



Opetuslautapelin graafinen toteutus

Fokuksena DLP-tulostaminen ja sen työvaiheet

Toni Mutanen

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2021

Tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma
Game Production

TIIVISTELMÄ
Tampereen ammattikorkeakoulu
Tietojenkäsittelyn tutkinto-ohjelma
Game Production

MUTANEN, TONI:

Opetuslautapelin graafinen toteutus: Fokuksena DLP-tulostaminen ja sen työvaiheet

Opinnäytetyö 78 sivua, joista liitteitä 2 sivua
Toukokuu 2021

Tässä opinnäytetyössä kuvaillaan, kuinka opetuskäyttöön suunnitellun lautapelin graafinen ilme toteutettiin toimeksiantajalle. Tyrmä-peli testaa äidinkielen opiskelijoiden lauseenjäsennystaitoja.

Pelilaudan 3D- ja 2D-elementit mallinnettiin Blenderissä. Pelilaudan elementit yhdistettiin Adobe Photoshopissa. Valmis pelilauta teetettiin pelimatoksi. Pelaajan miniatyyri 3D-mallinnettiin Blenderissä ja miniatyyrit tulostettiin Anycubic Photon Mono X DLP-tulostimella. Tulostamisen työvaiheet dokumentoitiin yksityiskohtaisesti. Miniatyyrit maalattiin kynäruiskulla ja pensseleillä. Tyrmän logo, pelikortit ja pelisäännöt suunniteltiin Adobe Illustratorissa. Pelikortit tulostetaan ja suojataan korttisuojilla. Sääntölehtinen tulostetaan ja laminoidaan.

Opinnäytetyössä tutkittiin lautapeliin graafista suunnittelua, ”low polyä” taiteellisena ilmaisun muotona ja isometristä projektioita.

Asetetut tavoitteet saavutettiin ja toimeksiantajan odotukset ylitettiin. Suunnittelutyö tuli valmiiksi, mutta kaikkia pelin fyysisiä komponentteja ei ehditty valmistamaan ennen opinnäytetyön palauttamista. Aikaisemmasta 3D-tulostamiskokemuksesta oli merkittävästi hyötyä tämän projektin loppuunsaattamisessa. Low poly -tyyli nopeutti mallintamista ja oli oikea valinta tähän projektiin.

Asiasanat: lautapelin graafinen suunnittelu, 3D-tulostaminen, DLP-tulostaminen, low poly, isometrinen projektio

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Business Information Systems
Game Production

MUTANEN, TONI:

The Graphical Implementation of an Educational Board Game: Focus on DLP Printing and It's Work Stages

Bachelor's thesis 78 pages, appendices 2 pages
May 2021

In this bachelor's thesis, it is described how the graphical design of an educational board game was implemented for a client. The Tyrmä board game tests the students' ability to form correct sentences according to Finnish grammar.

The game board's 3D and 2D elements were modeled in Blender. The game board elements were combined in Adobe Photoshop. The finished game board was commissioned as a game mat. The player miniature was modeled with Blender and the miniatures were printed with an Anycubic Photon Mono X DLP printer. The printing work stages were documented in detail. The miniatures were painted with an airbrush and brushes. Tyrmä's logo, the playing cards and the rules leaflet were designed in Adobe Illustrator. The playing cards will be printed and protected with card sleeves. The rules leaflet will be printed and laminated.

Graphical design of board games, "low poly" as an artistic expression and isometric projection were researched for this thesis.

The set goals were achieved, and the client's expectations were surpassed. The design work was completed, but not all of the physical game components were finished before this thesis was returned for evaluation. Previous 3D printing experience proved very useful in completing this project. Modeling was faster due to low poly style and was the right choice for this project.

Key words: board game graphical design, 3D printing, DLP printing, low poly, isometric projection

