



Laura Kesti, Leo Kortevaara

Pelin kehittäminen seuraavaan versioon

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintätekniikka

Insinöörityö

8.5.2023

Tiivistelmä

Tekijät: Laura Kesti, Leo Kortevara
Otsikko: Pelin kehittäminen seuraavaan versioon
Sivumäärä: 29 sivua
Aika: 8.5.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Tieto- ja viestintätekniikka
Ammatillinen pääaine: Hyvinvointi- ja terveysteknologia
Ohjaaja: Lehtori Juha Havukumpu

Työn tarkoituksena on kehittää Android-alustalla olevaa peliämme. Työn tavoitteena on kehittää pelistä seuraava versio. Lisäksi pyrimme löytämään vastauksen tutkimuskysymykseen, millä tavalla peliä kannattaisi kehittää.

Peli toteutetaan käyttäen Unity-pelimootoria ja Blender-ohjelmistoa. Työn aikana on tarkoitus suunnitella, mitä pelin seuraava versio pitää sisällään. Suunnittelussa käytetään hyväksi ensimmäisen version betatestauksen tuloksia ja sieltä saatua palautetta. Valmis suunnitelma on tarkoitus toteuttaa ja tämän jälkeen betatestata.

Työssä käydään läpi peliprojektin alustava tilanne, mitä uuden version suunnitelma pitää sisällään, mitkä avaintekijät muodostavat hyvän pelin ja mitä suunnitelman avulla tehtiin. Lisäksi käydään läpi pelin uuden version betatestaus.

Pelin päivitetty versio betatestattiin useilla testaaajilla. Testauksesta kerättyjä tuloksia ja palautteita tullaan käyttämään pelin jatkokehittämiseen. Tuloksena tästä työstä on pelin versio 2. Peliä tullaan jatkokehittämään tämän työn jälkeen.

Avainsanat: Unity, Blender, Betatestaus, Pelikehitys, Pelisuunnittelu

Abstract

Authors: Laura Kesti, Leo Kortevaara
Title: Development of the game to the next version
Number of Pages: 29 pages
Date: 8 May 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Program: Information and Communication Technologies
Professional Major: Health Technology
Supervisor: Juha Havukumpu, Senior Lecturer

The purpose of the study was to continue developing our game on the Android platform. The goal was to develop the next version of the game. The main research was in which way the game should be developed.

The game was created using the Unity game engine and Blender 3D-modelling software. The study consisted of planning and designing what the next version of the game will contain. The design used the collected results from beta testing of the first version of the game and the feedback received. The finished design is then to be implemented and beta tested.

The thesis reviews the preliminary situation of the project, what the design for the new version includes, which key elements make up the core of a good game, and what was made by the design. The thesis also goes through the beta testing of the new game version.

The updated version of the game was beta tested by several testers. The results and feedback collected during the testing will be used for further development and improvements of the game. The result of the current study is Version 2 of the game. The development of the game will continue.

Keywords: Unity, Blender, Beta testing, game development, game design

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lähtökohta	3
2.1	Alustava tilanne	3
2.2	Ensimmäisen testauksen tulokset	6
3	Suunnittelu	8
3.1	Ideoiden läpikäynti ja niiden kehittäminen	8
3.2	Toteutettava suunnitelma	10
3.3	Karsitut suunnitelmat	11
4	Toteutus	13
4.1	Pelin kevennys	14
4.2	Hienosäätö	16
4.3	Bugien korjaus	16
4.4	Uudet lisäykset	17
4.4.1	Talent tree	17
4.4.2	Kosmeettiset muutokset	18
4.4.3	Hahmo ja kasvi	21
5	Testaus	23
5.1	Toinen testaus	23
5.2	Testauksen tulokset	24
5.3	Testauksen jälkeen	25
6	Yhteenveto	26
	Lähteet	27

Lyhenteet ja käsitteet

3D:	Three dimensional. Kolmiulotteinen.
AAB:	Android-käyttöjärjestelmän pakettitiedostomuoto.
Beta:	Ohjelmiston elinkaaren vaihe, jossa toiminnot ovat valmiit, mutta sisältävät bugeja.
Bug/Ohjelmointivirhe:	Lähdekoodissa oleva virhe.
FPS:	Frames Per Second. Sekunnissa piirrettyjen kuvien määrä.
Julkaisualusta:	Sovellus, jossa voi hallita ja julkaista oman pelin/sovelluksen.
Lähdekoodi:	Tekstimuotoista ohjelmointikielistä kuvausta.
Pelimoottori:	Ohjelmistokehys, jonka päälle voidaan rakentaa pelejä.
Pikseli:	Bittikarttagrafiikassa kuvan pienin kohta tai piste.
Skripti:	Tietokoneohjelma, joka antaa komentoja ohjelmalle.
UI:	User interface. Käyttöliittymä.

1 Johdanto

Videopelien ilmestymisestä lähtien niitä on pidetty haittana ihmisille. Videopelien on sanottu vievän ihmisen aikaa ja lisäävän aggressiivisuutta. Viime vuosikymmenen aikana on tosin huomattu, että videopelit voivat olla myös hyödyksi esimerkiksi lapsien kehitykselle. Ne voivat parantaa mielialaa, luoda saavuttamisen tunteen, joka nostaa itsevarmuutta, vaikuttaa positiivisesti mielenterveyteen, auttaa sosiaalisoitumaan ja luomaan uusia sosiaalisia kontakteja, auttaa suhtautumaan vaikeisiin tilanteisiin, kuten epäonnistumiseen, laskea stressiä ja tehostaa kognitiivista ajattelua ja ongelmanratkaisutaitoja. [1.]

Insinööriyön tavoitteena on suunnitella, mitä pelimme seuraava versio pitää sisällään, toteuttaa suunnitelma ja tämän jälkeen testata versiota. Suunnitteluvaihe pitää sisällään ensimmäisestä betatestauksesta tulleiden kyselyiden tuloksien läpikäynnin, uusien ideoiden keksimisen, ideoiden karsimisen, ideoiden kehittämisen ja ideoiden tärkeyden luokittelun. Toteutusvaiheessa toteutetaan luotu suunnitelma, jossa noudatetaan suunnitteluvaiheessa luotua tärkeysjärjestystä. Testausvaiheessa kehitetty peli, eli pelin versio 2 julkaistaan sisäiseen betatestaukseen. Siihen yritetään saada mukaan kaikki alkuperäisessä betatestauksessa olleet testaajat. Työn tarkoituksena on kehittää pelistä versio 2 ja luoda raportti, josta olisi hyötyä muille pelinkehittäjille. Tässä työssä tulemme kuvamaan vaiheita, jotka tulee ottaa huomioon pelinkehityksessä. Tarkoituksena on myös vastata kysymykseen siitä, miten peliä kannattaisi kehittää.

Käytämme tässä insinööriyössä kyselyä tutkimusmenetelmänä. Kysely on tutkimusmenetelmä, jonka avulla saadaan tietoa tutkittavasta aiheesta. Kyselyn tarkoituksena on saada selville ihmisten mielipide asiasta kuin asiasta. Tämä tutkimusmenetelmä soveltuu meidän insinööriyöhömme hyvin, sillä kyselyn avulla saamme suoraa palautetta omasta tuotteestamme. Saadun palautteen avulla tuotteen kehittäminen on helpompaa. Tällöin kehittäjän ei tarvitse lähteä arvailemaan, mitä käyttäjä haluaa. Usein kyselyiden haittapuoli on kyselyssä tulleiden vastausten pinnallisuus, mutta tämän pelin kehittämisessä se on jopa

toivottavaa. Pelinkehityksessä monipuolinen ja erityisesti pinnallinen palaute auttaa pelin kehittämisessä, jotta käyttäjät ovat tyytyväisiä tuotteeseen.

