



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Eira Erola

# Pelattavuus modulaarisessa kenttäsuunnittelussa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintätekniikka

Insinöörityö

20.5.2019

|   |   |
|---|---|
| Tekijä<br>Otsikko   | Eira Erola<br>Pelattavuus modulaarisessa kenttäsuunnittelussa |
| Sivumäärä<br>Aika   | 40 sivua<br>20.5.2019   |
| Tutkinto  | Insinööri (AMK)   |
| Tutkinto-ohjelma  | Tieto- ja viestintätekniikka                                  |
| Ammatillinen pääaine  | Pelisovellukset   |
| Ohjaajat  | Lehtori Antti Laiho<br>Toimitusjohtaja Lauri Hyvärinen        |
| <p>Insinööritöiden tarkoituksena oli suunnitella ja luoda moduulikokoelma, jonka avulla pelinkehityksessä tapahtuvaa kenttäsuunnittelua ja rakennustyötä voidaan tehostaa. Moduuleja suunniteltiin kymmeniä, ja niiden avulla rakennettiin kaksi suurta hallirakennusta pelimaailmaan. Hallien käyttötarkoitukset ovat resurssien keruu ja niiden käsittely.</p> <p>Modulaarisuus on merkittävä työkalu pelinkehitystyössä, ja se tehostaa erityisesti kenttäsuunnittelutyötä. Erityisesti avoimen pelimaailman kentät ovat usein valtavia, mutta modulaarisuudella jopa pienet kehitystiimit voivat tuottaa suuriakin kenttiä melko lyhyessä ajassa.</p> <p>Käytettävyys on tärkeä osa pelisuunnittelua, ja pelit, joissa käytettävyys on huomioitu erinomaisesti, erottuvat helpommin joukosta kuin sellaiset, joissa käytettävyyteen ei ole juuriakaan kiinnitetty huomiota tai sitä ei ole ajateltu lainkaan. Käytettävyys vaikuttaa siihen, miten pelaaja kokee pelaamisen. Käytettävyydeltään huonosti toteutetut pelit jäävät helposti kilpailussa muiden jalkoihin.</p> <p>Työssä kehitettiin lähes 80 erilaista moduulia, joilla toteutettiin kaksi käyttökohteiltaan ja ulkomuodoltaan erilaista hallia. Ensimmäinen halleista luotiin asteroidien louhintapaikaksi ja toinen tehtaan. Moduuleista suurin osa oli erilaisia seinien rakentamiseen käytettäviä osia, mutta myös katolle, lattialle ja pylväille luotiin omat moduulinsa. Molemmat hallit saatiin rakennettua valmiiksi pelkästään näiden luotujen moduulien avulla. Toistaiseksi vain asteroidinlouhintahalli on otettu käyttöön.</p> <p>Moduulien ja hallien käytettävyyttä pohdittiin jo niiden kehitysvaiheessa, mutta halleista löytyi vielä lopullistenkin versioiden tarkastelun jälkeen muutamia kehityskohteita. Halleja on helppo jatkokehittää juuri niiden modulaarisuuden vuoksi, ja esimerkiksi uusien oviaukkojen lisääminen on yksinkertaista. Moduulikokoelmaan voisi kehitellä lisää moduuleja, jolloin hallien välille voisi luoda runsaammin vaihtelua.</p> |   |
| Avainsanat  | modulaarisuus, käytettävyys, kenttäsuunnittelu                |

|   |  |
|---|--|
| Author<br>Title   | Eira Erola<br>Usability in modular level design      |
| Number of Pages<br>Date   | 40 pages<br>20 May 2019                              |
| Degree  | Bachelor of Engineering                              |
| Degree Programme  | Information and Communications Technology            |
| Professional Major  | Game Applications                                    |
| Instructors   | Antti Laiho, Senior Lecturer<br>Lauri Hyvärinen, CEO |
| <p>The purpose of this thesis was to design and create modules that will make creating new levels in game development more efficient. More than 70 different modules were created, and they were used to build two large hall buildings in the game world. The halls are used in the game for resource collecting and processing.</p> <p>Modularity is a significant tool in game development and especially in level design. Levels in open world games are usually huge and require lots of working hours to be created. Modularity helps with level design and with it even the smallest teams can create working levels efficiently and in reasonable time.</p> <p>Usability has a big role in game design. Games that pay attention to usability are much more likely to be noticed by the masses. Usability affects on how players feel about playing the game. If usability has been ignored in development, the game will most likely be run over by other titles that have focused on the usability aspect.</p> <p>Almost 80 different modules were created for making the building of huge hall buildings more efficient. Most of the modules are different kinds of wall pieces but there are multiple different modules for floors, roofs and pillars. Two halls with different looks were created with these modules.</p> <p>During the design phase the focus was on usability of the modules and the hall buildings but there were also some areas in the halls that could use some development. For example, new doorways could enhance the usability aspect significantly. Because of the modularity, the halls are easily modified afterwards. Module collection could use some new modules but designing those new modules must be done while keeping their usability in mind.</p> |  |
| Keywords  | modularity, usability, level design                  |

## Sisällys

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | Johdanto  | 1  |
| 2   | Modulaarisuus ja pelattavuus osana kenttäsuunnittelua | 2  |
| 2.1 | Kenttäsuunnittelu osana pelinkehitystyötä             | 2  |
| 2.2 | Modulaarisuus pelinkehitystyön tehostajana            | 6  |
| 2.3 | Käytettävyys pelisuunnittelussa                       | 10 |
| 3   | Hallien suunnittelu ja toteutus                       | 13 |
| 3.1 | Projektin tavoitteet                                  | 13 |
| 3.2 | Kehitysympäristö ja -työkalut                         | 14 |
| 4   | Modulaaristen kenttien rakennusprosessi               | 17 |
| 4.1 | Moduulien suunnittelu                                 | 17 |
| 4.2 | Hallien kokoaminen                                    | 32 |
| 5   | Lopulliset valmistuneet kentät                        | 37 |
| 6   | Yhteenveto  | 40 |
|     | Lähteet   | 41 |

## 1 Johdanto

Pelinkehitystyössä käytetään runsaasti modulaarisuutta tehostamaan esimerkiksi kenttien rakennustyötä. Kenttäsuunnittelu keskittyy nimensä mukaisesti pelin alueiden eli kenttien suunnitteluun. Kentät sisältävät usein pintojen lisäksi vihollisia, kerättäviä esineitä ja muita objekteja. Kentillä on merkittävä rooli peleissä, sillä niissä itse pelaaminen tehdään. Varsinkin avoimen maailman peleissä kentät ovat usein valtavia kokonaisuuksia, joiden rakentaminen vaatii runsaasti työtunteja. Modulaarisuuden avulla kenttien rakentaminen on kuitenkin huomattavasti tehokkaampaa ja pientenkin kehitystiimien on mahdollista luoda suuria ja yksityiskohtaisiakin kenttiä.

Moduulien koko vaikuttaa kenttien rakennustyön tehokkuuteen ja itse lopputulokseen. Suurilla moduuleilla voidaan luoda nopeammin kokonaisuuksia kuin pienempiä moduuleja hyödynnettäessä, mutta luodut kokonaisuudet saattavat sisältää jonkin verran vähemmän yksityiskohtia. Moduulikokoelmat yleensä sisältävät tiettyntyyppisiä moduuleja, joten näitä kokoelmia keskenään sekoittamalla voidaan luoda aivan uudenlaisia kenttiä.

Käytettävyys ja pelattavuus ovat tärkeitä osa-alueita pelinkehityksessä, ja niiden huomioiminen on tärkeää kaikilla pelisuunnittelun osa-alueilla. Käytettävyys kenttäsuunnittelussa keskittyy siihen, kuinka pelaaja pystyy toimimaan luodussa kentässä. Huonosti käytettyä huomioivassa kentässä pelaaja eksyy, ei löydä painikkeita tai muuten koee pelimaailmassa kulkemisen turhauttavaksi.

Insinööriyössä oli tarkoituksena suunnitella ja toteuttaa moduulit, joilla rakennetaan suuria hallirakennuksia avaruusaiheiseen 3D-maailmaan sijoittuvaan videopeliin. Työ tehtiin kokonaisuudessaan Frozenbyte Oy:lle, joka on itsenäinen suomalainen pelinkehitysyrietyt Helsingissä.

Ensimmäisissä luvuissa kerrotaan, mitä modulaarisuudella ja käytettävyydellä pelinkehityksen yhteydessä tarkoitetaan. Modulaarisuus esitellään muutamassa pelissä käytettyjen moduuliesimerkkien avulla. Käytettyä tarkastellaan eri kulmista, mutta työssä keskityttiin vain kenttäsuunnitteluun liittyvään käytettävyyteen. Viimeisissä luvuissa tarkastellaan luotuja moduuleja ja niiden ominaisuuksia suhteessa muissa peleissä käytettyihin esimerkkeihin.

## 2 Modulaarisuus ja pelattavuus osana kenttäsuunnittelua

### 2.1 Kenttäsuunnittelu osana pelinkehitystyötä

Pelinkehitystyössä kentillä tai tasoilla (engl. level) tarkoitetaan alueita, joihin itse pelin tapahtumat ja toiminnot sijoittuvat. Englannin kielen termi ”level design” käännetään suomeksi joko kenttä- tai tasosuunnitteluksi. Molempia käännöksiä näkyy käytettävän pelinkehityksen yhteydessä. [1, s. 209; 2.]

Videopelien kenttäsuunnittelun historia yltää noin 30 vuoden päähän. Alkuun eli 1980-luvulla kenttäsuunnittelu keskittyi lähinnä esteiden, poimittavien esineiden, vihollisten tai muiden objektien asetteluun. Kentät olivat lineaarisia, ja ne rakennettiin niin, että pelaajan tavoitteeksi asetettiin kulkeminen kentän alusta loppuun väistellen vihollisia tai esteitä ja keräten esineitä. Kuvassa 1 on esimerkki tällaisesta kentästä Nintendon Super Mario World -pelissä. Pelaajahahmon pitää väistellä maassa olevia piikikkäitä vihollisia ja yrittää samalla kerätä ilmassa leijuvia kultakolikoita. [3; 4.]



Kuva 1. Nintendon Super Mario World -pelin kenttä [5].

1990-luvulta lähtien kenttiin lisättiin erilaisia reittivaihtoehtoja ja sokkeloita, joihin viholliset ja kerättävät esineet aseteltiin ja osin piilotettiin. Teknologian ja pelimoottorien kehityksessä kenttiin alkoi hiljalleen ilmaantua erilaisia vuorovaikutusmahdollisuuksia ja pelaajat pystyivät esimerkiksi käyttämään erilaisia vipuja tai painikkeita, jotka muuttivat kenttää, sen tunnelmaa tai sen sisältämiä objekteja. Moninpelien synnyttyä piti kenttäsuunnittelussa ottaa myös useamman pelaajan toiminnallisuudet huomioon esimerkiksi kenttien kokoa ja muotoa suunniteltaessa, jotta esim. nopeatempoisessa pakenemistilanteessa pelaajilla olisi tarpeeksi tilaa liikkua törmäilemättä tai jäämättä jumiin kentän reunoihin. [3; 4.]

Kentillä on merkittävä rooli pelaajan kokemuksen ja pelin immersion kannalta. Hyvin suunnitellun kentän taustalla on usein paljon muutakin kuin vain pohdintaa siitä, mikä olisi suunnittelijan mielestä hauskaa toteuttaa. Hyvien kenttien pohjana on kentän ulkoasun suunnittelun lisäksi myös ymmärrys siitä, millaisen kokemuksen kentän halutaan tarjoavan pelaajalle. Kenttäsuunnittelulla voidaan esim. vaikuttaa pelaajan toimintaan pelissä, tai sen avulla voidaan kertoa pelin tarinaa ilman pelaajan toimintoja keskeyttäviä erillistä välianimaatiota tai -videota. [6.]

Pelaajan toimintaan voidaan vaikuttaa esimerkiksi opetuskentillä, joissa pelaaja opettelee pelin mekaniikkoja, kuten hyppimistä tai erikoistaitojen käyttöä. Opetuskentät on suunniteltu niin, ettei pelaaja pääse etenemään pelissä, ennen kuin on onnistuneesti käyttänyt opetettavaa erikoisiskua tai hyppimistä. [6.]

Kentät voivat toimia tarinankerronnallisina välineinä esim. julisteiden tai muiden koristeiden avulla. Esimerkiksi kuvassa 2 on nähtävissä vuonna 2007 julkaistun 2K:n Bioshock-pelin kuvakaappauksesta, kuinka pelaajalle kerrotaan, mitä pelikentällä on tapahtunut juuri ennen pelimaailman osittaista tuhoa. Pelkästään kentästä ja sen yksityiskohdista on pääteltävissä, että pelimaailmassa on juhlistu uutta vuotta 1959 naamiaisilla, jotka ovat keskeytyneet rakennuksen osittaisen tuhoutumisen vuoksi eikä tuhoja ole syystä tai toisesta kyetty korjaamaan. Pelaaja pääsee käyttämään mielikuvitustaan pohtiessaan tuhon ja juhlien keskeytymisen syitä. [6.]





Kuva 2. 2K:n Bioshock-pelin kenttä, jonka yksityiskohdat toimivat apuna tarinankerronnassa [7].

Toinen esimerkki, jossa toteutetaan tarinankerrontaa kenttien avulla, on Electronic Artsin luoma avaruuteen sijoittuva Dead Space -selviytymiskauhupeli. Pelissä pelaaja saapuu aluksellaan avaruusasemalle, jonka ympärillä leijailee runsaasti avaruusromua. Aseman sisällä pelaaja voi huomata muun muassa roskaa ja veritahroja pitkin lattioita ja seiniä. Nämä yksityiskohdat kertovat pelaajalle, että asemalla ei selvästi ole kaikki kunnossa. Veritahrat ja rikkoutuneet rakenteet kertovat pelaajalle, että joku on vakavasti loukkaantunut tai jopa kuollut asemalla. Veritahrat myös ohjaavat pelaajaa oikeaan suuntaan tämän selvittäessä, mitä asemalla on tapahtunut. Pelaajalle tarjotaan myös vihjeitä kentän avulla. Esimerkiksi erään huoneen seinälle on kirjoitettu vihollisten kukistamisen helpottava vihje iskeä vihollisten raajoihin sen sijaan, että tähtäisi iskut tai luodit näiden päähän. Mikäli pelaaja ei kiinnitä huomiota kenttien tarjoamiin vihjeisiin, voi vihollisista selviytyminen olla vaikeampaa. [8.] Kuva 3 esittelee huonetta, jonka lattialla olevat tahrat johdattavat pelaajaa etenemään.





Kuva 3. Electronic Artsin Dead Space -pelin avaruusasemalla sijaitseva huone [8].

Hyvänä kenttäsuunnittelun ohjenuorana voidaan pitää kymmentä hyvän yleisen suunnittelun periaatetta. Ne ovat innovatiivisuus, käytännöllisyys, esteettisyys, ymmärrettävyys, huomaamattomuus, rehellisyys, pitkäikäisyys, perusteellisuus, ympäristöystävällisyys ja yksinkertaisuus. Kenttäsuunnittelussa näitä periaatteita voi soveltaa muun muassa suunnittelemalla kenttiä, joissa on hauskaa ja miellyttävää liikkua. Kentät, jotka eivät nojaudu pelkkään kielelliseen tarinankerrontaan, antavat pelaajan mielikuvitukselle rajoittomammin tilaa kuin esim. välivideot tai kertojääänet, joilla tapahtumien kulku kerrotaan suoraan pelaajalle. Hyvin suunniteltu kenttä kertoo pelaajalle, mitä tämän tulisi tehdä, mutta ei sitä, kuinka tähän lopputulokseen tulisi päästä. [9; 10.]

Hyvin suunnitellut kentät opettavat jatkuvasti pelaajalle uusia asioita. Kentät voivat opettaa esimerkiksi uusia taitoja tai tapoja, joilla jo opittuja taitoja voi käyttää erilaisten lopputulosten aikaansaamiseksi. Tällöin kentät eivät ala tuntua yksitoikkaisilta ja pelaaja saa uusia palkitsevia kokemuksia uutta oppiessaan. Ikävystymisen välttämistä voidaan tukea myös kenttien yllättävyydellä. Kenttäsuunnittelussa yllättävyys voi olla sekä shokeeraava tai pelästyttävä säikäytysefekti että lempeämpi yllätys, kuten esimerkiksi kaunis näköala nurkan takana tai yllättävä nopeudenmuutos pelin tahdissa. Ennalta-arvaamattomuus kentissä ylläpitää pelaajan mielenkiintoa, ja se onkin tärkeää pelaajan sitouttamisen kannalta. Hyvällä kenttäsuunnittelulla voidaan siis ylläpitää pelaajan mielenkiintoa ja saada tämä jatkamaan pelin pelaamista. [10.]

