

# MAAILMAN GENEROINTI JA ELÄMÄN SIMULOINTI UNITY ENGINELLÄ

Arto Lehestö  
Joni Häkkinen

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2013

Ohjelmistotekniikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU  
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|
| Tekijä(t)<br>Häkkinen, Joni<br>Lehestö, Arto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö | Päivämäärä<br>12.11.2013                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Sivumäärä<br>30                | Julkaisun kieli<br>Suomi                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                | Verkojulkaisulupa<br>myönnetty<br>( X ) |
| Työn nimi<br>MAAILMAN GENEROINTI JA ELÄMÄN SIMULOINTI UNITY ENGINELLÄ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                |                                         |
| Koulutusohjelma<br>Ohjelmistotekniikka                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                |                                         |
| Työn ohjaaja(t)<br>Salmikangas, Esa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                |                                         |
| Toimeksiantaja(t)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                |                                         |
| <p>Työn tavoitteena oli tutkia ja toteuttaa maailman simulointia Unity-pelimoottorilla niin maaston kuin elämän osalta. Tämä sisälsi maastogeneraatiota noise-funktioiden avulla, maaston dynaamista teksturointia sekä eläinten simulointia laumoina sekä luonnon kiertokulun jäseninä. Tuotteeksi tehtävä työkalu on suunnattu pelinkehittäjille ja sillä voi generoida ja teksturoida maastoa nopeasti moniin eri käyttötarkoituksiin.</p> <p>Toteutuksessa tutkittiin eri tapoja esittää suuri maailma samalla suorituskykyä tarkkaillen. Ensimmäinen versio, planeettamainen pyöreä muoto, osoittautui liian raskaaksi tavalliselle kotitietokoneelle. Tämän optimointi vaati monimutkaisia ratkaisuja ja vaikka suorituskyky parantuikin, se todettiin silti liian heikoksi. Uudeksi esitystavaksi valittiin perinteisempi karttamainen muoto, taso. Maastonmuotojen luominen ei tuottanut suuria ongelmia. Myös maailmat pysyivät suurina (n. 50km<sup>2</sup>) ilman suorituskykyongelmia. Maaston teksturointiin toteutettiin oma työkalu, joka ottaa huomioon niin maastonkorkeudet kuin sen kaltevuudet. Tämä kehittyi monipuoliseksi ja helppokäyttöiseksi, ja se sisällytettiin maailmanmuodostukseen.</p> <p>Elämän simulointi oli projektin monimutkaisin vaihe, ja sitä pitikin yksinkertaistaa huomattavasti, jotta projekti valmistuisi suunnitellun ajan sisällä. Eläimen luonti sekä tämän laumakäyttäytyminen ja saalistaminen saatiin toteutetuksi, mutta monimutkaisemmat ominaisuudet karsiutuivat pois. Maastogeneraatiosta sekä teksturointityökalusta tuli oma kokonaisuutensa, joka lopulta julkaistiin yleiseen käyttöön Unityn verkkokaupassa. Elämän simulointiosuus jäi vaiheeseen jossa se toimi, mutta ei ollut tarpeeksi hyödyllinen tai monipuolinen julkaistavaksi.</p> <p>Opinnäytetyö toteutui odotusten mukaisesti. Joistakin ominaisuuksista täytyi kehityksen aikana luopua, mutta tämä olikin odotettavissa. Verkkokauppaan julkaistua työkalua on ladattu jo yli 1000 kertaa, ja arvostelut ovat olleet positiivisia.</p> |                                |                                         |
| Avainsanat (asiasanat)<br>Unity, Simulaatio, Proseduraalinen, Generointi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                |                                         |
| Muut tiedot                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                |                                         |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          |                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Author(s)<br>Häkkinen, Joni<br>Lehestö, Arto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Type of publication<br>Bachelor's Thesis | Date<br>12.11.2013                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Pages<br>30                              | Language                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          | Permission for web publication<br>( X ) |
| Title<br>World generating and life simulating with Unity Engine                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          |                                         |
| Degree Programme<br>Software Engineering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          |                                         |
| Tutor(s)<br>Salmikangas, Esa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                         |
| Assigned by<br>-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                          |                                         |
| <p>The aim of this project was to study and implement a world simulation with the Unity game engine, including the terrain and the animal life on it. This involved terrain generation with noise functions, dynamic texturing of the terrain, and the simulation of animals as packs and as a part of the biological cycle.</p> <p>Different ways of representing a large world with performance in mind were studied. The first version, a planetary shape, proved to be too much for a regular home computer to handle. Complex optimizing was performed; however, it did not help enough. The new representation was a more basic one, a plane. Shaping the terrain was relatively simple and the performance was not an issue even in large (50km<sup>2</sup>) scales. For the texturing a tool was made to take into account the heights and angles of the terrain. It became easy to use and still versatile, and it was included in the world generation.</p> <p>Life simulation was the most complex part of the project. It needed to be simplified considerably for the project to finish on time. The creation of an animal, its pack behavior and hunting and survival elements were carried out, the rest; however, was left out. The terrain generation and texturing were compiled in a single package and released for public use in the Unity Asset Store. Life simulation was not complete enough to be published.</p> <p>The thesis was completed in line with the expectations. Some features were dropped during the development, which was to be expected. The tool has now been downloaded over 1,000 times and the reviews are generally positive.</p> |                                          |                                         |
| Keywords<br>Unity, Simulation, Procedural, Generation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                         |
| Miscellaneous                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |                                         |

## Sisältö

|       |                                |    |
|-------|--------------------------------|----|
| 1     | Lyhenteet.....                 | 4  |
| 2     | Luonnollinen generointi .....  | 5  |
| 3     | Unity .....                    | 5  |
| 4     | Kehittäjälaajennukset.....     | 8  |
| 5     | Generointi .....               | 9  |
| 5.1   | Unity terrain.....             | 9  |
| 5.2   | Noise .....                    | 9  |
| 5.3   | Shader.....                    | 11 |
| 6     | Simulointi.....                | 11 |
| 6.1   | Suunnitelmat .....             | 11 |
| 6.2   | Tekoäly.....                   | 12 |
| 6.3   | Kiertokulku.....               | 12 |
| 7     | Toteutus .....                 | 13 |
| 7.1   | Maailman generointi .....      | 13 |
| 7.1.1 | Yleistä .....                  | 13 |
| 7.1.2 | Planeetta .....                | 13 |
| 7.1.3 | Maastonmuodot.....             | 14 |
| 7.1.4 | Tarkkuuksien vaihtelut .....   | 15 |
| 7.1.5 | Kokoluokan pienentäminen ..... | 16 |
| 7.2   | Teksturointi.....              | 17 |
| 7.2.1 | Yleistä .....                  | 17 |
| 7.2.2 | Kehittäjätyökalu .....         | 17 |
| 7.2.3 | Peliteksturointi .....         | 18 |
| 7.2.4 | Shader.....                    | 19 |
| 7.3   | Laajennustyökalu .....         | 19 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
|                             | 2  |
| 7.3.1 Yleistä .....         | 19 |
| 7.3.2 Generointi .....      | 20 |
| 7.3.3 Teksturointi .....    | 21 |
| 7.3.4 Serialisointi .....   | 22 |
| 7.3.5 Julkaisu .....        | 22 |
| 7.4 Elämän simulointi ..... | 23 |
| 7.4.1 Eläin .....           | 23 |
| 7.4.2 Esitys.....           | 24 |
| 7.4.3 Liike.....            | 25 |
| 7.4.4 Laumat.....           | 26 |
| 7.4.5 Saalistus.....        | 27 |
| 7.4.6 Lisääntyminen .....   | 28 |
| 7.4.7 Ajankulku .....       | 28 |
| 8 Tulokset .....            | 29 |
| 9 Pohdinta .....            | 30 |
| Lähteet.....                | 32 |

## Kuviot

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Kuvio 1. Unityn käyttöliittymä.....                                                                  | 6  |
| Kuvio 2. Asset Store.....                                                                            | 7  |
| Kuvio 3. Asset Store Tools .....                                                                     | 8  |
| Kuvio 5. Tavallinen noise .....                                                                      | 10 |
| Kuvio 6. Perlin noise .....                                                                          | 10 |
| Kuvio 7. Pyörä muoto .....                                                                           | 14 |
| Kuvio 8. Taustan piilotus .....                                                                      | 15 |
| Kuvio 9. Useampia eri tarkkuuksia ja piilotettuja palasia, katselukulma viivan<br>suuntaisesti ..... | 16 |
| Kuvio 10. Teksturoitua maastoa.....                                                                  | 18 |
| Kuvio 11. Laajennus-ikkuna.....                                                                      | 20 |
| Kuvio 12. Säädetävät ominaisuudet .....                                                              | 20 |
| Kuvio 13. Tekstuuri asetukset .....                                                                  | 21 |
| Kuvio 14. Tekstuurin voimakkuuden käyrä .....                                                        | 22 |
| Kuvio 15. Laajennustyökalu Asset Storessa .....                                                      | 23 |
| Kuvio 16. Jänis- ja susilauma .....                                                                  | 25 |
| Kuvio 17. Susilauman tiedot.....                                                                     | 26 |
| Kuvio 18. Sudet vaanimassa .....                                                                     | 27 |
| Kuvio 19. Eläimen tilastoja kuuden simulaatiopäivän jälkeen.....                                     | 29 |

## Taulukot

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Taulukko 1. Eläimen muuttajat ..... | 24 |
|-------------------------------------|----|

## 1 Lyhenteet

**CGI** = Computer Generated Imagery

**Cg/HLSL** = C for Graphics/High-level shader language

**Editor** = Unityn käyttöliittymä

**LOD** = Level of detail, tarkkuustasot

**Noise** = Kohina, satunnaissignaali

**Splatmap** = Roiskekartta, kuva josta luetaan väriarvoja eri kanavista

**Terraindata** = Unityn Terrain-työkalun luokka, joka säilöö tiedon maastosta

## 2 Luonnollinen generointi

Työ toteutettiin halusta tutustua Unity-pelimoottoriin sekä mielenkiinnosta proseduraalisten maastojen generointiin ja elämän simulointiin. Työssä toteutettiin pelinkehittäjille tuote, jolla voidaan generoida ja teksturoida maastoa nopeasti moniin eri käyttötarkoituksiin. Työkalun avulla tehtiin myös eläinelämää simuloiva peli, jota voidaan käyttää kevyessä opetustarkoituksessa, esimerkiksi alakouluissa.

