

Niko Halsio

3D-MALLINTAMINEN PELIYRITYKSESSÄ

Case - Arktik Kirkle

3D-MALLINTAMINEN PELIYRITYKSESSÄ

Case – Arktik Kirkle

Niko Halsio
Opinnäytetyö
Syksy 2018
Tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma, Internet-palvelut ja digitaalinen media

Tekijä(t): Niko Halsio

Opinnäytetyön nimi: 3D mallinta peliyrityksessä – case: Arktik Kirkle

Työn ohjaaja: Matti Viitala

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2018

Sivumäärä: 43

Opinnäytetyöraportissa kuvataan 3D-mallintajan suunnittelua, kehitystä ja työskentelyä osana peliyritystä. Opinnäytetyön aikana työskentelin peliyrityksessä Arktik Kirkle, joka on perustettu Oulu Game Labissa syksyllä 2017 ja johon liityin Syyskuussa Gate 1 -tapahtuman jälkeen. Tavoitteena tässä opinnäytetyössä on luoda kuva siitä, millaista on työskennellä peliyrityksessä näin 3D-mallintajan työtehtävissä, millainen on 3D-mallin prosessiin kulku tiimin sisällä ja millaisia haasteita se on tuonut tiimin sisälle.

Oulu Game labin aikana käytin suurimmaksi osaksi Blender-ohjelmaa sekä hiukan 3Ds Max -ohjelmaa, Adobe photoshop CC:tä sekä monien 3D-artistien suosittelemaa Substance designer ja painter 2018 -ohjelmaa. Pelialustana toimii Unity-sovellus. Osa näistä ohjelmista on opiskelijoille ilmaisia, ja niitä käytettiin paljon omassa työssäni, mutta halusin myös kokeilla sellaisia maksullisia ohjelmia kuin Substance designer ja painter 2018, jolla saadaan paremman laatuista tekstuuria 3D-malleilleni.

Noin vuoden Oulu Game Labissa oltuani sain aikaiseksi monta tarvittavaa 3D-asettia, joita sitten käytettiin peliprojekti Cortex Protocolassa, ja moneen tiimille ja projektille suunnittelemani 3D-malliin olen ollut erittäin tyytyväinen. 3D-asettejani voidaan käyttää myös tarvittaessa pelin jatkokehitykseen, jos tiimi päättää jatkaa toimintaansa Oulu Game Labissa työskentelyn jälkeen.

Asiasanat: 3D-mallintaminen, 3D-asset, peligrafiikka, peliteollisuus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Information Technology, Internet services and digital media

Author(s): Niko Halsio

Title of thesis: 3D-modelling in game company – case: Arktik Kirkle

Supervisor(s): Matti Viitala

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2018 Number of pages: 43

The thesis report describes the design, development and working of a 3D modeler as part of a game company. During the thesis I worked in the game company Arktik Kirkle, which was founded in the Oulu Game Lab in the fall of 2017, and I joined the Gate 1 event in September. The goal in this thesis is to create a picture of how to work in a game business with the 3D modeler's eye, how the 3D asset process is going through the team and what challenges it has brought within the team.

During in Oulu Game Lab, I used most of the Blender software and a bit 3Ds Max, Adobe Photoshop CC and many of the 3D artists recommended by the Substance designer and painter 2018. The game platform is Unity-software. Some of these programs are free for students and much used in my work, but I also wanted to try these paid programs like Substance designer and painter 2018, which gives me a better texture result for my 3D models.

Around the end of Oulu Game Lab after I managed to get to many the necessary 3D assets, which are used in our game project Cortex Protocol, and most of the 3D models I have been very happy with what I have for the team and the project. My 3D Assets can also be used for further development of the game if the team decides to continue their operations after the Oulu Game Lab.

Keywords: 3D-modelling, 3D-asset, game graphic, game dev

SISÄLLYS

LYHENTEET

1	JOHDANTO	7
2	CASE - ARKTIK KIRKLE	8
2.1	Arktik Kirkle ja Oulu Game Lab	8
2.2	Peliprojekti Cortex protocol.....	9
2.3	3D-mallintajan rooli tiimissä.....	13
2.4	Tiimityöskentely.....	15
2.5	Kommunikointi.....	16
2.6	3D-mallin toteutus	17
3	3D-MALLINNUKSEN PROSESSI.....	19
3.1	Mitä on 3D-mallintaminen?.....	19
3.2	Mallin ideointi ja referenssien tutkimus.....	20
3.3	Esitetään ideat ja referenssit	20
3.4	Ideasta hahmotteluun / luonnosteluun.....	21
3.5	Väliaikaiset prototyypit.....	22
3.6	3D-mallin testaus ja palauteet	23
3.7	High poly- ja Low poly -mallinnus	24
3.8	Viimeistely ja valmis versio.....	25
4	ONGELMAT JA HAASTEET.....	29
5	3D-MALLINTAJAN TYÖKALUT.....	31
5.1	Blender.....	31
5.2	3Ds Max.....	32
5.3	Substance designer 2018.....	33
5.4	Substance Painter 2018	35
5.5	Adobe Photoshop.....	37
5.6	Unity	38
6	YHTEENVETO	40
7	POHDINTA	41
	LÄHTEET.....	42

LYHENTEET

3D-artisti /-mallintaja	Peliartisti, joka tekee 3D-malleja.
AAA	Epävirallinen luokitus, jota käytetään keskikokoisen tai suuren julkaisijan tuottamiin videopelisiin, joilla on tyypillisesti suuret kehitys- ja markkinakustannukset.
Aamupalaveri	15 minuuttia kestävä tilanpalaveri, jossa keskustellaan edellisen päivän työstä ja tulevasta työstä sekä sen mahdollista esteistä.
Bake/Beikkaaminen	High poly -mallin arvojen siirto low-malliin.
Blender	3D-mallinnukseen käytetty ohjelma.
GATE 1-3	Oulu Game Labin tapahtuma, jossa heikot peliprojektit karsitaan ja niiden pudonneet jäsenet siirtyvät voittajajoukkueisiin.
HP	Lyhenne sanoista High Poly; malli, jossa polygoneja on runsaasti.
Konseptikuva	Tuotteen kuvallinen luonnos tai suunnitelma.
LP	Lyhenne sanoista Low Poly; Malli, jossa polygoneja on niukasti.
Normaalikartoitus	tekniikka, jossa lopputuloksena tuotettavaan kuvaan saadaan lisää yksityiskohtia ja kaarevuutta ilman suurta polygonien määrän lisäystä.
Overscope	Liian laaja/monimutkainen peli, joka ei valmistuisi määräaikaan mennessä.
Rasterigrafiikka	(bittikarttagrafiikka eli bitmap). Kuvainformaatiossa sisältävä kuvan eri pisteiden värit.
Sprintti	Kehitystyö, jossa tehdään valitut toiminnallisuudet vaatimuksien mukaan yhdestä kahteen viikossa.
Substance Designer	Bitmap- ja substance-tiedostojen luonti.
Substance Painter	Ohjelma 3D-tekstuurien maalaamiseen.
Unity	Ilmainen pelialusta/moottori.
UV	3D-mallien pinnasta tehty 2D-pinnan rakenne.
Vertex	Piste, joka sijaitsee muodon kulmassa.
VR	Virtuaalitodellisuus (tekotodellisuus), jossa pelaaja liikkuu keino-tekoisessa tietokoneympäristössä.

1 JOHDANTO

3D-artistilla on omat selkeät haasteensa luoda malli tyhjästä ajatuksesta 3D-malliksi Unity-alustalle. Arktik Kirkle -tiimillä on selvä suunnitelma siitä, miten tätä prosessia lähdetään tekemään, jotta saadaan haluttu 3D-objekti pelialustalle. Sitä varten on pelitaideosasto: artistit sekä designerit eli suunnittelijat ovat osa tiimiä, jossa suunnittelu ja toteutus tehdään yhdessä, vaikka lopputulos vastaa enemmän artistin näkökulmaa. Vaikka 3D-mallintajan on tehtävä malli alusta loppuun tiukassa määräajassa, niin hyvänä tukena pelisuunnittelijat tuovat oman näkemyksensä tähän 3D-mallinnuksen prosessiin, joka sitten helpottaa prosessin etenemistä.

Oppinnäytetyöraportissa kerrotaan 3D-mallintajan työstä peliyhtiö Arktik Kirklessä. Yhtiö oli osa Oulu Game Labia vuonna 2017 - 2018. Luvussa 2 katsotaan Arktik kirklen lyhyttä historiaa ja sen nykyistä peliprojektia. Sen jälkeen tarkastellaan 3D-artistin näkökulmasta katsottuna, miten tiimityöskentelyä, kommunikointia ja 3D-mallin toteutus toimii tiimissä. Luvussa 3 käydään läpi 3D-mallin prosessia: miten suunnitellaan ja luonnostellaan mallit ennen siirtymistä varsinaiseen 3D-mallintamiseen, millaisia ongelmia ja haasteita siihen sisältyy ja luvussa 4 keskitytään ongelmiin ja haasteisiin peliteollisuudessa. Näiden jälkeen luvussa 5 esitellään 3D-artistin työkaluja, joita aloittelevat sekä ammattilaiset 3D-mallintajat käyttävät työssään peliteollisuudessa. Työkalujen esittelyiden ohella sisältää haastattelut muilta artisteilta. Lopussa on oppinnäytetyön yhteenveto ja pohdinta omasta työskentelystä Oulu Game Labista ja oppinnäytetyöraportin kirjoittamisen aikana.

2 CASE - ARKTIK KIRKLE

2.1 Arktik Kirkle ja Oulu Game Lab

Arktik Kirkle on perustettu elokuun lopussa vuonna 2017 Oulu Game Labissa. Oulu Game Labin alkuvaiheessa tiimin nimi oli ”High Rock”, mutta ajan myötä tiimin koko kasvoi ja ideointi lisääntyi tiimin sisällä. High Rock oli melko tavallinen nimi, joten nimi päätettiin vaihtaa Arktik Kirkleksi ja uutuuksena tiimin logoa koristaa poro, jonka silmien paikalla on pelinäppäimet (ks. KUVIO 1), koska tiimi on pohjoissuomalainen kuten porot ja tiimin jäseniä yhdistää rakkaus pelaamiseen. Nimi Arktik kirkle tulee englannin kielisestä sanasta ”Arctic circle”, joka on huumorilla väännetty Arktik Kirkleksi.



ARKTIK KIRKLE

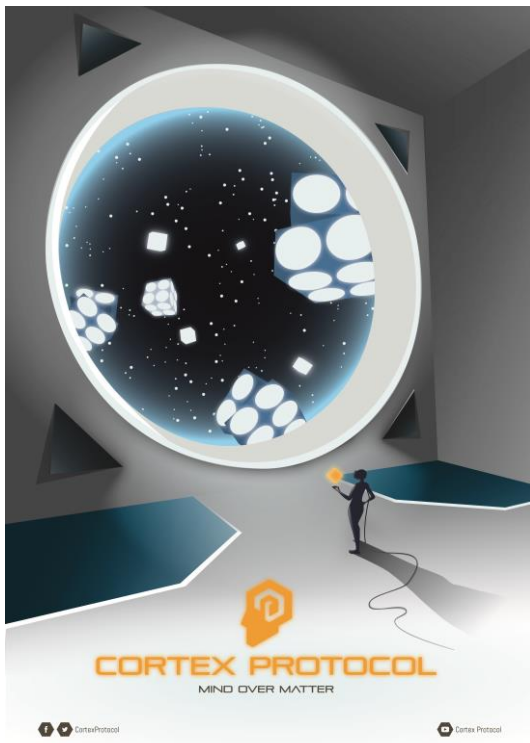
KUVIO 1. Arktik Kirklen logo

Arktik Kirklen perustajia oli kolme: Aatu Numminen (ohjelmoija, markkinointi, tiimin vetäjä), vaihto-opiskelija Tom Hovers (pelisuunnittelija, Hollanti) ja toinen vaihto-opiskelija Asta Viskantaitè (2D-artisti, Liettua), joka suunnitteli tiimin logon (ks. kuvio 1), Q-Bix kansikuvan (ks kuvio 3) ja Cortex protocolan kansikuvan (ks. kuvio 2). Heidän peli-ideansa perustui aluksi pitkälti PC: lle, mistä myöhemmin ideointi kääntyi sitten VR-alustalle. Oulu Game Labin alussa Arktik Kirkle oli kolmen hengen tiimi, ja tiimin koko kasvoi yhteentoista game pathissä tammikuussa 2018.

Arktik Kirklen voitettuaan GATE 3 -tapahtuman jälkeen Arktik Kirkle jatkoi toimintaansa tammikuussa 2018, kun peliprojekti Cortex Protocol sai jatkoa game path -vaiheeseen. Lisäksi tiimi keskittyi peliprojektin markkinointiin. Markkinoinnista vastaavat henkilöt vastasivat sekä mahdollisesta ”startup”-toiminnasta, johon on etsitty mahdollisia kumppaneita sekä rahoittajia kotimaasta sekä

kansainväliseltä alueelta, kuten Kiinan ja Japanin pelimarkkinoilta. Arktik Kirkle on ottanut osaa erilaisiin game jam -tapahtumiin, kuten Fingersoftin järjestämään "Sensor jam"-tapahtuma, jonka Arktik Kirkle voitti, PreBitiin Oulussa ja Helsingissä sekä Kotkan game Jamiin.