Hyvä kenttäsuunnittelu huomioi pelaajan tarpeet ja pyrkii tuottamaan mieleenpainuvia ja mieluisia kokemuksia. Hyvä kenttäsuunnittelu kuitenkin ottaa huomioon myös itse suunnittelutyön tehokkuuden. Kenttien rakentamisen tulisi olla mahdollisimman nopeasti toteutettavissa. Tässä auttaa kenttien modulaarisuus, joka on nykyään yleisesti käytetty menetelmä erityisesti isoissa peliprojekteissa, joissa on laajoja kenttiä ja alueita, joiden rakentaminen ilman modulaarisuutta olisi huomattavasti hitaampaa ja veisi pelinkehitystyön resursseista turhan suuren osan. [11.]

## 2.2 Modulaarisuus pelinkehitystyön tehostajana

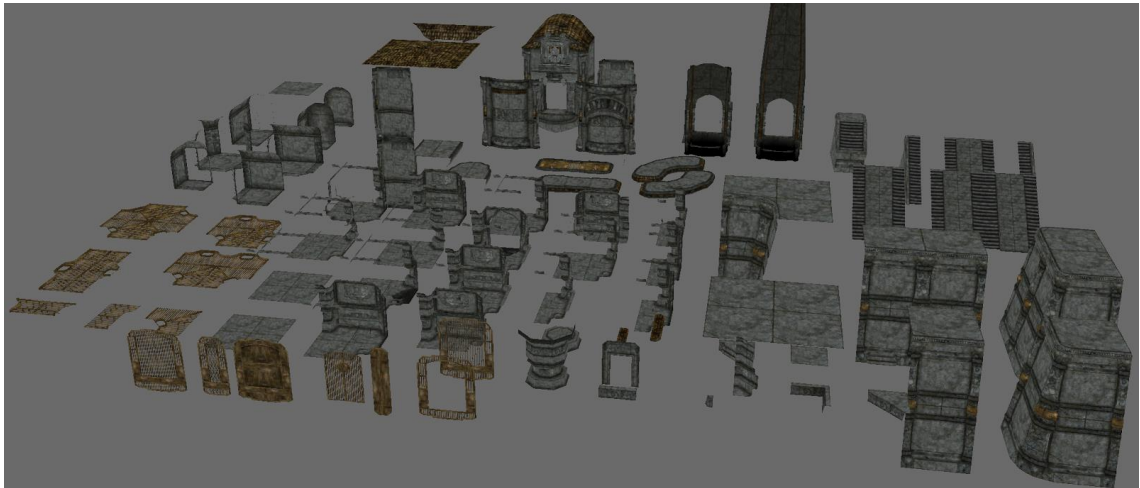
Modulaarisuudella tarkoitetaan kokonaisuutta, joka on koottu yksittäisistä pienemmistä osista eli moduuleista. Sitä on käytetty pitkään mm. rakennusosalalla nopeuttamaan rakennusprojekteja ja tehostamaan tuottavuutta. Rakennusalan lisäksi modulaarisuus näkyy myös teknologiassa, ja nykyään kuluttajat voivat esim. tilata omiin tarpeisiinsa sopivat modulaariset kuulokkeet, jotka koostuvat useasta yhteensopivasta moduulivaihtoehdosta. Moduulien käyttö mahdollistaa myös osien vaihtamisen jälkikäteen, joten omien tarpeiden muuttuessa kuulokkeita voi muokata. Modulaarisuus voi tehostaa myös pelinkehitystyötä, kun esim. kenttien tuottaminen nopeutuu ja helpottuu. Pelinkehityksessä modulaarisuus näkyy siinä, että useita eri kenttiä luodaan samoista rakennuspalikoista eli moduuleista. [12; 13; 14.]

Tehokkaasta modulaarisesta kenttäsuunnittelusta voidaan poimia kolme pääkohtaa, joita ovat johdonmukainen moduulien koko, tarkka konsepti sekä käytetyn ruudukon optimaalinen hyödyntäminen. Moduulien koko vaikuttaa rakennettuun kokonaisuuteen ja itse rakennusprosessiin, sillä pienemmillä moduuleilla saadaan aikaiseksi runsaammin yksityiskohtia, mutta rakentaminen on hitaampaa kuin isommilla moduuleilla. Konsepti on tärkeässä roolissa moduuleja suunniteltaessa, sillä se määrittää valmistettavien moduulien muodon ja käyttökohteet. Käytetty ruudukko vaikuttaa moduulien kokoon ja niiden mahdolliseen sijoitteluun pelimaailmassa. [14.]

Lähes kaikki suosituimmat ja yritysten omat pelimoottorit sisältävät sisäänrakennetun ruudukon, jonka avulla esimerkiksi juuri moduulit voidaan asettaa tarkasti tiettyyn pisteeseen pelimaailman avaruudessa. Modulaarisuutta toteutettaessa onkin erityisen tärkeää, että moduulit ovat yhteensopivia käytetyn ruudukon kanssa. Moduulien tulisi siis vastata

kooltaan ruudukon yksikköjä. Esimerkiksi pelimaailman rakennus voi olla korkeudeltaan 256 ruudukon yksikköä, jolloin rakentamiseen käytettävät moduulit voivat olla kooltaan esim. 8, 64 tai jopa 128 yksikköä. [14.]

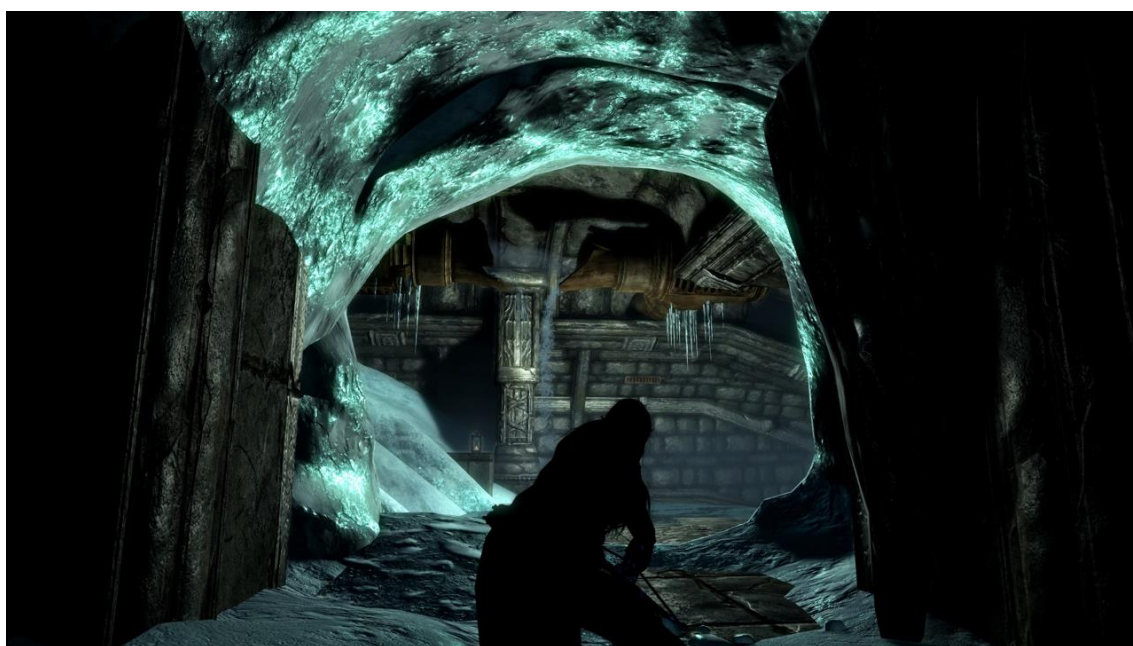
Erityisesti avoimen pelimaailman projektit ovat valtavia pelattavilta alueiltaan, mikä puolestaan vaikuttaa suoraan kenttien parissa työskentelevien työmääriin. Esimerkiksi Bethesda Softworksin The Elder Scrolls V: Skyrim on pelattavalta alueeltaan valtava roolipeli, joka noudattaa avoimen maailman periaatetta eli pelaajalla on lähes täysi vapaus liikkua maailmassa haluamallaan tavalla ja omaan tahtiin. Tämä pelimaailma sisältää satoja erilaisia luolia, joiden rakentaminen alusta veisi turhaan resursseja, joten kenttien rakennustyön tehostamiseksi kehittäjät hyödyntävät moduuleja. [15.] Kuvassa 4 on nähtävissä perusmoduuleja, joita hyödynnetään The Elder Scrolls V: Skyrim -pelin luolien rakentamisessa.



Kuva 4. The Elder Scrolls V: Skyrim -pelissä käytetyt moduulit [15].

Moduulien suunnitteluvaiheessa kannattaa pohtia, tarvitseeko esim. kokonaisen huoneen olla yksi moduuli vai voisiko huoneen jakaa pienempiin osiin, kuten seinä-, katto- ja lattiamoduuleihin. Tällöin moduuleilla olisi useampia käyttökohteita ja niillä rakennettava huone tai rakennus olisi myös jälkikäteen helpommin muokattavissa. Muokattavuuteen vaikuttavat myös tietyn moduulin erilaiset versiot. Esimerkiksi portaikko- tai ramppi-moduulista olisi hyödyllistä olla ainakin lyhyt ja pitkä versio. Tällöin rakennuksiin ja huoneisiin saadaan vaihtelua eivätkä erilliset huoneet ala liikaa muistuttaa toisiaan. [16.]

Modulaarisuuden riskinä on toistuvuus, joka voi aiheuttaa pelaajan kyllästymistä ja ikävystymistä. Tätä voidaan välttää muun muassa käyttämällä moduulien eri väri- tai kokovaihtoehtoja tai erilaisten koristeiden avulla. Kahdesta identtisestä, samoja moduuleja hyödyntävästä huoneesta voi saada melko pienellä vaivalla yksilölliset lisäämällä niihin erilaisia koristeita. Esimerkiksi lisäämällä ensimmäiseen huoneeseen patsaita ja sijoittamalla toiseen kivenlohkareita tai soihtuja huoneisiin saa aivan erilaisen tunnelman. The Elder Scrolls V: Skyrim -pelin kehittäjät käyttivät toistuvuuden välttämiseksi myös erilaisten moduulikokoelmien yhdistelyä. Kahden erityylisten luolaston kokoelmia yhdistämällä ja sekoittamalla saatiin aikaiseksi aivan uudenlaisia luolia. [15; 16.] Kuvassa 5 on nähtävissä pelaajahahmo jääluolan ja perinteisemmän kivisen luolan yhdistelmässä.



Kuva 5. The Elder Scrolls V: Skyrim -pelin luola, jossa on yhdistelty kahden eri moduulikokoelman moduuleita [15].

Avaruusaiheisista peleistä muun muassa kehitteillä oleva Star Citizen hyödyntää modulaarisuutta kenttäsuunnittelussaan. Star Citizen on avoimen maailman seikkailupeli, joka sijoittuu avaruuteen. Pelissä tutkittavia kenttiä ovat muun muassa erilaiset avaruusasemat. Asemat kootaan moduuleista, jotka ovat yksittäisiä kokonaisia huoneita. Suurien moduulien käytöstä seuraavaa toistuvuutta vähennetään huonemoduulien sisustusta muuntelemalla. Esimerkiksi aseman samankokoisissa huonemoduuleissa käytetään pienempiä moduuleja, joilla muutetaan huoneiden sisustuksen järjestystä, ja kalusteiden määrää vaihdellen voidaan huoneista tehdä melko helposti yksilöllisiä ja saada asemista

uniikkeja ja toisistaan erotettavia. Asemien ulkomuotoa voidaan vaihdella erilaisella moduulien asettelulla, jolloin esimerkiksi samankaltaiset avaruusasemat ovat kuitenkin erotettavissa toisistaan. Modulaarisuutta voidaan hyödyntää myös proseduraalisessa kenttäsuunnittelussa, niin kuin esimerkiksi juuri Star Citizen -pelin kehityksessä on toimittu. [17.] Kuva 6 on esimerkki Star Citizen -pelin erään aseman modulaarisesta perusrakenteesta. Kuvasta voi helposti tunnistaa yksittäiset huonemoduulit, jotka luovat yhtenäisen tilan toisiinsa yhdistettyjen oviaukkojen avulla.



Kuva 6. Star Citizen -pelin aseman huonemoduulien asettelu [17].

Toinen esimerkki avaruusihteisistä valtavasta avoimen maailman pelistä on BioWaren Star Wars: The Old Republic -seikkailupeli, jossa kentät on koottu moduuleja hyödyntäen. Tämä on massiivinen moninpelattava peli, jossa pelaaja voi vapaasti liikkua ja tutkia paikkoja. Erityisesti pelin urbaanit alueet ovat rakennettu moduulien avulla. Kehittäjät perustelevat moduulien käyttöä sillä, ettei jokaista kenttää tarvitse erikseen mallintaa jokaista yksityiskohtaa myöten, kun valmiiksi mallinnetuilla moduuleilla voidaan rakentaa nopeasti suuriakin kokonaisuuksia, joiden erillinen mallintaminen ei olisi kustannustehokasta. Kuitenkin kenttäsuunnittelijoiden tulee olla tietoisia siitä, mihin käyttöön kenttä ja sen osat on suunniteltu, jotta kentän toteuttamiseksi voidaan suunnitella oikeanlaiset moduulit. [18.]



Modulaarisuudella voidaan siis oikein käytettynä tehostaa kenttien suunnittelua ja luomista. Erityisesti suurissa peliprojekteissa tästä on runsaasti hyötyä. Moduulien käytön haittapuolena oleva toistuvuuden riski on melko helposti vältettävissä käyttämällä monipuolisesti erilaisia moduuliversioita ja koristeita tai yhdistelemällä eri kokoelmien moduuleja.

### 2.3 Käytettävyys pelisuunnittelussa

Yleisesti termi käytettävyys kuvaa sitä, kuinka helposti ohjelmiston käyttäjät kykenevät toteuttamaan tehtäviä ja saavuttamaan tavoitteita. Esimerkiksi tekstinkäsittelyohjelmistossa tällaisena tehtävänä voisi olla tekstin koon muuttaminen. Käytettävyydestä puhuttaessa voidaan arvioida tehtävien suorittamisen tehokkuutta ja mielekkyyttä. Ohjelmiston käytettävyys vaikuttaa käyttäjäkokemukseen, joka voidaan määritellä erilaisten kokemusten, tuntemusten, tunnereaktioiden ja käyttäjän tyytyväisyyden perusteella. Ohjelmiston tuottama käyttäjäkokemus vaikuttaa suoraan siihen, miten miellyttävää ohjelmiston käyttäminen on. [19; 20; 21; 22; 23.]

Usein videopelien yhteydessä käytettävyyden sijaan käytetään termiä pelattavuus. Pelattavuuden tavoitteena on saada pelaaja nauttimaan pelin pelaamisesta. Yleisesti voidaan ajatella, että pelattavuus on laajempi käsite kuin käytettävyys. Pelattavuus kattaa käytettävyyden osa-alueet, mutta näiden lisäksi myös ei-toiminnallisia ominaisuuksia, kuten tarinankerrontaa tai hahmosuunnittelua. Pelattavuus määrittelee, onko peli miellyttävästi pelattavissa vai ei. [19; 20.]

Käytettävyyden ja pelattavuuden huomiointi kehitystyössä on tärkeää erityisesti pelimarkkinoiden kovan kilpailun vuoksi. Nykyään pelejä on helposti saatavilla eri alustoille ja kauppapaikkoja on kivijalkaliikkeiden lisäksi verkossa ja jokaiselle alustalle tulee jatkuvasti uusia julkaisuja. Pelaajien on siis mahdollista valita useampien pelien väliltä jokoisen alalajin sisälläkin. Jos esimerkiksi yhdessä urheilupelissä pelattavuus on huonosti huomioitu, pelaajakunta valitsee herkemmin kilpailevat urheilupelinimikkeet, joissa pelattavuus on paremmin otettu huomioon ja itse pelaaminen on täten miellyttävämpää. Käytettävyys ja pelattavuus ovat tärkeitä ominaisuuksia, jotka voivat nostaa pelin positiivisesti esille muiden pelien joukosta. [21.]

Pelattavuutta voidaan mitata erilaisilla ominaisuuksilla. Näitä ominaisuuksia ovat mielihyvän tuottaminen eli tyytyväisyys, opittavuus, tehokkuus, immersio, motivointi, tunteisiin vetoavuus ja yhteisöllisyys. [19.]