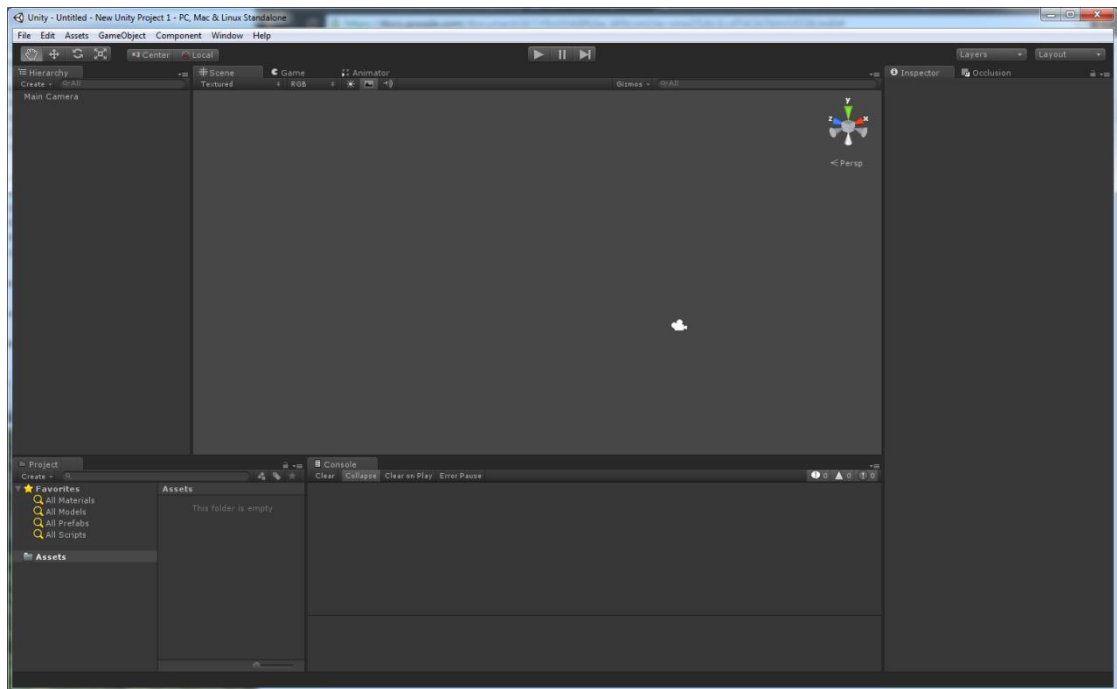
Maaston generoinnissa pidetään yhtenä tärkeimpänä vaatimuksena sen luonnollisuutta. On helppoa tuottaa täysin tasaista tai piikikästä maastoa, mutta tämä näyttää kaoottiselta ja täten työhön sopimattomalta. Maaston tulee olla luonnollisen kumpuilevaa, mutta samalla täysin satunnaista ja itseään toistamatonta. Epätäydellisyydet, kuten myös paikoittaiset tasaisuudet, ovat osa luonnollista maisemaa. Koska tietokoneet toimivat logiikan avulla, kaikki tämä epäloogisuus on kuitenkin luotava juuri sen avulla.

## 3 Unity

Unity Technologiesien valmistama Unity (ks. Kuvio 1) on suuren käyttäjämäärän kasvattanut pelikehitystyökalu, jolla myös tehdään peleihin liittymätöntä työtä, kuten tutkimustöitä, simulointia sekä arkkitehtuurin ja tuotteiden virtuaalista visualisointia.

Suuren suosion takana on mahdollisuus julkaista monille eri alustoille, kuten mobiililaitteille, konsoleille, selaimille sekä Windows ja Linux -järjestelmille. Monialustajulkaisu helpottaa kehittäjien työtä, kun useita alustoja miettiessä ei tarvitse peliin tehdä suuria muutoksia.

Unitystä on saatavilla ilmaisversio sekä maksullinen Pro-versio. Maksullinen versio avaa ominaisuuksia eikä rajoita kehitetyistä peleistä saatavia tuottoja.



Kuvio 1. Unityn käyttöliittymä

Kehittäjien apuna on Unityn Asset Store (ks. Kuvio 2), joka on tällä hetkellä maailman laajin pelien sisällön ja työkalujen kauppa, jossa on 400 000 käyttäjää ja yli 8000 myytävää pakettia. Kaupasta ostetaan tuotteita nopeaan prototyyppien valmistukseen sekä jopa julkaistaviin peleihin. Oppiminen on myös suuressa roolissa tuotteiden ostoissa, sillä monet haluavat lähdekoodia tutkimalla oppia, miten asiat on toteutettu. Kaupan kautta myyjät saavat jopa 90000\$ (67000€) kuukausituloja tuotteistaan ('Unite 2013 – Keynote' 2013).

# Asset Store

Browse thousands of ready-made assets. Drop them in your Unity project and go!

Staff pick

**The Combat Collection PRO e...**

Audio/Music/Orchestral  
John Leonard French  
Not enough ratings  
~~\$55~~ \$19.25

The Combat Collection, a videogame music library by British composer John Leonard French, comprises orchestral epics, ethnic rhythms and iconic themes for games with violence and action at their core.

Specially created for Unity developers, the collection features full tracks and seamless loops all designed for combat, action and adventure games.

PREVIEW

The PRO edition includes:

Categories

- Home
- 3D Models
- Animation
- Audio
- Complete Projects
- Editor Extensions
- Particle Systems
- Scripting
- Services
- Shaders
- Textures & Materials

**24 HOUR DEALS**

02 : 12 : 16

The Combat Collection P...  
~~\$19.25~~ \$55

**Birthday Bonanza**

- SmoothMoves**  
Editor Extensions/2D & Sp...  
~~\$75~~ \$30
- BIG Environment Pa...**  
3D Models/Environments  
~~\$95~~ \$33.25
- Urban Construction...**  
3D Models/Environments / ...

A few favorites

**Sakari Character Pa...**  
3D Models/Characters/Toons  
Sakari Games  
Not enough ratings  
~~\$75~~ \$18.75

**UFPS : Ultimate FPS**  
Complete Projects/Templates  
VisionPunk  
★★★★★  
~~\$20~~ \$10

**Urban Construction...**  
3D Models/Environments/Urban  
Quantum Theory  
★★★★★  
~~\$150~~ \$60

**UAGK: Action Game...**  
Editor Extensions/Game Toolkit  
Kuroato Media  
★★★★★  
\$35

Kuvio 2. Asset Store

Asset Storeen julkaiseminen on tehty mahdollisimman helpoksi ja vaivattomaksi. Projektiin ladataan työkalu (ks. Kuvio 3), jonka avulla luodaan käyttäjätunnukseksi julkaisijaprofiili. Profiiliin tehdään tämän jälkeen uusi julkaisu, johon täytetään tarvittavat kentät, sekä valitaan projektista mukaan tiedostot, jotka halutaan julkaista. Julkaisuun tulee luoda myös kuvakkeet valmiiksi Asset Storeen sopiviksi. Tähän Unityllä on tarjota valmiit pohjat Adoben Photoshop- sekä GIMP-ohjelmiin. Kuvien liittäminen jälkeen tuote on valmis julkaistavaksi. Julkaisu käy läpi Unityn tarkistuksen, johon luvataan kuluvan kolmesta päivästä viikkoon.

Package draft

Changing the fields below and clicking "preview" will store the info on the asset store server as a draft for you to preview. When the package is ready for publishing click the "submit" button. The package will be reviewed and put to the live asset store if accepted.

Package title

New package

Description

The following HTML tags are allowed in your description text: <em>, <strong>, <a> and <br>. Styles, class and id attributes are not allowed. Use of <br> (not <br />) to insert line breaks.

Version: 1.0

Version changes

Initial version:

Category

Price

Assets: Upload No assets selected

Key Images

icon 128x128 small 200x258 big 860x360

Screenshots

Delete package Preview Submit

Kuvio 3. Asset Store Tools

## 4 Kehittäjälaajennukset

Unity sallii omien työkalujen luomisen ja lisäämisen käyttöliittymään. Näillä laajennuksilla voidaan helpottaa ja nopeuttaa työskentelyä vähentämällä toistuvien rutiinien uudelleen tekemistä. Käyttäjien tekemiä laajennuksia on myynnissä Asset Storessa.

Käyttöliittymän laajennus päätettiin toteuttaa työkalupohjaisesti, jotta käyttäjän olisi helppo luoda nopeasti maastoa ja hallita teksturointia ilman koodin muokkaamista.

### Tiedon säilöminen

Serialisoinnilla tarkoitetaan Unityssä halutun datan säilömistä käännöksen ajaksi.

Aina kun käynnistetään pelimoodi, Unityn täytyy ladata uudelleen kaikki dll-tiedostot, joita käytetään. Serialisointiin törmää laajennustyökaluja tehdessä, jos haluaa työkalun säilyttävän asetetut arvot käännöksen yli, muuten arvot nollaantuvat ja joudutaan asettamaan uudelleen.

Serialisointi tapahtuu kolmessa portaassa. Ensimmäisenä valitaan haluttu data ja asetetaan se serialisoitavaksi, jolloin se tallentuu muistiin käännöksen ajaksi. Kun pelimoodi käynnistetään, Unity tuhoaa kaiken datan hallitun muistin puolelta ja koostaa uudelleen. Lopuksi palautetaan tallennettu data takaisin hallitun muistin puolelle (Cooper 2012).