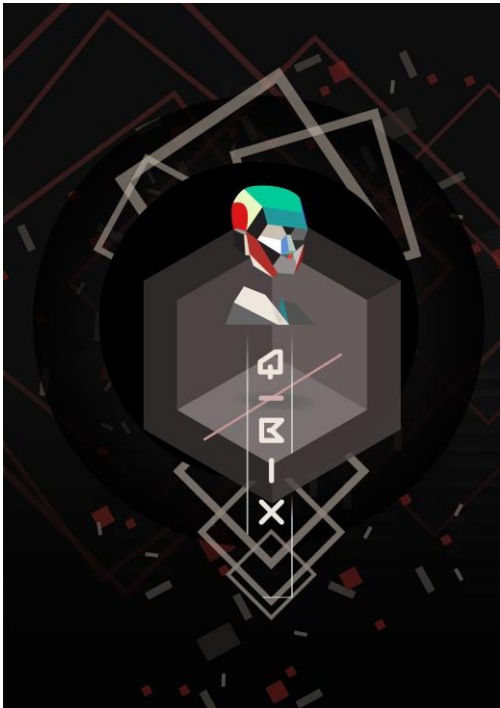
2.2 Peliprojekti Cortex protocol



KUVIO 2. Cortex Protocol kansikuva

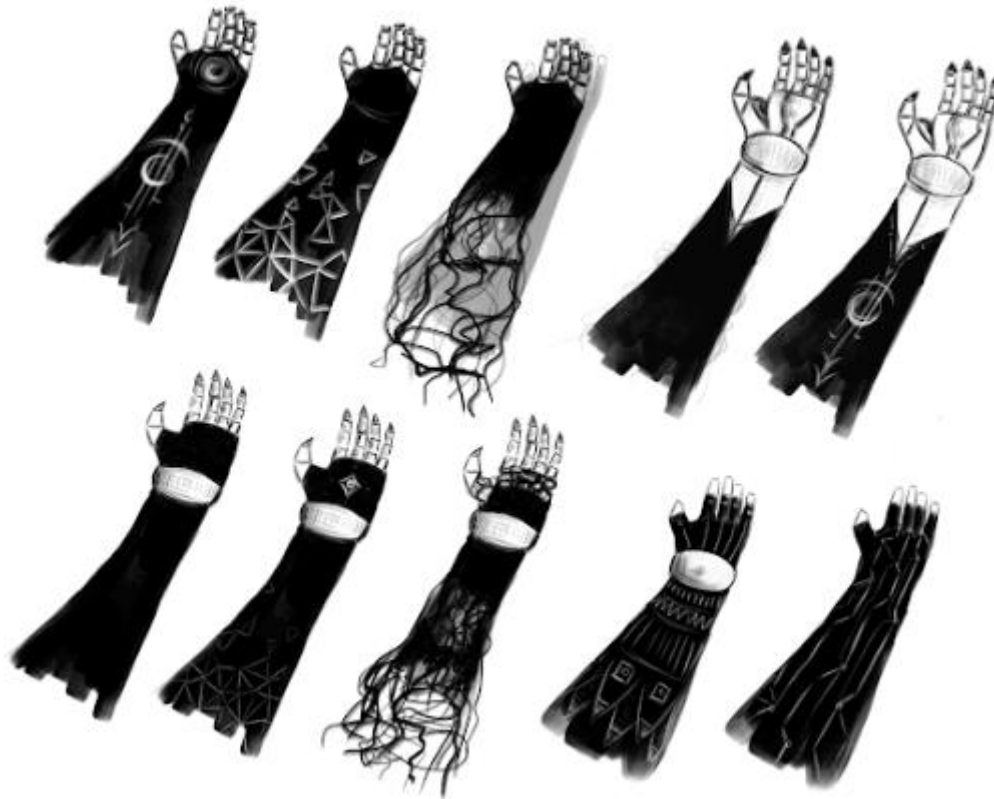
Cortex Protocol eli entinen Q-Bix syntyi Oulu Game Labin kehitysideoinnin yhteydessä ennen Gate 1 -tapahtumaa. Pelaaja on Rubiikin kuutiota muistuttavassa peliympäristössä (ks. kuvio 2), josta olisi tarkoitus päästä pois hengissä. Pelaaja kulkee huoneesta toiseen kuutiota kääntämällä. Jokaisessa huoneessa on joko turvahuone (ks. kuvio 8), ansahuone (ks. kuvio 7) tai ongelman ratkointaa. Pelaajan tulisi ratkaista päästäkseen eteenpäin sekä kohdata erilaisia hidastavia esteitä kuten liikkuvia lasereita, ansoja sekä tykkitorneja. Peli jatkuu niin kauan, kunnes pelaaja ratkoo kaikki mahdolliset esteet ja pääsee maalihuoneeseen, josta hän voi teleportata itsensä pois kentästä ja takaisin alkuhuoneeseen, jossa pelaaja voi valita seuraavan kentän. Maalihuoneessa pelaaja näkee ajan, käynnösten lukumäärän, kuolemien määrä ja sen, mikä ansa hänet tappoi useimmiten.

Pelin alussa pelaajaa opetetaan käyttämään perustoimintoja kuten liikkuminen ja teleporttaaminen huoneissa VR:ssä, huoneiden kääntäminen käsillä UI navigoimalla, perusongelman ratkomista ja väistämistä VR-laitteella. Parin harjoittelukentän jälkeen pelikentät kasvavat ja haasteet lisääntyvät. Pelaaja tulisi suorittaa niistä nopeasti, edetä huoneesta toiseen, ratkaista mahdolliset esteet välttääkseen kuoleman ja päästä maalihuoneeseen.



KUVIO 3. Vanha juliste Q-Bix kansikuva

Alun perin Q-Bix (ks. kuvio 3) piti olla kerronnallinen ongelmanratkontapeli, jonka päähenkilö -nais-hahmo joutui kolariin ja on syvässä koomassa sairaalassa. Kun pelaajahahmo on koomassa, joutuu hän syvään ajatusmaailmaan, joka muodostuu korruptioituneesta Rubiikin kuutiota muistuttavasta tilasta ja pelihahmo on juuttunut. Jotta hän voisi karata tästä ajatusmaailmasta ja koomasta, hänen tulisi läpäistä kaikki kuutiot erilaisilla kyvyillä. Aivoa rasittava korruptio on pelaajan vihollinen, joka haluaa pidentää ja tuskastuttaa pelaajaa erilaisilla haasteilla, jotta pelaaja ei voisi selvitä koomasta. Koska pelaaja on osa hänen korruptoitunutta ajatusmaailmaa, niin hänellä on kyky käyttää korruptiokäsiään (ks. kuvio 4) hallitakseen ympäristöä ja korjata hänen vauriot selvitäkseen koomasta.



KUVIO 4. Konseptikuva korruptiokäsi malleista (2D-artisti Asta Viskantaitèn suunnittelmat)

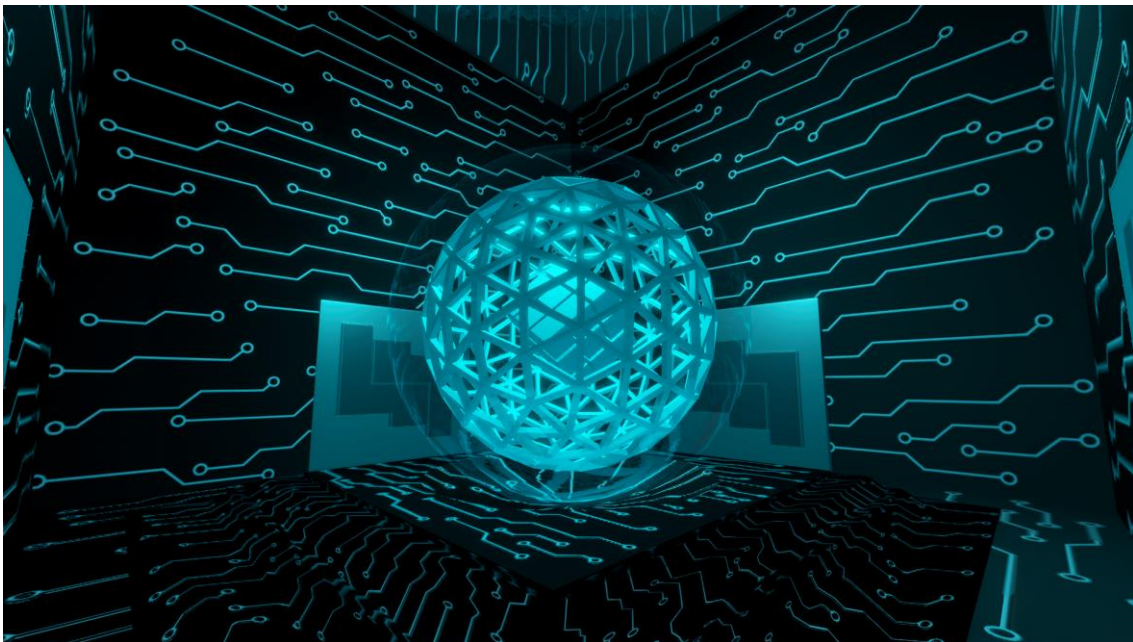


KUVIO 5. Ensimmäiset kuvat Q-Bix:sta Gate 1:ssä

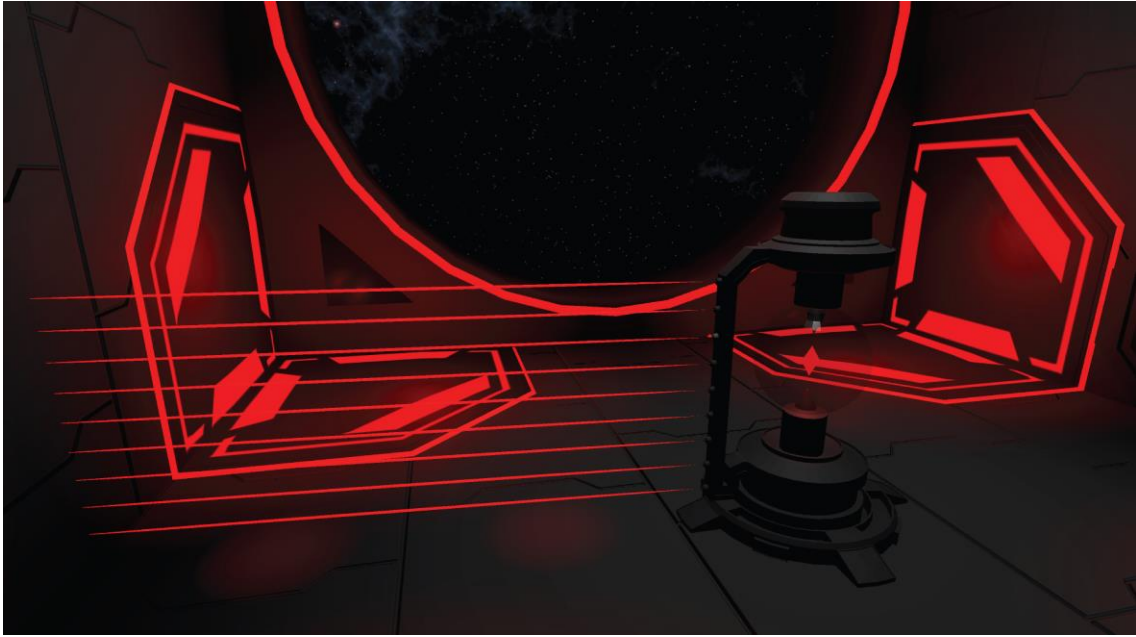
Myöhemmässä projektissa uhat alkoivat nousta. Mitä pidemmälle projekti eteni, sitä enemmän idea ja tarinaa jouduttiin muokkaamaan tai karsimaan mahdollisen overscopen varalta. Vaikka peliprojekti eteni Gate -tapahtumista, niin peli sai hyviä kehitysehdotuksia ja ideoita, joita voitiin sitten toteuttaa tarpeen mukaan. Cortex protocol sai pari suurta, mullistustavaa ideaa. Ensimmäinen oli pelialustan vaihto PC:ltä VR: ään jo gate 1-tapahtumassa. Alun perin peliä tehtiin tietokoneelle (PC), mutta monet tahot kuten tapahtumien tuomaristot, valmentajat ja muu testaajat olivat vahvasti mieltä, että peli kannattaisi tehdä VR- eli Virtual Reality -alustalle, koska virtuaalitodellisuudessa pelitunnelma ja ”päästä tekemään jotain itse” on paljon mielenkiintoisempi sekä mahdollista itse

ratkaista pulmat virtuaalisella 3D-kädellä. Toinen muuttuja oli tarina. Peliprojekti tulisi olla mahdollista saada toimintakuntoon demoksi game labin aikana, joten tarinan saaminen peliin olisi ollut iso haaste ja se veisi liian paljon aikaa eikä meillä ollut tarvittavaa tarinantekijää tiimissä. Pitkän harkinnan jälkeen tiimi päätti tehdä pelistä enemmän Arcade-tyylisen pelin tarinapohjan sijaan.

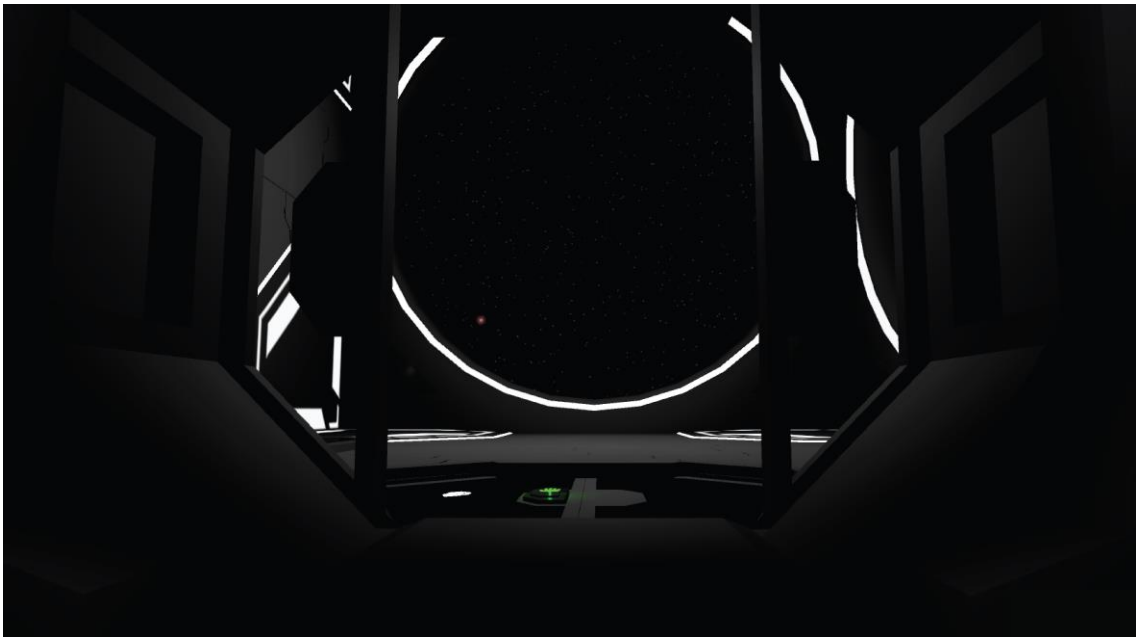
Yksi haasteista oli myös nimen valinta pelille. Projektin aikana pelin nimi muuttui ainakin kolmesti, koska nimet olivat jo olemassa ja rekisteröity. Aikaisemmat nimet eivät olleet peleissä vaan jonkin muun olemassa olevan tuotteen nimenä. Lopulta päädyttiin nimeen Cortex Protocol, kun sitä nimeä ei ollut olemassa ja nimeä ei löytynyt rekisterissä.



KUVIO 6. Peliprojekti Gate 2 -vaiheessa.