Tämän työn toisessa luvussa kerrotaan, mistä kaikki lähti liikkeelle. Luvussa käydään läpi mistä insinööriyön aihe sai alkunsa. Kolmannessa luvussa käydään läpi pelin version 2 suunnittelua. Luvussa syvennytään suunnittelun vaiheisiin, joita käydään läpi pelinkehityksessä. Neljännessä luvussa käydään läpi suunnitelman toteutus. Luvussa seurataan, miten suunnitelman toteutuksen kulku tapahtuu tällaisessa projektissa. Viidennessä luvussa käydään läpi testausvaihe. Testausvaiheessa seurataan, miten valmiin version testaus tapahtuu ja minkälaisia palautteita testauksesta saadaan. Viimeisessä luvussa käydään läpi työn yhteenveto ja lopputuloksia.

2 Lähtökohta

Pelimme nimi on Project Garden. Peli on ylhäältä päin 45 asteen kulmasta kuvattu farmiaiheinen mobiilipeli (kuva 1). Pelin ideana on, että pelaaja hoitaa farmilla olevaa puutarhaa parhaansa mukaan. Pelissä eteneminen toimii siinä olevien kasvien kasvatuksella ja kasvaneiden kasvien myynnillä.



Kuva 1 Pelin versio 1 farminäkymä

Pelissä pelaajat voivat

- ostaa kaupasta kasvien siemeniä ja lannoitetta, joiden avulla kasveja voi tehostaa
- suorittaa saavutuksia, joista saa palkintoja
- tehdä tehtäviä, jotka edesauttavat pelissä etenemistä
- muokata asetuksia.

Tässä luvussa käydään läpi pelin lähtökohdat ja missä vaiheessa peli on tämän työn alussa.

2.1 Alustava tilanne

Syksyn 2022 aikana alkoi projektin tekeminen, jonka tarkoituksena oli luoda sovellus tai peli ja mahdollisesti perustaa yritys. Projektin alussa teimme

taustakartoitusta, joka sisälsi, mitä projektissa tehdään ja miten se toteutetaan. Taustakartoituksen pohjalta teimme suunnitelman. Kun suunnitelma saatiin valmiiksi, aloitettiin varsinainen projekti. Projektissa edettiin suunnitelman mukaan, jossa vaiheille oli annettu tarkat määritelmät ja toivotut lopputulokset. Vaiheita olivat pelin suunnittelu, toteutus ja testaus. Suunnittelussa valittiin pelimoottori, ohjelmat ja julkaisualusta, joita tultaisiin käyttämään. Toteutusvaiheessa käytettiin valittuja ohjelmia ja pelimoottoria pelin tekemiseen. Julkaisuvaiheessa pelimme julkaistiin sisäiseen betatestaukseen.

Projektin suunnittelun aikana päätettiin tehdä peli. Seuraava vaihe oli päättää, mitä julkaisualustaa tulemme käyttämään. Tämä päätös rajasi, minkä kokoisesta pelistä olisi kyse. Vaihtoehtoina julkaisualustalle olivat PC-puolella Steam, GOG ja Epic Games Store. Mobiilipuolella vaihtoehtoina olivat Google Play -kauppa ja Apple Store. Julkaisualustan valintaan vaikutti, mitä pelimoottoria pelin tekemiseen tultaisiin käyttämään, paljonko julkaisualustalle pitäisi maksaa lisenssimaksuja pelin myynnistä ja sen sisällä tulevista mainostuloista tai mikromaksuista. Vaihtoehtoina pelimoottorille olivat Unity, Unreal Engine 5, CryEngine, Godot ja Armory 3D. Pelimoottorin valintaan vaikutti pelimoottorin lisenssimaksun hinta. Lisäksi valintaan vaikutti oma kokemus pelimoottorista ja tieto, mitä kyseisellä työkalulla pystyisi tekemään. Joillakin julkaisualustoilla on sopimus pelimoottoreilla tehtyjen pelien julkaisemisesta heidän alustallansa. Esimerkiksi Unreal Engine 5:llä tehdyistä peleistä ei joudu maksamaan lisenssimaksuja pelien myyneistä, jos se julkaistaan Epic Games Storessa. Jos peli julkaistaan jossain toisella alustalla, lisenssimaksu olisi 5 % myynnistä. [2.]

Pelimme julkaisualustaksi valittiin Google Play -kauppa ja pelimoottoriksi Unity. Valitsimme Google Play -kaupan, sillä halusimme tehdä pienemmän pelin mobiililaitteille. Meillä oli myös enemmän kokemusta Androidin käyttöjärjestelmästä kuin Applen omasta käyttöjärjestelmästä. Pelin julkaisu Google Play kaupassa onnistuu kehittäjätilin avulla. Olemassa oleva Gmail-tili rekisteröidään kehittäjätiliksi. Kehittäjätilin avulla hallitaan pelin julkaisun kehityskaarta, erinäisistä beta-vaiheista valmiin pelin julkaisuun asti. Google Play -kaupan valintaan vaikutti tieto siitä, että Googlen kehittäjätilin luonnista pitää maksaa 25 euron kertamaksu. [3.]

Applella julkaisijan pitää maksaa vuosittainen 100 euron lisenssimaksu, jos haluaa julkaista uusia pelejä. [4.] Molemmilla julkaisualustoilla on tämän lisäksi erikseen 15 %:n lisenssimaksu kaikista pelin ostotapahtumista mukaan lukien itse peli, sen sisällä tapahtuvat mikromaksut ja mainostulot. Lisenssimaksu nousee 30 %:iin, mikäli kehittäjätilin haltijan julkaisemat pelit tekevät miljoona euroa vuodessa. [5; 6.]

Valitsimme Unity-pelimoottorin, koska sen käytöstä meillä on eniten kokemusta. Lisäksi valintaamme vaikutti, että Unitylla ei ole lisenssimaksuja ennen kuin peli on tuottanut 100 000 euroa vuoden aikana. [7.] Jos tämä käy toteen, niin jokaisen tiimin jäsenen pitäisi maksaa vuosittainen Pro-versio. Tämän hinta vuonna 2023 on 1 877 euroa. [8.]

Pelimme suunnitteluvaiheessa kerättiin ideoita. Tarkoituksena oli, että 20 minuutin aikana mietimme itsenäisesti uusia ideoita. Tämän jälkeen keräännymme yhteen, ja ideat kerättiin talteen. Tätä jatkettiin, kunnes uusia ideoita ei tullut. Tämän jälkeen ideoista poistettiin heikoimmat ideat ja jäljelle jäi ideat, joista lähdettiin tekemään konsepteja. Konsepteille tehtiin isompi kuvaus: minkälainen peli on kyseessä, mitä siinä olisi tarkoitus tehdä, miksi pelaaja haluaisi pelata sitä ja lisäksi kuva pelistä. Näistä konsepteista karsittiin yhteisellä äänestyksellä heikommat. Jäljelle jääneitä konsepteja kehitettiin pidemmälle. Pidemmälle kehitetyistä ideoista valittiin yksi, jota lähdettiin kehittämään. Senhetkisen pelin nimi oli Idle farm mobile game. Tässä vaiheessa meillä oli tiedossa, että peli tultaisiin tekemään käyttäen Unity-pelimoottoria ja Blender 3D -ohjelmistoa.

Ennen pelin tekemistä oli luotu tärkeysjärjestys peliin tuleville ideoille, joista peli koostuisi. Tämä luotiin siksi, että pelin tekemiselle oli aikaraja ja eikä ei-tärkeiden ideoiden tarvinnut ehtiä peliin. Tärkeysjärjestyksen hännillä olevat ideat eivät ehtineet pelin versioon 1. Kaikki suunnitellut ideat eivät pysyneet samanlaisina, vaan osa muuttui. Tärkeysjärjestyksen luonnin jälkeen lähdimme kokoamaan peliä. Mallinsimme 3D-malleja Blenderi:ssä peliä varten. Osa 3D-malleista tuli peliin kokonaisina 3D-malleina ja osa ikoneina. Valmiit mallit ja ikonit lisättiin Unityyn, jossa niitä voitaisiin käyttää pelin taustana, objekteina ja UI:ssa. Tämän jälkeen

Unityssa luotiin skriptejä eli koodia, jolla peliin saataisiin toimintoja. Unityssa piti lisäksi luoda pelin UI, muokata valotusta ja kameraa. Tämän jälkeen koottiin pelin ensimmäinen versio.

