; vietän joka ikinen
päivä aikaa metsässä ja törmään kauniiseen luontomaisemaan aina ikkunasta
katsoessani. Lukiessani tutkimuksia luonnon ja ihmisen hyvinvoinnin yhteydestä,
joita oli tehty yllättävän paljon ympäri maailman, minulle tuli hyvin etuoikeutettu
olo ja heräsin tähän todellisuuteen. Kaikissa tutkimuksissa, mitä luin, tuotiin esille
luonnon positiiviset vaikutukset ihmiseen; kuinka jo muutaman minuutin luonto-
yhteys rauhoittaa ihmistä ja laskee stressitasoa. Ei siis ole ihme, että tunnen luon-
non vetovoiman joka päivä ja sinne on päästävä tuulettamaan ajatuksiaan.

Kirjallisen osuuden lähteinä Unreal Enginen osalta toimivat suurelta osin englan-
ninkieliset tutoriaalivideot sekä Unrealin omilta sivustoilta löytyvät ohjedokumen-
tit. Ihmisten luontoyhteydestä ja sen merkityksestä hyvinvointiin löytyi paljon niin
suomalaisia kuin ulkomaisiakin tutkimuksia. Virtuaalisen luonnon merkityksestä
ihmisen hyvinvoinnille on tehty enemmän tutkimusta ulkomailla, mutta varmasti
aiheen tutkimus lisääntyy lähiaikojen uutisoinnista päätellen myös Suomessa.

Viimeisiä kirjallisia osuuksia tehdessäni vuoden 2023 alussa havahtuin uutisointiin, jonka myötä koin opinnäytetyöni aiheen hyvin ajankohtaiseksi. Uutisessa pohdittiin virtuaalisen luonnon merkitystä ihmisen hyvinvointiin. Uutisjutussa kerrottiin Luonnonvarakeskuksen Helsingin Viikkiin avaamasta virtuaaliluontotilasta, jonka avulla tutkitaan muun muassa sitä, tuottaako virtuaaliluontotilassa oleskelu samanlaisia terveyshyötyjä kuin aito luonto. (MTV-uutiset 2023.) Olin juuri tutustunut useisiin virtuaalisesta luonnosta tehtyihin tutkimuksiin ja niiden perusteella usko virtuaalisen luonnon hyvinvointivaikutuksiin on melko vahva. Ajattelen samalla tavalla kuten uutisessakin mainittiin; virtuaaliluonnolla ei pyritä korvaamaan aitoa luontoa, mutta se voisi olla hyvä lisä esimerkiksi työpaikoilla, sairaaloissa, hoitolaitoksissa.

Samoihin aikoihin myös Yle uutisoi Suomessa kehitetystä uudentlaisesta lääkkeettömästä hoidosta, joka auttaa kroonisesta kivusta kärsiviä henkilöitä. Kyseessä on digitaalinen hoito, jossa aivot pyritään saamaan keskittymään johonkin muuhun kuin kipuun. Projekteja aiheeseen liittyen on tehty jo jonkin verran maailmalla, ja Suomessa Orion yhdessä Healtware Groupin kanssa on kehittänyt pelin, jossa mm. ihmisen kroonistunutta selkäkipua hoidetaan poimimalla marjoja virtuaalimaailmassa. (Kymäläinen 2023.)

Tietysti opinnäytetyömatkallani tuli myös haasteita ja ongelmia, mutta onneksi ne on tehty ratkaistavaksi. Yksi haaste oli juuri uuden oppiminen koko ajan, minkä seurauksena aloitin projektin aina uudestaan. Jossain vaiheessa oli tehtävä päätös, että tämä olisi se viimeisin versio maisemasta, sillä jokaisella kerralla oppi uusia asioita, vaikka juuri edellisellä kerralla luuli oppineensa kaiken oleellisen. Haastetta loi myös sopivien mallien löytäminen suomalaiseen kuusimetsään. Oma visio rauhoittavasta metsästä oli niin voimakas, että tuntui vaikealta päästää siitä irti. Onneksi maksullisista materiaaleista lopulta löytyi pohjoisen luontoon sopivia kasvustoja.