KUVIO 7. Ansahuone



KUVIO 8. Turvahuone

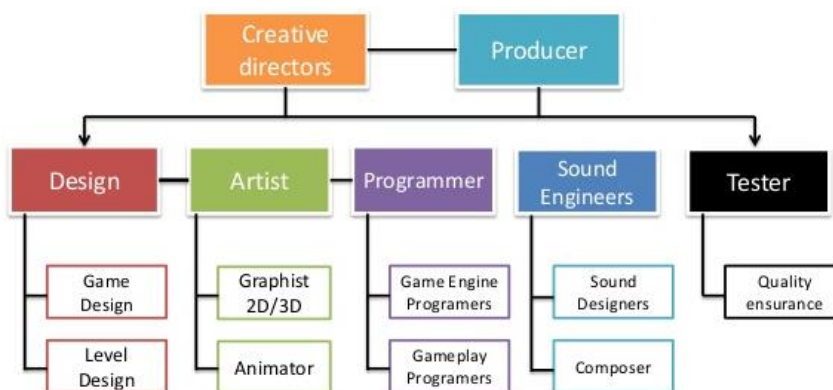
2.3 3D-mallintajan rooli tiimissä

Peliartistien tehtävä on luotava digitaaliselle pelille visuaalinen ilme, jonka merkitys on kasvattaa pelikokemusta sekä pelin menestystä. Artistit suunnittelevat ja toteuttavat peligrafikat joko 2D- tai 3D-taiteena. He tekevät myös peliin kuuluvat kuvat, taustat ja pintarakenteet sekä pelihahmot, ym-

päristön ja animaatiot. Peliartisteja kutsutaan myös 2D-artisteiksi, 3D-mallintajiksi tai pelianimaattoreiksi. Heidän työ vaatii artisteilta visuaalisuutta, luovuutta, yhteistyötaitoja muiden tiimin jäsenien kanssa sekä taitoa hallita grafiikkaohjelmistoja (TE-palvelut 2018).

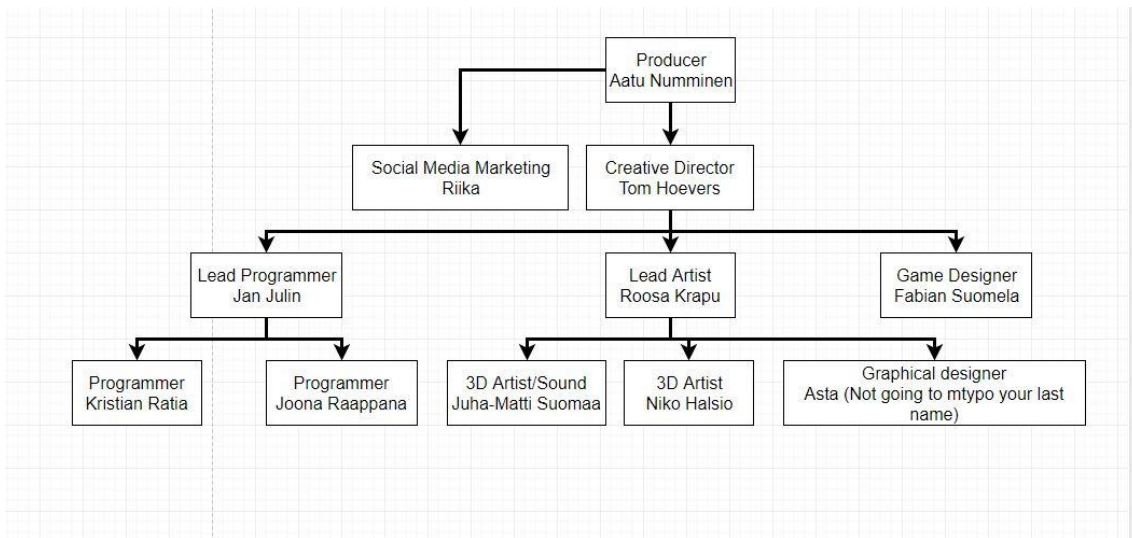
Artistit voidaan jakaa eri osiin (ks. kuvio 9), ja meidän tiimissämme toimii kahdenlaisia artisteja: 2D- ja 3D-graafikoita. 3D-graafikot eli mallintajat ovat yksi osa-alue kokonaisuudesta, kun luodaan ja perustetaan tiimi kyseiselle pelille. Muut tiimin artistit olivat myös erikoistuneet ääniin (engl. audio) sekä hahmon animointiin.

Teams Development



KUVIO 9. Havaintokuva tiimin sisäisestä rakenteesta (Arif 2013, viitattu 10.4.2013.)

3D-mallintajat voivat tehdä samoja töitä kuten 2D-artistit, mutta jos tiimin koko on iso. Tehtävät voidaan jakaa työtaustan mukaan. Periaattessa 2D-artistit luovat pääpohjan eli konseptikuvan (engl. concept art) siitä, millaisen pelin tulisi olla ja 3D-mallintaja luo pelihahmon tai objektin sitten tietokoneella 3D-pohjalta itse pelimoottoriin käyttäen 2D-artistin referenssiä. 2D-artisti tekee 3D-pelille tarvittavat kuvakkeet, ikonit, symbolit sekä osat mahdolliseen pelin käyttöliittymään (engl. user interface). 3D-mallintajan työkaluihin kuuluu erilaiset 3D-mallinnuksen ohjelmat kuten Blender (ilmainen), 3Ds Max (maksullinen) tai muu vastaava sekä erilaiset kuvankäsittelyohjelmat tekstuurien tekemiseen.



KUVIO 10. Arktik Kirklen tiimin sisäinen hierarkia

2.4 Tiimityöskentely

Pääsääntöisesti pelinkehitys tapahtuu tiimeissä. Alalle pyrkivä on hyvä olla tiimityöorientoitunut, koska se on tärkeä pelinkehityksessä. Vaikka tekijät pystyvät toimimaan isommassa ryhmässä, niin tämä ei tarkoita sitä, että heidän pitäisi olla ulospäinsuuntautuneita puhkoneita. (Saranen consulting 2018, viitattu 29.1.2018.)

Jotta saisimme kunnon ammatillisen työympäristön sekä tiimityöskentelyn, niin yhdessä tiimissä luotiin sisäiset säännöt ja aikataulut siitä, kuinka paljon meidän tulisi työskennellä työpäivän aikana ja poissaoloista tulisi ilmoittaa aina tiimin johtajalle tai osaston vastaavalle eli LEADille. Tätä varten tehtiin myös oikeanlaiset sopimukset, jotta jokainen olisi valmis sitoutumaan tähän työlle ja tehdyistä työn omistuksesta tehtiin myös sopimukset, koska työn aikana tulee luotua teoksia, jotka ylittävät teoskynnyksen. Tiimin sisälle muodostettiin osastot: suunnittelu-, taide-, ohjelmointi- ja markkinointiosasto. Jokaiselle osastolle nimitettiin vastuhenkilöt eli LEAD-henkilö. Kun jokin artistin tekemä työ tuli tehtyä, niin malli tarkistetaan ja testataan mallin toimivuutta suunnitteluryhmässä.

Tiimityöskentelyä helpottaaksemme päätimme käyttää pilvipalvelu Google driveä, jonne tiimi voi koota peliprojektin materiaalia, dokumentteja sekä tulevia 3D-asetteja ja kooditiedostoja. Jotta tiimin oli helppo seurata jokaisen tekemistä, niin tiimi otti Trelloa käyttöön. Trellossa pystyttiin seu-

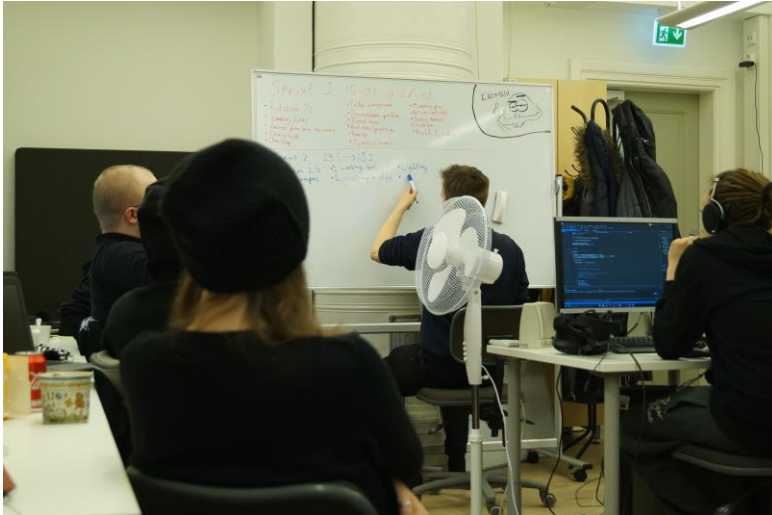
raamaan sprintin etenemistä ja sitä, mikä spritti on kenenkin vastuulla. Tehdyt työt merkittiin tehdyiksi, ja suunnittelijat antoivat sinetin, jos työ läpäisi testin. Jos jokin työ jäi kesken, niin sitä joko jatkettiin seuraavalla sprintillä tai laitettiin sivuun seuraavalle sprintille.

2.5 Kommunikointi

Tiimissä keskusteltiin pääasiassa englannin kielellä, koska tiimissämme oli pari vaihto-opiskelijaa ja koska työelämässä peliala on muutenkin kansainvälinen. Muita syitä englannin kielen käyttöön on Oulu Game Lab. Oulu Game Labissa on paljon kansainvälistä toimintaa. Sen kaikki luennot ja materiaalit ovat englannin kielellä, joten sen takia kaikki joutuvat puhumaan englannin kieltä, vaikka jotkut tiimeistä koostuivat pelkistä suomalaisista tiiminjäsenistä.

On myös tärkeä hyödyntää tiimipalavereja. Jotta tiimityöskentely toimii, on tärkeää sopia säännöllisiä tiimipalavereja, jotka ovat myös osa tiimityön arviointia ja seurantaa. Tiimipalaverissa voidaan jakaa toimivia ideoita tiiminjäsenten kesken, sillä parhaissa tilanteissa tiimityö voi tuoda uusia innovatiivisia ideoita (Humalto 2018, viitattu 25.6.2018).

Tiimissämme viestitettiin eniten aamupalaverissa (ks. kuvio 11) sekä erillisissä artistipalaverissa, joissa designerit ovat myös läsnä tarvittaessa. Aamupalaveriin osallistuvat kaikki tiimin jäsenet, ja siinä kerrotaan kertovat aina, mikä on projektin tilanne ja mitä tehdään seuraavaksi. Lisäksi sen kuluessa selvitetään, onko kenelläkään ongelmia missään asiassa ja tarvitaanko jossakin apua. Joka toinen maanantain aamupalaverissa päätetään myös sprinttikohdeet, jotka tulisi hoitaa yhden tai kahden viikon aikana. Nuottila neuvoo myös omassa oppassaan, että projektissa työskentelevien pitää tietää mitä kukin tekee milloinkin (Määttä & Nuottila 2016, 241).



KUVIO 11. Arktik Kirkle -tiimin aamupalaveri

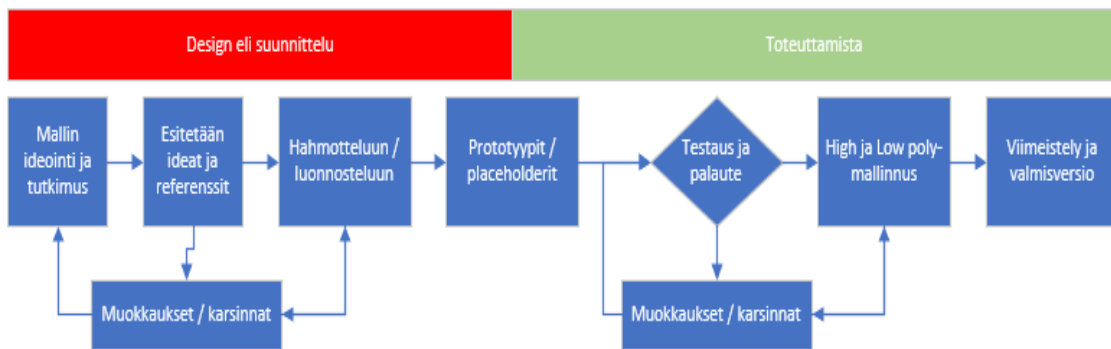
Varsinaisen tiimin aamupalaverin jälkeen vuorossa ovat tiimin sisäiset ryhmäpalaverit, joissa ryhmät käyvät oman keskustelun eli ohjelmoinnin henkilöt käyvät ohjelmointiin liittyvät asiat ja artistit käyvät läpi artistiin liittyvät asiat. Näihin ryhmäpalavereissa designerit eli kehittäjät sekä tiimin vetäjä ottavat osaa, jos tilanne sitä vaativat laajempaa keskustelua.

Artistien ryhmäpalavereissa pelikehittäjät ottavat yleensä osaa palaveriin, jotta he osaavat ohjeistaa artisteja tekemään, mitä 2D- tai 3D-asetteja he haluavat tulevaan päivitykseen, joita he tarvitsevat pelikentän suunnitteluun. Pelikehittäjät antavat tarkan kuvitelman siitä, millainen kyseinen hahmo, esine tai ympäristö on, jolloin artistit keskustelevat ja kyselevät siitä. Myös riskejä ja ongelmakohtia nostetaan esille, jos asia haittaa työn aikataulua tai edistystä.

2.6 3D-mallin toteutus

Virallista prosessikaaviota ei ole, joten tiimin artistit sekä pelikehittäjät päättivät luoda oman prosessikaavion, jota pääosin toteutetaan tiimin sisällä varsinkin artistien puolella. Yhdessä ryhmäpalaverissa saatiin luotua prosessikaavio (ks. kuvio 12), jota lähdettiin kokeilemaan tiimin sisällä. Prosessi on kaksiosainen:

- Ensimmäisessä osiossa toteutetaan designia eli suunnittelua (ideoinnista hahmotteluun / luonnosteluun ja osittain prototyyppiä)
- Toinen puoli prosessi on mallin toteuttamista (osittain prototyypistä viimeistelyyn ja valmiiseen versioon).



KUVIO 12. Arktik Kirklen 3D-mallintajan prosessikaavio

Ensimmäisessä osiossa ideat sekä luonnokset voidaan muokata tai karsia, jos idea tai hahmottelu eivät ole sopivia peli tai ne eivät miellytä suunnitteluvastaavia. Toisessa osiossa tehdään tarvittavat muokkaukset ja korjaukset, jos pelin aikana ilmestyy vikoja malleissa tai jos testauksen aikana saatuun palautteeseen tulisi tehdä muutos.

3 3D-MALLINNUKSEN PROSESSI

3.1 Mitä on 3D-mallintaminen?

3D-mallintaminen on kolmiulotteisten mallin luomista jostakin fyysisestä objektista siihen sovelletuissa ohjelmissa. 3D-malleja on käytetty monissa teollisuusaloissa, mukaan lukien virtuaalitodellisuudessa, video peleissä, 3D-tulostuksessa, markkinoinnissa, TV ja elokuvissa, tieteessä ja magneettikuvauksissa, tietokoneen tukevilla suunnitteluohjelmissa ja CAD/CAM tuotannossa (Rouse 2016, viitattu 4.2016).