Kun pelimme oli toiminnoiltaan valmis, niin versioista 1 pidettiin betatestaus. Betatestauksen tarkoitus on näyttää pelaajille, minkälainen peli on kyseessä ilman, että pelaajien tarvitsee käyttää rahallisia resursseja pelin pelaamiseen. Betatestaus on myös hyvä keino kehittäjille nähdä, miten peli toimii niin sanotussa testi-asetelmassa. Esimerkiksi tilanne, jossa pelaaja ei pelaa peliä niin kuin kehittäjä on tarkoittanut sitä pelattavaksi. Betatestauksesta käyttäjiltä saa myös palautetta pelin pelattavuudesta, kuten bugeista ja mikä heidän mielestään olisi kiva lisä peliin. Palautteen antamisessa käytettiin kyselyitä, johon vastaamalla me saimme palautetta. Betatestauksessa oli mukana noin 20 henkilöä, ja se kesti noin kuu-kauden. Tämän aikana pelistä saatiin tärkeää tietoa, kuten mitä bugeja on löydetty ja mitä lisäyksiä peliin voisi tulla. Testauksen aikana bugeja korjattiin ja uusia ideoita kirjattiin ylös.

2.2 Ensimmäisen testauksen tulokset

Ennen insinööriyön aloittamista pelistämme tehtiin betatestaus, jossa käyttäjät saivat antaa palautetta. Palautteen antamiseen käytettiin Google Forms -lomaketta (kuva 2). Lomakkeen tarkoituksena on antaa testaajille helppo tapa kertoa palautetta. Kyselyn tarkoituksena oli selvittää, oliko kyseessä minkälainen palaute. Jos kyseessä oli ongelma tai kysymys, ei siis bugi, niin testaaja pystyi tätä kysymään. Jos kyseessä oli bugi niin testaajaa pyydettiin selittämään bugin vaiheet, jonka avulla sai bugin tapahtumaan ja tarvittaessa kuva, joka selvensi annettua selitystä bugista. Lisäksi oli vielä kolmas osio, jossa testaaja sai antaa palautetta pelistä, muun muassa kertoa oman mielipiteensä pelin toiminnoista ja antaa parannusehdotuksia tai ehdotuksia asioista, joita peliin voitaisiin lisätä.

Beta palautelomake

Tässä lomakkeessa voit antaa palautetta Project Garden pelin beta vaiheesta.

leo.kortevara@gmail.com [Vaihda tiliä](#)

Google-tiliisi liittyvät nimi, sähköpostiosoite ja kuva tallennetaan, kun lataat tiedostoja ja lähetät tämän lomakkeen

* Pakollinen kysymys

Sähköposti *

Tallenna leo.kortevara@gmail.com sähköpostiositteeksi vastaukseni

Ongelma tai Kysymys

Oma vastauksesi

Löytyykö bugi? Anna mahdollisimman tarkka kuvaus bugista ja jos mahdollista liitä kuva.

Oma vastauksesi

Liitä kuva bugista

[Lisää tiedosto](#)

Anna mielipide pelistä (Tähän osioon voi myös lisätä, jos sinulla on uusia kehitys ehdotuksia peliin)

Oma vastauksesi

Lähetä Tyhjennä lomake

Älä koskaan lähetä salaa Google Formsin kautta.

[Google ei ole luonut tai hyväksynyt tätä sisältöä](#) [Ilmoita väärinkäyttöä](#) [Palveluehdot](#) [Tietosuojalause](#)

Google Forms

Kuva 2 Palautelomake

Palautteen saatuaamme se käydään läpi. Mikäli palaute oli ongelma tai kysymys, niin siihen vastattiin. Jos palaute oli bugi, niin sen tiedot kerättiin talteen. Kun bugeja oli tullut samanaikaisesti, niin niille annettiin tärkeysjärjestys, jossa ne korjattaisiin. Ideana oli, että bugit, jotka olivat eniten haitallisia, korjattiin ensin. Tämän tyyppisiä bugeja olivat:

- Bugit, jotka estivät toimintoja toimimasta tarkoitetulla tavalla.
 - Jos painetaan pelissä nappia eikä mitään tapahdu.
- Ei niin haitalliset bugit.
 - Napista puuttui teksti, minkä oli tarkoitus olla siinä tai siinä oli kirjoitusvirhe, mutta sitä pystyi silti painamaan.

Jos palaute oli parannusehdotus tai uusi idea peliin, niin se kerättiin talteen myöhempää läpikäyntiä varten.

3 Suunnittelu

3.1 Ideoiden läpikäynti ja niiden kehittäminen

Lähdimme suunnittelemaan versiota 2. Suunnittelu alkoi läpikäymällä ensimmäisestä betatestauksesta tullutta palautetta. Näistä palautteista listattiin ylös kehityskelpoisia ehdotuksia, joita voitaisiin käyttää pelissä. Palautteiden läpikäynnin lisäksi mietimme omia ideoita siitä, mitä pelistä puuttuu. Lähdimme luomaan ajatuskarttaa kerätyistä ideoista (kuva 3).



Kuva 3 Ajatuskartta ideoista

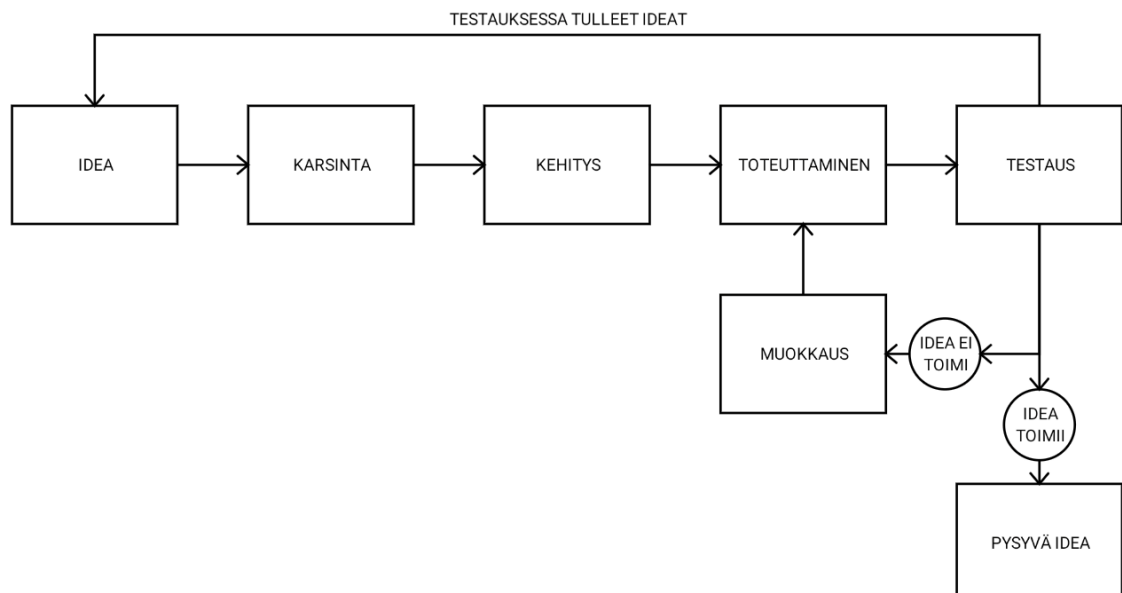
Ajatuskarttaan kerätyistä ideoista osaa muokattiin, ja osa säilyi alkuperäisessä muodossaan. Joitakin ideoita karsittiin pois, sillä ne eivät ehtisi versioon 2. Osa ideoista hylättiin, koska ne eivät sopineet peliin. Hylätyt ideat kirjataan talteen,

jotta niihin voidaan palata myöhemmin. Tämän jälkeen jäljelle jäi ajatuskartta ide-
oista, joita lisättäisiin peliin (kuva 4).