## 5 Generointi

### 5.1 Unity terrain

Maaston generointiin on Unityllä mahdollisuus käyttää sen terrain työkalua, jolla pystytään käsin maalaamaan haluttua maaston korkeutta, sekä tekstuureita.

Terrain käyttää terraindata-luokkaa maaston muotojen ja tekstuurien tallennukseen. Luokkaa pystytään myös käsittelemään koodin kautta.

#### Splatmap

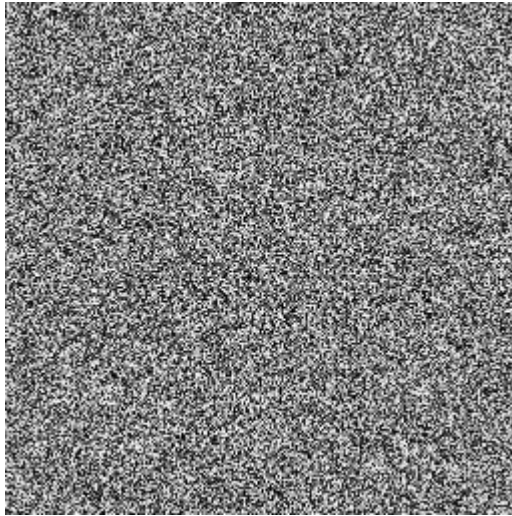
Tekstuurien yhdistäminen toteutetaan splatmappien avulla. Splatmap kuvaa tekstuurin voimakkuutta alueella. Metodi toimii yhdistämällä alphasplatin halutun tekstuurin kanssa. Alphasplat on joko erillinen mustavalkokuva tai se voi myös olla tekstuurin alpha-kanava (RGBA). Tällä tavalla teksturiin saadaan läpinäkyvyyttä ja asetettua tekstuurin voimakkuus.

Splatmappeja yhdistelemällä pystytään pehmeästi yhdistelemään tekstuurit toisiinsa. Unityn terrain luo splatmapeista oman tekstuurin, jolloin jokainen kanava sisältää oman karttansa. Tällä voidaan esimerkiksi ruohon esiintyminen maastossa asettaa R-kanavalle (Red) ja hiekan esiintyminen G-kanavalle (Green).

### 5.2 Noise

Noise (ks. Kuvio 4) (suomennettuna: kohina, melu, hälinä) on tietokoneella generoitu visuaalinen efekti jonka ensimmäisen version kehitti Ken Perlin vuonna 1985. Tätä kutsutaan nimellä **Perlin Noise** (ks. Kuvio 5). Sitä käytettiin jo alunperin luonnollisuuden saavuttamiseen tietokonegrafiikoissa. Noise-funktiot tuottavat pseudosekalaista kuvaa, mutta sen skaalaa ja kuvan ominaisuuksia on helppo muokata. Näiden ominaisuuksien ansiosta funktion voi upottaa matemaattisiin lausekkeisiin ja luoda proseduraalista eli jatkuvaa, koherenttia tekstuuria. Tämä on

hyödyllistä CGI:n (Computer Generated Imagery) tuottamisessa kun kyseessä on esimerkiksi tuli, savu tai pilvet. [[http://en.wikipedia.org/wiki/Perlin\\_noise](http://en.wikipedia.org/wiki/Perlin_noise)]



*Kuvio 4. Tavallinen noise*



*Kuvio 5. Perlin noise*

Noisen algoritmia voi käyttää niin moniulotteisena kuin on tarve. Yleisin käyttötarkoitus ovat kaksiulotteiset kuvat, mutta 3D-maaston luomisessa otetaan käyttöön kolmas ulottuvuus. Ulottuvuuksien määrä tarkoittaa tässä tapauksessa sitä, että kuinka monessa ulottuvuudessa tuotettu tekstuuri on jatkuvaa. Jos käyttää kaksiulotteista noisea kolmiulotteisessa maastossa, saa sen näyttämään hyvältä vain yhdestä suunnasta katsoen, syvyyksulottuvuuden arvot eivät ole jatkuvia vaan täysin satunnaisia. Ulottuvuuksien lisääminen lisää kuitenkin funktion työmäärää eksponentiaalisesti, joten se tulee tehdä vain, jos se on välttämätöntä.

### 5.3 Shader

Shader on ohjelma, joka kertoo näytönohjaimelle, kuinka kuvan piirron halutaan tapahtuvan. Shadereitä käytetään nykyään paljon erikoistehosteissa, videoiden jälkikäsittelyssä ja peleissä.

Unity tarjoaa kolme eri tapaa toteuttaa shadereiden kirjoituksen: Surface Shader, Vertex ja Fragment Shader sekä Fixed Function Shader.

Surface, Vertex ja Fragment shaderit kirjoitetaan Cg/HLSL-kielellä ja vanhalle raudalle tarkoitettu Fixed Function shader kirjoitetaan ShaderLab-kielellä.

Surface Shadereillä pystytään toteuttamaan helposti shadereitä, joiden tarvitsee reagoida valaistukseen ja varjoihin. Surface Shader generoi automaattisesti ja laskee valaistuksen, joten sitä ei kannata käyttää, jos valaistusta ei haluta tai tarvita, jolloin säästytään ylimääräiseltä laskemiselta.

Vertex ja Fragment Shadereitä käytetään kun valaistusta ei tarvita tai haluta. Shader antaa vapaammat kädet erilaisten efektien luomiseen, mutta vaatii myös enemmän työtä. Surface Shaderit generoidaan automaattisesti Vertex ja Fragment Shaderiksi.

## 6 Simulointi

### 6.1 Suunnitelmat

Toinen osa projektia oli maailman simuloiminen. Simuloinnin mahdollisen laajuuden saa selville vain kokeilemalla, kuinka vaikeaa sen ohjelmointi käytännössä on. Jälleen pyrkimyksenä oli luonnollisuus, mutta maaston muodostukselle suunniteltu realismitaso olisi tuskin saavutettavissa simuloinnissa.

Simulaation tehtävä on saada asiat vaikuttamaan luonnollisilta, odotetuilta. Asioiden ei siis tarvitse toimia kuten ne oikeasti toimivat, vaan vain vaikuttaa ulkopuoliselle siltä. Vaikka tämä helpottaakin työtä poistamalla monimutkaiset kemialliset ja fysikaaliset muuttujat maailmasta, on silti keksittävä, millä logiikalla asiat saa vaikuttamaan luonnollisilta. Suunniteltuja simulointikohteita olivat esimerkiksi vuorokausirytm, vuodenajan vaihtelut, lämpötilanvaihtelut, elämän lisääntyminen ja kuoleminen sekä eläinten älykkäältä vaikuttava käytös. Oli tiedossa, että kaikki tämä

tuskin tulisi toteutumaan, mutta on helpompi poistaa ominaisuuksia kuin lisätä uusia jälkikäteen.

## 6.2 Tekoäly

Maailman eläimet tarvitsivat tekoälyn. Tekoälyyn kuuluu automaattista toivottuun lopputulokseen pyrkimistä eli älykkyyttä. Eläinten tulee käyttäytyä itselleen hyödylliseen tapaan; pitää itsensä elossa, hankkia ruokaa nälän tullen ja lisääntyä, kun siihen on tilaisuus. Tekoälyn tekeminen on kuitenkin työläs tehtävä, ja mitä tarkemmin sen pyrkii tekemään, sitä vaikeampaa se on. On yksinkertaista käskää eläin liikkumaan ruokaa kohti, mutta mitä jos matkalla on petoeläin? Mitä jos ruoka on pilaantunutta? Mitä jos ruokaa ei näy? On päätettävä, milloin liikkua, milloin paeta, milloin piiloutua, milloin taistella. Ja nämä ovat vasta yksilön selviytymistä. Yksilön lisäksi suuria vaikuttajia ovat myös laumat ja niiden hierarkiat, säätilat, vuorokaudenajat ja sattumat.

## 6.3 Kiertokulku

Eläimet syntyvät ja eläimet kuolevat. Joskus luonnollisesti, usein toisen eläimen takia. Elämän kiertokulku on erittäin monimutkainen tapahtuma, jonka täytyy pysyä lähes täydellisessä tasapainossa, jotta jokainen eläinlaji voi menestyä ja säilyä. Koska kyseessä on simulaatio, oli olennaista luoda mahdollisuudet tähän kiertokulkuun. Tätä ei voi kuitenkaan luoda väkisin. Joidenkin tilanteiden kohdalla kiertokulun epäonnistuminen on myös luonnollista.