3D-mallin ohjelmistolla tuotetaan malleja käyttämällä laajoja työkaluja sekä erilaisia lähestymistapoja. Sen avulla syntyvät yksinkertaiset polygonit, 3D-primitiivit – yksinkertaiset polygoniset muodot, kuten pyramiidit, kuutiot, pallot, käyräviivat ja NURBS (engl. Non-uniform rational basis spline), jota käytetään käyrien ja pintojen luomiseen ja esittämiseen. Esimerkkinä auton korien ja laivojen runkojen suunnittelussa (sama).

Videopelien taiteessa tai liikkeenkaappauksessa (engl. motion capture) malli aloitetaan luonnostamalla käyttämällä polygonisia primitiivejä tai NURBS:ia, tai monista samankokoisista 2D näkymistä. Jos mallia on tarkoitus animoida, jatkuvan reunasilmukan (engl. edge loop) tulisi ottaa mallissa huomioon monikulmioissa muodonmuutosten alueissa kuten nivelissä. Kun malli on riittävästi rakenneltu, mallintaja asettaa mallin koordinaatit 2D-pinnan rakenteeseen (engl. texture). Prosessia kutsutaan UV-kartoitukseksi, eli 3D-malli käännetään 2D-pohjaksi, joka yritetään suunnitella ja räätälöidä tietokoneen hiiren avulla. Alueet, jotka vaativat enemmän yksityiskohtia vaatii enemmän tilaa UV kartoituksessa. Tätä menetelmää tehdään monissa mallin tekstuureissa käyttämällä sakkilautapohjaa väliaikaisessa tai valmiiksi tehdyssä tekstuurissa.

Mallin tekstuuria voidaan tehdä käsintehtynä tai valokuvallisena 2D-kuvana. Näihin sisältyvät:

- Värit värikartassa
- Heijastus ja heijastusväri sen peilaamiskartassa
- Pintakuvio, joka on määritelty ”normaali” kartassa tai muodonmuutuskartalla

(sama)

3.2 Mallin ideointi ja referenssien tutkimus

Ideointi alkaa jo ryhmäpalaverissa, jossa designerit kertovat mitä he haluavat meidän peliprojektiin. Kun designerit (eli suunnittelijat) ovat kertoneet omat kuvaelman, mielipiteensä ja vaatimuksensa. Peliartistit alkavat etsiä referaatteja erilaisista lähteistä sekä luoda erilaisia piirustuksia, millainen se kyseinen hahmo/esine/ympäristö olisi kyseessä. Hyvin paljon 2D artisti tukee 3D artistia hänen tekemillään piirustuksilla.

Myös Artisti Chris DiPaola kertoo omasta työskentelystä, että kerätään joukoittain referenssikuvia, joilla voidaan viitata työskentelyyn ja saada selkeä käsitys siitä, miltä halutaan asioiden näyttävän. Se voi olla erittäin hyödyllistä, jos jatkaa etsimistä ja löytämistä (DiPaola, haastattelu 19.10.2015).

Ideoita tulisi olla ainakin parisen kymmentä. Ne voivat olla hyvin nopeita teoksia ja hyvin viljejä ehdotuksia. Näitä ideoita käydään sitten artistien ja designereiden kesken ylimääräisessä palaverissa. Jos ideoista ja referenssikuvista syntyy useita eri versioita, niin kerätyt ideat vielä luokitellaan teemojen mukaan.

3.3 Esitetään ideat ja referenssit

Kun jokainen on saanut ideat sekä referenssit kokoon, sen jälkeen artistit sekä designerit vertailevat toistensa töitä ja käydään keskustelua siitä, onko tämä se mitä halutaan peliprojektissa näkyvän. Ideat verrataan ja arvoidaan niiden mahdolliset vahvuudet ja heikkoudet. Myös malli ei saisi olla niin yleinen, joka näkyisi monissa muissakin peleissä. Täten tuleva 3D-mallin tulisi olla omaperäinen. Heikot ja huonot ideat karsitaan mahdollisimman nopeasti ja jotkin ideat pyritään yhdistämään toisiinsa mahdollisen mielenkiinnon vuoksi, jos siitä syntyisi jotain uutta mitä ei ole mahdollisesti vielä olemassa muissa samankaltaisissa peleissä.

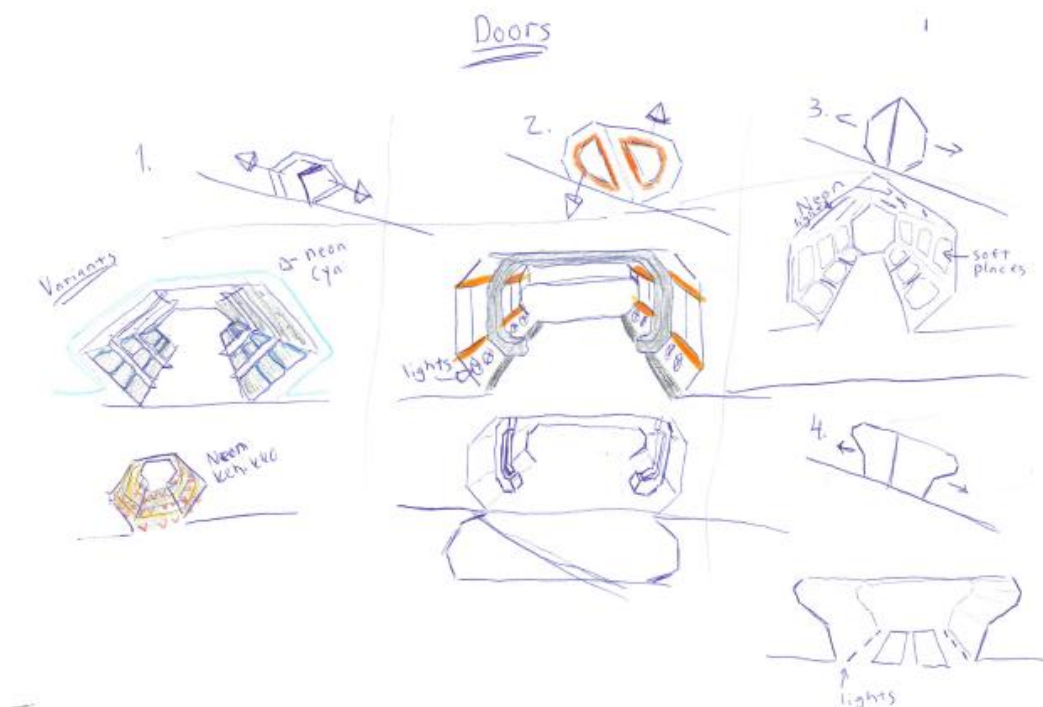
Nuottilan mukaan visuaalinen ilme on eräs keskeimmistä pelin tunnelman luojista. Ilme vaikuttaa suoraan pelaajien valintaan sekä pelikokemukseen. Vetoavat graafiset ilmeet ovat tärkeä syy valita peli tietystä kategoriasta, kun pelaajat etsivät peliä. Ensivaikuksia pelistä voidaan saada pelinestituksen yhteydessä otetuista ruutukaappauksista ja videoilla, joten Nuottila panostaisi tähän paljon (Määttä & Nuottila 2016, 248).

Esittelyjen jälkeen puolet tai kolmasosa kootuista ideoista ja referaateista menevät prosessissa eteenpäin kohti hahmottelua ja luonnosteluun. Näiden esityksien perusteella tulisi saada hyväksyntä tiimin designerilta sekä tiimin vetäjältä, koska heillä on laajempi visio tästä pelistä. Heillä on oikeus tehdä tarvittavia muutoksia ideoihin, jos idea poikkeaa heidän visioistaan.

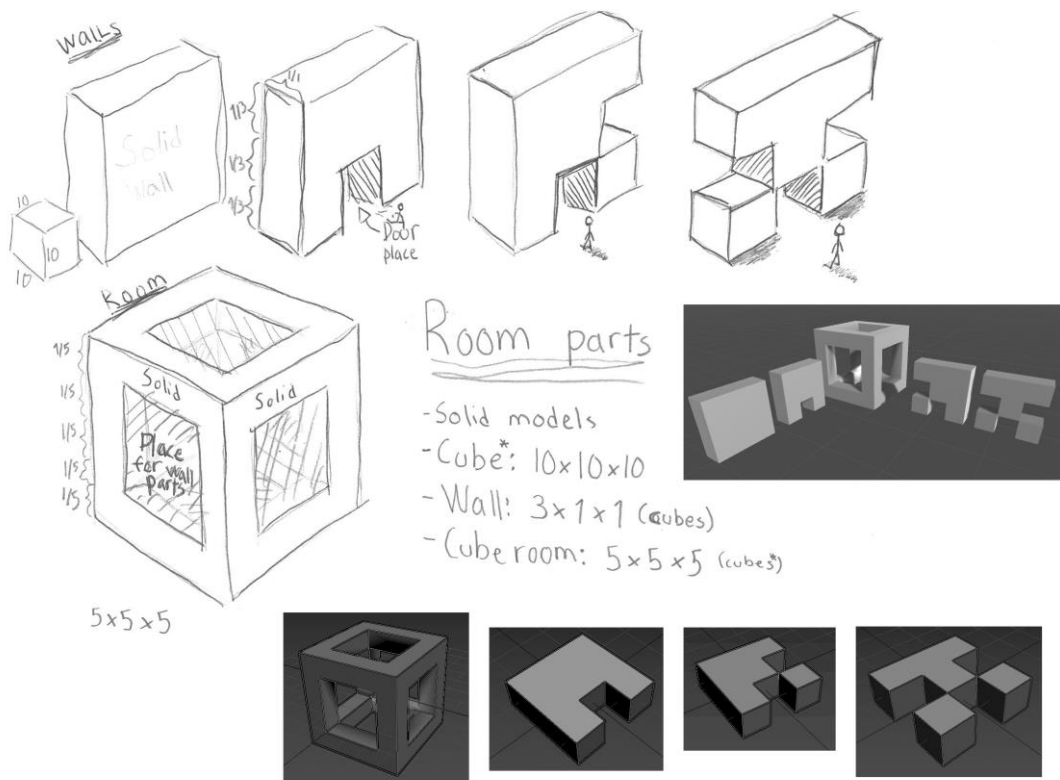
3.4 Ideasta hahmotteluun / luonnosteluun

Kun sopiva teema on sovittu artistien ja designereiden kesken. Aloitetaan tekemään luonnoksia eli konseptikuvia tai -kuvitusta (engl. concept art) siitä, millainen olisi meidän peliympäristö ja mitä siellä kentässä on? Luonnokset ovat nopeita kynä- tai tussipiirroksia.

Hahmottelun alkuvaiheessa on yksinkertaisia muotoja, joihin lisätään vähitellen yksityiskohtia. Yksi versio ei riitä, joten suositellaan monia erilaisia versioita, jotka poikkeavat toisistaan. Mitä enemmän niitä on, sen parempi. Tämän jälkeen pohditaan mahdollisia toiminnallisuuksia kuten mihin suuntaan kyseiset ovet aukeavat (ks. kuvio 12). Käytetäänkö valaistusta vai ei? Mikä on objektin rooli pelikentässä? Onko se pelaajalle uhka vai ei? Värit ovat myös merkittävässä roolissa hahmotteluvaiheessa, sillä mallissa tulisi noudattaa sovittua väripalettia. Kuviin kannattaa lisätä selitykset kaiken varalta, että joku muu tekee sen mallin (ks. kuvio 13) ja hänelle on kuvailtu selväksi mikä on mikäkin.



KUVIO 13. Erilaisia luonnoksia huoneen välisistä ovista



KUVIO 14. Huonemallien hahmottelua ja luonnoksia; alhaalla prototyypit.

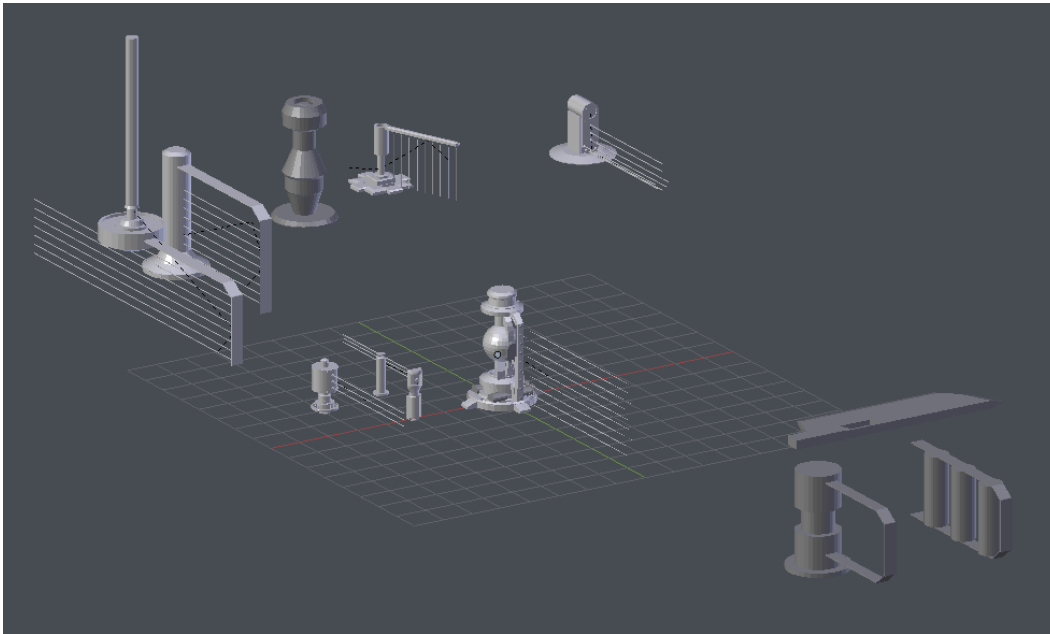
Hahmottelu on sikäli tärkeä vaihe artisteille, koska antaa kaiken tarvittavan perustiedon vaikkapa 3D artistille: mittakaavat, muoto, sijainnit ja mahdolliset tulevat toiminnot, jos mallissa sisältää liikuvia osia. Hahmottelun yhteydessä voidaan minimoida mahdolliset riskit ja uhat.

3.5 Väliaikaiset prototyypit

Tämän jälkeen hahmotellut vedoksen viedään prototyypitasolle. Prototyypit ovat väliaikaisia malleja, jotka mallintavat vain kyseisen hahmon tai objektin (ks. kuviot 13 & 14). Prototyypissä on vain pelkistetyt värit, ja yksityiskohdat on jätetty pois ja on vähä polygoninen malli. Hahmottelun yhteydessä tehdyt mittakaavat ja muut perustiedot auttavat luomaan mallin perustan.