Kuva 4 Ajatuskartta karsimisen jälkeen

Karsimisen jälkeen käymme läpi jäljelle jääneet ideat. Seuraamme kehityskaavaa (kuva 5). Ideoita käydään läpi, jonka yhteydessä karsitaan huonot ideat. Jäljelle jääneitä ideoita kehitetään, jonka jälkeen ne toteutetaan. Tämän jälkeen ideat testataan. Testauksessa nähdään, miten toimiva idea on. Jos idea on toimiva, se jää sovellukseen, ja jos idea ei ole toimiva, se muokataan toimivaksi.

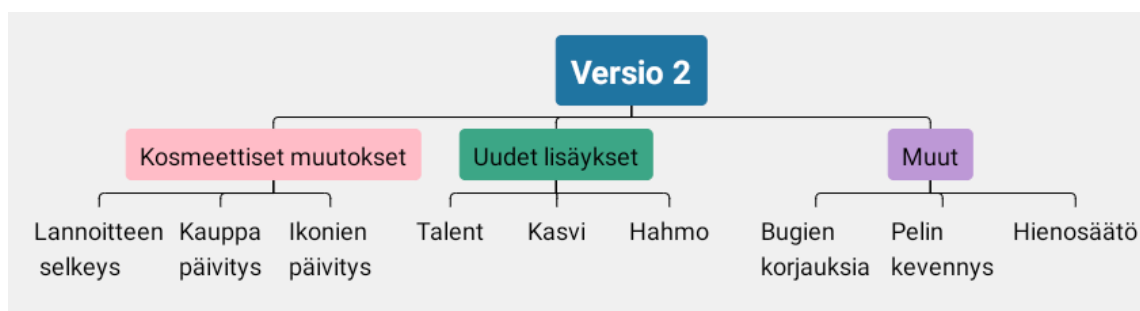


Kuva 5 Ideoiden kehittämisen kaava

Usein testauksen aikana saadaan uusia ideoita. Nämä ideat käyvät kaavan läpi.

3.2 Toteutettava suunnitelma

Tämän jälkeen lähdettiin vielä pohtimaan, mitkä näistä ideoista olisi mahdollista toteuttaa tämän projektin aikana. Ajatuskarttaan kerättiin ideat, jotka olivat kehityskelpoisia ja pelin kannalta välttämättömiä. Tämän jälkeen päätimme ideat, jotka tullaan toteuttamaan tämän projektin aikana ja niistä syntyi toteutettava suunnitelma (kuva 6). Asiaa käydään tarkemmin läpi luvussa 4.4.



Kuva 6 Toteutettava suunnitelma

Nämä ideat laitettiin tärkeysjärjestykseen (taulukko 1), jonka mukaisesti ne tulitaiisiin lisäämään peliin. Tärkeysjärjestyksessä ensimmäisenä olevat ideat perustellaan sillä, miten tärkeitä ne ovat pelin kannalta. Tärkeysjärjestys määriteltiin äänestämällä. Molemmilla pelintekijöillä oli yksi ääni jokaista ideaa kohden. Idealle annetut äänet laskettiin yhteen ja jaettiin kahdella. Jos tuloksena oli desimaaliluku, se pyöristyi alaspäin. Tärkeysjärjestyksen luominen on välttämätöntä, sillä pelin muokkaamiselle on aikaraja, josta täytyy pitää kiinni. Tästä johtuen ideat, jotka ovat viimeisinä tärkeysjärjestyksessä, eivät välttämättä ehdi versioon 2.

Taulukko 1 Ideoiden tärkeysjärjestys

V2 ideat	Tärkeys (1–5)
Bugien korjauksia	1
Pelin kevennys	1
Hienosäätö	2
Lannoitteen selkeys	2
Talent	3

Kasveille lisää vaiheita	3
Ikonien päivitys	4
Kauppa päivitys	4
Hahmo	5

Taulukossa on määritelty jokaisen idean tärkeys seuraavalla menetelmällä, 1= Pakollinen, 2=Erittäin tärkeä, 3=Tärkeä, 4=Vähäinen, 5= Ei tärkeä.

3.3 Karsitut suunnitelmat

Projektista jäi ulos suunniteltuja ideoita. Nämä ideat kirjataan talteen, jotta ne voidaan toteuttaa pelinkehityksen seuraavassa vaiheessa (taulukko 2). Suunnitelmasta jäi ulos ominaisuuksia, joiden tekemiseen arvioitu aika ei riittänyt. Näitä ovat hahmon värit ja lisää kasvatusalustoja. Lisäksi suunnitelmasta karsittiin pelin tutoriaali ja mainokset, jotka on tarkoitus lisätä peliin viimeisenä ennen pelin julkaisua.

Taulukko 2 Karsittujen ideoiden suunniteltu julkaisu

V2 Karsitut ideat	Missä versiossa suunniteltu julkaisu
Ulkoilma päivitys	Versio 3
Tapahtumia	Versio?
Hahmon värit	Versio 3
Hahmo tutorial kertoja	Versio 5
Kasvatusalustoja lisää	Versio 3
Automaattinen kastelu	Versio?
Eläimiä	Versio?
Omia kasveja	Versio?
Animaatio Kastelulle	Versio 4
Animaatio Lannoitukselle	Versio 4
Animaatio Istutukselle	Versio 4
Animaatio Sadonkorjuulle	Versio 4
Animaatio Kuolleen kasvin poistolle	Versio 4

Multiplayer	Versio?
Mainokset	Versio 5
Tutorial	Versio 5

Taulukossa 2 on merkitty, missä pelin versiossa tullaan toteuttamaan talteen kerätyjä ideoita. Ideoita, joille ei ole merkitty versionumeroa, ei tulla välttämättä toteuttamaan.

4 Toteutus

Hyvä peli ei muodostu siitä, että kehittäjä ajattelee sen olevan hyvä. Jos peli on hyvä sen pitää sisältää tietyt avaintekijät. Pelistä tekee huonon sen avaintekijöiden puute tai huono toteutus. Pelin huonot puolet mitätöivät pelin hyviä puolia. Jotta peli on tarpeeksi hyvä ja suosittu, sen pitää sisältää paljon hyviä asioita ja mahdollisimman vähän huonoja. Pelin kaikki hyvät ja huonot puolet eivät ole verrattavissa toisiinsa. Osa avaintekijöistä kantaa suurempaa painoarvoa kuin toiset. Hyvän pelin avaintekijöitä ovat pelin pelattavuus, ympäristö, tarinankerronta, käyttöliittymä, muokattavuus, sisäinen sosiaalisuus, monipuolisuus, tekninen toteutus, yhtenäisyys, ylläpito, hinta, tyyli ja ennen kaikkea hyvien puolien määrä. [9.]

Pelimme tekemisessä ja sen jatkuvassa kehityksessä olemme huomioineet aiemmin mainitut hyvän pelin avaintekijät. Pelimme versiossa 1 kaikki toivotut avaintekijät eivät toteutuneet. Se sisälsi hyvää pelattavuutta eli oli kiinnostava, hauska, reilu, helppo, tasapainotettu ja progressiivinen. Pelissä oli myös bugeja, jotka heikensivät pelattavuutta. Pelistä löytyi ympäristö, ja se rakentuu maaseutumaisemasta, musiikista ja efekteistä. Pelin käyttöliittymässä ei ole puutteita. Se toimii, on yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Pelistä löytyy muokattavuutta ja pelaajalla on mahdollisuus muokata eri asioiden ja esineiden väriä. Pelin monipuolisuus tulee esiin siinä olevien eri kasvien ja tehtävien määrällä. Pelin tekninen toteutus ei ollut hyvä, mikä tuli ilmi matalalla FPS:llä. Peliin on yritetty luoda yhtenäistä teemaa, joka luo siihen yhtenäisyyttä. Pelin ylläpito ei vaadi paljon, eikä vie paljon tilaa. Pelille on oma tyyli, joka on ajanvietepelit. Peliä tehdessä on mietitty, mitkä asiat muissa peleissä ovat tuntuneet hyviltä ja huonoilta. Sen mukaisesti peliä on tehty. Pelin versiosta 1 puuttui tarinankerronta, hyvä tekninen toteutus, sen sisäinen sosiaalisuus ja hinta.