## Toteutus

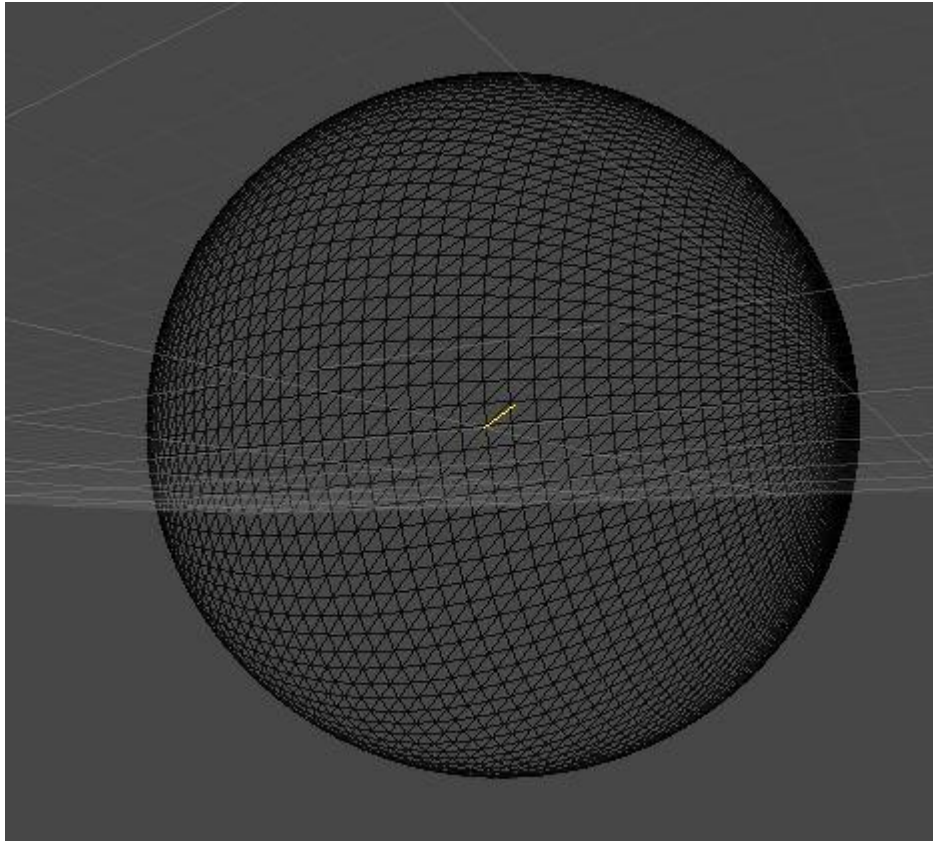
### 6.4 Maailman generointi

#### 6.4.1 Yleistä

Maailman generointi alkoi suunnittelemalla, miten sen esittää. Ensimmäinen pyrkimys oli maapallon kaltainen planeetta, jota käyttäjä voi pyöritellä ja tutkia. Koska sen skaalan tulisi olla mahdollisimman iso, oli tärkeää miettiä, miten suorituskyvyn saa pysymään tarpeeksi korkeana tavallista perustietokonetta ajatellen; mitä enemmän ohjelma näyttää ruudussa, sitä enemmän tietokone joutuu tekemään töitä. Planeetan olisi voinut rakentaa yhdeksi erittäin monimutkaiseksi objektiksi, mutta suorituskykyä ajatellen oli hyödyllisempää koota se useammasta palasesta.

#### 6.4.2 Planeetta

Ensimmäinen versio oli kuudesta sivusta koottu planeetta. Lähtökohta oli kuin noppakuutio, mutta tasoittamalla jokaisen pisteen etäisyyden kuution keskustasta muodostui pallo (ks. Kuvio 6). Suorituskyky oli kohtalainen, joten parannettavaa oli. Näitä kuutta palasta tuli kehittää, jotta ne voisi jakaa  $n$ -määrään pienempiä palasia. Koska palasiin jakaminen oli nyt automaattista, oli helppo kokeilla, mikä määrä palasia antoi parhaan lopputuloksen. Eräs hyvältä tuntuva lukumäärä oli  $16 \times 16$  palasta per sivu, eli yksi sivu jaettiin 256 palaseen. Planeetta koostui nyt kuudesta 256 palan sivusta, eli yhteensä 1536 palasta, ja pallon muoto oli saavutettu.



Kuvio 6. Pyörä muoto

#### 6.4.3 Maastonmuodot

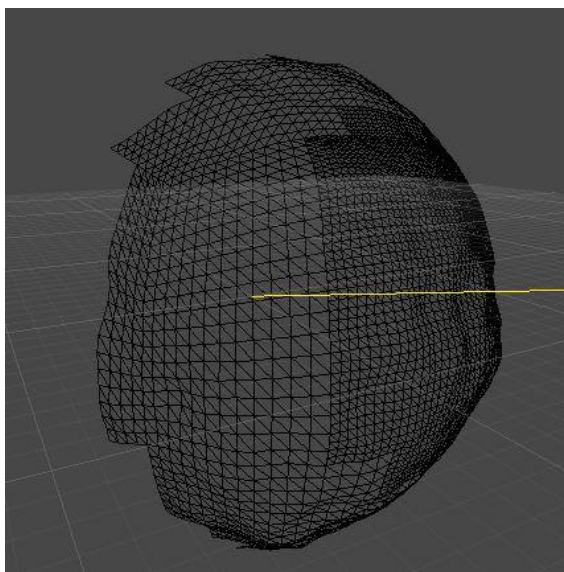
Seuraava vaihe oli saada pallo näyttämään planeetalta. Tämä tapahtui käyttämällä edellä mainittua noise-funktiota kolmannessa ulottuvuudessa. Yhden noise-kerroksen myötä maasto oli jo epätasainen, mutta erittäin yksinkertainen. Tarvetta on siis useammalle kerrokselle erilaisia versioita funktiosta. Unityn Asset Storesta löytyi onneksi ilmainen työkalu nimeltään Coherent Noise, joka on laajempi noise-kirjasto, kuin mitä projekti oli vielä hyödyntänyt. Tämä avulla sai huomattavasti monimutkaisempia ja vaihtelevampia muotoja aikaiseksi, mutta simulaation latausaika moninkertaistui laskutoimitusten monimutkaistuessa. Tämä todettiin kuitenkin vielä siedettäväksi, sillä latausvaiheen jälkeen suorituskkyky oli kelvollinen.

Monimutkaisten maastonmuotojen onnistumisen varmistuttua kehitystyö jatkui eteenpäin, sillä tarkempi maastongeneroinnin luonti ei kannata ennen varmuutta senhetkisen menetelmän jatkuvuudesta nykyisessä muodossaan. Grafiikoiden näyttävyyden nosto ja samalla suorituskvyn pitäminen kohtuudessa olivat jatkuvia huolenaiheita, vaikka edistystä olikin jo tapahtunut.

#### 6.4.4 Tarkkuuksien vaihtelut

Planeetan tuli näyttää hyvältä niin avaruudesta kuin maan pinnalta katsoen, joten tekstuurien tuli vaihtaa kokoaan katseluetaisyyden muuttuessa. Jos tekstuurit ovat liian pieniä, ne eivät näytä hyvältä kaukaa katsottuna, mutta liian suurina ne taas eivät toimi läheltä tarkastellessa. Tekstuurien tarkkuus määräytyi niiden pohjana olevan meshin, rautalankamallin, koon myötä. Suorituskykyä ajatellen harvempi mesh on aina parempi, mutta tällöin siihen ei saa tarkkoja tekstuureja. Jokainen mesh aiheuttaa tietokoneelle lisää laskettavaa, ja tämänhetkisessä planeetassa oli mainitut 1536 meshin palasta.

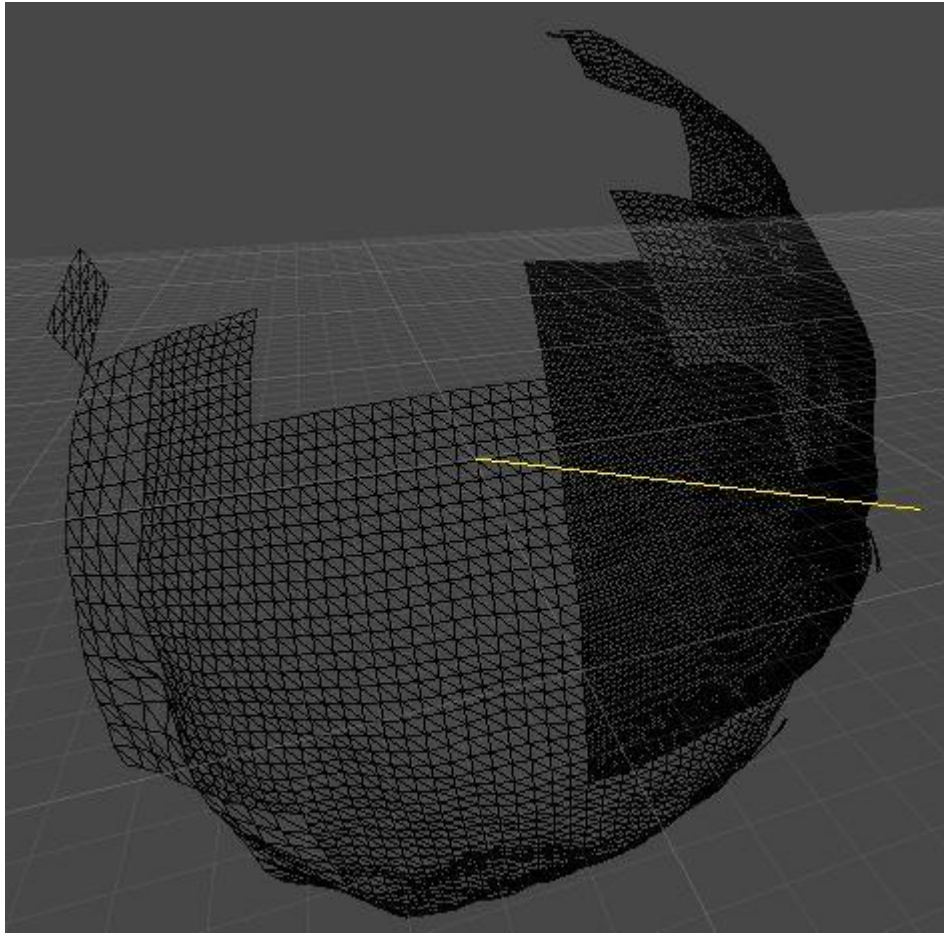
Piirrettävien meshien määrä lähes puolittui, kun planeetasta poistettiin käytöstä se puoli, mitä senhetkinen kuvakulma ei muutenkaan näkisi (ks. Kuvio 7). Simulaatio tarkasti kuvakulman muutoksen kaksi kertaa sekunnissa ja reagoi sen mukaan. Tämä ei kuitenkaan riittänyt suorituskykyongelmien ratkaisuun.