Tässä vaiheessa prototyyppien teossa voidaan nähdä mahdolliset uhat sekä virheet. Esimerkkinä voidaan mainita yksi uhka mallissamme. Ovien kehykset sekä seinä mallien yhteensopivuus, jotka esiintyvät huoneen seinämissä. Kun yhdessä pelihuoneessa oli monta ovea, jotka sijaitsivat seinissä ja latioissa, Lattiaoven ja seinäoven liitoskohdat olivat yksi haasteista, jotta ne saataisiin

sopimaan toisiinsa, jotta ne eivät leikkaisi toisiaan ja jotta mallin tekstuurit eivät muodostaisi kaksoiskerrosta, joka on erittäin näkyvä tarkkasilmäiselle pelaajalle. Ongelman ratkominen tuli eteen artisteille, jolloin artistien ja designereiden tulisi tehdä mahdolliset muutokset. Jotta leikkauskohdat saataisiin poistettua, päätettiin malliin tehdä muutoksia liitoskohtaan poistamalla osan polygoneista ja uudelleen liittää jäljelle jääneet polygonit toisiinsa.



KUVIO 15. Kuvakaappaus monista erilaisista prototyypeistä

3.6 3D-mallin testaus ja palauteet

Kun ensimmäiset prototyypit on luotu, niin tiimi testauttaa mallin toimivuutta pelin testialustalla, jonka pelimoottorina käytimme Unityä. Yleensä pelintestaaja voi olla joko tiimin vetäjä, designeri tai tiimin värväämä ulkopuolinen henkilö, jolla on kokemusta peleistä ja niiden testaamisista. Viikon lopussa perjantaisin oli tiimillä testauspäivä, jolloin kutsutut vierailevat henkilöt voivat testata prototeliä ja antaa rakentavaa palautetta, josta parhaat palautteet voitoin ottaa käyttöön.

Maanantaisin viikkopalaverin yhteydessä keskustellaan mahdollisten yleisöpalautteista, jos niitä oli saatu testipäivän yhteydessä. Yhdessä tiimin kanssa keskusteltiin siitä, että onko palaute aiheellinen ja voiko sitä hyödyntää pelissämme tai malleissa. Suurin osa mahdollisista vioista saatiin korjattuu yleisöpalautteen ansiosta. Myös tiimi voi itse testauttaa ilmoitetut viat, jos testaaja tai pelaaja oli ilmoittanut siitä tiimille palautteessa. Jos jokin pelissä oleva malli tai toiminta ei miellyttänyt tai

toiminut. Se nopeasti uudelleen suunnitellaan tai poistetaan kokonaan, ja tilalle pyritään luomaan jotain uutta.

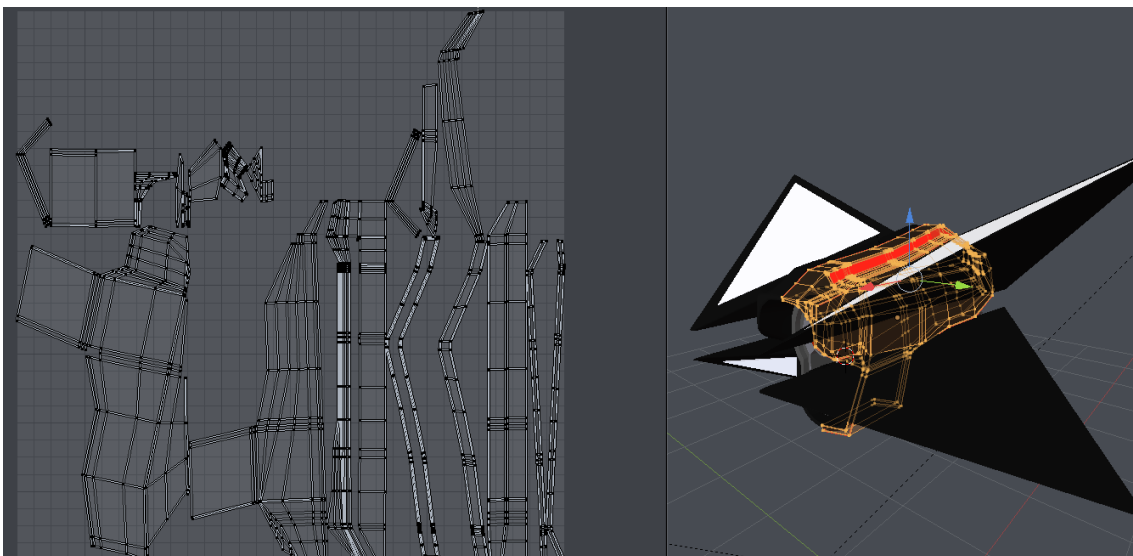
3.7 High poly- ja Low poly -mallinnus

Kun testattavat mallit ovat suorituneet pelin testauspäivästä, mallin kehitystyötä jatketaan, jolloin mallista tehdään paljon yksityiskohtaisempi versio sekä kaikki tarvittavat tekstuurit sekä optimoinnit. Ensimmäiseksi luodaan high poly ("HP") -versio mallit, jotka sisältävät monimutkaiset ja tarkat yksityiskohdat. High poly eli suuri polygonisessa mallissa voi olla yli miljoona polygonia, jotka voivat olla rasite pelin suorituskyvylle. Valmiista high poly -versiosta voidaan kääntää low poly ("LP") -versioon, jolloin mallissa sisältää huomattavasti vähemmän polygoneja. Low poly-mallissa sisältää myös UV-kartoituksen mallista (ks. kuvio 16), johon tehkään sitten tekstuuri.

Tarkkaa raja-arvoa ei ole määritelty low polygoni malleille, mutta se on suhteessa termiin ja riippuvainen seuraavista:

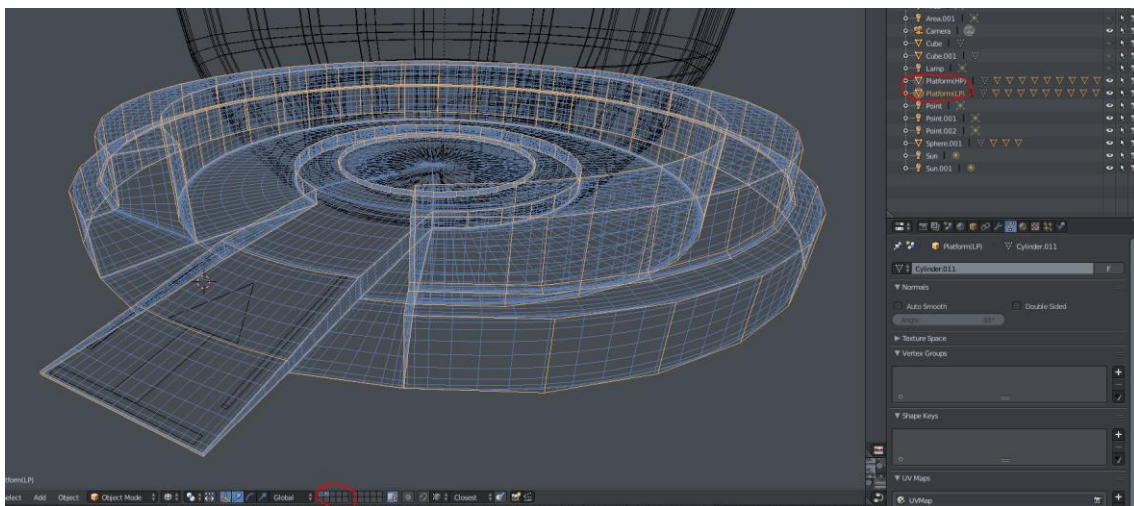
- Meshin suunniteltu aika ja laitteisto
- Loppulliseen meshiin vaadittavat yksityiskohdat
- Kyseisen kohteen muoto ja ominaisuudet

(Wikipedia 2018, viitattu 3.6.2018.)



KUVIO 16. Cortex Protocol ansamallin prototyypin UV-kartoituksesta (vas.) Blenderissä

UV-kartoitusta käytetään sitten mallin viimeistelyssä, johon luodaan mallin tekstuurit. Ennen kun tehdään tekstuurit, niin ("HP") ja ("LP") mallien keskenään tehdä (engl. Bake) Beikkaus eli high poly arvot tuodaan low poly malliin (ks. kuvio 17), jossa High poly malli on merkattu sinisellä ja low poly malli keltaisella. Miksi tätä ylipäättänsä tehdään? Se on niin sanottua "ilmaista" ison luokan tekstuuria, jossa ei tarvitse maksaa näytönohjaimen suoritustehosta. Nykyään kaikki suuret AAA-peliyri-tysten tekemät pelihahmot sekä muut objektit on luotu low poly malleihin, jossa high poly malli ympäröi sitä. Kun mallit ovat beikattu keskenään, malli tarkistetaan virheistä, jotka voivat helposti syntyä mallintamisessa. Yleisimmät virheet beikkauksen yhteydessä ovat sahalaitaiset kuviot pehmeissä reunoissa (engl. anti-aliasing), vääranlaiset heijastukset ja poikkeavat leikkauskohdat UV kartoituksissa. Jos virheitä ilmestyy, niin mallia joudutaan korjaamaan erilaisilla UV-kartoituksilla tai muokata verteksien paikkaa ja käyttäytymistä.

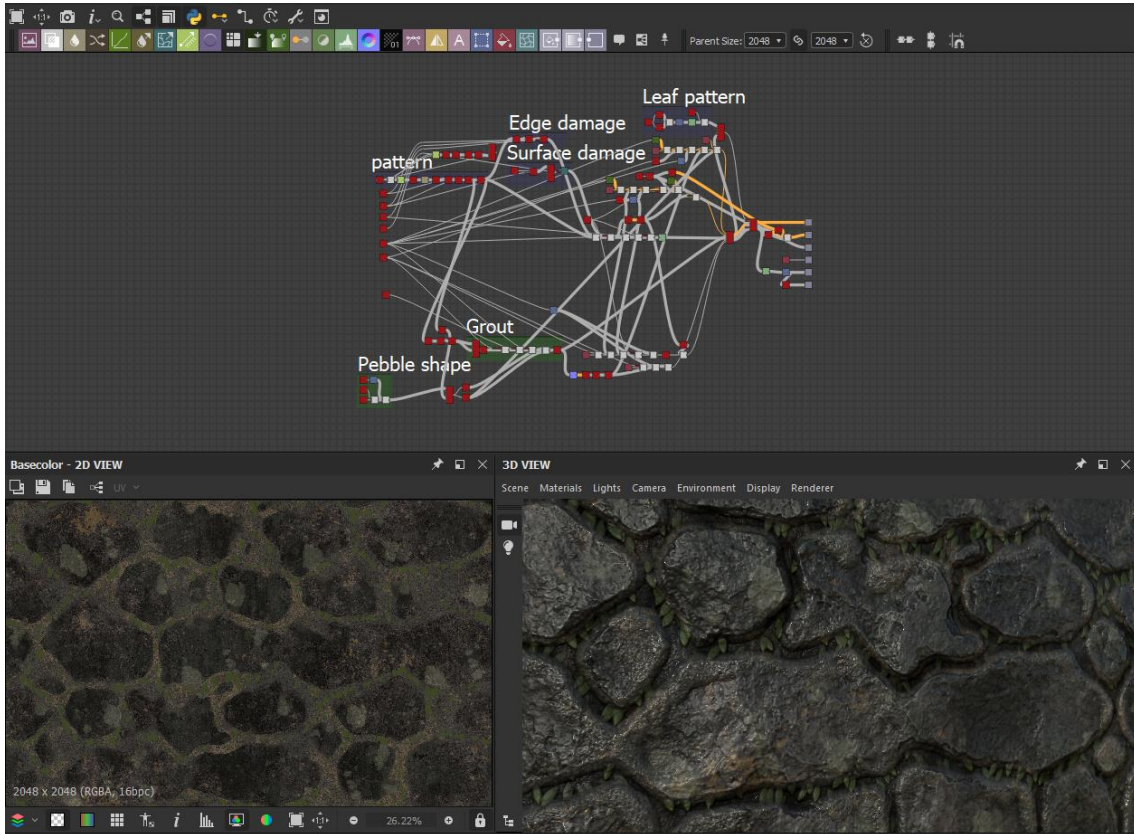


KUVIO 17. Kuvakaappaus Cortex Protocol -mallin beikkaamisesta

3.8 Viimeistely ja valmis versio

Omasta mielestäni tämä on artistin suosikkivaihe, kun on mallit tehty ja virheet on saatu korjatuksi tai vähiin. Tämän jälkeen beikatut mallit voidaan viimeistellä erilaisilla ohjelmilla. Game Labin aikana ostin Substance-ohjelmat (Substance designer ja painter) steamin kesä- ja joulualesta. Substance designer ja painter ovat maksullisia ohjelmia, jotka ovat erittäin suosittuja noin 95%:ssa AAA-luokan peliyhtiöistä. Substance designerilla voidaan luoda omia kustomoituja kuviomalleja, joita voidaan hyödyntää jopa painterissa. Substance designerissa toimitaan node editorin avulla, jolla luodaan kaikki kuvio, värit, korkeudet, materiaalit. Designer-ohjelmalla voidaan luoda erittäin

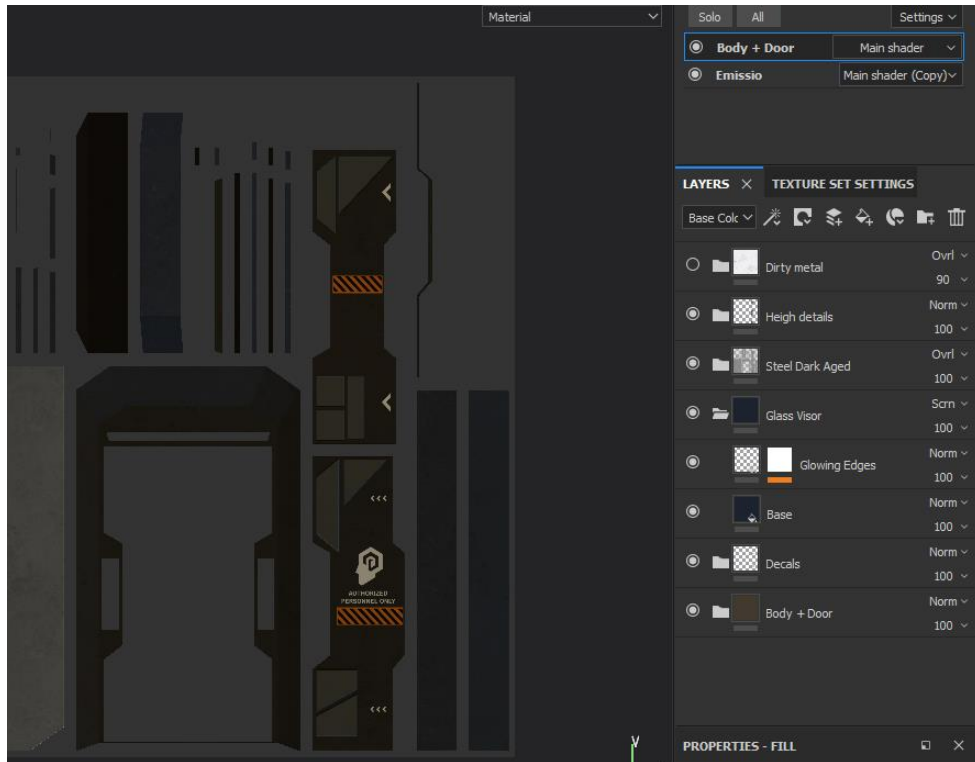
aidon näköistä tekstuuria, jotka sisältävät monet säädökset joihin kuuluvat perusväri, normaalikarttoituksen, korkeuden, ympäristövarjostuksen (engl. Ambient occlusion), metallisuuden ja heijastuksen (kuvio 18).