Pelissämme ei tule luultavasti olemaan moninpelimahdollisuutta, joten se tulee aina puuttumaan siitä. Moninpelimahdollisuus on aina mukava lisä pelissä, ja se tuo mukanaan aina lisää pelaajia, mutta myös yksinpelit ovat suosittuja.

Suunnitelmissa on, että peliin tullaan lisäämään tarinankerrontaa. Tämä tullaan toteuttamaan tutoriaalikertojan avulla. Pelin teknistä toteutusta tullaan myös parantamaan. Pelin hintaa on vaikea arvioida, sillä peli tulee olemaan kaikille ilmainen.

Version 2 suunnittelussa otimme huomioon hyvän pelin avaintekijöitä, joita versiota 1 puuttui. Suurin puutos löytyi teknisestä toteutuksesta. Teknisen toteutuksen päivitystä käydään tarkemmin luvussa 4.1. Pelin yhtenäisyyttä päivitetään ja se käydään läpi luvussa 4.2. Pelin pelattavuuden parantelua käydään läpi luvussa 4.3. Lisäksi peliin lisätään uusia asioita, jotka tuovat siihen lisää monimuotoisuutta. Näitä käydään läpi luvussa 4.4.

Suunnitelman toteutus tapahtuu käymällä läpi suunnitelman tärkeysjärjestystä (taulukko 1). Eli aloitetaan ensin tärkeimmästä asiasta. Unityssa toteutetaan kaikki suunnitelman osa-alueet, jotka ovat mahdollisia siellä, kuten skriptaus ja kaiken yhteen kokoaminen. Animaatioiden ja 3D-mallien tekeminen tapahtuu Blenderin avulla.

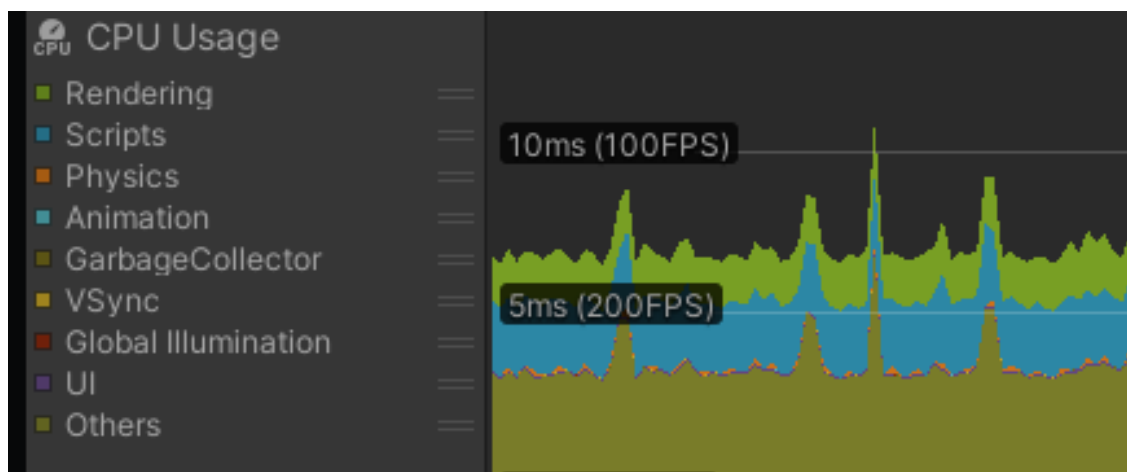
4.1 Pelin kevennys

Pelin kevennyksessä pitää analysoida, mitkä asiat tekevät pelistä raskaan. Tähän voidaan käyttää Unityn omaa analysointityökalua. Työkalun avulla voidaan seurata, mitkä pelin osa-alueet vievät eniten resursseja. Ennen pelin kevennystä pelimme FPS oli noin 20. Tämä on todella matala kuvataajuus ja sai pelin tuntumaan hitaalta. Matalan FPS:n tuottama viive saadaan selville käyttämällä Unityn analysointityökalua (kuva 7). Työkalun käyttö valaisi, mitkä osa-alueet veivät eniten resursseja ja pienensivät pelin FPS:ää. Kuvassa 7 näkyy kuvankaappaus Unityn analysointityökalun tekemästä analyysistä. Kuten kuvassa näkyy, suurimmat resurssien viejät ovat skriptit ja muut (others).



Kuva 7 Unityn analyysityökalu ennen kevennystä

Analyysin jälkeen lähdettiin muokkaamaan skriptejä, jotka sisältävät update-funktioita. Tämän tyyppiset funktiot ovat suuri resurssien kuluttaja. Sillä update funktio lukee sen sisälle kirjoitetun koodin jatkuvasti eikä vain kerran. Other on osa-alue, joka pitää sisällään pelin äänet, lataukset, silmukat (loop) ja partikkelit. Näiden kevennyksestä ei saada niin paljon hyötyjä kuin skriptien kevennyksestä, joten keskityimme enemmän skriptien kevennykseen. Muokkauksien jälkeen pelin FPS nousi yli 130:een (kuva 8).



Kuva 8 Unityn analyysityökalu kevennyksen jälkeen

Pelin kevennyksessä pitää ottaa myös huomioon kuvien koko. Varsinkin mobiili-peleissä, jotka tehdään Unitylla kannattaa kuvien koko vaihtaa pienemmäksi. Kun Unityyn ladataan uusi kuva, sen koko on usein 2048x2048 pikseliä, joka on

erittäin raskas mobiililaitteelle piirtää. Tällöin kuvien koko kannattaa vaihtaa 512x512 pikseliin, joka on kevyempi piirtää. Tässä tapauksessa kuva ei ole niin tarkka, mutta mobiililaitteella se ei haittaa, sillä sen ruutu on pieni eikä tarkoista yksityiskohdista saa niin hyvin selvää kuin suuremmalla näytöllä.

4.2 Hienosäätö

Hienosäädön tarkoitus on käydä läpi peliä ja tarkastella/analysoida, mitkä pelin asiat näyttävät väärältä muihin samanlaisiin elementteihin verrattuna.

Tällä tarkoitetaan kaikkien pelissä olevien tekstien läpikäyntiä. Tämä tapahtuu tarkistamalla, että kaikkien pelissä olevien leipätekstien ja otsikoiden tyyli on sama. Lisäksi käydään läpi pelin UI-elementtejä. Tämä tapahtuu katsomalla, että samanlaiset ui-elementit ovat samankokoisia ja samassa tasossa toisiinsa nähden sekä x- ja y-akselilla. UI-elementeistä pitää vielä tarkastaa, etteivät ne katkea kesken ruudun, kun peliä pelataan erikokoisilla näytöillä. Viimeiseksi pitää käydä läpi pelissä olevat 3D-mallit. Tässä tarkistetaan, että mallien suhde muihin mal-
leihin on sama, etteivät ne näytä liian isoilta tai pieniltä.

4.3 Bugien korjaus

Bugien korjauksessa tarkoituksena on korjata ensimmäisessä betassa havaitut bugit. Tärkeintä on korjata ensin eniten haittaa aiheuttavat bugit, jotka rikkovat peliä. Myöhemmin keskitytään bugeihin, jotka eivät ole niin haitallisia. Bugit voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan. [10.]

- A-luokan bugit ovat aina prioriteetti, kun aloitetaan pelin korjaaminen. A-luokan bugit rikkovat pelin ja estävät pelaajan etenemisen pelissä. A-luokan bugit voivat kaataa pelin ja estää toimintoja toimimasta. Usein peli pitää käynnistää uudelleen, jotta päästään eroon bugin aiheuttamasta haitasta.
- B-luokan bugit eivät ole tärkein prioriteetti, mutta ovat seuraavaksi korjattavissa. B-luokan bugit ovat enemmän pelaaja häiritseviä, mutta eivät estä

pelin etenemistä. B-luokan bugit ovat usein puuttuvia tekstuureja tai osaluokkia, jotka hidastavat pelaajan etenemistä.