Tyytyväisyys eli pelin tuottama mielihyvä on yksi pelattavuuden ominaisuus. Peli tuottaa mielihyvää, kun sen pelaaminen on hauskaa. Mielihyvää tuottavan pelin houkuttelevuus ja puoleensa vetävä ulkoasu voi lisätä pelaajan tyytyväisyyttä. Mielihyvän tuottamisen lisäksi pelattavuutta voidaan mitata myös pelin opittavuudella. Tällä tarkoitetaan pelaajan mahdollisuutta ymmärtää ja hallita peli mekaniikkoineen. Pelimekaniikoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä mm. pelin tavoitteita, sääntöjä ja vuorovaikutuksellisuutta. Pelin opittavuuteen vaikuttaa muun muassa pelin vaikeustaso, epäonnistumisten aiheuttama turhautuminen ja nopeus, jolla uutta pelisisältöä tarjotaan pelaajalle. Opittavuuteen vaikuttaa myös pelaajan aikaisempi kokemus videopelien pelaamisesta. [19.]

Pelin tehokkuudella tarkoitetaan sitä, kuinka paljon peli vaatii aikaa ja resursseja tarjotakseen pelaajalle hauskan ja viihdyttävän kokemuksen. Tehokkuus voi näkyä siinä, kuinka suuri osuus pelistä on pelattu läpi eli pelin kaikki osa-alueet on pelattu läpi. Tällöin voidaan olettaa, ettei pelissä ole ollut turhaa sisältöä, joka voi tuntua pelaajasta ikävyyttävältä tai turhautavalta. Korkea läpipeluuprosentti kertoo siitä, että pelaaja on kokenut koko sisällön mielekkääksi ja saanut siitä mielihyvää. Tehokkuuteen vaikuttaa myös pelin jäsentäminen. Tietty rakenne ja tasapaino pelinsisäisissä haasteissa ja tavoitteissa saa tehokkaasti ylläpidettyä pelaajan mielenkiintoa. Tällöin pelaaja nauttii pelistä koko sen keston ajan aivan pelin loppuun asti. [19.]

Immersio on yksi pelattavuutta mittaavista ominaisuuksista. Immersiolla tarkoitetaan sitä, kuinka pelaaja voi uppoutua pelimaailmaan ja kokea olevansa osa sitä. Immersioon vaikuttaa pelaajan imeytyminen pelimaailmaan niin, että kaikki pelaajan keskittyminen ja huomio kiinnittyy suoriutumaan pelin haasteista. Imeytymisen lisäksi myös realismi vaikuttaa immersion määrään. Realismilla tarkoitetaan sitä, miten ilmapiiri, ohjailtavuus ja pelimaailman sisältö on esitetty pelaajalle ja kuinka uskottavia ne ovat. Realismilla saadaan pelimaailma uskottavammaksi ja todenmukaisemmaksi, vaikka sisältö olisikin fantasiamaailmasta. Pelaajan on helpompi keskittyä pelin haasteisiin, kun pelimaailma itsessään on realistinen eikä sen kyseenalaistaminen vie turhaan pelaajan huomiota. Pelaajan sosiokulttuurinen tausta vaikuttaa myös immersioon. Esimerkiksi pelin sisältämät



metaforat tai ilmapiiri voivat olla ristiriidassa pelaajan omien kulttuurisidonnaisten näkemysten kanssa, jolloin immersio kärsii, vaikka peli olisi muuten toteutettu uskottavasti. [19.]

Motivoinnilla pyritään vaikuttamaan pelaajan toimintaan. Pelaajaa voidaan motivoida rohkaisemalla, jolloin hän ryhtyy herkemmin ratkaisemaan uusia haasteita ja tavoittelemaan uusia pelinsisäisiä päämääriä. Rohkaisun lisäksi pelaajaa motivoidaan tukemalla uteliaisuutta. Esimerkiksi vaihtoehtoiset ja vapaavalintaiset haasteet, tehtävät ja ominaisuudet ruokkivat uteliaisuutta, jolloin pelaaja kokeilee herkemmin, mitä eri vaihtoehdot tekevät. Itsensä parantaminen ja kehittäminen on osa motivointia. Tällä tarkoitetaan sitä, että pelaaja voi kehittää joko itseään persoonana tai pelimaailman sisäistä hahmoaan. Motivoinnin viimeisenä osana voidaan pitää monipuolisuutta. Monipuolisuus vähentää pelin monotonisuutta, jolloin pelaajan ikävystyminen ja turhautuminen vähenee, mikä puolestaan ylläpitää motivaatiota jatkaa pelaamista. [19.]

Peli tunteisiin vetoavuus vaikuttaa omalta osaltaan pelattavuuteen. Tunteisiin vetoaminen tarkoittaa sitä, että peli saa pelaajassa aikaan erilaisia tunnereaktioita. Videopeleillä on vaikutusta pelaajan tunnetiloihin ja tätä kautta myös käytökseen. Pelaajan tunnetiloihin vaikutetaan aistien kautta. Esimerkiksi audiovisuaalinen peli vaikuttaa pelaajaan niin kuulo- kuin näköaistin kautta, mikä aiheuttaa pelaajassa erilaisten tunnetilojen syntymisen riippuen pelin sisällöstä. [19.]

Yhteisöllisyys on pelattavuuden iso osa erityisesti silloin, kun on kyseessä useamman pelaajan moninpeli. Yhteisöllisyyttä kuitenkin on myös yksin pelattavissa peleissä. Yhteisöllisyydellä tarkoitetaan sitä, kuinka pelaajalle tarjotaan pelinsisäistä sosiaalista ulottuvuutta ja kuinka se vaikuttaa pelikokemukseen. Esimerkiksi pelaaja voi toimia vuorovaikutuksessa pelinsisäisten ei-pelattavien hahmojen kanssa saadakseen näiltä informaatiota tehtäviin liittyen tai käydäkseen näiden kanssa kauppaa. Yhteisöllisyyttä on myös moninpelien yhteisten tavoitteiden asettaminen, kuten esimerkiksi joukkuepeleissä koko joukkueen yhteisen tavoitteen määrittäminen ja pelaajien tukeminen tavoitteen ja yhteistyön merkityksen sisäistämiseksi. Jakaminen on osa pelaajien välistä yhteistyötä ja esimerkiksi yhden pelaajan keräämät esineet, niiden hallinta ja uudet tehtävät jaetaan muun ryhmän kanssa. Merkittävä osa moninpeliä on kommunikaatio, jonka avulla pelaajat voivat tehostaa yhteistyötään. Kommunikaatiomekanismien tarjoaminen pelaajille on-

kin tärkeää. Pelaajien välinen vuorovaikutus on osa yhteisöllisyyttä. Vuorovaikutus voidaan jakaa kolmeen osaan: kilpailullinen, yhteistyön avulla toteutettava ja auttava vuorovaikutus. Kilpailullisessa tilanteessa ryhmän sisällä kilpaillaan esimerkiksi esineestä, jolloin yhden voittaessa yleensä muut ovat häviävinä osapuolina. Yhteistyömallissa pelaajat tukevat toisiaan ja ryhmällä on yhteinen tavoite, johon pyritään. Tällainen tavoite voi olla esimerkiksi linnoituksen valloittaminen. Auttavassa vuorovaikutuksessa puolestaan jokaisella pelaajalla on omat tavoitteensa, mutta ryhmän avulla tavoitteet ovat helpommin saavutettavissa. [19.]

Kenttäsuunnittelussa käytettävyyttä voidaan huomioida esimerkiksi valaistusten väriä valittaessa. Mikäli kentän valaistus sisältää erilaisia pistemäisiä valoja, jotka erehdyttävästi muistuttavat mahdollisen tutkan tai kartan merkkejä, voivat valot aiheuttaa turhaa sekaannusta. Olisikin siis hyvä huomioida valaistusta valittaessa tutkalaitteistossa tai kartassa käytettävät värit, jotta vältetään turhat sekaannukset. Kenttäsuunnittelussa myös kulkuaukot ja alueiden koko suhteessa pelaajan liikkumisnopeuteen vaikuttavat kenttien käytettävyyteen. Mikäli kentät ovat valtavia, mutta pelaaja liikkuu hitaasti, kärsii kenttien käytettävyydestä, kun pelaaja turhautuu hahmon kävelyn hitauteen. Erityisen ongelmallista kävelyn hitaus on avoimissa kentissä, joissa hitaus korostuu entistä enemmän. Kulureittien asettelu ja korostaminen on tärkeää. Esimerkiksi huonosti valaistut tai korostetut oviaukot jäävät helposti huomaamatta, kun pelaaja sekoittaa oven tavalliseen seinärakenteeseen eikä välttämättä löydä lainkaan seuraavaan huoneeseen. Tämä heikentää kentän käytettävyyttä varsinkin, jos kyseessä on reitti, jota pelaajan oletetaan käyttävän siirtyäkseen seuraavaan tilaan, kenttään tai alueeseen. Käytettävyyden huomioiminen kenttäsuunnittelussakin on siis erityisen tärkeää, jotta pelaajan mielenkiinto pelaamiseen ei kärsi. [21.]

### 3 Hallien suunnittelu ja toteutus

#### 3.1 Projektin tavoitteet

Insinööritoimisto tehtiin kokonaisuudessaan Frozenbyte Oy:lle, ja se on osa vuoden 2019 aikana julkaistavaa avaruusaiheista 3D-maailmaan sijoittuvaa videopeliä. Työn tavoitteena oli tehostaa kenttien toteuttamista. Tarkoituksena oli suunnitella ja kehittää toimi-

vat moduulit, joiden avulla voidaan rakentaa suuria hallirakennuksia eri käyttötarkoituksiin. Tämä tehostaa vielä julkaisemattoman peliprojektin rakennusurakkaa, kun jokaista hallia ei tarvitse suunnitella ja rakentaa alusta asti, vaan rakentaminen tehdään valmiista osista eli moduuleista kokoamalla.

Tarkoituksena oli modulaarisuuden lisäksi kiinnittää huomiota hallien käytettävyyteen. Tämä tehtiin käytännössä sillä, että moduulit suunniteltiin alusta asti niin, että niistä kootut hallit ovat toimivia ratkaisuja. Moduuleissa otettiin käytettävyyks huomioon muun muassa kulkureittien leveydessä ja oviaukkojen erottuvuudessa. Kun moduulit itsessään sisältävät ominaisuudet, joissa käytettävyyks on huomioitu, voivat projektin parissa työskentelevät helposti rakentaa käytettävyydeltään toimivan hallin, vaikka oma erikoisosamisaalue ei olisikaan juuri hallien rakentamisessa.

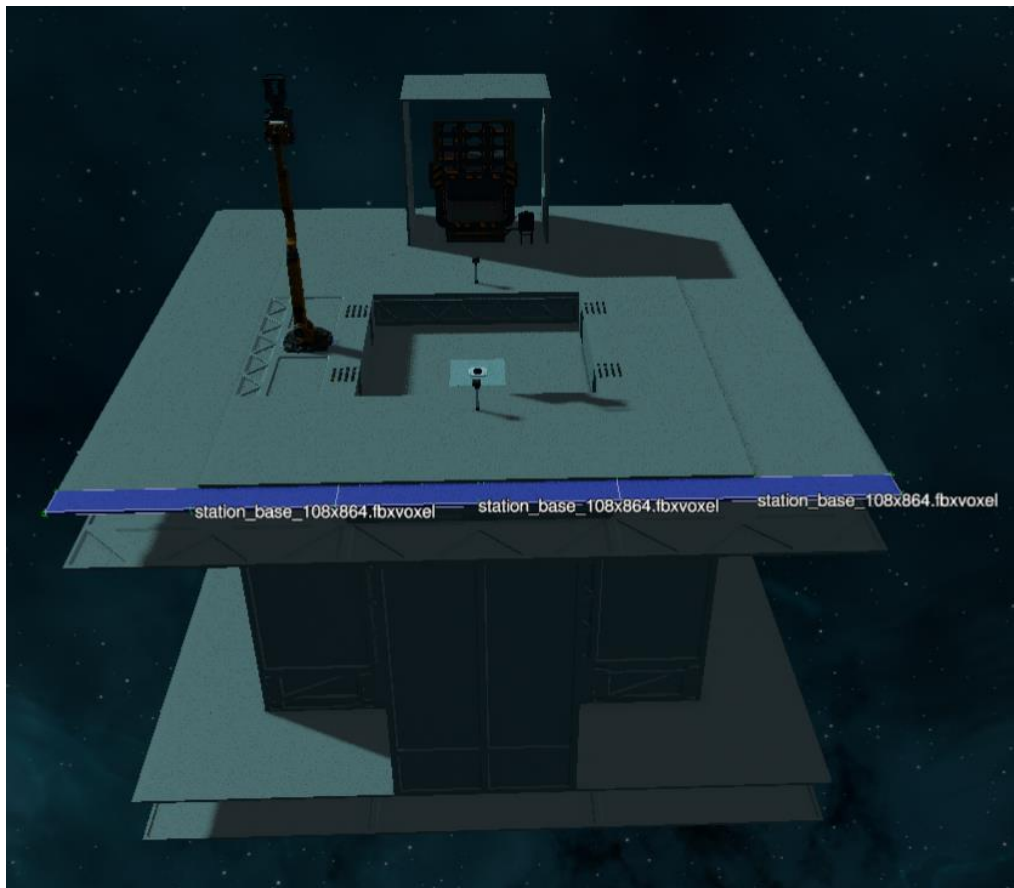
### 3.2 Kehitysympäristö ja -työkalut

Frozenbyte Oy käyttää pelinkehitystyössä omaa pelimoottoria ja muokkaustyökalua, jota kutsutaan Editoriksi. Editorilla luodaan kenttiä eli tässä tapauksessa halleja, joita voidaan yhdistellä toisiinsa ja luoda suurempia kokonaisuuksia. Hallien välille voi asettaa erilaisia yhdyskäytäviä tai teitä, jolloin voidaan luoda valtavia suurasemia, joissa pelaaja voi vapaasti liikkua. Editor sisältää ruudukon, jonka avulla kenttien eli tässä tapauksessa hallien osat voidaan helposti kiinnittää toisiinsa. Palat voidaan nopeasti asettaa kiinni toisiinsa ennalta määritellyistä pisteistä, jotka yleensä sijaitsevat palojen nurkissa, mikä nopeuttaa rakennusprosessia huomattavasti. Pisteiden avulla palat ovat varmasti tasaisesti kiinni toisissaan, jos niiden rotaatiot vastaavat toisiaan eli palat ovat samansuuntaiset.

Editor sisältää valmiiksi mallinnettuja peruslaattoja, joita käytetään avaruusaiheisten asemahallien seinä-, lattia- ja kattorakenteissa. Näitä laattoja on useita erimuotoisia ja -kokoisia. Yleisimmin käytetyt laatat ovat suorakulmion muotoisia, mutta jonkin verran käytetään myös kolmioita tai neliöitä. Laattojen ulottuvuudet ovat aina jaollisia 12:lla. Syynä juuri tähän jaollisuuteen on monipuolisuus. Lukuna 12 on jaollinen useammilla kokonaisluvulla kuin esimerkiksi 10. 12 voidaan jakaa kuudella eri kokonaisluvulla, jotka ovat 1, 2, 3, 4, 6 ja 12, kun taas 10 voidaan jakaa vain neljällä eri kokonaisluvulla eli 1, 2, 5 ja 10. Laatoilla, jotka ovat jaollisia 12:lla, voidaan siis rakentaa kokonaisuuksia, jotka

ovat helpommin jaettavissa useisiin tasalevyisiin paloihin verrattuna 10:llä jaollisten laattojen muodostamiin kokonaisuuksiin. Tällöin laattoja voidaan käyttää monipuolisemmin ja esim. niillä rakennetut kokonaisuudet ovat ulottuvuuksiltaan erittäin joustavia. Esimerkiksi seinä, jonka kokonaisleveys on 216 cm, voidaan muodostaa yhdellä 216 cm:n, kahdella 108 cm:n ja 18:lla 12 cm:n levyisellä palalla tai näiden yhdistelmillä, kuten yhdellä 108 cm:n ja yhdeksällä 12 cm:n levyisellä palalla. Nykyisessä peliprojektissa 12:lla jaollisten palojen on todettu toimivan parhaiten.