KUVIO 18. Kuvakaappaus omasta Substance designer -ohjelman projektista

Substance painter on 3D-mallin tekstuurin maalaamisohjelma (ks. kuvio 19), josta henkilökohtaisesti pidän paljon tästä ja painteria oli helppo oppia, koska se muistutti Adoben photoshopia. Ennen kun aloitin viimeistelemään mallia, käytin aikani ohjelman opiskeluun. Useiden tuntien jälkeen päätin työstää sitten meidän peliprojektin mallia, joka tulisi meidän pelin "main menu" huoneeseen koristeeksi. Myös beikkaaminen kahden mallin välillä onnistuu tässä substance painterissa, joka on paljon helpompi, mutta jos vika on itse mallissa, joutuu mallia korjauttamaan Blenderissä. Substance painterissa käsitellään samoja kanavia kuten Substance designerissä: perusväri, normaalikarttoitus, korkeus, varjostus, metallisuutta ja heijastuksia. Painter ohjelma sisältää perustyökalut sekä automaattiset materiaalit, joita voi muokata itsensä mukaiseksi. Internetissä löytyy joitain ilmaisia sekä maksullisia materiaaleja mm. Substance Source. Kun kaikki tarvittavat maalaukset ja muu hienosäätö on saatu tehtyä, tekstuurit voidaan exportata, jolloin painter-ohjelma luo export

kansioon tarvittavat tekstuuri osaset (ks. kuvio 20). Tämän jälkeen malli ja sen tekstuurit importaan ja yhdistetään yhdeksi materiaaliksi Unity alustalle (ks. kuvio 22), jolloin malli on täysin valmis asset-tiedostona toimitettavaksi pelialustallemme.



KUVIO 19. Kuvakaappaus ovimallin maalauksesta Substance painterissa.



KUVIO 20. Kuvakaappaus "main menu" oven mallin tekstuureista, joka sisältää albedon, metallisuuden ja normaalin.



KUVIO 21. Kuvakaappaus valmiista versiosta "main menu" huoneen ovesta Substance Painterilla.



KUVIO 22. Valmiit tekstuurit Unityssa ja materiaaliin liittäminen 3D-malliin.

4 ONGELMAT JA HAASTEET

3D-mallin prosessi tai muu työ peliteollisuudessa ei ole koskaan helppoa. Joskus prosessin yhteydessä ilmenee ongelmia sekä haasteita. Ongelmat voivat haitata työn prosessia joko ajallisesti tai ilmetä henkilöissä henkisenä tai fyysisenä kuormituksena.

Hyvin yleinen ongelma pelialalla on burnout eli työuupumus, joka piinaa motivoituneita pelikehittäjiä, -koodareiden, -graafikoiden sekä muita alalla työskenteleviä. Esimerkiksi Oulu Game Labissa työuupumus voi ilmetä pitkissä jatkuvissa työpäivissä, vaikka tarkoituksena on totuttaa opiskelijoita oikeeseen pelialan työelämään. Entinen Oulu Game Labin maisteri Aki Latvamäki kertoi Ylen haastattelussa, että osalla opiskelijoista on vaikeuksia pitää kiinni unirytmistä, mikä on sitten vaikeuttanut työskentelemistä esimerkeiksi Oulu Game Labissa. Vaikka henkilöllä olisi paljon intoa ja motivaatiota, niin edellä mainitut asioiden huolenpito voi venyä. Onneksi sisäänvaietun uupumisen tunnistetaan nopeasti alan sisällä (Köngäs & Pinola, haastattelu 10.5.2017).

Yksi haasteista tiimille olivat sovitut aikarajat, esimerkiksi viikottaiset sprintit. Joka sprintille oli määriteltä aika, jolloin annettu tehtävä tai työ tulisi olla tehtynä. Toiset työt tulevat joskus tehtyä nopeammin, mutta myös aikainen työn valmistuminen voi olla ongelma. Ilman töitä oleva henkilö voi tyytyä, mikä voi sitten heikentää motivaatiota. Vaikka työ valmistuisi ajoissa, niin tehtyä työtä voidaan aina parantaa työn laatua koskevalla palautteella. Sitten on isompia töitä, joissa kuluu aikaa todella kauan ja se voi saada itse henkilön stressautumaan, ja se voi heikentää työnlaatua ja pahimmassa tapauksessa motivaation katoamiseen, jos pitkään jatkuva työ ei saada valmiiksi. Varsinkin erittäin kiireiset työt, jotka piti olla valmiina alle parissa päivässä, olivat yksi haasteellisimmista töistä, jonka opiskelija voi kohdata. Esimerkkinä mainittakoon yllättävät tapaamiset, joihin piti valmistella esittelydiat ja niihin kuuluvat videot sekä kuvat hyvin lyhyellä varoitusajalla.

Myös tiedonkulun katkeaminen joukkueen sisällä oli haaste tiimille. Tärkeät tiimiin liittyvät asiat olivat joko myöhässä tai viiveellä kuten tulevat tapahtumat, josta ei ollut kerrottu tiimille, vaikka meidän tulisi olla siinä osallisena. Demo pathin aikana Gate-tapahtuman tehtävänanto tuli muutamaa päivää ennen H-hetkeä, vaikka siitä olisi voitu kertoa viikkoja aikaisemmin, jotta tiimi voi aikatauluttaa työnsä ja valmistella palautettavaa dokumenttia Gate-tapahtumaan varteen ilman minikäänlaisia stressiä.

Haasteena 3D-mallintajalle on päästä sopuun myös konseptitaiteen kanssa, jonka on tehnyt 2D-artisti. Vaikka 2D-artisti on tehnyt oman näkemyksensä siitä, millainen se itse malli voisi olla. Haasteena voi olla sen toimivuus 3D:ssä. Jos 3D-artisti näkee jotain joka ei varmaan tule toimimaan mallissa. Hän voi sanoa siitä suoraan, että tämä ei tule varmaan toimimaan ja se voi tuottaa erilaisia mielipiteitä kahden eri artistin näkökulmasta. Onneksi tiimissämme pääsimme monista konsepteista yhteisymmärryksiin ilman mitään suurta vastakkain asettelua.

Aikasemmin kirjoitin 3D-mallin beikkauksesta, joka on yksi suurimmista haasteita saada se toimivaksi. Oulu Game Labissa suurin ongelma näin 3D-mallintajana oli tämä beikkaus, koska virheet 3D-mallin beikkauksessa on hyvin yleistä, ja näin vielä aloittelevana artistina sitä ongelmaa oli vaikea saada korjatuksi ja se vei minulta paljon aikaa. High poly -mallin ja low poly -mallin beikkaus on hyvin yleinen 3D-artistin suurin päävaiva, joka voi viedä suurimman osan ajasta.

Pitkät työpäivät vaativat myös hyvän työergonomian, joka on vielä aika lailla jäänyt toteuttamatta Oulu Game Labissa. Koska työ on jatkuvaa istumista ja pitkän istumisen aikana paikat saattavat kipeytyä eri puolta kehoa kuten selkää ja hartioita. Heikon ergonomisuuden takia, jouduin välillä jäämään kotiin selkäkipujen vuoksi. Muutkin opiskelijat ovat myös kärsineet tästä sekä valittaneet tästä tiimin vetäjälle sekä Oulu Game Lab maistereille. Tästä syystä tiimi päätti pitää aamupalaverit seisten ja tiimi muistutti, että työntekijän kannattaa pitää kahvitauko säännöllisesti, haukata raitista ilmaa ja verryttellä kehoa ennen töiden jatkamista.

Aki Latvamäki muistuttaa, että vaikka pelialalla pääsee pelailemaan pelejä, se on aika rankkaa työtä. Pelata samaa peliä ja samaa kohtaa pelistä etsitään pelkästään virheitä tunti tolkulla. Myös kova kilpailu työpaikoista on kova, kun kaikki pyrkivät täydellisyyteen. Yksi entinen Oulu Game Labin graafikko-opiskelija myönsi jopa tehneensä hommia jopa yön aikaan (Köngäs & Pinola, haastattelu 10.5.2017).

5 3D-MALLINTAJAN TYÖKALUT

5.1 Blender

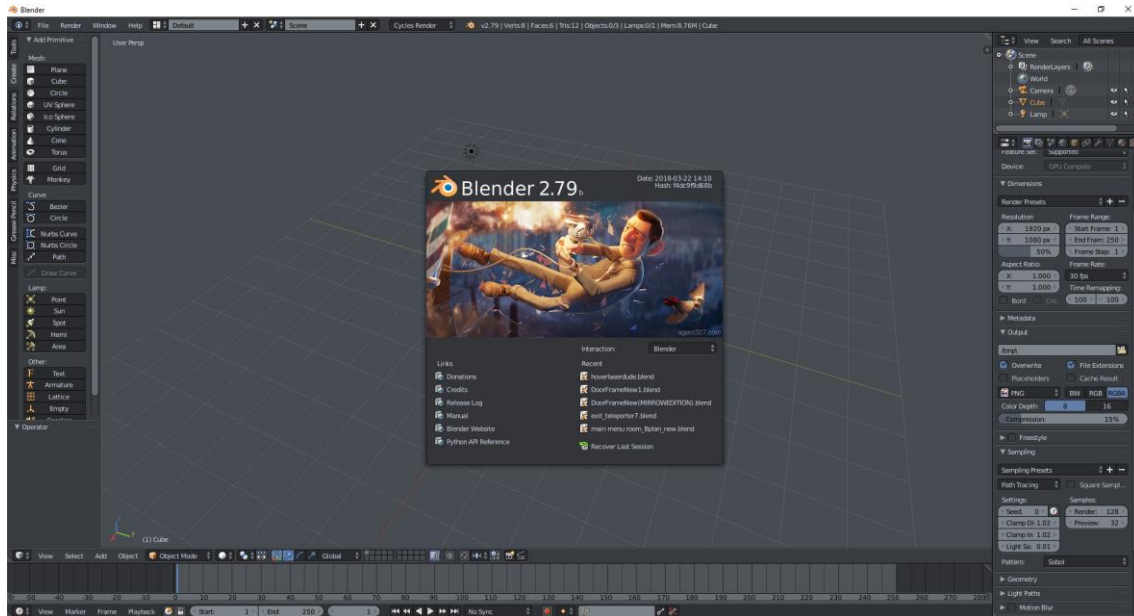
Blender on ilmainen 3D-mallinnus-, videointi-, veistos- (engl. sculpting) ja animointiohjelma, joka on erittäin suosittu monien peliartistien, -ohjelmoijien sekä -suunnittelijoiden keskuudessa. Ohjelma sopii kaiken tasoisille aloittelijoista mestareihin. Blender on kehitetty Hollannissa vuosikymmen alkusta tähän nykypäivään asti ja edelleenkin sitä työstetään ja kehitetään.

Kuten aiemmin mainitsinkin. Blenderillä voi tehdä realistisia 3D-objekteja käyttämällä 3D-moottoria. Sillä voidaan suunnitella 3D-asetteja helposti ja nopeasti, mutta se on kuin muutkin 3D-ohjelma. Sen hallitseminen vaatii aikaa ja vaivaa. Myös olemassa olevia 3D-objekteja voidaan muokata Blenderissä. Animointi onnistuu helposti erilaisilla valmiilla olevilla luurangoilla ihmishahmosta nelijalkaisiin olentoihin. Blenderillä voidaan simuloida erilaisia käyttäymistä kuten neste, savun, kankaiden sekä muiden partikkeliefektien avulla. Blenderillä videon muokkaus on mahdollista.

Hyvä asia tässä blenderissä on se, että tämä ohjelma ei vaadi mitään erillistä lisensointia. Artisti voi luoda mallin markkinointi tarkoitukseen, kun muissa 3D-ohjelmissa joudut maksamaan tietyn summan saadakseen luvan siihen. Kiitosta tulee myös helposti käyttöliittymästä. Hyvänä ja huonona puolena Blenderissä käytetään avointa lähdekoodia, jolla lähdekoodia voidaan muokata erilaisilla plugineilla, mutta avoin lähdekoodi on myös herkkä erilaisille koodivirheille päivityksien aikana. Blenderille ei voi myöskään laatia kunnon ohjeistusta, koska ohjelma muuttuu koko ajan, jolloin olemassa olevat ohjeistukset vanhenevat nopeasti.

Yksi internetin tunnetuimmista artisteista Andrew "Blender Guru" (2013) kertoi omassa blogissaan siitä, kuinka hän löysi Blenderin ja kuinka hän siihen lopulta päätyi. Vuonna 2004 hän ihastui Toy Story-elokuvan animaatioihin kautta, mutta hän piti ammattilaisten työkalua liian kalliina. Sitten hän näki "Killer Bean 2" youtube video ja hän ajatteli, että varmaan löytyisi jokin ilmaisohjelma, jota hän voisi käyttää. Lopulta hän löysi Anim8or-ohjelman, mutta lataamisen ja testauksen jälkeen Andrew lopetti sen käytön, koska ei ollut mitään tutoriaaleja siihen. Siihen aikaan ei ollut kovin paljon tutoriaaleja, joten Andrew opiskeli Blenderin vaikeaman kautta: yksin. Andrewille tämä oli tuskallisen

hidas prosessi. Yli 4 vuoden tuskan ja vaikean opiskelun kautta hän oppi jokaisen epäonnistumisensa ja loppujen lopuksi hän sai hänen ensimmäisen mallinsa valmiiksi. Nykypäivänä hän tekee 3D-malleja ja opettaa muita ihmisiä käyttämään Blender-ohjelmaa youtubessa.