Kuvio 7. Taustan piilotus

Koska ongelmina oli niin suorituskyky kuin tekstuurien koko, meshien tiheys ja koko vaati tarkempaa tutkimista. Pitkän testaamisen jälkeen löytyi monimutkainen, mutta hyödyllinen ratkaisu: simulaatio muuttaa meshien tiheyttä dynaamisesti katseluetaisyyden mukaan (ks. Kuvio 8). Koska meshien luominen on tietokoneelle kohtuullisen työlästä, simulaatio laitettiin luomaan useita eri tarkkuuksia valmiiksi jo latausvaiheessa. Tämä tapahtui prosessorin eri säikeessä useamman sekunnin jumiituksen välttämiseksi. Kun käyttäjä katsoo planeettaa kaukaa, käytössä on harva

mesh, mutta se tiukkenee etäisyyden pienentyessä jopa 16 kertaa tarkemmaksi. Samalla myös tekstuurien tarkkuus paranee.



Kuvio 8. Useampia eri tarkkuuksia ja piilotettuja palasia, katselukulma viivan suuntaisesti

#### 6.4.5 Kokoluokan pienentäminen

Vaikka simulaatio oli kehittynyt useita askeleita parempaa kohti, suorituskyky oli silti heikompi, kuin mitä siltä vaadittiin. Generaattorin ja simulaation tuli toimia jokaisella nykyajan perustietokoneella, mutta sillä hetkellä testeissä käytetyt, tehokkaat kotitietokoneetkin latasivat generaatiota yli 5 sekuntia ja kärsivät hetkellisistä nykäyksistä tarkkuuksien vaihtuessa. Huolestuttavasti tämä tapahtui jo ennen tarkkojen maastonmuotojen, korkearesoluutioisten tekstuurien sekä monimutkaisen elämasimulaation lisäystä. Maailmaa täytyi pienentää reilusti, mutta tällöin vaikutelma suuresta alueesta rikkoutui täysin. Tämä oli kuitenkin pakollinen vaatimus, joten pallonmuotoinen maasto muuttui perinteisempään, karttamaiseen tasoon.

Siirtymällä tasoon projekti sai käyttöönsä Unityyn sisäänrakennetun terrain-työkalun. Tämä helpotti työtä erittäin paljon, sillä tämä osaa itse pitää suorituskyvystään huolen eikä siitä tarvinnut enää huolehtia manuaalisesti. Myös maastossa käytettyjen tekstuurien tarkkuus vaihtuu katseluetäisyyden muuttuessa, eli tämäkin muuttui automaattiseksi. Kehitetyt noise-funktiot pysyivät käytössä lähes sellaisenaan, mutta nyt kaksiulotteisina ja näin huomattavasti kevyempinä tietokoneelle. Tämän suorituskäytävyyden ansiosta maailman koon pystyi pitämään suurena, jopa 50 x 50 km alueena. Tällöin maaston pystyi jakamaan useampaan, esimerkiksi 25 Terrain-objektiin, ja samalla pitää suorituskäytävyyden erittäin korkeana piilottaen näköalueen ulkopuolella olevat alueet. Siirtymisvaiheen valmistuttua pystyi toteamaan päätöksen olleen oikea, ja projekti pääsi etenemään.

## 6.5 Teksturointi

### 6.5.1 Yleistä

Teksturointiin tarvittiin kaksi toteutustapaa: editor-lisäosaan käyttäjien valitsemien tekstuurien mukaan sekä pelkästään maaston muotojen mukaan generoitu tekstuuri maailmasimulaatiota varten. Kummatkin toteuttavat kuitenkin teksturoinnin samalla periaatteella, ainoastaan editorissa halutut arvot luetaan käyristä, kun simulaatiossa arvot ovat kovakoodattuja.

Toteutus tapahtui lukemalla generoidun maaston korkeuskartta ja luomalla tekstuureille tarvittavat splatmapit. Korkeuskartta käydään läpi jokaisessa pisteessä ja luetaan maaston korkeus sekä jyrkkyys. Näiden arvojen avulla asetetaan tekstuurien voimakkuus splatmappeihin. Lopuksi splatmappien arvot asetetaan maastolle.

### 6.5.2 Kehittäjätyökalu

Työkalu lähettää tekstuurigenerointiluokan staattiselle funktiolle listan tekstuuriobjekteista, joka käsittelee tiedot. Ensimmäisenä funktio luo uuden taulukon ja käy kaikki lähetetyt tekstuurit läpi. Taulukkoon tallennetaan tekstuuri sekä sen laattakoko. Taulukko asetetaan terrainidatalle.

Ennen kuin käydään korkeuskartta läpi, luodaan valmiiksi kolmiulotteinen taulukko, johon myöhemmin tallennetaan tekstuurin voimakkuus, sekä tekstuurin taso.

Korkeuskarttaa läpi käydessä lasketaan maaston jyrkkyys sekä korkeus ja skaalataan arvot välille 0.0 – 1.0, joka vastaa käyristä luettavia arvoja. Tämän jälkeen käydään kaikki tekstuuritasot läpi ja luetaan tekstuurille annetusta käyrästä tekstuurin voimakkuus ja tallennetaan se tekstuuria vastaavalle splatmapille.

Tekstuuriobjektissa on mukana tieto siitä, onko annettu käyrä korkeuden vai jyrkkyyden mukaan.

Kun korkeuskartta on käyty läpi, asetetaan tallennetut splatmapit terraindatalle.

### 6.5.3 Peliteksturoidi

Elämänsimuloinnissa tekstuurien asettamisen erot ovat tekstuurien latauksessa sekä splatmappien tekstuuriarvojen asettamisessa.

Korkeuskartta joudutaan käymään läpi kahdesti. Ensimmäisellä kierroksella asetetaan tekstuurien splatmapit korkeuden mukaan sekä rajojen pehmennykset. Toisella kierroksella asetetaan tekstuurit jyrkkyyden mukaan. Tällä saatiin aikaseksi kerrostetut tekstuurit, jotka sulautuvat pehmeästi toisiinsa.



Kuvio 9. Teksturoitua maastoa

Ensimmäisen kierroksen aikana asetettiin korkeusarvot, joiden mukaan tekstuurin vaihto toteutetaan ja asetettiin pehmennyskerroin, jolla hoidettiin tekstuurien pehmeä siirtyminen seuraavaan tekstuuriin. Tämän jälkeen splatmapit asetetaan korkeuden ja pehmennyskertoimen mukaan arvoihin 0.0 – 1.0. Toisella kierroksella arvot asetettiin pelkästään maaston jyrkkyyden mukaan halutulle tekstuuritasolle.

#### 6.5.4 Shader

Shaderille lähetetään tieto tekstuureista, sekä sitä kontrolloivista splatmapeista. Surfaceshaderissä kerrotaan tekstuurin rgb-arvot sitä vastaavalla kontrollilla ja palautetaan yhteenlasketut arvot.

Työhön haluttiin lisätä mahdollisuus käyttää bumpmappeja realistisemman maaston saavuttamiseksi. Tämä vaati shaderiin pieniä muutoksia, koska bumpmapit vaativat pinnan tangentin laskettavaksi.

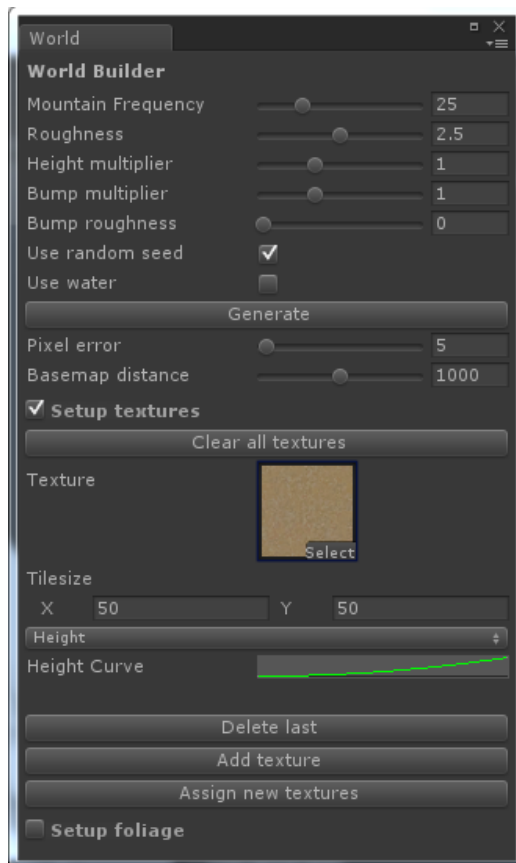
Tangenttivektori lasketaan vertex shaderissä laskemalla ensin vektoritulo pinnan normaalin ja  $(1,0,1)$  vektorin kanssa. Tangetti saadaan laskemalla vektoritulo ensimmäisen tuloksen ja pinnan normaalin kanssa. Tämän jälkeen täytyy vielä määrittää binormaalin suunta, joka saadaan laskemalla pistetulo normaalin ja tangentin vektoritulosta.

Itse bumpmap lisätään tekstuurien tavoin surface shaderissä kertomalla kontrolli pumbmap tekstuurin normaaleihin ja asettamalla arvo pinnan normaaliin.

### 6.6 Laajennustyökalu

#### 6.6.1 Yleistä

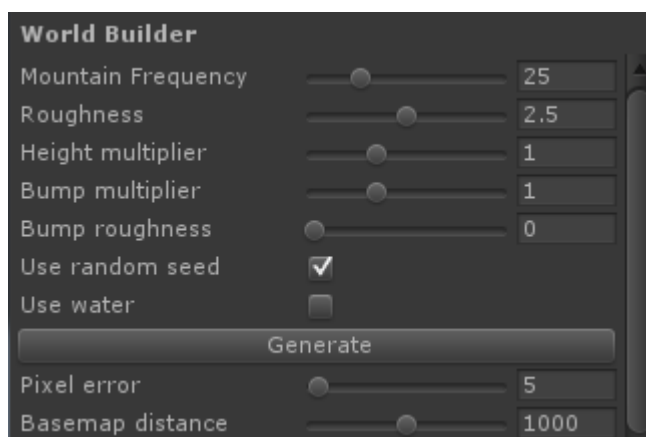
Maaston generointiin haluttiin toteuttaa helposti käytettävä työkalu nopeaan maaston luomiseen, sekä helppoon teksturointiin. Työ aloitettiin tutkimalla laajennuksien mahdollisia ominaisuuksia ja poimimalla sopivat kontrollit työkalun helppoon käyttöön.