Laattojen paksuus on 12 cm, mutta korkeus ja leveys vaihtelevat 12:n ja 864 senttimetrin välillä. Käytetyt leveydet ja korkeudet ovat 12, 108, 216, 324, 432 ja 864 cm. Esimerkiksi eräs erittäin runsaasti käytetty laattamalli on leveydeltään 864 cm ja korkeudeltaan 216 cm. Pienin Editorissa käytetty laatta on leveydeltään 12 cm, korkeudeltaan 108 cm ja syvyydeltään eli paksuudeltaan 12 cm, ja sitä käytetään lähinnä vain silloin, jos esimerkiksi seinään jää tyhjä rako poikkeuksellisen harvinaisen rakenteen vuoksi ja vaatii paikasta, jotta seinä olisi ilmatiivis. Kuvassa 7 esitellään esimerkkirakennelmaa, jossa on korostettu Editorin valintatyökalulla kolme 864 cm:n levyistä peruslaattaa, jotka ovat osa rakennelman runkoa. Laatat on saumattomasti liitetty toisiinsa laattojen kulmissa sijaitsevista pisteistä. Laattojen väliin ei siis jää lainkaan tyhjää tilaa, eivätkä ne aiheuta päällekkäisyyksiä.



Kuva 7. Editori, jonka valintatyökalulla on korostettu kolme laattaa rakennelmasta.

Laattojen välille jäävä kulma on joko tasan 90 tai 45 astetta, ja kummallekin kulmalle on omat palansa. 90 asteen kulmaan tarkoitettua laattaa ei ole sallittua kääntää 45 asteen kulmaan suhteessa toiseen laattaan, vaan tähän käyttöön pitää valita erityisesti 45 asteen kulmaan tarkoitettu laatta. Tällöin palojen välille ei jää rakoja, vaan saumat pysyvät ilmatiiviinä eikä palojen välille tule yllättäviä päällekkäisyyksiä, joissa palat ovat osittain toistensa sisällä. Näin laatat eivät pääse aiheuttamaan turhia ongelmatilanteita pelin ollessa käynnissä.

Työn luonteen ja salassapitovelvollisuuden vuoksi tätä lukua ei voida kokonaisuudessaan sisällyttää julkaistavaan työhön. Tämän vuoksi käytettäviä kehitystyökaluja tai -ympäristöjä ei voida kuvailla tarkemmin.

## 4 Modulaaristen kenttien rakennusprosessi

### 4.1 Moduulien suunnittelu

Projektin hallien rakennusta varten luotuun moduulikokoelmaan suunniteltiin erilliset moduulit lattialle, katolle ja seinille, jotta niistä voitaisiin rakentaa umpinaisia halleja. Hallien kokoa ja muotoa voidaan vaihdella riippuen siitä, miten paljon ja mitä moduuleja valitaan käytettäväksi. Esimerkiksi seinämoduuleja suunniteltiin useita eri malleja, jolloin hallien seinissä olisi tarpeeksi vaihtelua. Yhteensä moduuleja suunniteltiin 78. Niistä yli puolet on erilaisia seinämoduuleja, ja loput moduulit ovat katto-, lattia- tai pylväsmoduuleja. Kuvassa 8 on nähtävillä koko luotu moduulikokoelma.



Kuva 8. Kaikki luodut moduulit aseteltuna lähekkäin Editorissa.

Kaikki moduulit nimettiin samalla kaavalla, ja jokaisen nimessä on alkuosana "module\_large\_hall". Nimen osat erotellaan alaviivalla toisistaan, jolloin nimi pysyy yhtenäisenä merkkijonona. Esimerkiksi yksittäisen seinämoduulin nimi on kokonaisuudessaan "module\_large\_hall\_wall\_base" ja kattomoduulin "module\_large\_hall\_roof\_windowed". Nimessä "module"-osa kertoo siitä, että kyseessä on Editorin peruslaatoista koottu moduuli, joka on osa luotua moduulikokoelmaa. Moduulikokoelma käy ilmi nimen "large\_hall"-osasta. Suunnitelluista moduuleista kootaan suuria hallirakennuksia, mistä kokoelman nimitys tulee. Nimen keskiosat, kuten "wall" tai "roof" kertovat, mitä hallin osaa moduulilla voidaan rakentaa. Tarkentavat nimen osat, kuten "base" tai "windowed", kertovat tarkemman sijainnin hallin osan rakenteessa, moduulin muodon tai muut erityisominaisuudet. Seinämoduuli "module\_large\_hall\_wall\_base" toimii seinän rakenteen

keskiosana, jonka ympärille voidaan lisätä erilaisia reunamoduuleja ja johon voidaan yhdistää mahdollinen oviaukko tai umpinaisen seinän täytemoduuli. Moduuli "module\_large\_hall\_roof\_windowed" on kattoikkunallinen kattomoduuli.

Seinien sisä- ja ulkopintojen väliin jää umpinainen tyhjä tila, jonka syvyys on 192 cm. Tämä syvyys koostuu siitä, että yhden 216 cm:n levyisen laatan molemmilla reunoilla on 12 cm:n paksuiset laatat, eli 216 cm:stä vähennetään 24 cm, jolloin saadaan näiden laattojen pintojen välinen etäisyys. Rakenteellisesti tämä tyhjä tila on yleinen käytäntö peliprojektissa, johon moduulit on suunniteltu, ja tyhjä tila on käytössä kaikissa pelin rakennuksissa. Tämä tyhjä tila saa esimerkiksi seinät tuntumaan jyrkemmiltä, sillä pelaaja ei näe pelissä seinien sisätilaan, jolloin seinät vaikuttavat paksummilta. Samaa tyhjää tilaa käytetään myös katon sisä- ja ulkopintojen sekä lattian pintojen välissä, mutta lattia- ja kattomoduuleissa tämän tyhjän tilan korkeus on 204 cm.

Moduulien rakennusprosessi sisälsi ensin suunnitteluvaiheen, jossa erilaisia yhdistelmiä kokeiltiin, sitten toteutusvaiheen, jossa lopulliset muodot moduuleille lyötiin lukkoon, ja lopuksi koristeluvaiheen. Koristeluvaiheessa peliartistit muun muassa lisäilivät moduulien pinnalle erilaisia koristeellisia laattoja ja vaihtoivat moduulien osien väritystä. Juuri nämä koristeellisuudet aiheuttivat ajoittain päällekkäisyyksiä erilaisissa tilanteissa, joten moduuleista päädyttiin tekemään myös vähemmän koristeelliset versiot.

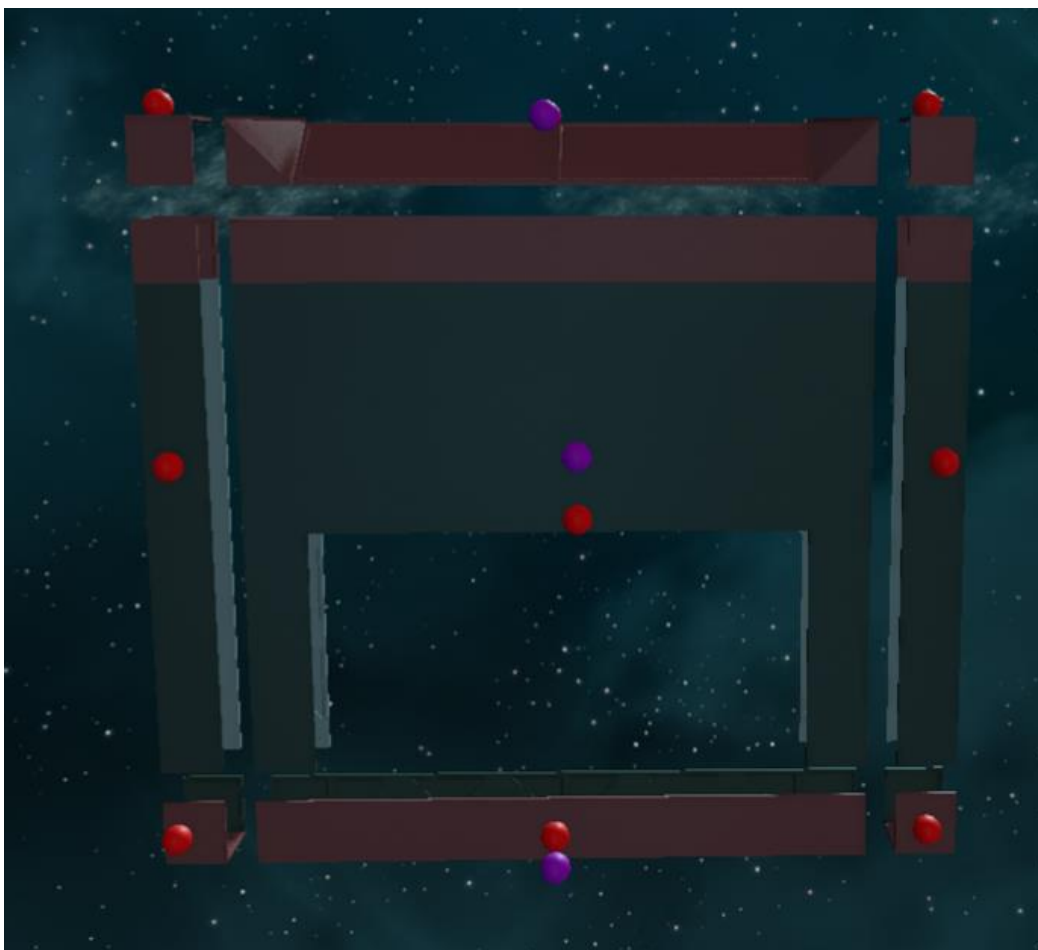
Seinämoduuleja suunniteltiin yhteensä 41 erilaista. Yleisimmässä seinämallissa eli ns. perusseinässä moduuleista kootaan suora seinä, jonka kokonaiskorkeus katon ulkopinnasta lattian ulkopintaan on yhteensä vähintään 2 400 cm. Perusseinän korkeus on nostettavissa lisäämällä jatkopalamoduuleita seinän runkomoduulin päälle tai alle. Teoriassa seiniä voisi korottaa jatkopaloilla lähes rajattomasti, mutta näin koottuja kokonaisuuksia ei ole testattu, joten yllättäviä ongelmatilanteita voi olla odotettavissa. Kaikkien seinäkokonaisuuksien leveyden tulee vastata lattia- ja kattomoduulien leveyttä, jotta ne pysyvät yhteensopivina. Perusseinäkokonaisuus rungon ja kahden reunamoduulin kanssa vastaa leveydeltään yhtä lattia- tai kattomoduulia. Seinien leveys on siis 2 592 cm. Kuvassa 9 esitellään kaikki luodut perusseinien kokoamiseen vaadittavat moduulit.





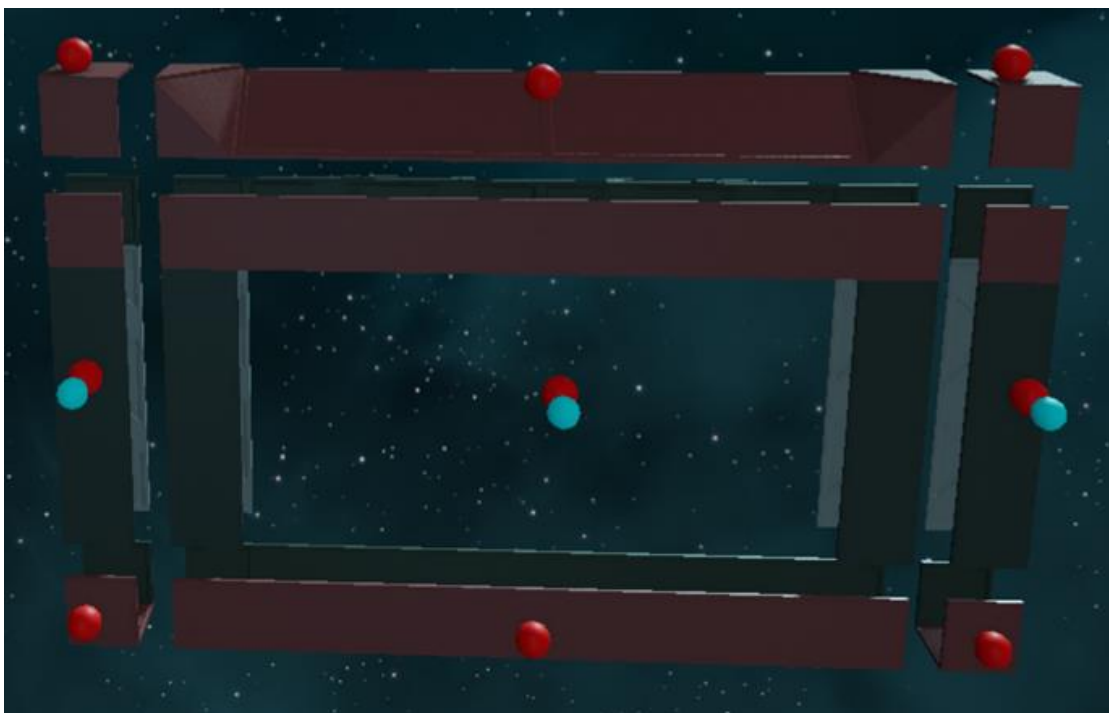
Kuva 9. Kaikki perusseinien kokoamiseen vaadittavat moduulit.

Yhden perusseinäpalan kokoamiseen tarvitaan yhteensä kymmenen moduulia. Moduulien runsas lukumäärä selittyy sillä, että seinän rungon ympärillä olevia reunapalamoduuleja on erimallisia ja niitä yhdistelemällä saadaan erilaisia kokonaisuuksia. Joitain moduuleja tosin käytetään kahdesti tai useammin tällaisissa kokonaisuuksissa, jolloin perusseinään voidaan käyttää 4–6 erilaista moduulia. Perusseinään tarvitaan aina vähintään yksi "module\_large\_hall\_wall\_base"-moduuli, jonka sivuille lisätään kaksi "module\_large\_hall\_wall\_side"-moduulia. Perusseinä yhdistetään lattiaan ja kattoon "module\_large\_hall\_wall\_extension\_middle"-, "module\_large\_hall\_wall\_end\_middle"- tai "module\_large\_hall\_wall\_end\_middle\_windowed"-moduuleilla. Ylä- ja alakulmiin tulee lisätä "module\_large\_hall\_wall\_end\_side"- tai "module\_large\_hall\_wall\_extension\_side"-moduulit, jotta seinän kulmat pysyvät ilmatiiviinä. Kuvassa 10 näkyy esimerkki useasta erilaisesta moduulista, joita käytetään yhden perusseinän rakentamiseen. Kuvassa näkyy vain yhdeksän moduulia, sillä keskellä olevaan aukkoon voidaan asettaa joko ovi- tai umpinainen täytepalamoduuli, joka on mainittu kymmenes moduuli.



Kuva 10. Useita seinämoduuleja Editorissa aseteltuna lähekkäin. Pallot toimivat moduulien siirtelyn apuvälineinä eivätkä näy pelaajalle pelin ollessa käynnissä.

Perusseinästä on myös rakennettavissa matalampi malli. Tämän matalamman seinän kokonaiskorkeus on vähintään 1 536 cm. Molemmat perusseinät käyttävät samoja reunapaloja, mutta niiden rungon eli korkeamman perusseinän "module\_large\_hall\_wall\_base"- ja matalamman perusseinän "module\_large\_hall\_wall\_base\_small"-moduulien korkeudet eroavat toisistaan. Kuvassa 11 on nähtävillä matalamman perusseinän rakentamiseen tarvittavat moduulit. Keskellä on matalampirakenteinen "module\_large\_hall\_wall\_base\_small"-runkomoduuili, joka määrittelee perusseinän korkeuden. Runkomoduurin molemmin puolin on aseteltu matalampi reunamoduuli "module\_large\_hall\_wall\_side\_small". Ylä- ja alareunan moduulit ovat samat kuin korkeammassa perusseinäversiossa, sillä perusseinien leveys on sama molemmissa seinäkorkeuksissa.



Kuva 11. Matalamman perusseinän rakentamiseen käytettävät moduulit.

Perusseinien lisäksi luotiin erilliset moduulit ns. erikoisseinille, joita ovat kaarevat seinät ja vino seinä. Erikoisseinät koostuvat kaikki yksittäisestä moduulista ja sisältävät pienen alueen lattiaa, sillä niiden syvyys poikkeaa lattiamoduulien syvyydestä. Tällä ehkäistään lattia- ja erikoisseinämoduulien päällekkäisyyksiä tai niiden välisiä aukkoja. Erikoisseinille ei suunniteltu samankaltaisia reuna- tai jatkopaloja kuin perusseinille, joita näillä jatkopaloilla voi leventää lähes rajattomasti. Erikoisseinille on suunniteltu jatkopalojen sijaan vain 90 asteen kulman muodostavat päätypalat, jotka ovat yhdistettävissä perusseinisiin. Kuvassa 12 on esimerkki vinolla seinällä ja yhteensopivalla päätypalalla luodusta kulmasta.