KUVIO 23. Blender-ohjelman aloitusnäky

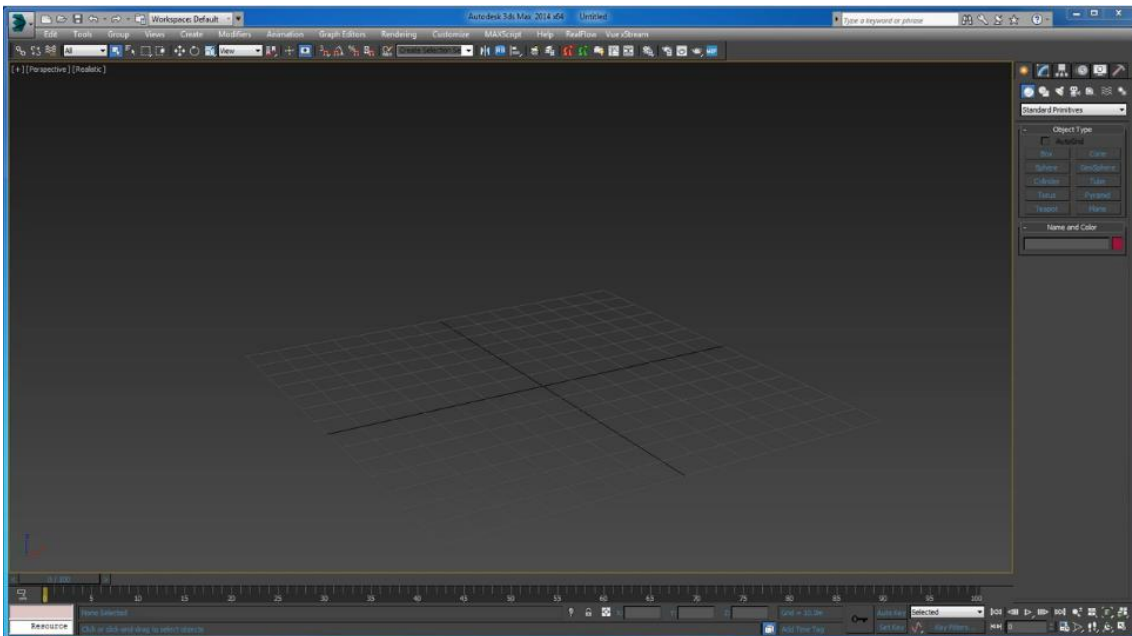
5.2 3Ds Max

3Ds Max on monien ammattilaisten sekä keskisuurten ja suurten peliyhtiön käyttämä 3D-ohjelma. 3Ds Max (ent. nimi: 3D studio) on luotu vuonna 1996. Ohjelman tekijä on Autodesk Yhdysvalloista. 3Ds Max:lla voidaan tehdä pitkälti samat asiat kuten Blenderissä: 3D-mallintaminen, veistokset, partikkeliefektit, simulaatiot, animaatiot sekä 3Ds Maxin oma laaja materiaalikirjasto, josta löytyy monta erilaista materiaalia, joita voi säädellä haluamansa mukaan. Suurin haitta on ohjelman kallis hinta, mutta sillä saa monta eri ohjelmaa. Esimerkiksi Maya on myös artistien suosima ohjelma.

3Ds Maxissa on vaikea käyttöliittymä, joka vie aikansa sen oppimiseen. Kun käyttöliittymän osaa hallita ja tietää mikä ja missä mikäkin toiminnallisuus on. Kun käyttäjä on oppinut tunnistaa käyttöliittymiä ja niiden toiminnallisuuden, niin ohjelman käyttö pitäisi olla helppoa. 3Ds Max ei saa kovin paljon päivityksiä, mutta jos päivitys tulee niin ne ovat isoja. Kuten mainitsikin alussa, että ohjelma ei ole ilmainen. Hinta voi olla 1000–3000 euroa, mutta tätä ohjelmaa käyttävät enimmäkseen kes-

kisuuret ja suuret peliyhtiöt. Oppilaitokset voivat hakea opiskelijalisenssiä ja opettajat sekä opiskelijat pääsevät tutustumaan 3Ds Max-ohjelmaan. 3Ds Maxin oppilaitoslisenssillä voidaan tehdä 3D-malleja vain yksityiskäyttöön kuten opiskelutilanteeseen.

Tätä ohjelmaa käyttää myös kokoaikainen freelanceri 3D-hahmo artisti José Alves Da Silva, joka on voittanut monia palkintoja netissä julkaisemistaan kuvista. AUGIn (Autodesk User Group International) teettämässä haastelussa (2014) José kertoo käyttävänsä 3Ds Maxia ja Mudbox tai Zbrush-ohjelmaa työssään. 3Ds Maxissa hän tekee perusmallin tai käsittelee kovia pintoja ja Zbrushissa tai MudBoxissa suorittaa mallin orgaaniset veistämiset ja tilanteen mukaan vaihtelee ohjelmia keskenään. Kun hän on päässyt viimeistelyvaiheeseen, hän kokoaa viimeisen kohtauksen, jossa hän säätelee kameraa, valaisua sekä materiaaleja, siihen hän käyttää 3Ds Maxia. Josén Suosikkiminäisyyksiksi hän nimesi CAD-tiedostopiirustusten tuonti ohjelmaan, koska muut ohjelmat eivät pystyneet siihen. Hän myös pitää muokkaajan pino -logiikasta, koska hän näkee siitä mallin historian eli sen, mitä muutoksia hän on tehnyt.



KUVIO 24. 3Ds Max näkymä vuoden 2014 versiosta

5.3 Substance designer 2018

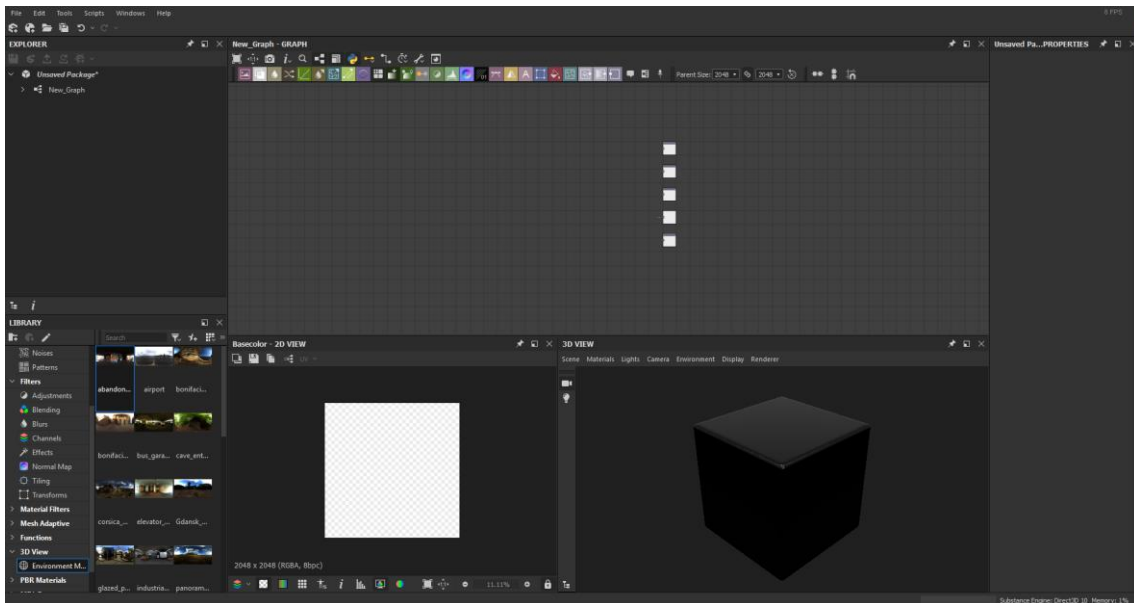
Vuonna 2002 perustettu Allegorithmic toi uuden mullistuksen vuonna 2010 julkaisemalla uuden ohjelmiston ja sille nimeksi tuli Substance Designer. Substance designer on solmupohjainen työkalu, joka on omistettu materiaalien kirjoittamiselle. (Allegorithmic support, 2018)

Substance designer -ohjelmalla (kuvio 25) voidaan tehdä omaperäisiä materiaaleja, joita voidaan käyttää omilla 3D-asetteissa ja pelimoottorissa. Substance-projektin alussa käyttäjä voi valita, millaisen grafiikka-alustan hän haluaa käyttöönsä riippuen hänen tulevasta materiaalista. Monet materiaalit tehdään fyysiseen perustukseen (engl. physically based). Käyttäjä voi valita fyysisen perustuksen, jotka sisältävät metallisuuden ja karkeuden tai peilimäisyyden ja kiillon valinnan mukaan. Muita perustusvalintoja ovat standarti, skannatut prosessinen fyysinen perustus, AxF, oman studio panorama luominen sekä monenlaiset maalaus filterit (engl. Painter filter) ja korkeus voidaan määrittää 16: sta pikselistä 4K: n pikseliin. Tämän jälkeen käyttäjä tulisi käyttää kirjastoa tai pikakomentoja lisäämällä eri toimintoja kuten värejä, muotoja, filtereitä, generaattoreja, yhdistäjiä, funktioita ja samoja toimintoja, joita pystyy kuvankäsittelyssäkin tekemään. Kun toiminto on lisätty, toiminto linkitetään näihin loppupäätteihin: perusväri, pinnan korkeus eli normal, karheus eli roughness, metallisuus tai korkeus. Monella toiminnoilla on omat parametrit, joilla voidaan tehdä omia muokkauksia toiminnolle. Tämä voi olla haastava varsinkin aloittelijoille, mutta monien vuosien harjoitus Substance designerilla voi tuottaa erittäin korkeanluokan materiaaleja kuten orgaanista (kasvistoon, eläinten tai ihmiseen liittyvää) tai epäorgaanista (kivet ja veistokset) ja maalaus-työkalun avulla voidaan saada tarkat värisävyt olevista alkuperäisistä orgaaneista tai epäorgaaneista. Useat ammatilliset työt vaativat monien tuhansien toimintojen linkittämisen ja yhdistämisen, jotta lopputuloksesta saadaan uskottava ja aidonnäköinen materiaali kuten oikeassa elämässä. Substancella on oma kirjasto, joka sisältää laajavalikoitavia toimintoja, ja niitä voi yhdistellä toisiinsa ja joilla voi luoda jotain uutta.

Substance designer ei ole ilmainen. Steam-kaupan mukaan uusi käyttäjä joutuu maksamaan tästä ohjelmasta 150 euroa (vuoden lisenssi), ja vuoden käytön jälkeen käyttäjä voi uusia lisenssinsä, jolloin hinta putoaa puoleen alkuperäisestä hinnasta. Lisenssointi on sama Substance painter-ohjelmassakin. Itse voin suositella ostamaan tämän ohjelman erikoistarjouksien aikana, jolloin hinta voi pudota alle 100 euroon.

Tätä ohjelmaa käyttää myös ympäristöön erikoistunut artisti Joshua Lynch (haastattelu, 2016), joka on työskennellyt pelialalla jo 7 vuotta ja työskentelee osana Call of Duty -peliprojektissa. Ensimmäisen kerran hän näki Substance designer -töitä, kun Assassin's Creed Unity-peli oli julkaistu. Silloin hän päätti ottaa Substance designer -ohjelman, koska hän näki siinä suuren potentiaalin. Alkuvaiheessa Joshuan oli vaikea löytää tietoa ohjelmasta Rogelion videoista ja allegorithmicin youtube-sivustolta, mutta yhteisö oli aktiivinen ja tukija. Suosikkina hän pitää substance designer -

ohjelman nopeudesta. Hän myös ihastui joustavuustoimintoon, jossa hän voi ottaa minkä tahansa solmun toiseen materiaaliin ja tuoda ne uutena tiedostona johonkin muuhun hänen projektiinsa. Sillä säästettiin aikaa ja samalla ajalla voitiin muokata visuaalista sakeutta. Myös hän tykkäsi siitä, että jos alkupäässä hän teki jonkun muutoksen niin koko muutos tapahtui sitten kaikissa olevilla ketjussa, kertoo Joshua Lynch haastattelussa (Allegorithmic, haastattelu 29.9.2016).



KUVIO 25. Substance Designerin käyttöliittymä

5.4 Substance Painter 2018

Neljä vuotta myöhemmin Substance Designer julkaisun jälkeen Allegorithmic-yhtiö julkaisi seuraavan mullistavan ohjelman: Substance Painter. Substance Painter -ohjelma on 3D maalausohjelma (kuvi 26), jossa voidaan tehdä maalauksia jo valmiiseen 3D-asettiin. Ohjelman käyttöliittymä muistuttaa melko paljon Adoben photoshoppia, joten jos käyttäjällä on aikaisempaa kokemusta photoshopista, niin käyttäjä ei tarvitse paljon aikaa tuhlata itse Substance painteriin, koska se on saman tuntuinen.

Kun käyttäjä aloittaa maalausprojektin omalle 3D-asetille. Uusi projektin pohja valitaan sen mukaan mihin pelialustaan 3D-asetti olisi tarkoitus yhdistää. Cortex Protocol -peli on tehty Unity-pelimoottoriin, jolloin valitsen alustaksi Unity 5:n (allegorithmic). Sitten minun pitää lisätä myös valmiiksi tehty 3D-asetti ja valita myös dokumentin resoluutio mihin haluan tehdä sen maalauksen vaikka 2K tai 4K pohjaan. Jos 3D-asettiin on tehty valmiiksi beikkaukset niin senkin voi lisätä,

5.5 Adobe Photoshop

Adobe Photoshop on tunnettu rasterigrafiikka editorina, joka on tietokoneohjelma, jonka avulla käyttävät voivat luoda ja muokata kuvia ja tallentaa ne yhteen useista eri muodoista. Photoshopista on tullut tosiasiallinen teollisuusstandardi, ja ohjelman nimestä on johdettu verbi ”photoshopata”. (CBR, 2018, viitattu 10.10.2018.)

Photoshop-ohjelmalla on useita työkaluja, joita käyttäjät voivat hyödyntää manipuloimaan ja muokkaamaan kuvia: kloonityökalulla kopioi kuvan osan; muotityökalu luo suorakulmioita, ympyröitä ja viivoja; kynätyökalu luo täsmällisiä polkuja, jotka käyttävät ankkurointipisteitä. Muita työkaluja ovat muun muassa leikkaus, viipalointi, taikasauva, lasso, pyyhekumi ja sokkeli. (CBR, 2018, viitattu 10.10.2018.)