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	TYRMÄ-LAUTAPELIN ESITTELY	8
3	LAUTAPELIN GRAAFINEN SUUNNITTELU	9
	3.1 Ikonit	11
	3.2 Kirjasinlajit ja teksti.....	12
	3.3 Värit.....	12
	3.4 Tyhjän tilan käyttö	15
4	LOW POLY	17
5	ISOMETRINEN PROJEKTIO.....	20
6	PELILAUDAN 3D-MALLINNUS	22
7	KAKSIULOTTEISTEN ELEMENTTIEN SUUNNITTELU.....	28
8	LAUTAPELIN LOGON SUUNNITTELU.....	30
9	PELIKORTTIEN SUUNNITTELU.....	31
10	SÄÄNTÖLEHTISEN SUUNNITTELU.....	35
11	PELAAJAN MINIATYYRI	36
	11.1 Miniatyyrin 3D-mallinnus.....	36
	11.2 Miniatyyrin viipalointi.....	37
	11.3 Tulostuksen valmistelu	42
	11.3.1 Suojavälineet ja tulostustila	43
	11.3.2 Sprii	44
	11.3.3 Huuhtelualkoholin suodattaminen	44
	11.3.4 Huuhteluastioiden puhdistus	45
	11.3.5 Hartsin suodattaminen	47
	11.3.6 FEP-kalvon vaihtaminen	48
	11.4 DLP-tulostamisen toimintaperiaate.....	52
	11.5 Miniatyyrin 3D-tulostaminen	53
	11.5.1 Prototyypit	53
	11.5.2 Tulostaminen.....	54
	11.5.3 Tulosteiden ja tukien irrottaminen.....	56
	11.5.4 Kaksivaiheinen huuhtelu	58
	11.5.5 Miniatyyrien kovettaminen.....	61
	11.5.6 Siistiminen ja hiominen.....	65
	11.6 Miniatyyrien maalaaminen	67
12	LAUTAPELIN VALMIIT KOMPONENTIT	70
	POHDINTA	72
	LÄHTEET.....	74

LIITTEET	77
Liite 1. Tyrmä-lautapelin pelisäännöt	77
Liite 2. Bilteman käyttöturvallisuustiedote sprille	78

LYHENTEET JA TERMIT

DLP	digitaalinen valonkäsittely
DLP-tulostaminen	hartsitulostamisen alalaji, joka hyödyntää digitaalista valonkäsittelyä
UV	ultravioletti
FEP	fluorattu eteenipropyleeni
LCD	nestekidenäyttö
isometrinen projektio	menetelmä, jolla voidaan esittää kolmiulotteinen kappale kaksiulotteisesti niin, että kappaleesta nähdään kolme sivua
sprii	etyylialkoholivalmiste, jota käytetään mm. poltto- ja puhdistusaineena
tulostuslevy	englanniksi build plate; tulostimen osa, johon tulosteet kiinnittyvät tulostuksen alkuvaiheessa
ristituki	englanniksi bracing; yhteen tai useampaan pitkään tukeen kiinnittyvä lyhyt tuki, joka vakauttaa pitkiä tukia
norsunjalka	englanniksi elephant's foot; tulosteen alimpien kerrosten epämuodostuma

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella Tyrmä-opetuslautapelin graafinen ilme toimeksiantajalle. Jotta lautapelit menestyisivät, niiden graafiseen ilmeeseen tulee panostaa, koska lautapelit ovat lähes täysin visuaalisia pelejä.

Toimeksiantajana oli Krista Jokinen. Hän on tamperelainen äidinkielen opettaja.

Tarkoituksena oli 3D-mallintaa pelilautaa, joka myös teetätettiin pelimatoksi. Pelilautaa varten mallinnettiin opasteita, jotka myöhemmin lisättiin pelilaudalle irrallisina elementteinä. Pelin logo, kysymyskortit, sanakortit ja pelisäännöt suunniteltiin Adobe Illustratorissa. Toimeksiantajan oli tarkoitus tulostaa pelikortit ja sääntölehtiset ennen opinnäytetyön valmistumista, mutta se ei onnistunut kiireitten takia. Pelikortit oli tarkoitus suojata korttisuojilla ja sääntölehtiset laminoida. Pelaajan miniatyyri 3D-mallinnettiin ja miniatyyrit 3D-tulostettiin hartsista. Tulostamisen valmistelua, suojatoimia ja tulostimen ylläpitoa kuvailtiin. Miniattyrit maalattiin kynäruiskulla ja pensseleillä. Lopuksi miniatyyrit lakattiin maalikerrosten suojaamiseksi.

Opinnäytetyössä tutkitaan, miksi graafinen suunnittelu on lautapelin toimivuuden kannalta tärkeää. Myös selvitetään, mitä low poly -tyylisuuntauksella tarkoitetaan ja kuinka sitä tulisi hyödyntää pelin komponenteissa. Tyrmä visuaalisesti noudattaa jokaisessa osa-alueessa kyseistä tyylistä tyylisuuntausta. Myös isometrinen projektiio on tutkinnan kohteena, koska pelilaudan mallinnettiin isometriseksi projektioksi.