Kuva 12. Vinon seinän ja yhteensopivan päätyseinän luoma suora kulma.

Kaarevia erikoisseiniä on kahta kokoa. Molemmat koot vastaavat perusseinän vähimmäiskorkeuksia. Erikoisseinät ovat siis valmiita kokonaisuuksiaan, eivätkä ne ole muokattavissa korkeuden tai leveyden suhteen. Jos siis hallirakennelmassa on perusseinä korotettu lisämoduulein, ei erikoisseinää voida liittää odotettua suurempaan huonekorkeuteen. Kuvassa 13 esitellään kaikki kaarevien erikoisseinien moduulit, jotka sisältävät niin itse kaarevat seinät kuin päädyt ja kulmapalatin.



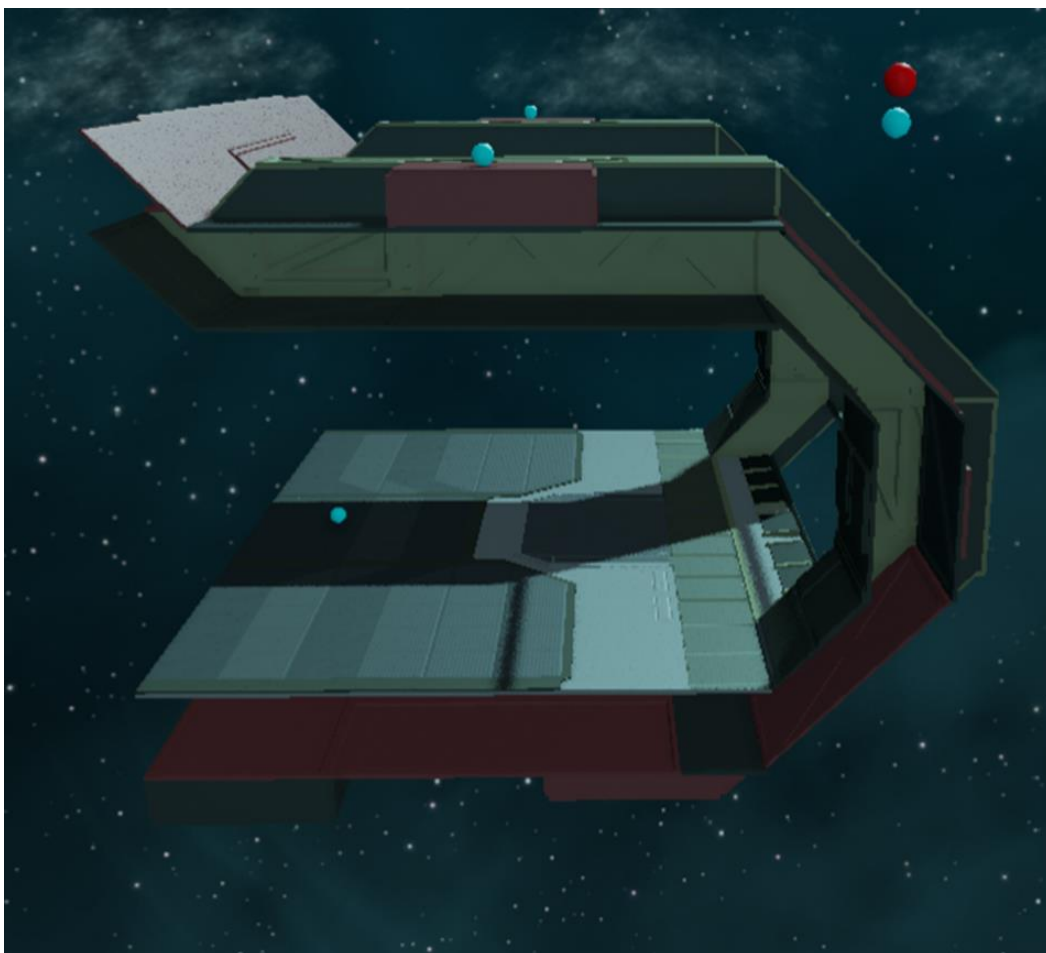
Kuva 13. Kaikki käytettävät kaarevan erikoisseinän moduulit.

Korkeamman kaarevan erikoisseinän korkeus on sama kuin korkeamman perusseinän vähimmäiskorkeus eli 2 400 cm. Kaarevan erikoisseinän syvyys, eli etäisyys seinän uloimmasta osasta lattian ja katon reunoihin, joilla moduuli yhdistetään lattia- tai kattomoduuleihin, on 1 944 cm. Erikoisseinän leveys vastaa katto- ja lattiamoduulien leveyttä eli 2 592 cm:ä. Kaarevista erikoisseinistä on ikkunalliset ja ikkunattomat versiot molemmissa korkeuksissa. Molemmissa versioissa moduulin ulottuvuudet ovat samat, mutta umpinaisen seinän tilalla on ikkuna. Kuvassa 14 on nähtävillä korkeamman kaarevan seinän rakenne.



Kuva 14. Ikkunallinen versio korkeammasta kaarevasta erikoisseinästä.

Matalassa kaarevassa erikoisseinässä korkeus vastaa matalamman perusseinän vähimmäiskorkeutta eli 1 536 cm:ä. Tämä erikoisseinä on siis yhteensopiva matalamman perusseinän kanssa, kun perusseinän korkeutta ei ole kasvatettu ylimääräisillä lisämoduuleilla. Syvyys ja leveys vastaavat korkeamman kaarevan erikoisseinän mittoja. Leveys vastaa siis myös lattia- ja kattomoduulien leveyttä. Kuva 15 esittelee matalamman kaarevan erikoisseinän rakennetta.



Kuva 15. Ikkunallinen versio matalammasta kaarevasta erikoisseinästä.

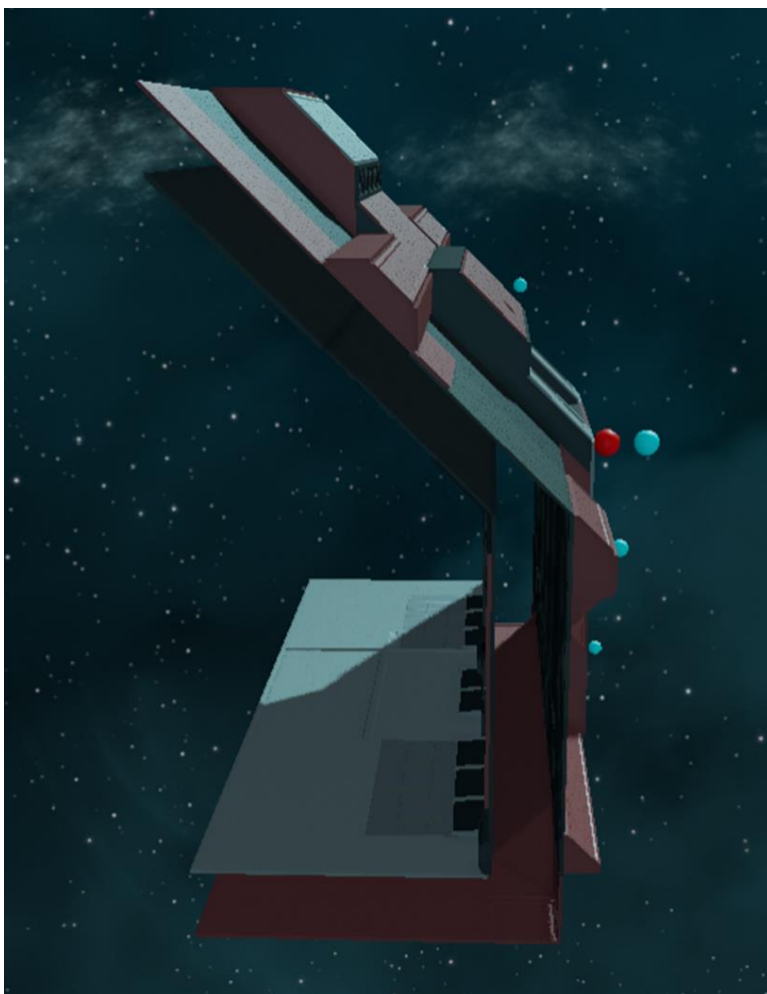
Kuten aikaisemmin mainittiin, jokaisella erikoisseinällä on yhteensopiva päätypalamoduuli, jolla erikoisseinämoduulin pääty saadaan umpinaiseksi ja muodostamaan 90 asteen kulman perusseinän kanssa. Päätypalamoduuleilla kulma muodostuu sisäänpäin, jolloin voidaan luoda kuutiomaisia hallirakennelmia. Tällaisten päätypalojen lisäksi kaarevilla erikoisseinillä on omat moduulinsa, joilla kulma saadaan kääntymään ulospäin. Tällöin voidaan luoda erilaisia ulkonevia osuuksia tai kääntyviä käytäviä halleihin. Näilläkin paloilla luotu kulma on 90 astetta. Kuva 16 esittelee näiden kulmapalamoduulien käyttöä kaarevan erikoisseinän ja perusseinän välillä.





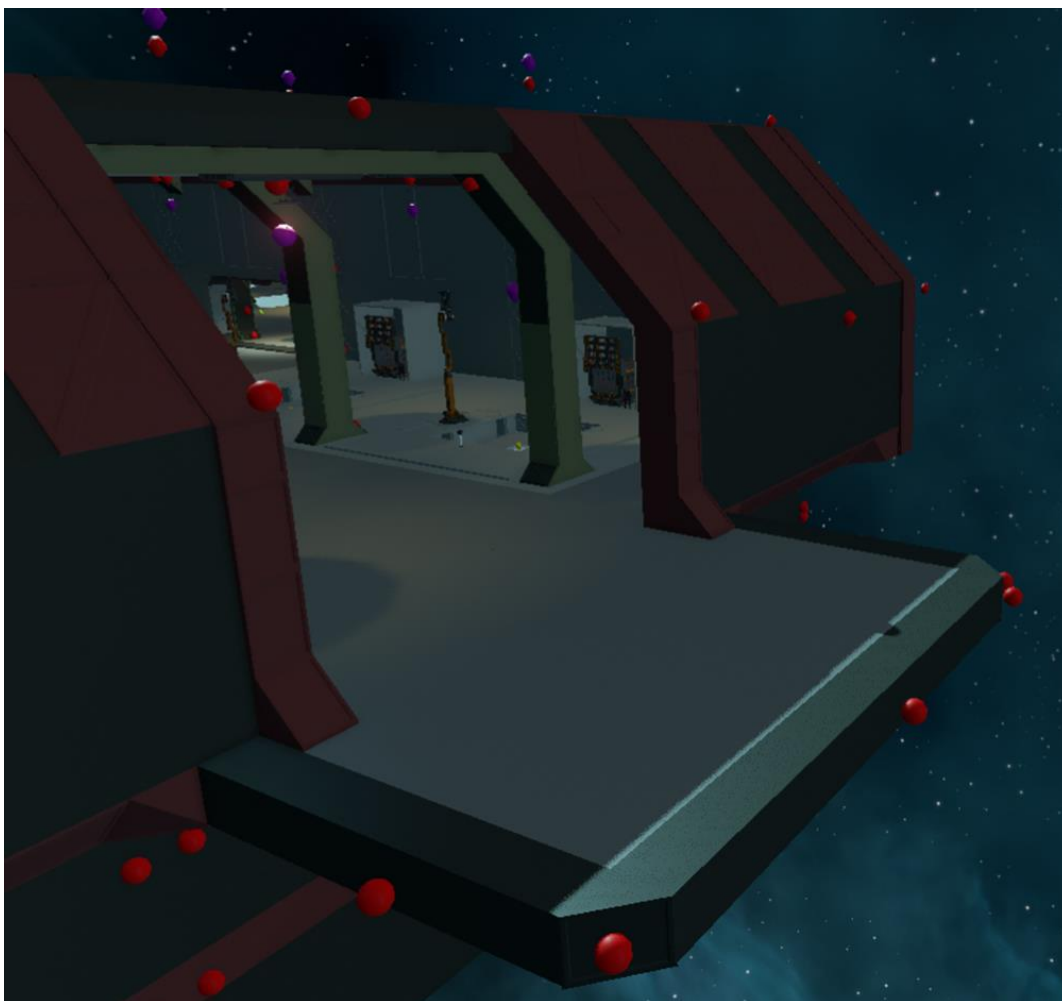
Kuva 16. Kaarevan erikoisseinän kulmapalat.

Kolmas erikoisseinämoduulimalli on vino erikoisseinä. Korkeudeltaan vino erikoisseinä vastaa korkeampaa perusseinää tai kaarevaa erikoisseinää. Leveys vastaa muiden seinämoduulien tavoin lattia- ja kattomoduulien leveyttä, jotta näiden yhteensopivuus olisi mahdollisimman suurta. Vinon erikoisseinän syvyys suurimmillaan on 1 080 cm. Kuvassa 17 esitellään vinon erikoisseinän rakennetta.



Kuva 17. Vinon erikoisseinän rakenne.

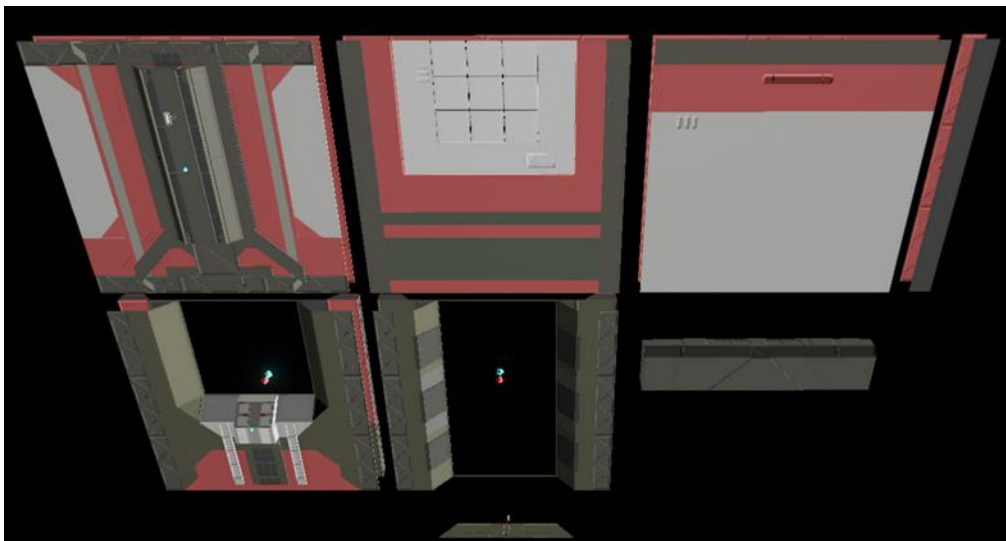
Vinolla erikoisseinällä on seinämoduulin lisäksi päätypala- ja sivupylväsmoduulit. Päätypalamoduulilla luodaan suora kulma perusseinän kanssa. Sivupylväsmoduulilla puolestaan saadaan seinästä umpinainen ja ilmatiivis, kun halutaan luoda koko seinän kokoinen kulkuaukko. Tätä käytetään esimerkiksi, kun halutaan luoda terassimainen ulkoneva lattia-alue seinien ulkopuolelle. Sivupylväsmoduuleita käytettäessä pitää kuitenkin pitää huoli myös katon ja lattian ilmatiiviistä kokoamisesta. Tällöin kattoon yhdistetään puuttuvan seinämoduulin sijaan katon omat reunapalamoduulit, jotka peittävät avoimeksi jäävän katon välitilan. Lattiamoduulilla on omat reunapalamoduulinsa, joilla voidaan koota umpinainen reuna ulkoneville lattioille, kuten esimerkiksi edellä mainitussa terassiesimerkissä. Kuvassa 18 esitellään tällainen rakennelma: vinon erikoisseinän sivupylväsmoduulien sekä katon ja lattian reunapalamoduulien avulla rakennettu kulkuaukko ja terassimainen ulkoneva lattia.



Kuva 18. Vinon erikoisseinän sivupylväsmoduulit, terassimainen lattia-alue sekä katon ja lattian reunapalamoduulit.