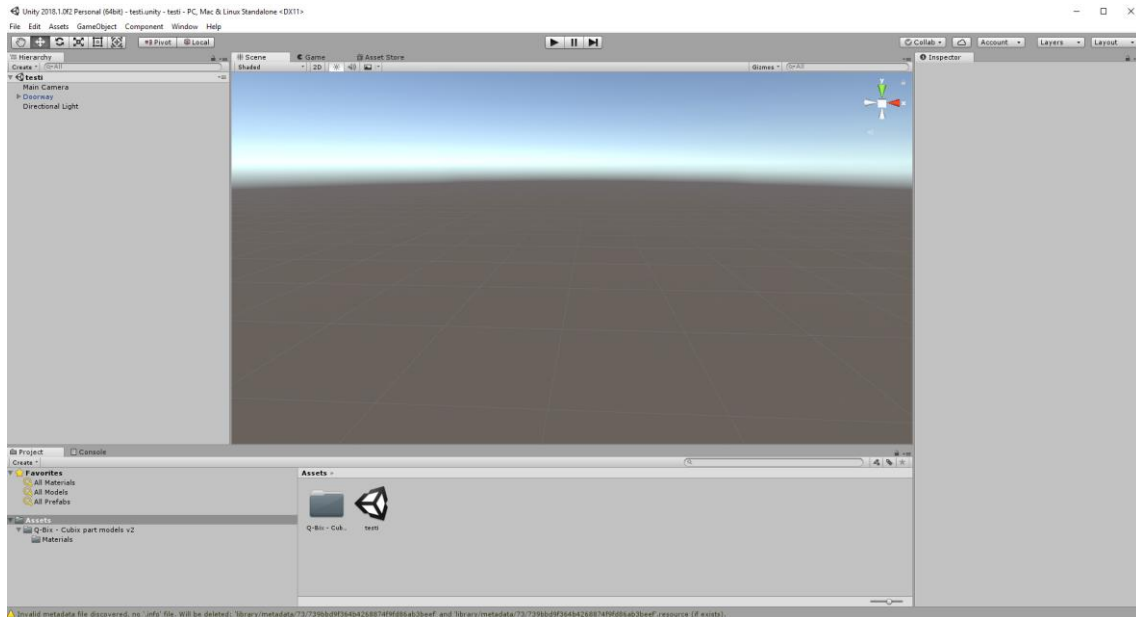
Pelialalla kuuluu peliartistien vakiotyökaluun. Adobe Photoshop sopii loistavasti osaksi 3D-mallin ja 2D-tekstuurikartan tekoa. Vaikka Adobe Photoshop on melkein 30 vuotta vanha ohjelma. Sitä on työstetty, päivitetty nykyaikaiseksi ja näin se on säilyttänyt vahvan aseman artistien ja graafikkojen työkaluna. Hinta on sitäkin sopiva kaikille sen käyttäjille, jossa halvimmillaan voi olla 20 euroa kuukaudessa ja jos haluaa käyttää muitakin ohjelmia photoshopin lisäksi niin hinta on yli 50 euroa kuukaudessa. Opiskelijat voivat saada kaikki ohjelmat käyttöön 20 eurolla. Yrityksille hinta on noin 32 euroa kuukaudessa.

Kokemusta photoshop-ohjelmasta löytyy 2D-konseptiartistilta Gina Nelsonilta Isosta-Britanniasta. Hän työskentelee lontoolaisessa peliyhtiö The Secret Police (suom. Salainen poliisi). Hän aloitti uransa heti lukionsa päätyttyään ja aloitti työn paikallisessa johannesburgissa. Haastattelussa Gina Nelson kertoi, että hän käyttää enimmäkseen photoshoppia, kun hän tekee graafisia teoksia peliin. Hän myöntää, että hän ei myöskään käytä mitään lisäreitä hänen teoksissaan, mutta joskus hän käyttää ns. ”Laiska Nexumi” -pluginia, jolla saadaan pehmennetty linjatytöt. Työssään hän käyttää taidekirjoja ja muita artisteja inspiration lähteenä. Hän toivoo olevansa myös yksi artisteista, joka voisi inspiroida muita artisteja. Haasteena omassa photoshoppi työssään on dynaamisen kappaleen luominen, joka käyttää ennakkokäsitystä. Tämän kappaleen kanssa hän jäi jumiin johonkin yksityiskohtaan ja unohtanut koko kappaleen, mikä on vaarallinen erehdys tehdä työssään. Hänen onneksi hänellä on tuoreet silmät auttavat johtamaan työn loppuun. Loppujen lopuksi on hyvä olla artisteja ystävänä, joka antaa oman mielipiteen työstäni ja huomata asioita, kun olet tuijottanut sitä samaa taidetta tunteja (3dtotal, haastattelu 16.8.2016)

5.6 Unity

Unity eli pelimoottori (kuvio 27) on ohjelma, joka tarjoaa pelintekijöille tarvittavia ominaisuuksia, jotta pelejä voidaan rakentaa nopeasti ja tehokkaasti. Pelimoottori (Unity) on viitekehys pelikehitykselle, joka tukee ja tuo yhteen ydinalueet. Siihen voidaan tuoda 2D-taidetta ja 3D-asetteja muista ohjelmista kuten Maya, 3Ds Max ja photoshoppia; koota nämä pelikohtauksiin ja -ympäristöön; lisätä valaistusta, ääntä, erikoistehosteita, fysiikkaa ja animaatiota, vuorovaikutteisuus ja peliohjelmointia; ja muokkausta, debugata ja optimoida sisältöä sinun kohdealustalle. (Unity3d, 2018)

Myös Arktik Kirkle käytti Unity-pelimoottoria, kun lähetettiin tekemään Cortex Protocol -peliä. Valitsimme Unity-pelimoottorin alustaksi, koska se oli kaikille entuudestaan tuttu ja monipuolinen kaikille alustalle. Myöhemmin game pathin aikana Unity muutti Unity-palvelun ja hintaluokittelua kesken projektiamme. Ennen projekti oli ilmainen, mutta kun tavoitteena oli tuoda itse peli pelimarkkinoille kuten steamiin, niin Unityn hinta nousi aika paljon tiimille. Jos peliyhtiön rahoitus nousisi yli 100 000 dollaria, silloin Unityn käyttöä rajoitettaisiin ja jouduttaisiin käyttämään maksullisia toimintoja, kuten Unity Plus (25 dollaria kuukaudessa) ja Pro (125 dollaria kuussa). Suuri rajoittava tekijä muuttuneessa Unityssä oli talletuskoko ja käyttäjämäärän pienentäminen samassa projektissa ilmaiskäyttäjille, joka muuttui "Unity Teams", joka tarjoaa perus tai edistynyt-version. Perusversiossa opiskelija tai muu yksittäinen henkilö voi tehdä jonkin pienen pelin, jonka talletustila on yksi gigabitti ja työskennellä maksimissaan kolmen henkilön kanssa samassa projektissa. Isosta peliprojektista joutuu käyttämään Unity Teams Advanced -pakettia, joka maksamaan 9 dollaria kuukausimaksuna. Paketti sisältää 25 gigabittiä talletustilaa, pilvipalvelun ja sallii isomman tiimityöskentely samalla projektialustassa pientä hintaa vastaan.



KUVIO 27. Kuvakaappaus Unity-pelimoottorin käyttöliittymästä

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön toteutus oli pitkä, mutta onnistunut näin loppujen lopuksi. Vuoden aikana tehdyt 3D-mallit ovat saanneet tiimin jäsenet iloisiksi ja monet valmiit mallit pääsivät osaksi pelidemoa steamissä. Vuoden aikana Oulu Game Labissa tuotin paljon valmista materiaalia ja 3D-malleja, josta pystyi helposti tekemään opinnäytetyön. Valmiit 3D-mallit ja labin aikana otetut kuvat olivat suuri hyöty tälle raportille.

Lähdin tässä raportissa kertomaan siitä, millaista on 3D-mallintajan eli 3D-artistin työskentely osana peliyritystä. 3D-mallintamisen prosessi oli yksi iso kokonaisuus, vaikka välillä siitä poikettiin mutta jos halusi pyrkiä paremmaksi artistiksi, oli tärkeää pysyä sovitussa prosessissa mukana. Hyvinä motivaattoreina ovat toimineet muut 3D-artistit kuten Matthias Develtere (Machine games), joka kertoi Northern game summit 2018 -seminaarissa omasta työskentelystään pelialalla. Hän sanoi, että pitää vain tehdä ja tehdä, jotta voi saavuttaa sen parhaan tuloksen 3D-mallintamisessa. Virheitä tulee, mutta niistä tulee päästä ylitse. Hänen viestiinsä pystyin samastumaan ja asettamaan itselleni tavoitteen tulevaisuutta varten.

3D-mallin prosessin aikana keskityin paljon siihen, mitä siinä vaiheessa tapahtuu. Kun on tiimin kanssa saatu kasaan sopivan määrän referaatteja, siitä on hyvä lähteä tekemään omia 3D-malleja. Todellisuudessa jotkut näistä vaiheesta olivat isoja ja aikaa vieviä, joten jotkun malleista eivät ihan päässeet valmistumiseen saakka, mutta se on sen oppimisen arvoinen.

Haasteet ja ongelmat -osiossa nostetaan esiin tämän päivän pelialan huonoja puolia, jotka voivat ilmetä jokapäiväisessä työelämässä. Oulu Game Lab oli yksi hyvä esimerkki jopa minulle, millaista se olisi, jos työskentelisin oikeassa työpaikassa. Stressi ja epäergonomisuus ovat nykyään yleisiä, joten me opiskelijat pystytään vahvasti vaikuttamaan tähän asiaa avautumalla siitä keskustelupalaverissa. Hyvillä neuvoilla olemme saanneet ohjeistusta stressiin sekä epäergonomisuuteen.

7 POHDINTA

Oppinnäytetyön tarkoituksena oli kertoa 3D-mallintamisesta peliyrityksessä, jona toimi Arktik Kirkle niminen peliyritys, joka oli osana Oulu Game Labia. Hyödynsin tässä raportissa työn aikana otettuja kuvia, jotka olivat kuvattu 3D-mallinnuksen prosessin aikana. Omasta mielestäni olin saanut hyvin riittävästi kuvia oppinnäytetyöhöni, ja olin myös varannut riittävästi aikaa, koska ajattelin tästä oppinnäytetyöstäni tulevan laajan.

Yksi tavoitteista oli myös kuvailla 3D artistin työtä lukijoille. Kerroin alussa siitä tiimidynamiikasta ja miten 3D artisti on osa tätä kokonaisuutta, tiimityöskentelystä ja miten se hoidettiin. Pidin paljon siitä, että voin kertoa omasta työstä ja prosessista, koska sitä voidaan verrata esimerkiksi oikeaan työtilanteeseen, kun pitää selittää 3D-mallin prosessista ja tästä kokemukseta voidaan kertoa myös muilla henkilöille, jotka vielä etsivät omaa uraa pelialalla.

Ongelmat ja haasteet olivat myös osa kokemusta pelialasta, joita sain kokea Oulu Game Labissa. Vaikka koulutuksen aikana tehdyt virheet ovat osa tätä koulutusta, mutta joissakin virheissä olisin toivonut menevän toisin, mutta sille ei voi mitään. Sen opin, että kukaan meistä opiskelijoista ei ollut täydellinen missään ja että vahvimmassa alueessakin tulee virheitä tehtyä. Niistä pääsimme ylitse ja jatkoimme töitä.

Viimeisimmässä osiossa oli mielekästä kertoa myös 3D-mallintajan työkaluista, joita olen käyttänyt viimeisen parin vuoden aikana. Haasteena tässä oli kertoa aiheesta mielenkiintoisesti lukijoille, jotka eivät ole samalta alalta. Tähän osioon päätin lisätä myös muiden artistien kokemukset, koska niiden kokemukset ovat aina inspiroineet minuakin käyttämään näitä työkaluja, joten halusin jakaa tätä myös itse oppinnäytetyön lukijalle.

Noinpuolen vuoden aikana tehdyn oppinnäytetyön aikana tämä oli yksi mielenkiintoinen kokemus, koska sain tehdä siitä mistä eniten pidin. Tässä oli myös onni puolellani Oulu Game Labissäkin. Jos Cortex Protocol peliprojekti ei olisi päässyt game pathiin Oulu Game Labissa, niin en ehkä olisi tehnyt oppinnäytetyötä tästä aiheesta. Jopa tapauksessa tämä sekä muut aiemmat kokemukset ovat saanneet minut motivoitumaan jatkamaan 3D-mallintamisen parissa. Edessä on pitkä tie 3D-mallintamisen huipulle.

LÄHTEET

3dtotal. 2016. Gina Nelson: 2D artist interview. Viitattu 16.8.2016, <https://3dtotal.com/news/interviews/gina-nelson-2d-artist-interview-by-3dtotal-staff-nelson-photoshop#article-south-african-london-based-2d-concept-a>

Allegorithmic. 2016. Talk with a substance guru: Joshua Lynch. Viitattu 29.9.2016, <https://www.allegorithmic.com/blog/talk-substance-guru-joshua-lynch>

Allegorithm support. 2018. What is Substance designer?. Viitattu 2018, <https://support.allegorithmic.com/documentation/sddoc/what-is-substance-designer-129368141.html>

Chapman, B. 2014. Interview with the Artist. AUGI Autodesk User Group International. Yhdysvallat. Viitattu 27.1.2014, <https://www.augi.com/articles/detail/interview-with-the-artist>

Blender Guru. 2013. How I learned Blender – and 5 Tips for you. Viitattu 18.6.2013, <https://www.blenderguru.com/articles/how-i-learned-blender-and-5-tips-for-you>

DiPaola Chris. (2015). Block out 3D scenes. Viitattu 19.10.2015, <http://www.3dartistonline.com/news/2014/11/maya-tutorial-block-out-3D-scenes/>

Humalto, J. 2018. Toimiva tiimityö. FinFami. Viitattu 25.6.2018, <https://finfamiliaatu.fi/toimiva-tiimityo/>

Rouse, M. 2016. 3D modeling. TechTarget. Viitattu 4.2016, <https://whatis.techtarget.com/definition/3D-modeling>

Määttä, M. & Nuottila, E. 2016. Opas peliliiketoimintaan. Oulun ammattikorkeakoulu. Theseus. Oulu. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/113896/Opas_peliliiketoimintaan.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Köngäs, P. & Pinola, M. 2017. Burnout on tuttua pelialalla, ja se johtuu osin odotusten ja todellisuuden ristiriidasta: "Osalla kuva liian ruusuinen" | Yle uutiset | yle.fi. Viitattu 10.5.2017, <https://yle.fi/uutiset/3-9604466>

Saranen Consulting. 2018. Peliala on yhteisö: 5 vinkkiä mukaan haluavalle. Viitattu 29.1.2018. <https://www.saranen.fi/vierasblogi/peliala-on-yhteiso-5-vinkkia-mukaan-haluavalle/>

TE-palvelut. 2018. Ammattisanasto: Peliartisti. <http://www.ammattinetti.fi/ammattit/detail/1a61839b0a6534460152898151484a26>

Unity3d. 2018. what is a game engine. Viitattu 2018, <https://unity3d.com/what-is-a-game-engine>

Arif, Y. 2013. Game dev process. Slideshare. Viitattu 10.4.2013, <https://www.slideshare.net/Neokyo1/game-dev-process>

Wikimedia Foundation. 2018. Low poly. Viitattu 3.6.2018, https://en.wikipedia.org/wiki/Low_poly