- C-luokan bugit ovat pelin pienempiä bugeja. Näitä ovat teksti ja pienemmät tekstuuribugit. Tekstibugeja ovat usein tekstin puuttuminen tai kirjoitusvirheet.

Ensimmäisessä betassa havaittuja bugeja olivat pääosin A- ja B-luokan bugit. A-luokan bugeja olivat pelintoiminnot, jotka menivät lukkoon, kun testaaja teki jonkun asian pelissä tietyssä järjestyksessä. Tällöin peli piti käynnistää uudestaan, jotta se toimisi. Bugit korjattiin muokkaamalla skriptiä, joka toteuttivat toiminnon. B-luokan bugeja olivat enimmäkseen UI-bugit. Nämä toteutettiin samanaikaisesti painamalla monta UI-elementtiä, jotka avasivat samanaikaisesti monta uutta UI:ta päällekkäin. Nämä bugit korjattiin sulkemalla kaikki muut UI-elementit, jos jotain UI-elementtiä painettiin. Jos UI-elementtejä painettiin samanaikaisesti, vain yksi aukesi.

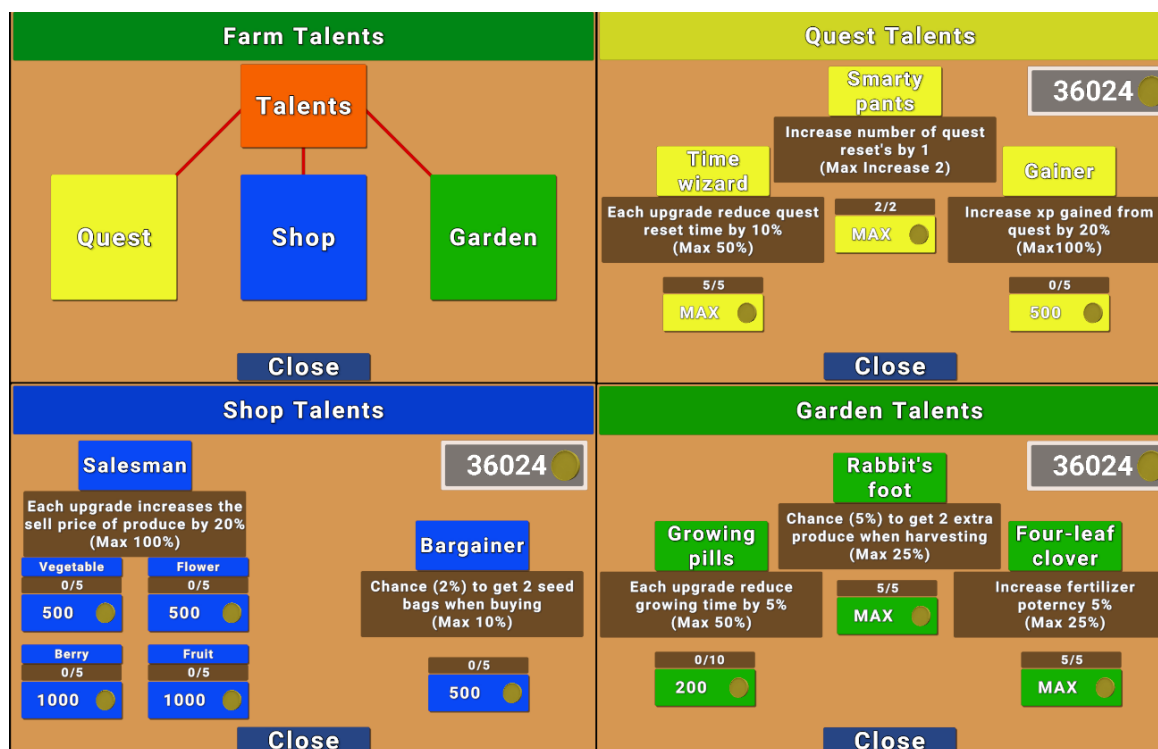
4.4 Uudet lisäykset

Lisäsimme peliimme suunnitelmassa (kuva 6) olevat uudet lisäykset ja kosmeettiset muutokset. Loimme peliin uuden asian, joka kulkee nimellä Talent. Talenttien tarkoituksena on antaa pelaajalle uusi keino kuluttaa pelin sisäistä valuuttaa ja vahvistaa tuotantoa. Päivitimme pelissä olevia asioita betatestauksesta saatujen palautteiden pohjalta. Näitä olivat pelissä olevien lannoitteiden selkeys, ikonien päivitys ja erilaisten varastojen päivitys, joissa ei ollut infoa. Lisäksi pelin kasvit saivat muutaman kasvuvaiheen lisää. Peliin luotiin myös jo valmiiksi olemalle pelin maskotti hahmolle käyttötarkoitus.

4.4.1 Talent tree

Talent tree eli talenttipuu on version 2 suurin lisäys (kuva 9). Tämän päivityksen jälkeen pelaajilla on enemmän kohteita, johon kuluttaa pelin sisäistä valuuttaa. Talenttipuun avulla pelaajat pystyvät kehittämään oman farminsa tuotantoa. Kehitimme pelaajille 8 eri talenttia, joita voi ostaa talenttipuusta. Talentit aktivoituvat

heti ostohetkestä ja ovat pelaajan mukana ikuisesti tukemassa ja auttamassa pelaajaa. Talenttien avulla pelaaja voi esimerkiksi kasvattaa kasveja nopeammin, tuottaa parempia kasveja, ansaita enemmän rahaa kasvien myynnistä ja ansaita enemmän kokemuspisteitä (XP) tehtävien suorittamisesta.



Kuva 9 Talent Tree UI

Talentit on jaettu kolmeen eri kategoriaan (kuva 9) riippuen, mitä pelin osa-alueita ne tukevat. Yksi tukee tehtävien suorittamista, toinen kaupassa tapahtuvia asioita ja kolmas kasvien kasvatusta.

4.4.2 Kosmeettiset muutokset

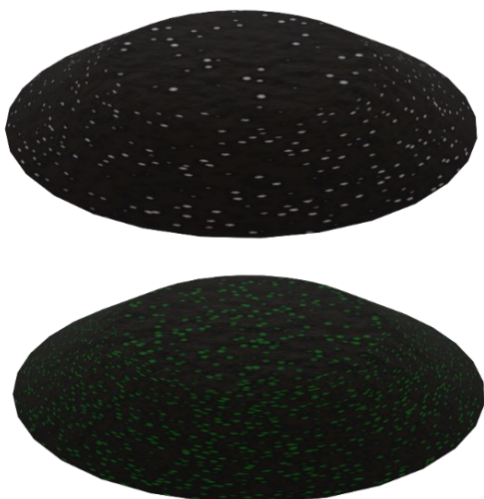
Betatestauksen aikana saimme paljon palautetta, kuinka on vaikea huomata välillä, onko kasvilla olleenkaan lannoitetta tai minkä laatuinen se on. Pelin eri lannoitteiden laaduilla on merkitystä kasvin laadun kannalta. Lähdimme kehittämään tapoja, jolla lannoite olisi selkeämpi huomata. Lopputuloksena lisäsimme enemmän pilkkuja, jotta lannoite erottuisi paremmin multakasmallista (kuva 10).

Kuvissa 10 ja 11 olevat kaksi mallia ovat ylhäältä alaspäin katsottuna vanhempi malli ja päivitetty malli.



Kuva 10 Lannoitteen selkeyttäminen isommilla pilkuilla ja suuremmalla määrällä

Lisäksi osan lannoitteen värit vaihtuivat, sillä niitä oli vaikea huomata pieneltä näytöltä (kuva 11).



Kuva 11 Lannoitteen selkeyttäminen värin vaihdolla.