Henkilökohtaisena tavoitteena oli opetella Blenderin käyttöä, koska 3ds Maxin käyttö on epärealistisen kallista ilman opiskelijalisenssiä. Lopussa pohditsellaan tavoitteiden saavuttamista, miten lähteitä hyödynnettiin, mitä ongelmia ilmaantui matkan varrella ym.

2 TYRMÄ-LAUTAPELIN ESITTELY

Lautapelin suositeltu pelaajamäärä on 2 – 5. Tyrmä-lautapelissä pelaajat keräävät sanoja korttien muodossa, ratkaisemalla lauseenjäsennystehtäviä. Pelaajat voivat pelin aikana rajoitetusti vaihtaa sanoja keskenään ja ottaa riskejä voittaakseen sanakortteja. Lopulta he pyrkivät muodostamaan sanakorttiansa sanoista äidinkielellisesti oikein jäsennellyn lauseen. Ensimmäinen pelaaja, joka esittelee pelin maalissa oikein jäsennellyn ja vähintään nelisanaisen lauseen peliporukalle, voittaa.

Lautapelissä käytetään kahdenlaisia kortteja; kysymys- ja sanakortteja. Kysymyskortti sisältää kysymyslauseen, jonka toinen pelaaja lukee vuorossa olevalle pelaajalle. Kysymyslauseessa on avainsana, jonka vuorossa olevan pelaajan tulee tunnistaa oikein, ansaitakseen itselleen sanakortin. Sanakorttien sanat ovat lauseenjäseniä ja ovat joko adverbiaaleja, objekteja, predikaatteja tai subjekteja. Lauseenjäsenien tyyppiä ei kerrota sanakorteissa, pelaajan täytyy itse tietää, mikä lauseenjäsen on kyseessä.

Käärmeen luokse matkannut pelaaja ottaa riskin heittämällä arpakuutiota. Voittaessaan hän saa nostaa uuden sanakortin ja hävitessään hän joutuu luopumaan satunnaisesta sanakortista. Giljotiinin luokse matkannut pelaaja antaa kädestään yhden sanakortin toiselle pelaajalle ja nostaa satunnaisen sanakortin hänen kädestään.

Lautapelillä on synkkä teema, toimeksiantajan toivomuksesta. Opetuslautapelin ei tarvitse olla tylsän näköinen, ollakseen tehokas opetustyökalu.

3 LAUTAPELIN GRAAFINEN SUUNNITTELU

Koska lautapelit ovat lähes täysin visuaalisia, ei ole yllättävää, että lautapelin graafinen suunnittelu on oleellisen tärkeää lautapelin onnistumiselle (Graphic Design in Tabletop Games, 2021).

Graafinen suunnittelu keskittyy käytettävyyteen. Graafiselle suunnittelijalle on tärkeintä, kuinka tuotetta käytetään, jopa tuotteen ulkonäön kustannuksella. Graafisen suunnittelijan päämääränä on, että peliä voidaan pelata ongelmitta. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

Graafinen suunnittelu vastaa kaikesta visuaalisesta, ei pelkästään pelilaudasta ja -merkeistä. Pelin sääntöjä tulee esittää selkeästi ymmärrettävien kaavioiden avulla. Lautapelin laatikon taustan ja sivujen täytyy näyttää siisteiltä ja huomion vangitsevilta. Pelilaudan täytyy välittää valtavasti informaatiota. Kickstarter-sivustoon tulee panostaa, pelille pitää tuottaa monia erityyppisiä mainoksia, pelin BoardGameGeek-sivulle tarvitaan grafiikkaa muiden graafisen suunnittelun tehtävien lisäksi. Edes yksinkertaisen lautapelin graafinen suunnittelu ei ole helppoa eikä nopeaa. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

Meillä lautapelisuunnittelijoilla on tapana innostua lautapelin teemasta tai mekaniikoista liikaa. Joskus me lisäämme peliin jotakin, joka näyttää hyvältä, tai sopii lautapelin teemaan, mutta sen lisäämisen hyödyt eivät kata sen aiheuttamia esteitä. On graafisen suunnittelijan työ poistaa kaikki tarpeettomat ja häiritsevät designin osat, jotta pelaajille voidaan luoda keskittyneempi ja puhtaampi kokemus. (Rethinking Graphic Design. 2016.)

Lautapeliprojektit ovat liian isoja yhden ihmisen luotavaksi. Yhden ihmisen on mahdollista luoda lautapeli, mutta peli ei tule olemaan niin hyvä kuin se voisi olla. Mitä enemmän asiantuntijoita työskentelee pelin parissa oman alansa puitteissa, sitä parempi lopputulos tulee olemaan. Valitettavasti, jos graafisen suunnittelijan on tehnyt työnsä poikkeuksellisen hyvin, monet suunnitteluvirheet jäävät hienon designin piiloon. (Rethinking Graphic Design. 2016.)