Kuvio 10. Laajennus-ikkuna

### 6.6.2 Generointi

Generointityökalun suunnittelu alkoi kysymyksellä: ”Millaisen kontrollin käyttäjälle haluamme?”. Kun generointiin tarkoitetut ominaisuudet olivat jo hyvin kattavat, haluttiin karsia ominaisuudet vain olennaisiin.



Kuvio 11. Säädetävät ominaisuudet

Generoinnin ominaisuudet järjestyksessä:

- Kuinka tiheästi maastossa ilmestyy vuoria

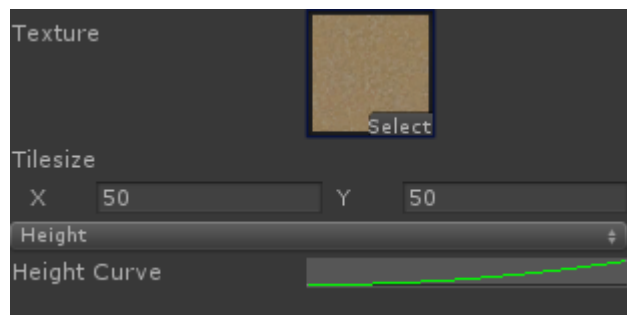
- Tasapaino tasaisen ja kivikkoisen maaston välillä
- Korkeuskerroin, kuinka korkeaa maastoa
- Kumpukerroin, kuinka suuria maaston kummut ovat
- Kumpujen karkeus
- Satunnainen arvo generaattorille
  - o Mahdollisuus asettaa oma arvo
- Veden korkeuden asetus
- Pixel error: käytännössä maaston LOD (Level of Detail) arvo, mitä pienempi arvo, sitä tiheämpää geometriaa
- Basemap distance: Etäisyys milloin maaston tekstuurit näytetään suurella resoluutiolla

Työkalun käynnistyessä käyttäjälle ladataan valmiit parametrit ja käyttäjä voi halutessaan painaa generointi-nappia, nähdäkseen heti työkalun toimivuuden.

### 6.6.3 Teksturointi

Työkalun täytyi pystyä hallitsemaan useampia tekstureja ja tekstuurit haluttiin omille tasoilleen, jolloin viimeisin tekstuuri piirtyy aikaisempien tekstuurien päälle. Tämä toteutettiin tekemällä työkaluun hallittu lista tekstuuriobjekteista, johon käyttäjä pystyi lisäämään sekä poistamaan tekstuuriobjekteja. Lista lähetetään tekstuurien generoinnin yhteydessä generointifunktiolle, joka hoitaa tekstuurien asettamisen omille tasoilleen.

Tekstuuriobjekti on oma luokka, joka sisältää itse tekstuurin, kuvan koon sekä valitun teksturointikäyrän ja kontrollit näiden asettamiseksi (ks. Kuvio 12).

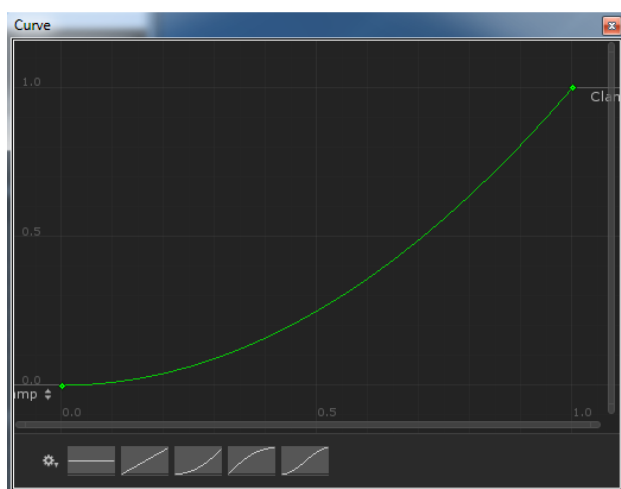


Kuvio 12. Tekstuurien asetukset

Tekstuurit haluttiin asettaa maastoon käyttäen maaston korkeutta ja jyrkkyyttä hyväksi halutun tekstuurin parametreissa. Tähän olisi voitu käyttää numeerisia

arvoja, mutta tällöin tekstuurien asettamisessa olisi joutunut antaa käyttäjälle enemmän asetettavia parametreja käyttöön, eikä käyttömukavuus olisi tällöin ollut paras mahdollinen. Teksturoinnissa haluttiin antaa käyttäjälle kuitenkin mahdollisimman paljon varaa muokata tekstuurin sijoitusta maastossa, joten parametrien syöttö toteutettiin käyrien (curve) avulla (ks. Kuvio 13).

Käyrät antavat käyttäjälle helpon visuaalisen kuvan tekstuurien sijoituksesta, eikä käyttäjän tarvitse erikseen asettaa arvoja esimerkiksi tekstuurien väliseen sekoitukseen.



Kuvio 13. Tekstuurin voimakkuuden käyrä

Työkaluun tehtiin mahdollisuus asettaa käyrä joko korkeuden, tai jyrkkyyden mukaan. Korkeuskäyrässä x-akseli kuvaa maaston korkeutta 0.0 – 1.0 skaalauksessa ja y-akseli kuvaa tekstuurin voimakkuutta 0.0 – 1.0 skaalauksessa. Jyrkkyyssäyrässä x-akseli kuvaa maaston jyrkkyyttä 0.0 (tasainen) – 1.0 (90 asteen kulma) ja y-akseli kuvaa tekstuurin voimakkuutta 0.0 – 1.0 skaalauksessa.

#### 6.6.4 Serialisointi

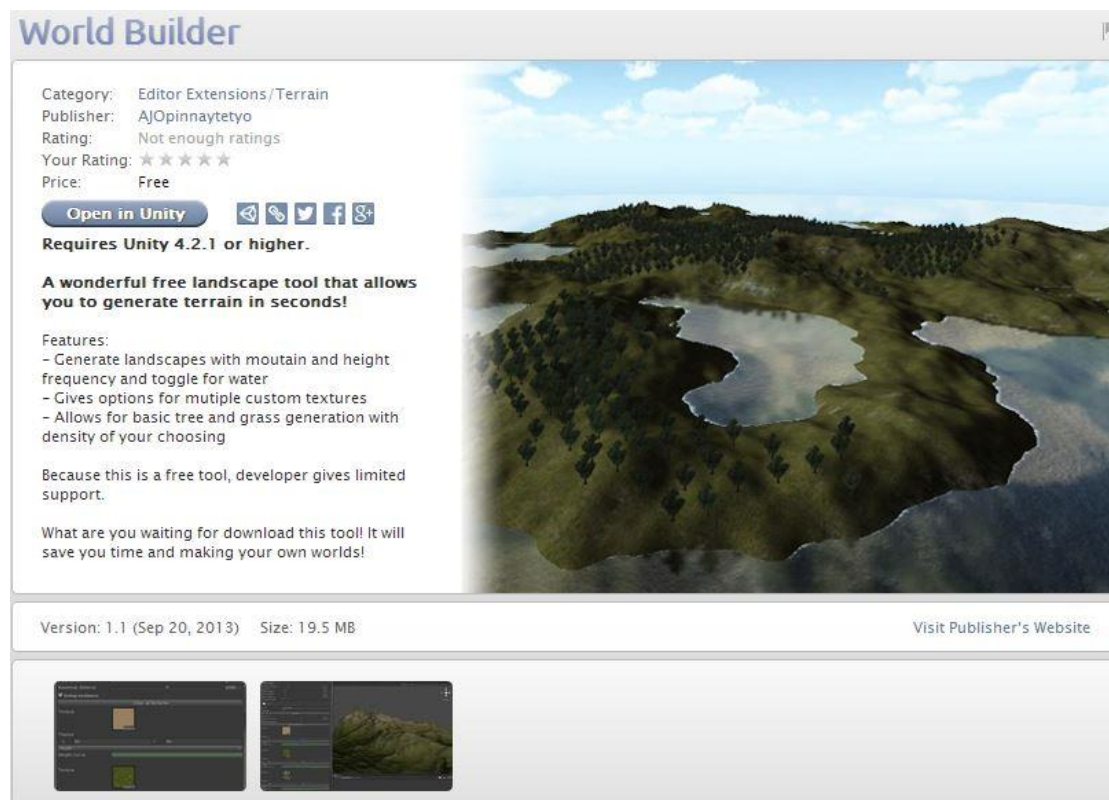
Työkalun luokista tehtiin serialisoitavia ja tyypeistä serialisoituja kenttiä. Työkalun pääluokasta tehtiin ScriptableObject, josta tehdään instanssi työkalun käynnistytksen yhteydessä. Tällöin työkalun arvot säilyvät käännöksen uudelleenlatauksessa, eivätkä nollaannu joka kerta kun käyttäjä käynnistää pelimoodin.

#### 6.6.5 Julkaisu

Työssä toteutettu työkalu maaston generointiin sekä teksturointiin päätettiin julkaista Unityn Asset Storessa. Samanlaisia työkaluja kaupasta jo löytyi ennestään,

mutta ne olivat kalliita ja hieman laajempia kokonaisuuksia. Julkaisu päätettiin asettaa ilmaiseksi laajennukseksi lähdekoodien kanssa, tarjotun ylläpidon vähäisyyden takia.

Ensimmäinen julkaisu jäi tarkistukseen ja kansiorakennetta pyydettiin siistimään, sekä poistamaan ylimääräiset tiedostot. Korjauksien jälkeen julkaisu onnistui.