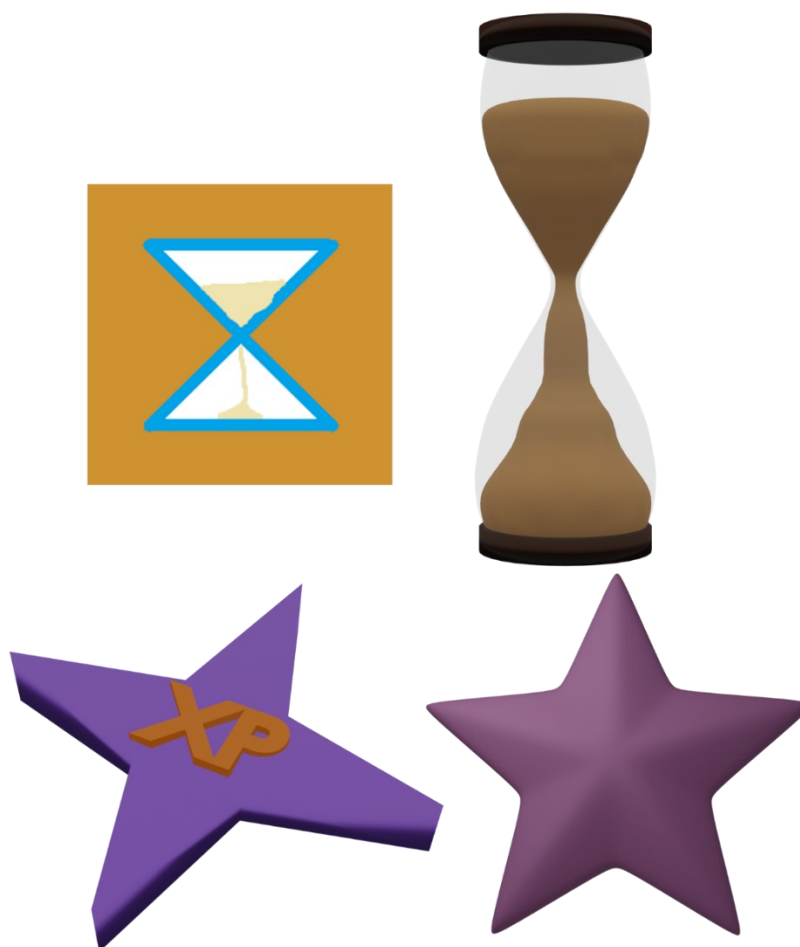
Saimme myös palautetta kaupan selkeyttämisestä, varsinkin varastosta. Muokkasimme varastoa siten, että varastossa lukee "Empty", jos siellä ei ole mitään. Muokkasimme myös varastossa olevien kasvien selkeyttä siitä, minkä tasoinen

kasvi on kyseessä. Teimme taustaväreistä selkeämmät ja lisäsimme eritasoisille kasveille hierarkian, joka merkitään tähdillä (kuva 12). Tämä systeemi kertoo, minkä tasoinen kasvi on kyseessä. Pronssi on 1 tähti, hopea 2 tähteä, kulta 3 tähteä ja platina 4 tähteä. Emme olleet tyytyväisiä tekstimuotoisiin hierarkia tähtiin, joten päivitimme näiden ulkonäköä (kuva 12).



Kuva 12 Vanha ja uusi merkintä kasvien tasosta

Päätimme päivittää myös kaupassa näkyvän tiimalasi-ikonin ja useammissa kohdissa näkyvän XP-ikonin (kuva 13).

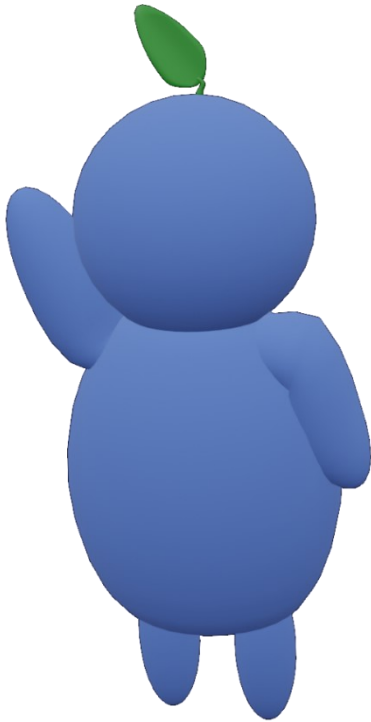


Kuva 13 Päivitetyt kuvat tiimalasista ja XP-tähdestä

Ikonit, jotka on tyyllitelty ja ovat selkeitä, tekevät pelaajalle pelaamisesta paljon mukavimman kokemuksen.

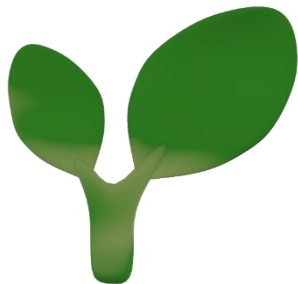
4.4.3 Hahmo ja kasvi

Testauksen aikana saimme palautetta siitä, että peliämme voisi elävöittää. Päätimme lisätä peliin hahmon (kuva 14), joka toimii maskottina pelin mobiilinäkymän kuvakkeessa. Hahmon luonnin aikana mietimme sille tarkoitusta. Tulimme siihen loppupäätökseen, että hahmo tulisi luomaan peliin eloisamman tunnelman liikkumalla ympäriinsä farmilla, tutkimalla pelaajan saavutuksia, tervehtimällä pelaajaa ja antamalla vinkkejä pelaajalle. Loimme hahmolle kaksi animaatiota: yhden, jossa se kävelee, ja toisen, jossa se vilkuttaa. Hahmo käyttää näitä animaatioita, kun se kulkee farmilla.



Kuva 14 Hahmo

Testauksen aikana huomasimme, että kasvit tarvitsevat lisää vaiheita. Kasveilla ei ollut vielä olemassa "vauvavaihetta", joten päätimme luoda sellaisen jokaiselle kasville (kuva 15), paitsi puille ja pensaille, koska niillä oli jo olemassa "vauvavaihe".



Kuva 15 Kasvin uusi "vauvavaihe"

Lisäsimme myös osalle kasveista välivaiheen, jolla erotetaan kasvin valmis runko ilman sen tuottamaa hedelmää ja hedelmän kanssa.

5 Testaus

5.1 Toinen testaus

Betatestauksen tarkoitus on kerätä palautetta pelimme toimivuudesta, pelattavuudesta, mahdollisista bugeista ja siitä, mitä mieltä testaajat ovat pelistä. Testaus suoritetaan luomalla sovellukselle betatestaus Google Play -kaupassa. Tämä luodaan käyttäen Google Play -kehittäjätiliä. Kehittäjätiliä varten on aiemmin luotu käyttäjätunnukset ensimmäistä betavaihetta varten. Tunnuksen avulla voidaan hallita betavaihetta, enne kuin peli julkaistaan kokonaisuudessaan Google Play -kaupassa.

Betaversioita on muutamia. Mahdollisuutena on julkaista peli sisäiseen testaukseen, jota suositellaan ensimmäiseksi. Sisäinen testaus on jaettavissa vain 100 testaajalle. Tässä betavaiheessa testaajat ovat usein pelin kehittäjille tuttuja henkilöitä. Seuraavaksi suositellaan suljetun tai avoimen testauksen julkaisua ennen varsinaista pelin julkaisua. Suljettu testaus eroaa sisäisestä testauksesta testajamäärään mukaan, joka on suljetussa rajaton. Avoin testaus nimensä mukaan on avoin, joten se on näkyvillä kaikille Google Play -käyttäjille, jos he ovat valinneet asetuksista, että haluavat nähdä betaversioita Google Play -kauppanäkylässä. Tässä projektissa käytössämme on sisäinen testaus.