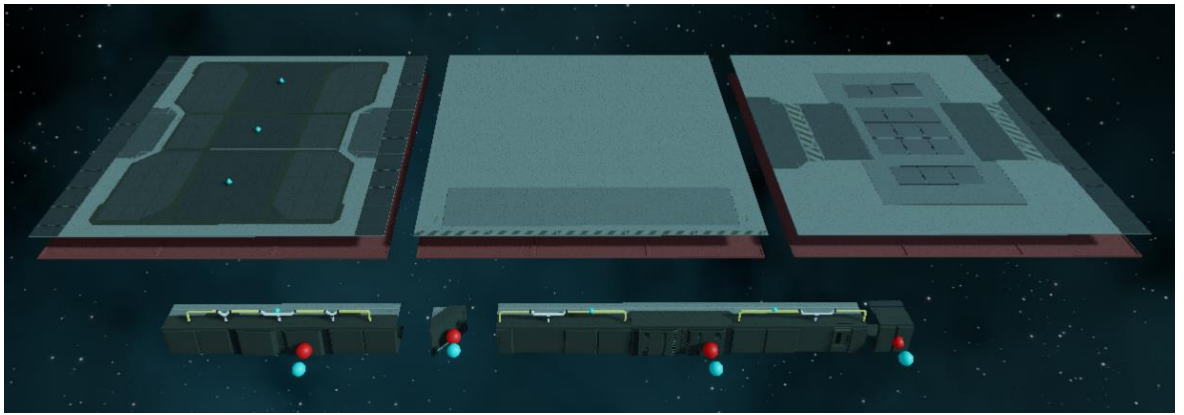
Kattomoduuleja suunniteltiin yhteensä kahdeksan erilaista. Ne sisältävät itse kattopalat ja niiden reunalle asetettavat reunapalamoduulit. Katosta luotiin aluksi kolme versiota, jotka olivat ikkunaton, koko katon levyisellä ikkunalla ja puolilevyisellä ikkunalla varustettu moduuli. Kattoikkunalliset kattomoduulit tarvitsivat myös ikkunalle täytepalan niissä tapauksissa, joissa kattoikkuna ei päättyisikään perusseinään, vaan loppuisi esimerkiksi keskellä kattoa. Tämä aiheuttaisi sen, ettei sisäkatto olisi ilmatiivis ilman erillistä täytepalaa sulkemaan ikkunan päädyn ja viereisen kattomoduulin välille ilmaantuvan aukon. Lisäksi katolle suunniteltiin oma jatkopalamoduulinsa, jotta katon leveyttä voitaisiin venyttää 108 cm tarvittaessa. Rakennustöiden edetessä luotiin ikkunattomasta kattomoduulista kaksi uutta versiota, joissa koristeluiden määrää vaihdettiin. Koristeet ovat omia laatoista koottuja kappaleitaan, jotka usein näkyvät erilaisina ulokkeina. Nämä koristeet

aiheuttivat herkästi päällekkäisyyksiä erikoisempien hallien rakennuskokeiluiden yhteydessä, joten kattomoduuleista päädyttiin tekemään sileämpiä versioita joko vähäisin koristein tai kokonaan ilman koristeita. Varsinaisten katto-osien lisäksi luotiin reunapalat, jotta katto pysyisi ilmatiiviinä niissä tapauksissa, joissa katto ei pääty seinään. Kuva 19 esittelee erilaisia kattomoduuleja niiden alapuolelta tarkasteltuna.



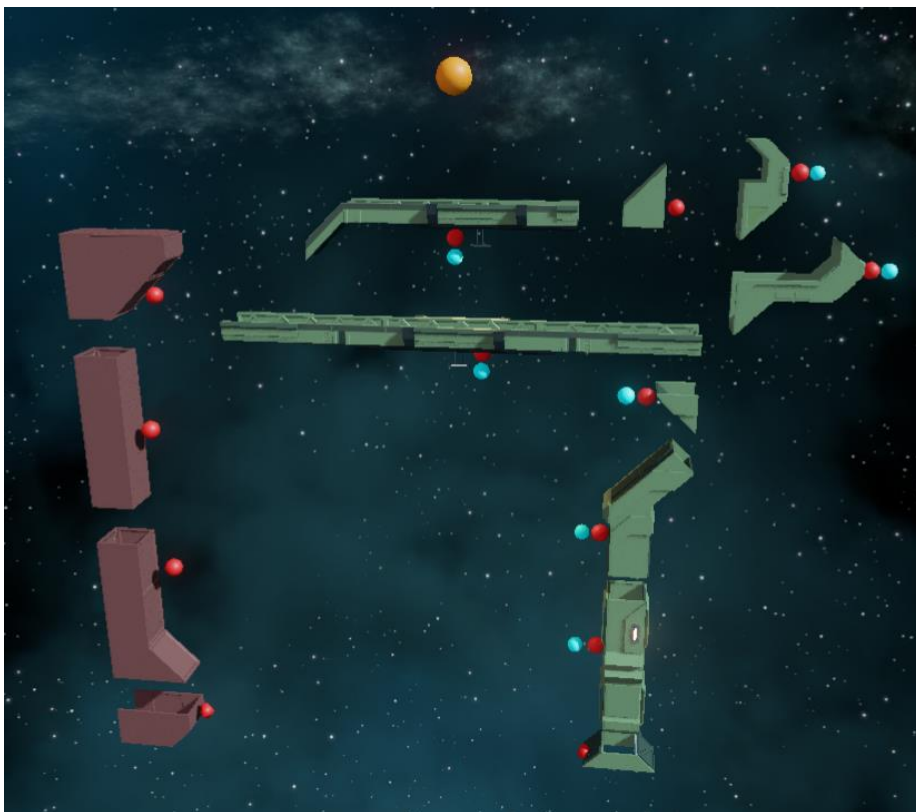
Kuva 19. Kaikki luodut kattomoduulivaihtoehdot.

Lattiamoduuleja luotiin vähiten, ja lopulta lattiaosat ja reunapalat yhteenlaskettuna lattiamoduuleja luotiin seitsemän. Itse lattiaosia luotiin kolme, samalla tavalla kuin kattomoduuleja. Ensimmäisen lattiamoduulin koristeet aiheuttivat yllättäviä päällekkäisyyksiä muun muassa perusseiniä koristeiden kanssa, joten lattiamoduulista päädyttiin tekemään kaksi uutta versiota joko vähäisin koristein tai kokonaan ilman koristeita. Lattiaosien lisäksi lattiamoduuleiksi lasketaan lattioiden reunapalat, joilla ulkonevat lattiaosuudet voidaan pitää ilmatiiviinä esimerkiksi terassimaisissa rakennelmissa. Kuva 20 esittelee lattiamoduulit rinnakkain.



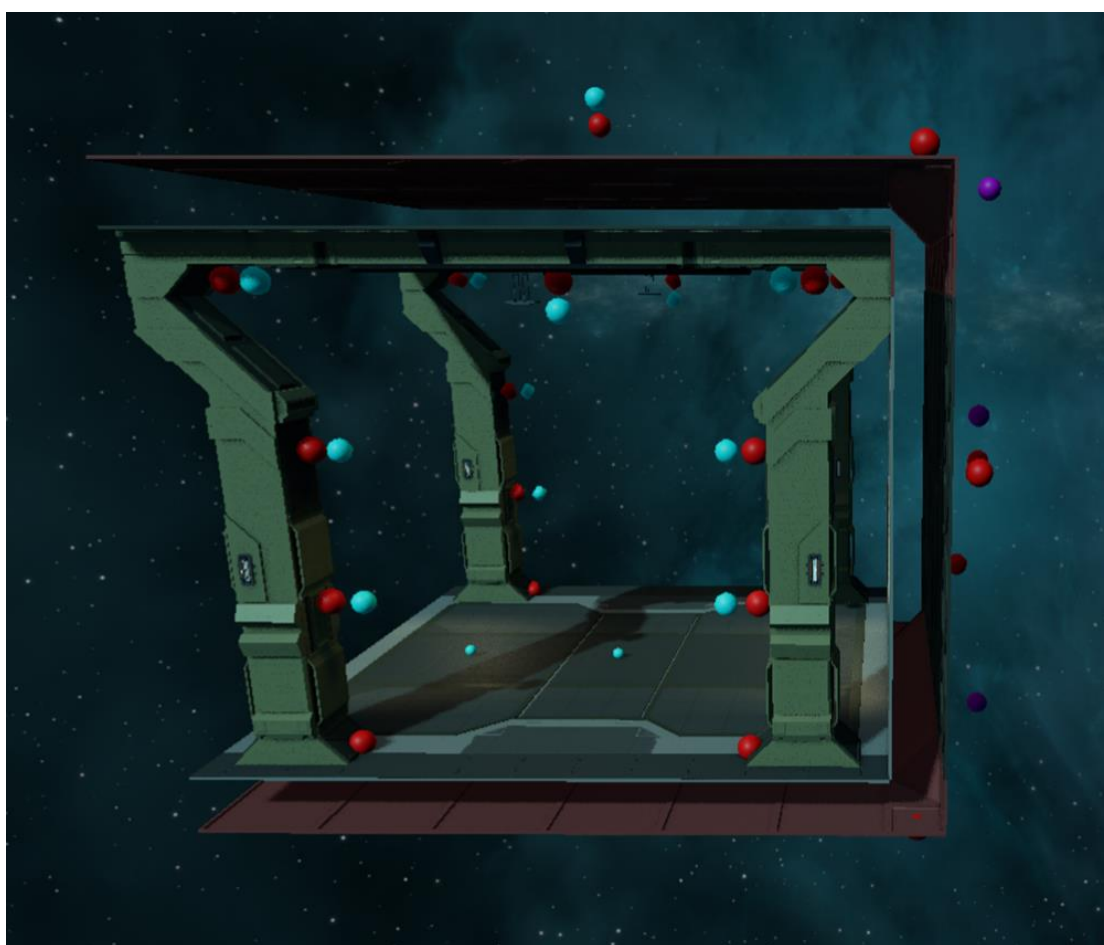
Kuva 20. Lattiamoduulit aseteltuna lähekkäin.

Vaikka valtavat hallirakennelmat pysyisivät rakenteellisesti koottuna ilman erillisiä tukipylväitä, on hallien kuitenkin tarkoitus toimia uskottavina peliympäristöinä pelaajalle. Tämän vuoksi luotiin erilliset pylväsmoduulit, joita halliin voidaan asettaa antamaan visuaalista viitettä siitä, että halli on jyrkevä ja tukeva kokonaisuus. Pylväsmoduuleja luotiin yhteensä 13 erilaista. Kuvassa 21 esitellään kaikki luodut pylväsmoduulit.



Kuva 21. Kaikki pylväsrakenteiden vaatimat moduulit.

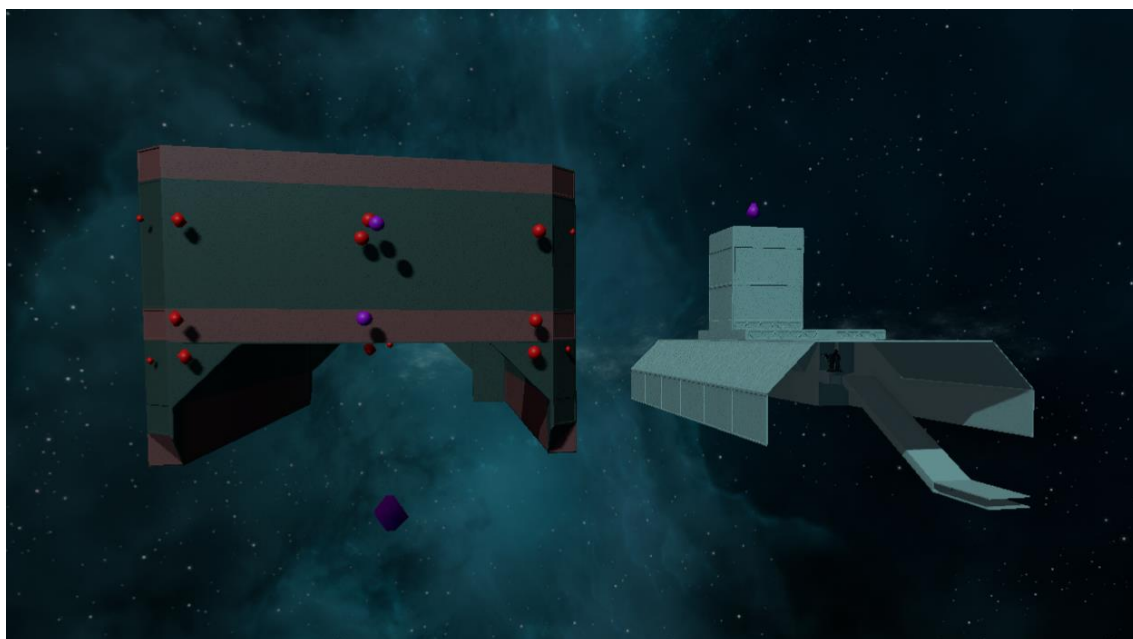
Pylväsmoduuleihin lasketaan muun muassa kattopalkit, joihin pylväät yhdistetään, katon reunapalojen kanssa yhteensopivat päätypalat sekä itse palat, joista pylväät rakennetaan. Korkeampaan huonekorkeuteen pylväät rakennetaan kattopalkkiin "module\_large\_hall\_pillar\_ceiling" yhdistyvästä kulmapalasta "module\_large\_hall\_pillar\_corner", kulmapalaan yhdistyvästä pylvään yläosasta "module\_large\_hall\_pillar\_top", yläosaan yhdistyvästä korkeasta välikappaleesta "module\_large\_hall\_pillar\_extension" sekä lattian ja välikappaleen välille asetettavasta alaosasta "module\_large\_hall\_pillar\_base". Mikäli pylväät rakennetaan matalampaan huonekorkeuteen eli matalamman perusseinän vähimmäiskorkeuden mukaan, jätetään korkea välikappale kokonaisuudesta pois. Kuvassa 22 esitellään esimerkkipylväät korkeammassa huonekorkeudessa yhdistettynä lattia-, katto- ja perusseinämoduulien kanssa.



Kuva 22. Kokonaisuus, jossa on käytetty pylväsmoduuleja katto-, lattia- ja perusseinämoduulien lisäksi.



Seinä-, katto-, lattia- ja pylväsmoduuleilla voidaan rakentaa lähes rajattomasti erilaisia hallikokonaisuuksia. Kuitenkin erään hallin kohdalla oli erityistoiveena avaruusaluslaiturin peittävät moduulit. Laiturit asetetaan hallin pohjaan niin, että laitureista lähtevä tavarakuilu kiinnittyy hallin pohjaan ja kuilun alla sijaitsee itse laiturirakennelma, johon pelaaja voi pysäköidä aluksellaan. Laiturimoduulit siis suunniteltiin niin, että matalamman perusseinän ympärille luotiin muutama erilainen päätykappale. Perusseinä- ja päätykappalemoduulien avulla voidaan rakentaa ilmatiivis rakennelma tavarakuilun ja laiturin ympärille. Laiturimoduuleja suunniteltiin yhteensä yhdeksän. Kuvassa 23 esitellään laiturin peittävillä laiturimoduuleilla koottu rakennelma, jolla valkoisena näkyvä laiturin peitetään.



Kuva 23. Laiturimoduulit ja itse laiturirakennelma.

Moduuleja suunniteltiin kymmeniä erilaisia, ja vaikka alun perin jokaisella moduulilla oli tarkasti suunnitellut käyttökohteensa, lopulta moduuleja käytettiin melko luovillakin tavoilla. Ainoat rajoitteet moduulien käytölle ovat moduulien päällekkäisyyden ja ilmatiiviyyden rikkovien aukkojen ehdoton välttäminen.