Yksi suurimmista haasteista projektissani oli valaistuksen säätäminen. Saatuaani maiseman valmiiksi kotikoneellani siirryin laboratoriolle tutkailemaan sitä virtuaalilaseilla. Valaistus oli täysin erilainen kuin Unrealin editorinäytöllä: puut loistivat pimeässä ja auringon valossa ne näyttivät hopeisilta, eivät lainkaan suomalaisilta

kuusilta. Onnekseni sain apua Frostbit-ohjelmistolaboratorion asiantuntijoilta, joiden kanssa valaistus saatiin hoidettua kuntoon. Tämä ei kuitenkaan ollut kovin epätavallinen ongelma, sillä asiantuntijat olivat usein törmänneet siihen, että editorinäytön ja virtuaalilasien kuvat eivät vastaa toisiaan. Suurin haaste itselleni oli kirjallisen tekstin tuottaminen suomeksi. Kaikki ohjeet, videot, käyttöjärjestelmät olivat Unreal Enginen osalta englanniksi ja koin suuria vaikeuksia yrittäessäni kääntää niitä suomeksi. En ole vielä niin kehittynyt ohjelmoija, että tietäisin, mistä sanoista on vakiintunut suomalainen termi, joten sanataiteilu oli melkoinen operaatio.

Toivottavasti luomani rauhoittava virtuaalimetsä toimii ponnahduslautana Unreal Engine -pelimoottorilla luotaville virtuaalimaisemille. Niiden luominen valmiilla 3D-malleilla ei ole kovin vaikeaa, mikäli tekijä omaa vähänkään taitotasoa Unreal Enginella toimimiseen. Luomassani rauhoittavassa metsässä on tarkoitus vain olla ja ihmetellä, kuunnella sekä rauhoittua. Maisemasta saamani palautteen perusteella onnistuin tavoitteessani. Jatkokehityksessä voisi ottaa huomioon myös luonnossa liikkumisen ja vuorovaikutuksen luonnon kanssa sekä tunto- ja hajuaistille tarkoitetut ärsykkeet.

LÄHTEET

Abdullah, S., Rambli, D., Sulaiman, S., Alyan, E., Merienne, F. & Diyana, N. 2021. The impact of Virtual Nature Therapy on Stress Responses: A Systematic Qualitative Review. Viitattu 12.2.2023 <https://bibbase.org/network/publication/syedabdullah-awangrambli-sulaiman-alyan-merienne-diyana-theimpactofvirtualnaturetherapyonstressresponsesasystematicqualitativereview-2021>.

Active Arctic 2023. Digitaaliset ympäristöt ja ratkaisut harvaan asuttujen alueiden hyvinvoinnin ja yritysten tukena. Viitattu 12.2.2023 <https://blogi.eoppimispalvelut.fi/activearctic/>.

Annerstedt, M., Jönsson, P., Wallergård, M., Johansson, G., Karlson, B., Grahn, P., Hansen, A. & Währborg, P. 2013. Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest--results from a pilot study. Viitattu 12.2.2023 <https://blogs.ubc.ca/2017wufor200/files/2017/01/Inducing-physiological-stress-recovery-with-sounds-of-nature-in-a-virtual-reality-forest-Annerstedt-et-al-2013.pdf>.

Bardi, J. 2022. What is virtual reality: definitions, devices, and examples. Viitattu 11.2.2023 <https://www.marxentlabs.com/what-is-virtual-reality/>.

Berg, R. 2022. Nordic Conifer Biome. Viitattu 12.2.2023 <https://www.artstation.com/artwork/WmPV2Q>.

Bratman, G., Hamilton, P. & Daily, G. 2012. The impacts of nature experience on human cognitive function and mental health. Viitattu 12.2.2023 <https://texanbynature.org/wp-content/uploads/2016/10/Bratman-et-al-2012-Nature-Experience-Cognitive-Function-and-Mental-Health-NY-ACAD-SCI.pdf>.

Chan, S., Qiu, L., Esposito, G., Mai, K., Tam, K-P. & Cui, J. 2021. Nature in virtual reality improves mood and reduces stress: evidence from young adults and senior citizens. Viitattu 12.2.2023 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8617374/>.

Elahi, Z. 2022. What is Quixel Bridge for UE5? Viitattu 11.2.2023 <https://help.quixel.com/hc/en-us/articles/360020711737-What-is-Quixel-Bridge-for-UE5->.

Epic Games 2023a. About Epic games. Viitattu 11.2.2023 <https://www.epicgames.com/site/en-US/about>.

Epic Games 2023b. Unreal Engine 5.0 Release Notes. Viitattu 11.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/unreal-engine-5.0-release-notes/>.

Epic Games 2023c. Blueprints Visual Scripting. Viitattu 11.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/5.1/en-US/blueprints-visual-scripting-in-unreal-engine/>.