Betan julkaisuvaiheessa luodaan lista, johon lisätään betaan osallistujat. Koska beta suoritetaan Google Play -kaupassa, beta osallistujilla pitää olla Gmail-tili. Gmail-tilit, jotka eivät ole listalla, eivät pysty osallistumaan betaan tai löytämään peliä Google Play -kaupasta. Ennen betan julkaisua pitää Googlen kehittäjätilin haltijan aloittaa betavaihe. Tämä tapahtuu valitsemalla yhden kolmesta betavaiheesta: suljettu testaus, avoin testaus tai sisäinen testaus. Betanäkymään siirretään haluttu tiedosto, jonka sisällä kyseinen sovellus on. Sovellus on tiedosto muodossa aab. Aab tarkoittaa Android käyttöjärjestelmäpakettitiedostomuotoa. [11.] Googlen julkaisujärjestelmä käy läpi annetun tiedoston. Jos tiedostotyyppi ei ole aab, järjestelmä hylkää sen. Kun tiedosto on hyväksytty, se voidaan

julkaista. Julkaisun yhteydessä Google Play -kaupan näkymään voidaan lisätä infotekstiä esimerkiksi uusista lisäyksistä tai mitä peli pitää sisällään. Tämän jälkeen pelimme voidaan julkaista betaan. Ennen kuin testaajat voivat ladata beta-version, heille lähetetään linkki, jonka avulla he aktivoivat beta-avaimen. Aktivoinnin jälkeen sovellus lisätään Google Play -kaupan kirjastoon ladattavaksi.

Betatestauksessa oli mukana yli 20 testaajaa. Betatestauksessa toimivat mukana samat testaajat kuin ensimmäisessä betatestauksessa. Samojen testaajien avulla saamme palautetta, miten peli on kehittynyt ensimmäisen ja toisen betan välillä. Mukana on myös uusia testaajia, jotka antavat uutta näkökulmaa peliin. Testauksen on tarkoitus kestää viikon, jonka aikana keräämme palautetta yllä mainituista asioista.

5.2 Testauksen tulokset

Testauksen aikana saimme paljon palautetta pelimme toiminnoista ja löydetyistä bugeista. Bugeja löytyi huomattavasti vähemmän toisessa betatestauksessa kuin ensimmäisessä. Testauksena aikana saimme paljon positiivista palautetta pelin toimivuudesta verrattuna ensimmäiseen betaan. Ensimmäisessä betassa peli oli erittäin buginen, ja pelin FPS oli noin 20–30. Tästä johtuen vanhemmilla älylaitteilla pelaaminen oli erittäin hidasta. Toisessa betassa testaajat olivat positiivisesti yllättyneitä, kuinka paljon peliä oli kehitetty ja kuinka sujuvalta sen pelaaminen tuntui. Pelaaminen tuntui sujuvammalta, kun pelin FPS oli yli 100 ja bugeja oli vähemmän kuin ensimmäisessä betassa.

Saatujen tulosten avulla saimme vastauksen tämän insinööriyön ainoaan tutkimuskysymykseen, joka oli, millä tavalla peliä kannattaisi kehittää. Saimme tähän kysymykseen vastauksen vuorovaikutuksella pelin betatestaajiin. Pelin kehityksessä pitää ottaa huomioon, mitä mieltä pelaajat ovat lopullisesta tuotteesta. Joten kehityksen aikana kannattaa tehdä kyselyitä pelin betatestaajille, jotta toivottu lopputulos olisi mahdollinen. Ei pidä kuitenkaan unohtaa omaa päämäärää pelin suunnittelussa ja kannattaa pitää alkuperäisestä pelin ideasta kiinni. Testaajat

auttavat pelin muovaamisessa betavaiheiden aikana. Täten saadaan toivottu lopputulos julkaistavaksi.

5.3 Testauksen jälkeen

Toisen testauksen jälkeen aloitamme seuraavan version eli version 3 suunnittelun. Suunnittelu lähtee samalla tavalla liikkeelle kuin versio 2 (ideoiden keräys, suunnittelu, toteutus ja testaus). Version 3 suunnittelussa otetaan huomioon ensimmäisestä testauksesta ideat, jotka eivät ehtineet versioon 2. Lisäksi käymme uudelleen läpi ideat, jotka hylättiin. Mukaan suunnitteluun tulevat testaaajien sekä meidän uudet kehitys- ja korjausideamme toisesta testauksesta.

6 Yhteenveto

Insinööriyöllä pyrittiin kehittämään pelistämme versio 2 ja vastaamaan kysymyksen, miten peliä kannattaisi kehittää. Työssä käytiin läpi havaintomateriaalia, jotka olivat pelin ensimmäisen betatestauksen aikana kerätyt tulokset. Tämän jälkeen lähdettiin suunnittelemaan, mitä pelin seuraava versio pitäisi sisällään. Suunnitelma toteutettiin monen karsimisvaiheen jälkeen. Luotu versiopäivitys siirrettiin betavaiheeseen. Betan aikana kerättiin tuloksia käyttäjien palautteesta, jotta voidaan aloittaa seuraavan version tekeminen.

Työn tavoitteena oli luoda pelistä versio 2. Saimme version 2 tehtyä, mutta jouduimme työn aikana karsimaan muutaman lisäyksen pelistä, joten emme päässeet täysin tavoitteisiin. Lisäksi onnistuneen betan avulla pystyimme löytämään vastauksen tämän insinööriyön tutkimuskysymykseen. Tämän Insinööriyön tutkimuskysymys oli, millä tavalla peliä kannattaisi kehittää.

Tämän insinööriyön avulla opimme lisää pelin kehityksestä kokonaisuutena. Saimme myös muistutuksen, miten tärkeitä tuotteen loppukäyttäjät ovat tuotteen kehitysprosessissa. Ilman tätä työtä emme olisi tienneet, miten paljon aikaa pelin kehittäminen vie. Muut pelinkehittäjät voivat käyttää tästä tullutta raporttia hyödyksi heidän omassa sovelluksensa tai pelin kehitysprosessissa. Tulemme jatkamaan kehitysprosessia suunnittelemalla pelin versiota 3.

Lähteet

1. WebMD Editorial Contributors. 2021. Are There Mental Health Benefits of Video Games<<https://www.webmd.com/mental-health/mental-health-benefits-of-video-games>>. Luettu 7.4.2023.
2. Announcing the Epic Games store. 2018. Verkkoaineisto <<https://www.unrealengine.com/en-US/blog/announcing-the-epic-games-store>>. Luettu 27.3.2023.
3. How to use Play Console. 2023. Verkkoaineisto. <<https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/6112435?hl=en#zippy=>>>. Luettu 27.3.2023.
4. Enrollment. 2023. Verkkoaineisto. <<https://developer.apple.com/support/enrollment/>> Luettu 27.3.2023.
5. Service fees. 2023. Verkkoaineisto. <<https://support.google.com/googleplay/android-developer/answer/112622?hl=en>> Luettu 27.3.2023.
6. Apple announces App Store Small Business Program. 2020. Verkkoaineisto. <<https://www.apple.com/newsroom/2020/11/apple-announces-app-store-small-business-program/>> 27.3.2023
7. Unity Editor Software Terms. 2023. Verkkoaineisto. <<https://unity.com/legal/editor-terms-of-service/software>> 27.3.2023
8. UNITY PRO. 2023. Verkkoaineisto. <<https://unity.com/products/unity-pro>> Luettu 27.3.2023

9. Bond, Matthew; Beale, Russel. 2009. What makes a good game? Using reviews to inform design. Verkkoaineisto. < https://www.researchgate.net/publication/221437005_What_makes_a_good_game_Using_reviews_to_inform_design > 28.4.2023

10. George M. Pollock. Criteria 1 – Understanding types of defects (bugs) within a game build. <<https://georgepollboa.wordpress.com/year-12/term-3-cmpnmo3-2d-animation-and-testing/games-development/unit-77-designing-tests-for-computer-games-2/unit-77-designing-tests-for-computer-games/>> 11.4.2023

11. About Android App Bundle. 2023. Verkkoaineisto. <<https://developer.android.com/guide/app-bundle>> 23.4.2023.