#### 4.2 Hallien kokoaminen

Suunnitelluista moduuleista rakennettiin lopulta kaksi isoa hallirakennusta. Hallien rakennusprosessi sisälsi hallin ulkoisen muodon konseptin ja tarvittavat työpisteet, jotka



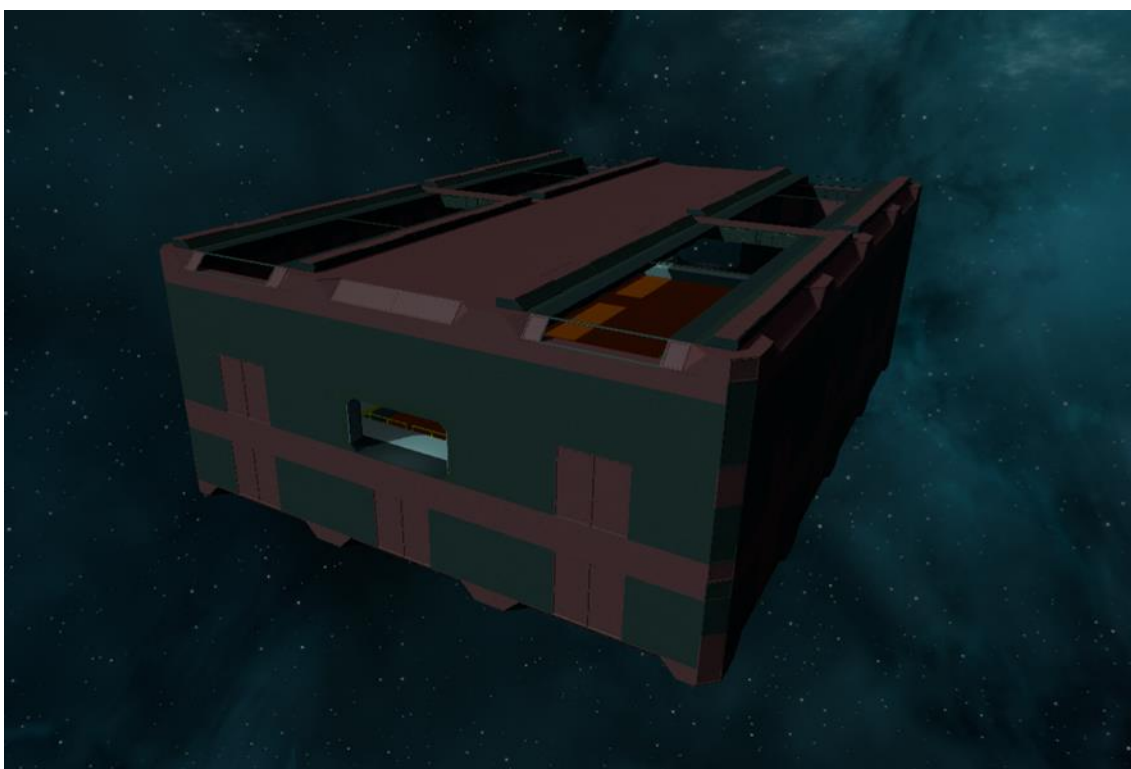
valmistettiin Editorin laatoista etukäteen. Työpisteet sellaisinaan eivät siis olleet moduulikokoelman osia, vaan erillisiä rakennelmiaan, joiden ympärille moduulikokoelman osilla rakennettiin hallikokonaisuudet. Hallien rakennusprosessien edetessä myös työpisteet kokivat jonkin verran muutoksia. Kuitenkin työpisteiden vaatimuksena alusta asti oli sopia ulottuvuuksiltaan yhteen moduulien kanssa, joten työpisteiden muokkaamisesta ei aiheutunut juurikaan ongelmia. Moduulien liikuttaminen, vaihtaminen ja poistaminen hallista oli vaivatonta.

Ensimmäinen rakennettu halli toimii asteroidilouhintahallina, jossa pelaajat voivat kerätä resursseja louhimalla halliin tuotavia asteroideja. Asteroidit ovat pelissä suuria kivenlohkareita, joten usean asteroidin louhintaan vaaditaan valtavat tilat. Asteroidinlouhintahallista tehtiin kaksi versiota. Ensimmäinen versio toimi myös hallimoduulien testikappaleena, jossa kokeiltiin, miten suunnitellut moduulit asettuvat erillisten ennalta rakennettujen louhintatyöpisteiden ympärille. Tämä ensimmäinen versio asteroidinlouhintahallista sisälsi noin 20 työpistettä ja noin 10 pohjaan kiinnitettyä laituria tavarakuiluineen. Alun perin tarkoituksena oli, että pelaajat kuljettavat asteroideja asteroidivyöhykkeeltä ja purkavat lastinsa laitureilla, joista puretut lastit kulkevat tavarakuilua pitkin työpisteille, joissa pelaajien kuljettamia asteroideja louhitaan resurssien keräämiseksi. Kuvassa 24 on nähtävissä ensimmäinen halli kokonaisuudessaan.



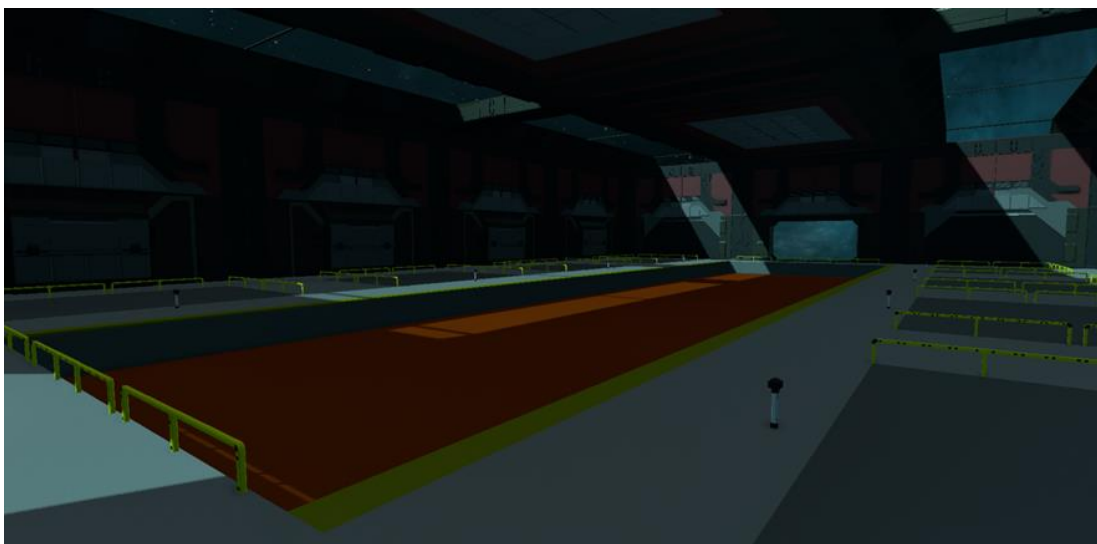
Kuva 24. Ensimmäinen moduuleilla rakennettu versio asteroidinlouhintahallista.

Lopullinen asteroidinlouhintahalli oli yksiosainen eikä laitureita liitetty mukaan halliin. Laiturien käyttömekanismit vaativat vielä hienosäätöä eivätkä tämän vuoksi soveltuneet ensimmäiseen käyttövalmiiseen halliin. Asteroidien kuljetuksen sijaan päädyttiin luomaan asteroidi-instanssit suoraan työpisteille pelaajan painaessa nappia. Vaikka asteroidien kuljettaminen ja toimittaminen laitureilta työpisteille olisikin uskottavampaa, vaatisi toimivan laiturin ja työpisteiden luoma kokonaisuus liikaa aikaa kehitystyöltä, joten päädyttiin yksinkertaisempaan toteutukseen ilman laitureita. Lopullisessa hallissa on kahdeksan työpistettä, joiden keskellä on ns. roskakuilu, jonne louhinnasta ylijäävät lohkarieet voi heittää. Roskakuilu poistaa automaattisesti lohkarieinstanssit. Hallissa on kaksi oviaukkoa, joista kulku halliin ja hallista pois tapahtuu. Hallin kokonaiskorkeus vastaa korkeamman perusseinän vähimmäiskorkeutta eli 2 400 cm, leveys kolmea lattiamoduulia eli 7 776 cm ja syvyys neljää lattiamoduulia kahdella jatkopalalla eli yhteensä 10 800 cm. Lattian kokonaispinta-ala roskakuilu ja työpisteet mukaan lukien on siis 10 077 696 cm<sup>2</sup> eli noin 1 000 m<sup>2</sup>. Kuva 25 esittelee lopullista asteroidinlouhintahallia.



Kuva 25. Lopullinen asteroidinlouhintahalli.

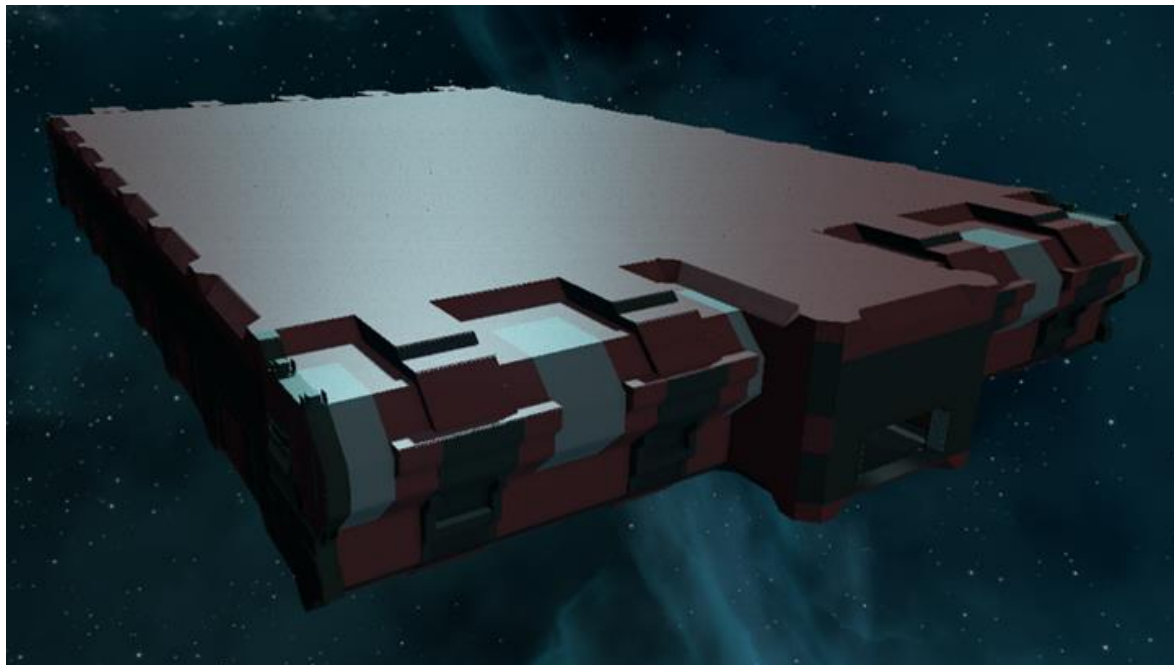
Hallin käytettävyyttä pohdittaessa tarkasteltiin, miten esteettömästi pelaaja pystyy kulkemaan ja kuinka helposti hallin käyttötarkoitus on hahmotettavissa. Kulkuväylät työpisteiden ja roskakuilun välillä pidettiin väljinä, ja kulkuväylillä mahtuu useampi pelaajahahmo kulkemaan rinnakkain. Roskakuilusta tehtiin myös tarpeeksi matala, jotta sinne pudonnut pelaaja pääsee helposti ja vaivattomasti kiipeämään takaisin kulkuväylälle. Ovien edustalla roskakuilun reunalle laitettiin kaiteet, jotta pelaaja ei pääse juoksemaan ovelta suoraan kuiluun. Kävelytilaa jätettiin työpisteiden ympärille, jotta pelaaja pääsee kulkemaan helposti asteroidin ympärillä. Työpisteiden edessä on selkeästi asteroidi-instanssin luova painike, jolla pelaajat voivat halutessaan luoda uuden asteroidin työpisteelleen. Oviaukot hallin seinissä ovat helposti huomattavissa, eikä pelaaja voi eksyä yksinkertaisessa ja avarassa hallissa. Kuva 26 on kuvakaappaus lopullisen asteroidinlouhintahallin sisältä. Kuvakaappauksessa näkyy työpisteitä, roskakuilu ja toinen oviaukko hallin perällä.



Kuva 26. Lopullinen asteroidinlouhintahalli sisältä.

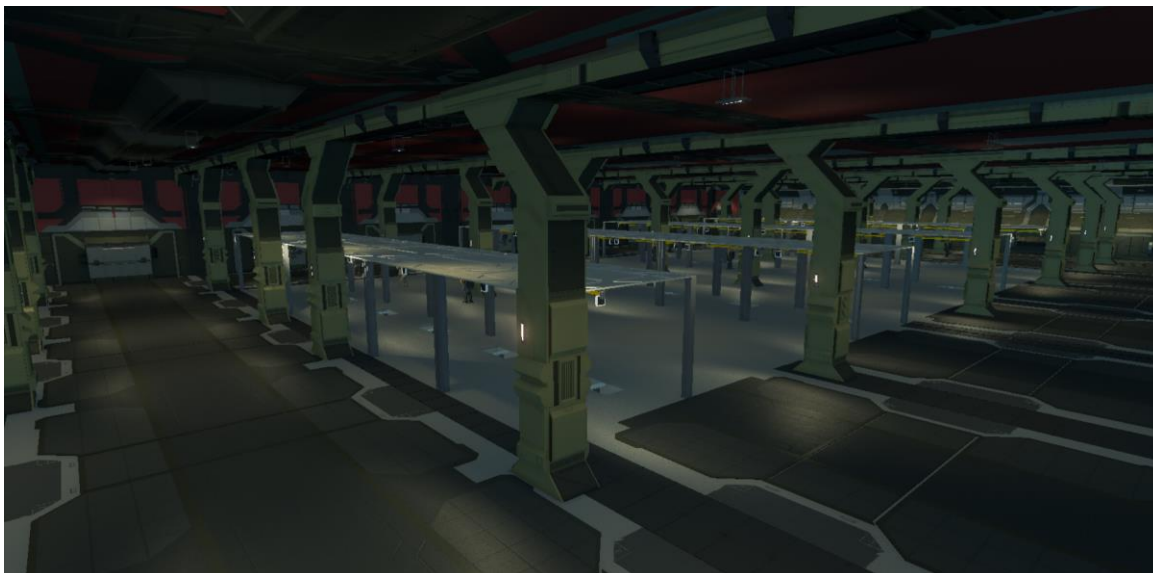
Toinen rakennettu lopullinen halli oli tehdashalli, jonka tarkoituksena on toimia resursienkäsittelylaitoksena. Annetuista resursseista automatisoidut työpisteet valmistavat lopullisia tuotteita, kuten esimerkiksi avaruusosalusten osia. Tehdashalli rakennettiin moduuleilla erillisten valmiiden työpisteiden ympärille. Työpisteet vastasivat leveydeltään ja syvyydeltään puolta katto- ja lattiamoduuleista, joten yhtä kattomoduulia kohden asetettiin kaksi työpistettä. Lopulliseen halliin siis asetettiin neljä kuuden työpisteen riviä, jotta työpisteet vastaisivat yhteisleveydeltään ja -syvyydeltään luotuja hallimoduuleja. Hallin kokonaiskorkeus vastaa korkeamman perusseinän korkeutta, leveys viittä lattiamoduulia

eli 12 960 cm:ä ja syvyys seitsemää lattiamoduulia sekä kahta kaarevaa erikoisseinää eli yhteensä 22 032 cm:ä. Lattiapinta-alaa hallissa on yhteensä työpisteet mukaan lukien 267 058 944 cm<sup>2</sup> eli noin 26 700 m<sup>2</sup>. Kuvassa 27 on esitelty tehdashalli kokonaisuudessaan.



Kuva 27. Valmis tehdashalli.

Tehdashallin käytävyydessä huomioitiin samoja asioita kuin asteroidinlouhintahallissakin. Kulkuväylät työpisterivistöjen välillä ja ympärillä pidettiin tilavina, jotta pelaajat pysyivät helposti kulkemaan niiden ohi. Kulkuväylät vastaavat leveydeltään vähintään yhtä lattiamoduulia, joten pelaajilla on runsaasti tilaa liikkua ja esimerkiksi poimia ja kuljettaa valmistettuja tuotteita. Tehdashallissa on vain yksi oviaukko, mutta se on selkeästi huomattavissa ja helposti löydettävissä. Kuva 28 on kuvakaappaus tehdashallin sisätiloista, ja siinä on nähtävissä muun muassa työpisterivistöt ja leveät kulkuväylät.



Kuva 28. Tehdashallin sisätilat.

Lopulliset hallit yhdistettiin valtavaan asemarakennelmaan, jossa pelaaja voi vapaasti kulkea. Hallit ovat kokonaan kopioitavissa sellaisinaan, joten esimerkiksi usean asteroidinlouhintahallin muodostamien korttelien luominen kaupunkimaiseen asemarakennelmaan on mahdollista.

Koska hallit ovat modulaarisesti luotuja, niitä voi jälkikäteen muuttaa tarpeiden mukaan. Esimerkiksi, jos hallien seiniin tarvitaan lisää oviaukkoja tai kattoikkunat halutaan poistaa, on jälkikäteen tapahtuva hallien muokkaaminen vaivatonta ja nopeaa. Moduulien käyttö rakentamisessa myös takaa hallien yhteensopivuuden, joten halleja voisi myös yhdistellä.