Epic Games 2023d. Balancing Blueprint and C++. Viitattu 15.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/Resources/SampleGames/ARPG/BalancingBlueprintAndCPP/>.

Epic Games 2023e. Quixel. About. Viitattu 11.2.2023 <https://quixel.com/about>.

Epic Games 2023f. Marketplace guidelines. Viitattu 11.2.2023 <https://www.unrealengine.com/en-US/marketplace-guidelines>.

Epic Games 2023g. Grass Quick Start. Viitattu 11.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/5.1/en-US/grass-quick-start-in-unreal-engine/>.

Epic Games 2023h. Foliage Mode. Viitattu 11.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/foilage-mode-in-unreal-engine/>.

Epic Games 2023i. Niagara Overview. Viitattu 11.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/RenderingAndGraphics/Niagara/Overview/>.

Epic Games 2023j. Unreal Editor VR Mode. Viitattu 11.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/vr-mode-in-unreal-editor/>.

Epic Games 2023k. Landscape Technical Guide. Viitattu 12.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/BuildingWorlds/Landscape/TechnicalGuide/>.

Epic Games 2023l. Lumen Global Illumination and Reflections. Viitattu 14.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/lumen-global-illumination-and-reflections-in-unreal-engine/>.

Epic Games 2023m. Sky Atmosphere. Viitattu 14.2.2023 <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/BuildingWorlds/FogEffects/SkyAtmosphere/>.

Escape Studios 2022. Butterfly materials for realtime FX. Viitattu 12.2.2023 <https://www.youtube.com/watch?v=7SHjr7f-iRE>.

Hannula, P. 2020. Unreal Engine (UE4) -Perusteet. Viitattu 11.2.2023 <https://www.youtube.com/playlist?list=PLI1bSseqpCSaY0rNz2g8N0s-c9CiGoAKp>.

Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S. & Frumkin, H. 2014. Nature and Health. Viitattu 12.2.2023 <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-pub-health-032013-182443>.

Korpela, K. 2007. Luontoympäristöt ja hyvinvointi. *Psykologia*, 42, 364–376. Viitattu 12.2.2023 https://www.researchgate.net/publication/262066113_Korpela_K_2007_Luontoymparistot_ja_hyvinvointi_Psykologia_42_364-376.

Korpela, K. 2008. Ympäristö ja positiiviset tunteet. Teoksessa R.L. Punamäki, P. Nieminen & M. Kiviahho (toim.) *Mieli ja terveys: ilon ja muutoksen psykologiaa*, 59–78. Viitattu 12.2.2023 https://www.researchgate.net/profile/Kalevi-Korpela/publication/262066113_Korpela_K_2007_Luontoymparistot_ja_hyvinvointi_Psykologia_42_364-376.

cation/274333407_Korpela_K_2008_Ymparisto_ja_positiiviset_tunteet/links/551bc2df0cf20d5fbde20bc0/Korpela-K-2008-Ympaeristoe-ja-positiiviset-tunteet.pdf.

Kymäläinen, S. 2023. Suomessa on kehitetty uudenlainen lääkkeetön hoito auttamaan kroonisesta kivusta kärsiviä: poimitaan marjoja VR-lasit päässä. Yle uutiset 23.2.2023. Viitattu 23.2.2023 <https://yle.fi/a/74-20017443>.

Lehtimäki, S. 2018. 10 lohduttavaa voimarunoa. Viitattu 19.3.2023 <https://runotalo.fi/2018/06/06/10-lohduttavaa-voimarunoa/>.

Lind, T. 2019. Quixel joins forces with Epic Games. Viitattu 11.2.2023 https://quixel.com/blog/2019/11/12/quixel-joins-forces-with-epic-games?utm_source=youtube.com&utm_medium=referral&utm_campaign=an%20epic%20quixel%20announcement.

Morita, E., Fukuda, S., Nagano, J., Hamajima, N., Yamamo, H., Iwai, Y., Nakashima, T., Ohira, H. & Shirakawa, T. 2007. Psychological effects of forest environments on healthy adults: Shinrin-yoku (forest-air bathing, walking) as a possible method of stress reduction. Viitattu 12.2.2023 <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=ffc876115465447e2663f1d6174c92ae327cd1c3>.