Graafinen suunnittelija ei käytä pelkästään omia estetiikkavaistojaan, vaan hän käyttää tunteja päivästänsä tutkimalla kaikenlaisten tuotteiden ja käyttötarkoitusten designeja. Hän käyttää aikaa ymmärtääkseen mikä miellyttää suurinta osaa käyttäjistä. (Rethinking Graphic Design. 2016.)

Ikonien, tekstin ja taiteen sijoittelu tulisi mukaila sitä, kuinka ihmismieli etsii ja löytää asioita. Graafisen suunnittelijan työhön sisältyy ajattelu, miten pelaajat löytävät tarvitsemansa tiedot helpoiten ja luonnollisimmin. (Rethinking Graphic Design. 2016.)

Vaikka graafiset suunnittelijat pyrkivät jatkuvasti parantamaan pelin yleistä estetiikkaa, he ovat myös vastuussa tiedon kommunikoinnista. Heidän ei pelkästään tarvitse kertoa, että kortti on voimakas, vaan tarkalleen miksi kortti on voimakas (toisin sanottuna, kuinka kortti toimii). Se ei ole niin yksinkertaista kuin sääntöjen kirjoittaminen. Graafisen suunnittelijan täytyy olla varma siitä, että asiayhteyteen liittyvää informaatiota esitetään, huolimatta siitä onko kortti toisten korttien osittain peittämä, metrin päässä katsojasta tai ylösalaisin vastustajan edessä. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

Pelisi on joko käytettävä tai ei ole. Pelaajat joko löytävät tiedon mitä he tarvitsevat tai eivät. Tästä syystä, testaaminen ja iteraatio ovat osa graafista suunnittelua, aivan kuten pelisuunnittelussa. Toisin sanottuna, graafinen design ei ole valmis ennen kuin pelitestausta osoittaa sen toimivaksi. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

Hieno kuvitus erottuu pelissä. Se kerää huomiota ja synnyttää innostusta pelaajissa. Hyvä graafinen suunnittelu piilottelee verhojen takana. Se on siellä varmistaakseen, että kaikki toimii oikein, herättämättä huomiota itseensä. Vain koulutautunut silmä havaitsee sen olemassaolon. Vastavuoroisesti, kaikki huomaavat huonon graafisen suunnittelun. Se luo sekaannusta, hidastuttaa pelin kulkua ja luo tunnetta, ettei kaikki ole kunnossa pelissä. Koska hyvä graafinen suunnittelu harvoin huomataan, se on vähemmän loistokasta työtä kuin kuvittaminen, mutta graafinen suunnittelu on vähintäänkin yhtä tärkeää työtä kuin kuvittaminen. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

3.1 Ikonit

Ikonit eliminoivat ongelmia, joita komponenttien rajattu tila aiheuttaa. Jokainen ikoni vastaa jotain vaikutusta peliin. Ikoni voi edustaa rajatonta määrää sääntötekstiä, viemättä merkittävää osaa komponentin pinta-alasta. Lautapelisuunnittelijat voivat ikonien avulla liittää jokaiseen komponenttiin niin paljon toimintoja ja vaikutuksia kuin he tahtovat. (Icons vs Text, Part 2. 2014.)

Ikonit eivät ole todellisuudessa kielitaidosta riippumattomia. Lautapelin ikonit muodostavat oman hieroglyfisen kielensä, jonka pelaajat joutuvat opettelemaan. Jos toiminnot ovat selkeitä ja pelin ikonit on suunniteltu hyvin, pelaajat oppivat tämän uuden kielen lähes välittömästi. (Icons vs Text, Part 2. 2014.)

Ikonit eivät välitä tietoa välittömästi. Pelaajien täytyy ensin katsoa sääntökirjasta, mitä ikoni tarkoittaa, kun se ensimmäisen kerran esiintyy pelissä. Tämä on erityisen ärsyttävää, jos ikonit edustavat monimutkaisia toimintoja, tai jos ikonit ovat huonosti suunniteltuja. (Icons vs Text, Part 2. 2014.)

Ikonit monesti haittaavat lautapelin kannettavuutta. Jos pelikomponentit viestivät toimintojaan vain ikoneilla, sääntökirjaa ja/tai referointilappua tarvitaan sen selvittämiseen, mitä jokainen komponentti tekee. Tämä ei ole ehkä ongelma suurilaatikkoisten lautapeliänsä kanssa, mutta entä pienten pelien kanssa, joiden on tarkoitettu olevan kannettavia? (Icons vs Text, Part 2. 2014.)