Kuvio 14. Laajennustyökalu Asset Storessa

## 6.7 Elämän simulointi

### 6.7.1 Eläin

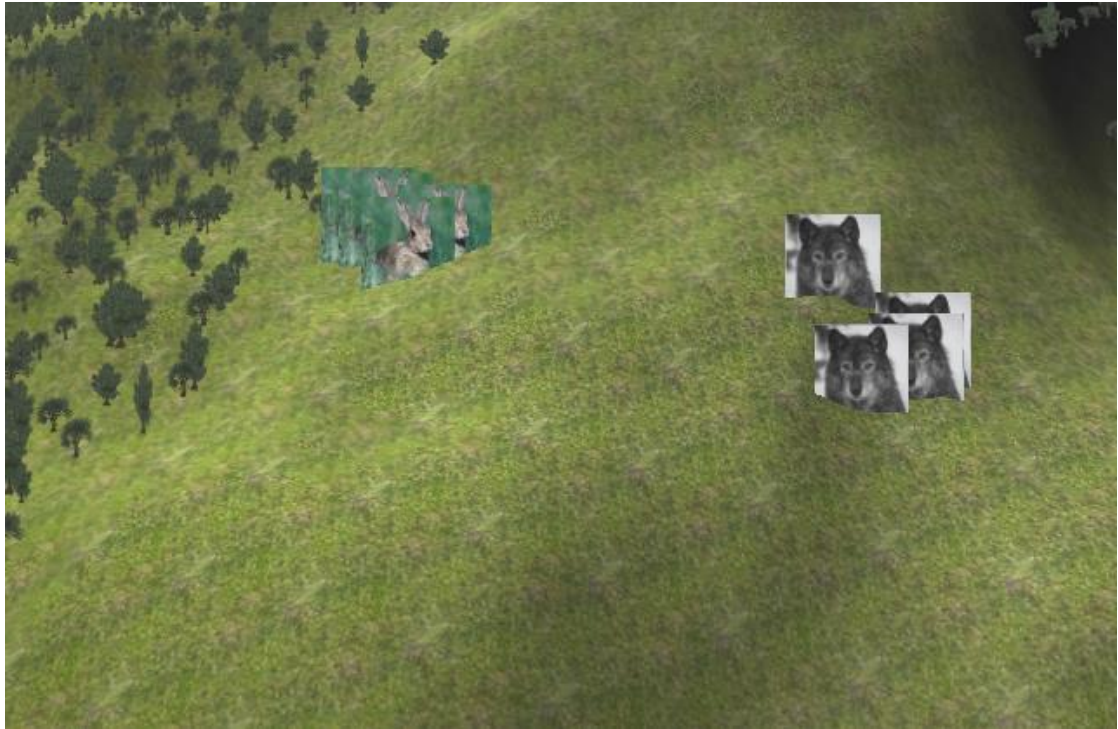
Yksittäinen eläin on käyttäjän luoma olento, jolle hän on antanut haluamansa kyvyt. Jokainen eläin on erillinen tapaus omine arvoineen, jotka taas periintyvät tämän jälkeläisille lähes (+-10%) identtisesti. Normaali käytös yksittäiselle eläimelle on vaeltaa ympäri maastoa, sekä levätä – ja kasvissyöjien tapauksessa syödä – paikoillaan. Jokaisella yksilöllä on oma nälkä- ja energiatasonsa, sekä tietenkin ikä ja sukupuoli. Itse eläinlajin ominaisuuksia voi käyttäjä määritellä alla esiteltujen muuttujien avulla.

Taulukko 1. Eläimen muuttujat

|                           |                                                                   |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Syö lihaa                 | Syökö lihaa, eli onko saalistaja (k/e)                            |
| Syö kasveja               | Syökö kasveja, eli täyttyykö paikoillaan ollessaan (k/e)          |
| Syö omasta painostaan     | Paljonko voi syödä kerrallaan suhteutettuna omaan painoonsa (0-1) |
| Nälkiintymisaika          | Kauanko voi olla syömättä kunnes kuolee nälkään (päivissä)        |
| Lauman koko               | Lauman maksimikoko                                                |
| Lisääntymisnopeus         | Kuinka usein eläin lisääntyy (päivissä)                           |
| Lisääntymismäärä kerralla | Kuinka monta yksilöä eläin keskimäärin synnyttää kerrallaan       |
| Kävelynopeus              | Tavallinen liikkumisnopeus (km/h)                                 |
| Juoksunopeus              | Suurin juoksunopeus (km/h)                                        |
| Kiihdytysaika             | Kauanko kestää kiihdyttää kävelystä juoksuun (s)                  |
| Juoksukestävyys           | Kauanko eläin jaksaa juosta kerrallaan (s)                        |
| Maksimipaino              | Kuinka painavaksi aikuinen yksilö voi kasvaa (kg)                 |
| Maksimi-ikä               | Kuinka vanhana eläin keskimäärin kuolee vanhuuteen (pv)           |
| Aikuisikä                 | Kuinka vanhana eläin kykenee saalistamaan ja lisääntymään (pv)    |
| Suojaväri                 | Kuinka vaikea eläin on huomata (0-1)                              |
| Taistelukyky              | Kuinka hyvin eläin taistelee toista vastaan (0-1)                 |
| Pelotuskerroin            | Extravaarallisuutta, esimerkiksi myrkyllisille eläimille          |

### 6.7.2 Esitys

Elämä simulointi alkoi kokeilemalla, että miten se kannattaisi tehdä. Ensimmäinen tarvittava päätös oli eläinten visuaalinen esitystapa. Eläimet päätettiin pitää yksinkertaisina, maastossa liikkuvina kuvina 3D-mallien sijaan (Kuva 16), sillä näin käyttäjä voi luoda täysin omia eläviä olentojaan, eikä vain valita valmiina olevista. 3D-mallien luomiseen ja animointiin olisi myös kulunut aivan liikaa aikaa. Näin käyttäjä voi itse tuoda peliin haluamiaan kuvia, ja antaa niille vapaasti eläinten ominaisuuksia ja sääntöjä. Kuvien käyttäminen on myös kevyempää tietokoneelle, joten tätäkin ajatellen ratkaisu oli hyvä.



Kuvio 15. Jänis- ja susilauma

Itse elämän simulointi alkoi saamalla eläin maailmaan. Ensimmäinen ajatus oli antaa eläimille näkymätön, fyysinen muoto, esimerkiksi pallo, jonka fysiikoiden avulla eläin liikkuisi maastossa ja törmäisi maastonmuotoihin. Tämä olisi kuitenkin ollut hyvin raskasta ja turhaa sadoilla eläimillä, joihin käyttäjällä ei ole interaktiota. Tästä syystä asiaa mietittiin vielä uudelleen, josta seurasi päätös jättää fysiikat pois ja kontrolloida eläimen liikkeitä koodin kautta. Koska maasto ei ollut kaartuva, saatoimme käyttää vain x- ja y-akseleita eläimen sijainnin määrittämiseen. Z-akselin asettuu aina maaston korkeudeksi, eli eläin liikkuu maaston pintaa pitkin.

### 6.7.3 Liike

Eläimen liikkumisen onnistuttua, oli aika miettiä miten tämä liikkuisi. Täysin satunnainen liike ei ole luonnollista eikä näytä hyvältä, joten mieleemme tuli yksinkertainen reitinhaku. Käyttämässämme Unityn ilmaisversiossa tällaista ei kuitenkaan ollut, eikä se muutenkaan olisi tukenut generoituvia maastojamme. Oman reitinhaun kehittäminen oli vaihtoehto, mutta siinä olisi ollut suuri työ ja projektille suunniteltu aika oli jo muutenkin käymässä vähiin. Tämäkin idea tuli siis hylätä. Lopulliseksi päätökseksi tuli kehittää algoritmi, joka kuljettaa eläintä ympäri maastoa suhteellisen luonnollisen oloisesti, väistäen korkeita vuoria ja kaikkia

vesistöjä. Eläimillä ei ollut varsinaista päämäärää, mutta se näytti siltä. Nyt eläimet kulkivat ympäriinsä, välillä hitaasti kaartuen ja välillä suoraan.

#### 6.7.4 Laumat

Lähes kaikki eläimet elävät jonkinkokoisissa laumoissa, joten tämäkin oli tärkeä mukaanotettava ominaisuus. Eläinten generaatio kehittyi suuntaan, jossa se alkoi laumoista – ensin lauma, sitten sen täyttäminen. Laumanjohtajan asema on myös tärkeä, oletuksena se on lauman vanhin jäsen. Testaamalla laumojen kokoa myös eläinten määrä alkoi nousta jyrkästi, useiden satojen kohdalla suorituskyvyssä alkoi huomaamaan hidastumisia. Tämä ratkaistiin piilottamalla lauman jäsenet laumanjohtajaa lukuunottamatta jos käyttäjä ei ole niiden lähellä ja katsomassa niitä päin. Tarkempi eläinten tarkastelu siis onnistuu, mutta käyttäjä ei näe kuin laumanjohtajan maaston toisesta päässä. Seuraava tehtävä oli selvittää, miten lauma voisi vaikuttaa yksilöihin.



Kuvio 16. Susilauman tiedot

Ensimmäisenä mieleen tuli liikkuminen. Lauman tulisi liikkua yhdessä, mutta ei kylki kyljessä laumanjohtajaa seuraten. Tämä ratkaistiin asettamalla laumalle yhteinen kulkusuunta, mitä sen jäsenet sitten seurasivat pienellä (+-5°) vaihtelulla. Myös jokaisen laumanjäsenen nopeus oli vaihtelevaa, ja nuorimmat ja iäkkäimmät jäsenet olivat muita hieman hitaampia. Jos yksilö jää liian kauas laumanjohtajasta, se tekee pienen kiihdytyksen ja ottaa laumaa kiinni. Tämä vaati paljon hienosäätöä, mutta lopputulos näyttää hyvältä.