## 5 Lopulliset valmistuneet kentät

Käytettävyyttä pohdittiin jo moduuleja suunniteltaessa. Lattiamoduuleista tehtiin tarpeeksi isoja, jotta niiden ollessa kulkuväylinä olisi pelaajalla runsaasti tilaa kulkea, vaikka samalla kulkuväylällä olisi useita muita pelaajahahmoja samanaikaisesti. Seinämoduulit suunniteltiin niin, että niillä rakennetut hallit ovat tarpeeksi korkeita niin pelaajalle kuin halleihin tuleville laitteistoillekin. Erityisesti asteroidinlouhintahallissa huonekorkeudella on merkitystä, sillä asteroidit ovat valtavia ja niiden tulisi mahtua helposti halliin sisälle.

aiheuttamatta epämääräisiä törmäyksiä hallin katon tai seinien kanssa. Seinämoduuleja suunniteltiin myös niin, että halleihin saataisiin tarpeeksi vaihtelua.

Asteroidinlouhintahallin käytettävyys on huomioitu hyvin. Hallissa on kaksi kulkuaukkoa ja se on hallina avara ja selkeä. Pelaajan on vaikea eksyä halliin, sillä oviaukot ovat nähtävissä hallin jokaisesta pisteestä. Työpisteet ovat helppokäyttöiset, sillä asteroidien tilausnapit ovat selkeästi esillä, noin vatsan korkeudella suhteessa pelaajahahmoon, ja helppokäyttöisiä. Pelaajalla on tilaa kulkea työpisteensä ympäri, ja jos esimerkiksi pelaaja haluaa tarkastella asteroidiaan tämän takapuolelta, se on mahdollista runsaan tilan vuoksi. Vaikka jokaisella työpisteellä olisi asteroidi, on pelaajalla hyvin tilaa kulkea hallissa.

Käytettävyys on huomioitu myös roskakuilun suunnittelussa. Roskakuilun ovien puoleisille reunoille on asetettu kaiteet, jotta pelaajat eivät reippaasti juostessaan pääse putoamaan kuiluun. Kuitenkin kaiteet tulisivat tielle pelaajan heittäessä louhintatyöstä ylijäävää kivimateriaalia roskakuiluun, joten työpisteiden puoleiset reunat jätettiin tarkoituksella ilman kaiteita. Pelaajan kuiluun putoamisen riski on kuitenkin suuri, joten kuilusta tehtiin tarpeeksi matala, jotta pelaajan on helppo hypätä takaisin ylös.

Hallin käytettävyyttä voisi parantaa jonkin verran sillä, että kuilun ja työpisteiden väliin jätettäisiin hieman enemmän tilaa, mutta toisaalta tämä aiheuttaisi sen, että pelaajalla olisi pidempi etäisyys kivimassalle heitettävänä, mikä puolestaan voi turhauttaa, jos esimerkiksi heitto jää lyhyeksi ja pelaaja joutuu kulkemaan ohiheitettyjen palojen perässä. Tämä taas puolestaan heikentäisi työpisteiden ja roskakuilun käytettävyyttä, joten lopullinen etäisyys on kompromissi, jolla maksimoidaan niin kulkuväylien kuin roskakuilunkin käytettävyys.

Myös tehdashallin käytettävyys on huomioitu hyvin. Pelaajalla on runsaasti kävelytilaa eikä halliin eksy helposti sen yksinkertaisen muodon vuoksi. Hallissa on vain yksi kerros, joten vaikka halli on pinta-alaltaan valtava, siellä kulkeminen on yksinkertaista. Työpisteet ovat automatisoituja, ja niiden käynnistyspainikkeet ovat selvästi esillä jokaisella työpisteellä.

Hallin käytettävyyttä lisäisi toinen oviaukko. Tällä hetkellä hallissa on vain yksi oviaukko, joten pelaajalla saattaa tulla turhautunut olo, jos ovi tuntuu olevan liian kaukana hallin



perimmäisestä nurkasta. Ovet hallin molemmissa päissä vähentäisivät pelaajan edestakaista juoksemista. Varsinkin takaseinustalla oleva pelaaja ei välttämättä näe suoraan ovelle, sillä hallissa on useita rivejä työpisteitä ja pylväitä, jotka estävät näkyvyyden ovelle. Toinen käytettävyyteen vaikuttava tekijä ovat työpisteiden käynnistyspainikkeet. Työpisteitä on yhteensä 24, joten pelaajalla on useita nappeja painettavanaan. Jos kaikkien työpisteiden painikkeet saataisiin keskitettyä yhteen ohjaustauluun, paranisi työpisteiden käytettävyys. Tähän tosin vaikuttaa se, onko pelaajan tarkoitus pystyä hallitsemaan kaikkia työpisteitä vai vain yhtä, kuten asteroidinlouhintahallissa.

Molempien hallien jatkokehittely on helppoa moduulien avulla. Mikäli esimerkiksi tehdashalliin halutaan lisätä oviaukkoja tai muuttaa sen muotoa, se on jälkikäteen vaivatonta moduuleja vaihtamalla. Asteroidinlouhintahallia on melko helppo kasvattaa, ja siihen on helppo lisätä esimerkiksi lisää oviaukkoja.

Moduulien koko oli toimiva, eikä esimerkiksi kokonaisten huoneiden kokoisille moduuleille ollut tarvetta tässä työssä. Mikäli moduulit olisivat kokonaisia huoneita, kuten Star Citizen -pelissä, olisi esimerkiksi nyt luotujen hallien korkeutta mahdotonta säätää muokkaamalla itse moduuleja. Nykyisillä moduuleilla seinistä voidaan tehdä teoriassa lähes kuinka korkeita tahansa, mutta yksittäisillä huonemoduuleilla vain hallin huoneiden asetelua voitaisiin muutella.

Moduulikokoelmasta puuttuvat kokonaan ramppimoduulit, joten nykyisellä kokoelmalla ei voida luoda useampikerroksisia halleja ilman erikseen rakennettuja ramppeja tai hisimekanismeja. Seuraava jatkokehityksen kohde voisikin olla ramppien lisääminen moduulikokoelmaan, jolloin sisä- tai ulkotiloihin voisi luoda erilaisia parvimaisia tai umpinaisia kerroksia, joihin pelaajalla olisi pääsy. Esimerkiksi tehdashallissa parvekemaiset kulkuväylät työpisteiden ympärillä voisivat lisätä hallin tehdasmaisuutta. Rampeilla ja kerroksilla halleihin saisi myös vaihtelua. Esimerkiksi asteroidinlouhintahallista voisi olla sen nykyisellä toiminnallisuudella kaksikerroksinenkin versio. Käytettävyys pitäisi kuitenkin huomioida myös rampeissa, ja niille pitäisikin suunnitella sopiva jyrkkyys, leveys ja korkeus, jotta niiden avulla saataisiin luotua mahdollisimman helppokäyttöisiä kulkureittejä niin niitä käyttävälle rakentajalle kuin itse pelin pelaajallekin. Ramppien käyttö vaatisi mahdollisesti hallien suurentamista tai työpisteiden vähentämistä, sillä ahtaasti aseteltu ramppi työpisteiden lomassa voi tuntua pelaajasta hankalalta käyttää sujuvaan liikkumiseen.



## 6 Yhteenveto

Insinööriyössä suunniteltiin ja luotiin yhteensä 78 erilaista moduulia, joiden avulla voi rakentaa lähes rajattomasti erilaisia hallikokonaisuuksia erilaisiin käyttötarkoituksiin. Moduulien käytön ainoat rajoitukset ovat päällekkäisyyden ja aukkojen ehdoton välttäminen. Lopulliset moduulit ovat helppokäyttöisiä, ja niistä voi kuka tahansa projektin parissa työskentelevä rakentaa uusia hallikokonaisuuksia.

Modulaarisuus ja käytettävyys ovat merkittäviä asioita, joihin pelinkehitystyössä kannattaa kiinnittää huomiota. Modulaarisuudella voidaan tehostaa kenttien toteutusta, jolloin pienetkin kehitystiimit voivat toteuttaa lähes rajattomasti erilaisia kokonaisuuksia ja jopa suuria avoimen pelimaailman pelejä. Käytettävyys puolestaan vaikuttaa osittain pelin menestykseen. Hyvin käytettävyyttä huomioineet pelit ovat markkinoilla paremmassa kilpailuasemassa verrattuna sellaisiin peleihin, joissa ei ole panostettu käytettävyyteen.

Moduuleilla rakennettiin kaksi erilaista hallirakennelmaa. Molemmat hallit liittyvät pelinsisäisten resurssien keräämiseen ja käsittelyyn. Ensimmäiseksi luotu asteroidinlouhintahalli toimii pelaajalle resurssienkeruupaikkana, jossa pelaaja voi louhia asteroideista malmeja. Toinen halli toimii tehdashallina, jossa automatisoidut linjastot työstävät resursseista lopullisia tuotteita, kuten avaruusaluksen osia.

Suunnittelutyö sujui hyvin, ja lopputuloksena valmistui runsaasti erilaisia moduuleja. Hallien toteutus onnistui, ja molemmat hallit ovat toimivia kokonaisuuksia. Käytettävyys huomioitiin molempia halleja rakentaessa, ja käytettävyydeltään hallit ovat melko hyvin onnistuneita. Jonkin verran käytettävyyttä voisi kuitenkin vielä parantaa esimerkiksi lisäämällä oviaukkoja tai levantämällä kulkuväyliä.

Moduulien jatkokehitysideana voisi olla esimerkiksi erilaisten ramppimoduulien suunnittelu ja lisääminen nyt luotuun moduulikokoelmaan. Ramppien avulla halleista voisi tehdä vaivattomasti useampikerroksisia, jolloin hallien välillä olisi runsaammin vaihtelua eikä kaikki toiminnallisuus hallien sisällä rajoittuisi vain yhteen kerrokseen. Ramppi- ja välitasomoduulien lisääminen kuitenkin vaatii huomioimaan käytettävyyden muun muassa sijoittelun, leveyden, korkeuden ja jyrkkyyden suhteen.

## Lähteet

- 1 Rogers, Scott. 2014. Level Up! The Guide to Great Video Game Design. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons.
- 2 Hartikainen, Pirkka. 2008. Kenttien suunnittelu videopeleissä. Helsingin yliopisto, matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta. Saatavilla: <https://docplayer.fi/51437486-Kenttien-suunnittelu-videopeleissa.html>.
- 3 Shahrani, Sam. 2006. Educational Feature: A History and Analysis of Level Design in 3D Computer Games – Pt. 1. Verkkoaineisto. Gamasutra. <[http://www.gamasutra.com/view/feature/2674/educational\\_feature\\_a\\_history\\_and\\_.php](http://www.gamasutra.com/view/feature/2674/educational_feature_a_history_and_.php)> 25.4.2006. Luettu 10.4.2019.
- 4 Johnston, David. 2003. What is Level Design? Verkkoaineisto. Dave Johnston. <<https://www.johnsto.co.uk/design/level-design/>> 30.1.2003. Luettu 10.4.2019.
- 5 Super Mario World. Verkkoaineisto. Nintendo. <<https://www.nintendo.com/games/detail/super-mario-world-vc-snes-3ds/>> Luettu 10.4.2019.
- 6 Totten, Christopher. 2014. An Architectural Approach to Level Design. Boca Raton: CRC Press.
- 7 Brown, Matt. 2016. BioShock: The Collection review: An exemplary return to the unforgiving depths. Verkkoaineisto. Windows Central. <<https://www.windowscentral.com/bioshock-collection-review>> 30.9.2016. Luettu 10.4.2019.
- 8 Simas, Joey. 2016. Dead Space – Storytelling through Level Design. Verkkoaineisto. Gamasutra. <[https://www.gamasutra.com/blogs/JoeySimas/20161025/284016/Dead\\_Space\\_\\_Storytelling\\_through\\_Level\\_Design.php](https://www.gamasutra.com/blogs/JoeySimas/20161025/284016/Dead_Space__Storytelling_through_Level_Design.php)> 25.10.2016. Luettu 11.5.2019.
- 9 Ten principles for good design. Verkkoaineisto. Vitsøe. <<https://www.vitsøe.com/rw/about/good-design>> Luettu 10.4.2019.
- 10 Taylor, Dan. 2013. Ten Principles of Good Level Design (Part 1). Verkkoaineisto. Gamasutra. <[http://www.gamasutra.com/blogs/DanTaylor/20130929/196791/Ten\\_Principles\\_of\\_Good\\_Level\\_Design\\_Part\\_1.php](http://www.gamasutra.com/blogs/DanTaylor/20130929/196791/Ten_Principles_of_Good_Level_Design_Part_1.php)> 29.9.2013. Luettu 10.4.2019.
- 11 Taylor, Dan. 2013. Ten Principles of Good Level Design (Part 2). Verkkoaineisto. Gamasutra. <[http://www.gamasutra.com/blogs/DanTaylor/20131006/197209/Ten\\_Principles\\_of\\_Good\\_Level\\_Design\\_Part\\_2.php](http://www.gamasutra.com/blogs/DanTaylor/20131006/197209/Ten_Principles_of_Good_Level_Design_Part_2.php)> 6.10.2013. Luettu 10.4.2019.

- 12 Herrala, Olli. 2018. Moduulirakentaminen yleistyy työmailla – Rakentamisen parjattu laatu paranee. Verkkoaineisto. Kauppalehti.  
<<https://www.kauppalehti.fi/uutiset/moduulirakentaminen-yleistyy-tyomailla-rakentamisen-parjattu-laatu-paranee/0ddc8865-1ff1-3e45-ac58-313d7ec20ffb>> 27.6.2018. Luettu 11.4.2019.
- 13 About TMA-2 Modular. Verkkojulkaisu. AIAIAI ApS.  
<<https://aiaiai.dk/headphones/tma-2/about>> Luettu 11.4.2019.
- 14 Jaroslowsky, Hendryk. 2013. Modular level design: A round up of the basics for budding level designers. Verkkoaineisto. SAE Alumni.  
<<https://alumni.sae.edu/2013/02/08/modular-level-design-a-round-up-of-the-basics-for-budding-level-designers/>> 8.2.2013. Luettu 11.4.2019.
- 15 Burgess, Joel. 2013. Skyrim's Modular Approach to Level Design. Verkkoaineisto. Gamasutra.  
<[http://www.gamasutra.com/blogs/JoelBurgess/20130501/191514/Skyrims\\_Modular\\_Approach\\_to\\_Level\\_Design.php](http://www.gamasutra.com/blogs/JoelBurgess/20130501/191514/Skyrims_Modular_Approach_to_Level_Design.php)> 1.5.2013. Luettu 12.4.2019.
- 16 Perry, Lee. 2002. Modular Level and Component Design. Game Developer Magazine. November 2002, s. 30–35.
- 17 Star Citizen: Around the Verse – Level Design. 2017. Verkkoaineisto. 80 level.  
<<https://80.lv/articles/level-design-of-star-citizen/>> 17.3.2017. Luettu 11.5.2019.
- 18 Rybak, Alexander. 2017. Star Wars: The Old Republic (A Critical Analysis of Game Design Elements). Verkkoaineisto. SlideShare. <<https://www.slideshare.net/AlexanderRybak/star-wars-the-old-republic-a-critical-analysis-of-game-design-elements>> 25.4.2017. Luettu 11.5.2019.
- 19 Sanchez, Jose; Zea, Natalia & Gutierrez, Fransisco. 2009. From Usability to Playability: Introduction to Player-Centered Video Game Development Process. Teoksessa Kurosu, Masaaki (Ed.). First International Conference, Human Centered Design 2009, s. 65–74. Berlin: Springer.
- 20 Korhonen, Hannu. 2016. Evaluating Playability of Mobile Games with the Expert Review Method. Väitöskirja. Tampereen yliopisto, Luonnontieteiden tiedekunta. TamPub-tietokanta.
- 21 Laitinen, Sauli. 2005. Better Games Through Usability Evaluation and Testing. Verkkoaineisto. Gamasutra.  
<[http://www.gamasutra.com/view/feature/130745/better\\_games\\_through\\_usability.php?page=1](http://www.gamasutra.com/view/feature/130745/better_games_through_usability.php?page=1)> 23.1.2005. Luettu 16.4.2019.
- 22 Federoff, Melissa. 2002. Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games. Master's Thesis. Indiana University, Depart-

ment of Telecommunications. Saatavilla: <https://www.semanticscholar.org/paper/HEURISTICS-AND-USABILITY-GUIDELINES-FOR-THE-AND-OF-Feder-off/e1d477b7a81d812d5e7ca874aa2bc7ae2495ba52#paper-header>.

- 23 Isbister, Katherine. 2015. Game Usability: Advice from the Experts for Advancing the Player Experience. E-kirja. CRC Press.