MTV-uutiset. 2023. Uudella tekniikalla luonnon voi tuoda sisätiloihin- tällaisia vaikutuksia virtuaaliluonnolla on. 15.2.2023. Viitattu 22.2.2023 <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/uudella-tekniikalla-luonnon-voi-tuoda-sisatiloihin-tallaisia-terveysvaikutuksia-virtuaaliluonnolla-on/8632988#gs.q5bjds>.

Nurro, M. & Laapotti, S. 2021. Vartti virtuaaliluonnossa pitää stressin loitolla. Viitattu 12.2.2023 <https://www.tuni.fi/unit-magazine/artikkelit/vartti-virtuaaliluonnossa-pitaa-stressin-loitolla>.

Ojala, A., Neuvonen, M., Leinikka, M. Huutilainen, M. Yli-Viikari, A. & Tyrväinen, L. 2019. Virtuaaliluontoympäristöt työhyvinvoinnin voimavarana. Virtunature-tutkimushankkeen loppuraportti. Luonnonvarakeskus. Viitattu 12.2.2023 https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/544530/luke-luobio_51_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Realpixels studio. 2020. Nordic AutoBiome. Viitattu 12.2.2023 <https://www.artstation.com/artwork/g284wE>.

Salonen, K. 2020. Kokonaisvaltainen luontokokemus hyvinvoinnin tukena. Akateeminen väitöskirja, Tampereen yliopisto. Viitattu 12.2.2023 <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/121602/978-952-03-1563-4.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

Siitari, N. & Siponen, A. 2013. Mieleni metsään menköhön. Opas luonnon hyvinvointivaikutuksista. Mikkelin Ammattikorkeakoulu. Viitattu 13.2.2023 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/57468/OPAS_Siitari_Siponen_2013.pdf?sequence=1.

Strickland, J. 2007. How virtual reality works. Viitattu 11.2.2023 <https://electronics.howstuffworks.com/gadgets/other-gadgets/virtual-reality.htm#pt9>.

Tscharntke, T. 2023. Pixnio. Free Creative Commons Photos. Viitattu 21.2.2023 <https://pixnio.com/fauna-animals/insects-and-bugs/butterflies-and-moths-pictures/peacock-butterfly-dryadula-phaetusa>.

Tyrväinen, L., Silvennoinen, H., Korpela, K. & Ylen, M. 2007. Luonnon merkitys kaupunkilaisille ja vaikutus psyykkiseen hyvinvointiin. *Metlan työraportteja* 52: 57–77. Viitattu 12.2.2023 https://www.researchgate.net/publication/255624988_Luonnon_merkitys_kaupunkilaisille_ja_vaikutus_psyykkiiseen_hyvinvointiin.

Ulrich, R. 1979. "Visual landscapes and psychological well-being." *Landscape Research* 4: 17–23. Viitattu 12.2.2023 https://www.researchgate.net/publication/254315158_Visual_Landscapes_and_Psychological_Well-Being.

Ulrich, R. 1981 Natural versus urban scenes. Some psychophysiological effects. *Environment and Behavior* 13: 523–556. Viitattu 12.2.2023 https://www.researchgate.net/publication/249623753_Natural_Versus_Urban_Scenes_Some_Psychophysiological_Effects.

Villehardt. 2022. Forest_Summer_Day_Quiet_Calm_Birds_Insects_Atmo_Nowind_Finland_June_Warm.wav Viitattu 13.2.2023 <https://freesound.org/people/Villehardt/sounds/613995/#>.

VR Playground. 2022. Make a Simple Main Menu for Virtual Reality! Viitattu 8.3.2023 https://youtu.be/WzNpasjj_VM.

Waqar. 2019. What is Megascans? Viitattu 11.2.2023 <https://help.quixel.com/hc/en-us/articles/115000607525-What-is-Megascans-> .

Yeo, N., White, M., Alcock, Garside, R., Dean, S., Smalley, A. & Gatersleben, B. 2020. What is the best way of delivering virtual nature for improving mood? An experimental comparison of high-definition TV, 360° video, and computer-generated virtual reality. *Journal of Environmental Psychology* 72. Viitattu 12.2.2023 <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0272494420306654?token=DB3CE3CAAF6B0770E3F234DFF3452CC852B45D1ADEC276EF7B63E07A0C948427449DA43DC4A5740F7CFB35888CD5154&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230215094234>.

Yli-Viikari, A. 2021. Luonnon hyvinvointivaikutukset. Teoksessa M. Ylilauri (toim.) *Green Care -Kokeilemisen arvoinen asia*, 3–14. Viitattu 12.2.2023 <https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/13009/978-952-476-970-9--FI.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.