Toinen vaihe oli ruokailu. Tämä on myös ensimmäinen vaihe, jossa eläimet tuli erottaa saalistajiin ja saaliseläimiin. Saaliseläimet tarkkailevat ympäristöään uhkien varalta, tarkemmin sanottuna lihansyöjiltä joiden uhkataso on tarpeeksi korkea. Lauma norsuja ei pakenisi sutta vaikka kyseessä onkin saalistaja. Uhkataso määritellään laumakohtaisesti; lauman aikuisten jäsenten määrä kerrottuna eläimen taistelukyvyllä. Tämä uhkaavuus toimii myös toisinpäin; saalistaja arvioi saaliinsa vaarallisuuden ja päättää sen mukaan, että onko kannattavaa hyökätä. Esimerkiksi suuri lauma villisikoja ei pelästy yhtä sutta, eikä tämä yksi susi uskalla käydä niiden kimppuun.

#### 6.7.5 Saalistus

Saaliseläin:

Kun lauma huomaa vaaratilanteen, se pyrkii sitä pakoon. Lauman suunnaksi annetaan vektori poispäin uhasta, ja nopeus kasvaa lineaarisesti täyteen juoksunopeuteen. Tämä kiihdytysnopeus on myös yksi eläimen muuttujista. Lauma juoksee karkuun kunnes se väsy tai sen etäisyys uhkaan nähden on tarpeeksi pitkä.



Kuvio 17. Sudet vaanimassa

Saalistaja:

Saalistajalaumat haistavat saaliin kauempaa kuin ne on nähtävissä. Tämä antaa saalistajille mahdollisuuden vaania saalistaan ja lähestyä sitä varovaisesti. Saalistajat

lähestyvät saalistaan ja aloittavat syöksyn samalla sekunnilla, kun saaliseläimet huomaavat ne. Tähän vaikuttaa saalistajan suojaväri. Ajojahti jatkuu kunnes saalistajalauma saa tarpeeksi saalista nälkäänsä tyydyttämiseen tai kun se väsyy ja joutuu luovuttamaan. Ollessaan kylläinen, saalistaja ei ole kiinnostunut saaliseläimistä.

#### 6.7.6 Lisääntyminen

Elämän jatkumisen kannalta lisääntyminen on välttämätön ominaisuus.

Lisääntyminen alkaa aina aikuisesta naaraasta, joka on valmis poikimaan annetun ajan välein. Tällöin tämä tarkastaa, onko laumassa uroksia. Jos uroksia on vähintään yksi, synnyttää naaras nollasta maksimimääräänsä poikasia, jotka tämän jälkeen seuraavat laumaa passiivisina jäseninä kunnes ovat aikuisiässä. Jos lauma on liian suuri, nuorimmat aikuiset jäsenet perustavat uuden lauman ja aloittavat oman elämänsä. Myös niissä tapauksissa, joissa laumassa on vain uroksia, lauma hajoaa ja urokset lähtevät etsimään uusia, naaraita sisältäviä laumoja.

#### 6.7.7 Ajankulku

Koska kyseessä on tarkkailtava simulaatio, ajankulun täytyy olla paljon normaalia nopeampi. Vuorokausi asetettiin kestämään 5 minuuttia, näin useamman päivän seuraamiset olisivat mukavan nopeaa mutta myös ilman kiireen tuntua. Nopeutta voi myös säätää 10-, 50- sekä 99 – kertaisiksi, esimerkiksi seurattaessa viikkojen tai kuukausien kulkua. Pyrkimys oli saada pelin nopeutuksen olemaan vaikuttamatta itse simulaation kulkuun, mutta joissakin asioissa, esimerkiksi metsästyksen tarkkuudessa, kompromisseja oli tehtävä jotta suorituskky säilyisi. Simulaatio on siis tarkimmillaan normaalinopeudellaan, mutta nopeutusten ei kuuluisi vaikuttaa tuloksiin merkittävästi.



Kuvio 18. Eläimen tilastoja kuuden simulaatiopäivän jälkeen

## 7 Tulokset

Unitylle on tarjolla monia erilaisia maaston muokkamiseen ja generoimiseen tarkoitettuja työkaluja, mutta monet niistä olivat kalliita ja maaston teksturointiin käytettäviä työkaluja ei löytynyt juuri lainkaan. Tuotteella tuotiin ilmainen vaihtoehto käyttäjille, jotka haluavat nopeasti generoida teksturoitua maastoa heti käytettäväksi.

Työkalu nopeuttaa maaston generointia Unityn tarjoamaan käsin maalaamiseen verrattuna paljon, sekä antaa paljon laadukkaampia tuloksia. Työkalua voidaan käyttää myös pelkästään tekstuurien asettamiseen, jolloin käyttäjälle jää vapaus muokata maastoa käsin tai korkeuskartan avulla ja käyttää työkalua vain tekstuurien asettamiseen.

Työkalu julkaistiin perjantaina 20.9.2013 ja ensimmäisen viikonlopun aikana sitä ladattiin 100 kertaa. Kahden kuukauden aikana työkalua on ladattu jo yli 1300 kertaa ja saanut 7 arvostelua keskiarvosanalla 4/5. Palaute on ollut positiivista ja kannustavaa.

Elämän simuloinnin toteutus jäi liian keskeneräiseen vaiheeseen ollakseen hyödyllinen, joten sitä ei julkaistu.

## 8 Pohdinta

Työn tavoitteina oli toteuttaa helppokäyttöinen työkalu maaston hallintaan, sekä simuloida eläinelämää luodussa maastossa.

Projektin toteutus onnistui hyvin aikataulun puitteissa, ja ongelmiiin löydettiin ratkaisut tehokkaasti. Laajennuksen tekeminen Unityn omalle Terrain-työkalulle oli oikea ratkaisu, kun verrataan sen tarpeellisuutta pyöreän planeetan luomisen kanssa. Emme usko, että olisimme saaneet yhtä laadukasta ja yksinkertaista ratkaisua luotua pyöreän planeetan generointiin ja teksturointiin.

Työkalu olisi voitu laittaa kauppaan pienellä hinnalla ja olisi varmasti kerännyt latauksia myös silloin. Tällöin olisi kuitenkin pitänyt huolehtia ohjelman päivittämisestä, sekä antaa tarvittavaa tukea pitkällä aikavälillä. Tämä oli kuitenkin asia johon ryhmämme ei ollut valmis sitoutumaan, joten työkalu julkaistiin ilmaisena lähdekoodeineen.

### Asset Store

Menestys kaupassa yllätti ja kasvatti innostusta kehittää omia työkaluja. Kaupan tarjonta on laaja ja kasvava, kuten myös sen käyttäjämäärät. Uskonkin, että tulevaisuudessa omiin projekteihin luodut työkalut menevät myös Asset Storeen myyntiin, joka mahdollistaa lisätuloja ilman suurta vaivaa.

Unityn tarjoamat työkalut kaupan hallintaan ovat erittäin helppokäyttöiset ja suoraan käyttöliittymän avulla hallittavissa. Myös päivitys onnistuu työkalun kautta. Jokainen päivitys ja muutos käyvät kuitenkin tarkistuksen läpi ja tämä prosessi vie useamman päivän tai jopa viikon, ennen kuin päivitys näkyy kaupassa.

”A great programmer once told me that when you write code, you should consider not just its value as an asset to the project you're working on, but as an asset to your business.” (Warner, 2013)

### Laajennustyökalu

Työkalu on toimiva kokonaisuus, mutta jatkokehitystä varten olisi hyvä toteuttaa työkaluun selkeämpi viittaus generoinnin käynnistämisestä ja lopettamisesta, esimerkiksi edistyspalkki näkyviin generoinnin ajaksi. Tällä hetkellä työkalu jää odottamaan generoinnin valmistumista, eikä käyttäjälle tästä kerrota kuin pelkästään pohjaan painetun ”Generate” napin kautta, jolloin käyttäjä ei voi tietää, että työkalu työskentelee taustalla.

Parempi hallinta tekstuurien lisäälyyn, sekä poistamiseen olisi myös erinomainen lisä helppoon käytettävyyteen ja nykyisten tekstuuritasojen hallintaan.

### Elämsimulaatio

Vaikka eläinsimulaatio jäikin prototyyppiksi, sen kehittäminen oli opettavaista ja mielenkiintoista. Vaikutelma älykkyydestä on jatkuvasti tavoiteltu ominaisuus nykyajan videopeleissä, mutta sen toteuttaminen suorituskyvyn huomioonottaen on vaikeaa. Kehitystä tapahtuu kuitenkin jatkuvasti, ja oli mielenkiintoista yrittää tätä itse.

## Lähteet

Cooper, T. 2012. 'Unity Serialization'. Viitattu 25.8.2013.

<http://blogs.unity3d.com/2012/10/25/unity-serialization/>

Hugo, E. 2013. 'Perlin Noise'. Viitattu 6.9.2013.

[http://freespace.virgin.net/hugo.elias/models/m\\_perlin.htm](http://freespace.virgin.net/hugo.elias/models/m_perlin.htm)

'Ken Perlin'. 2013. Wikipedia. Viitattu 26.8.2013.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Ken\\_Perlin](http://en.wikipedia.org/wiki/Ken_Perlin)

'Perlin noise'. 2013. Wikipedia. Viitattu 26.8.2013.

[http://en.wikipedia.org/wiki/Perlin\\_noise](http://en.wikipedia.org/wiki/Perlin_noise)

Unite 2013 – Keynote. 2013. Viitattu 6.9.2013.

<http://www.youtube.com/watch?v=2-9S2fNdH6E>

Unity Docs, Shaders. 2013. Viitattu 22.9.2013.

<http://docs.unity3d.com/Documentation/Manual/Shaders.html>

Warner, J. 2013. 'The top 5 things I've learned as a Unity developer'. Viitattu 11.9.2013.

[http://www.gamasutra.com/blogs/JohnWarner/20130910/194559/The\\_top\\_5\\_things\\_I've\\_learned\\_as\\_a\\_Unity\\_developer.php](http://www.gamasutra.com/blogs/JohnWarner/20130910/194559/The_top_5_things_I've_learned_as_a_Unity_developer.php)

Zucker, M. 2013. 'The Perlin noise math FAQ'. Viitattu 4.9.2013.

<http://webstaff.itn.liu.se/~stegu/TNM022-2005/perlinnoiselinks/perlin-noise-math-faq.html>