Mukautettuja symboleita käytetään lautapeleissä laajalti (ehkä liiallisuuksiin asti). Ne välittävät tärkeitä termejä ja komponenttien käyttötarkoituksia nopeasti, välittäen välittömästi tietoa pelaajille niiden sääntömerkityksestä. Symbolit voivat myös auttaa tekemään pelistä kielitaitoriippumattoman, mikä on suuri etu globaalissa pelien myynnissä. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

3.2 Kirjasinlajit ja teksti

Kirjasinlajit (tunnetaan yleisesti myös fontteina) ovat yksi graafisen suunnittelijan suurimmista resursseista. On olemassa tuhansia kirjasinlajeja, juuri sopivan kirjasinlajin valitseminen projektia varten on vaikeaa. Kirjasinlajeissa on pieniä eroja, joita monet ihmiset eivät erota. Luettavuus ja estetiikka ovat osa kirjasinlajin valintaa. Teksti ja numerot ovat vahvasti osa graafista suunnittelua. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

Tasapainota teksti visuaalisesti, jotta sitä on vaivatonta lukea. Vältä yhden sanan rivejä käyttämällä rivinvaihtoa ja/tai muuttamalla rivien tai kirjainten välitystä. Älä käytä automaattista rivien tasausta, se paisuttaa kirjainten välitystä ja saa tekstin näyttämään huonolta. (What the Font?! Type Tips for Board Game Designers. 2016.)

Ketkä välittävät, miltä kirjasinlajit näyttävät? Toivon mukaan, ei kukaan pelipöydässä. Typografia on näkymätön kokemus, toisin kuin pelin kuvitus ja komponentit. Hienolla typografialla ei tarkoiteta pelkästään näyttäviä fontteja. Sillä tarkoitetaan kirjasinlajien käyttöä, joka tukee pelin teemaa, mutta myös pelimekaniikkoja. Kenelläkään ei tulisi olla vaikeuksia lukea ja ymmärtää kirjasinlajeja, eivätkä he pysähdy miettimään pitävätkö he kirjasinlajeista vai eivät. (What the Font?! Type Tips for Board Game Designers. 2016.)

3.3 Värit

Värit auttavat tekemään lautapelistä helpommin ymmärrettäviä, mutta huomioi aina värisokeat ihmiset. Esitä tietoa jollain täydentävällä tavalla, kuten erilaisilla muodoilla. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

Värien on tarkoitus parantaa designiasi, ei olla design itsessään. Asettiesi täytyy olla erottuvia, jopa ilman värejä. Hahmon design on vahva, jos mustaksi värjätyn hahmon pystyy erottamaan muista hahmoista pelkän siluetin perusteella. (Mendoza Guevarra 2020.)

Lautapelisuunnittelijana, saatat pitää tiettyjen värien yhdistelmistä, mutta saatat kuulua vähemmistöön pitämällä niistä yhdistelmistä. Kun käytät kyseisiä yhdistelmiä, saatat miellyttää pientä osaa pelaajista, mutta saatat silloin missata projektin tavoitteet laajasta menestyksestä. (Rethinking Graphic Design. 2016.)

Väreillä on vaihtelevia psykologisia merkityksiä, riippuen siitä kuinka niitä käytetään. Väreihin yhdistettyjen kulttuurillisten merkitysten lisäksi, me havaitsemme väreissä persoonallisuutta. Värien yhdistäminen hahmoon kertoo jotain hahmon persoonallisuudesta. Tämän tietäen, meidän täytyy olla tietoisia mitä me tahdomme välittää väreillä. Meidän täytyy oppia käyttämään värejä oikein. (Mendoza Guevarra 2020.)

Lämpimät värit: Värit kuten punainen, oranssi ja keltainen. Nämä värit yhdistetään intohimoon, energiaan, impulsiivisuuteen, onnellisuuteen, mukavuuteen ja lohtuun. Nämä värit herättävät huomiota, ovat houkuttelevia ja harmonisia. (Mendoza Guevarra 2020.)

Kylmät värit: Siniset, vihreät ja violetti. Nämä värit yhdistetään rauhallisuuteen, luotettavuuteen ja ammattilaisuuteen. Ne yhdistetään myös surullisuuteen ja melankoliaan. Niiden välittämä ammattilaisuus ja harmonia ovat etuja, mutta niiden kylmyys voi olla joillekin ihmisille luotaan työntävää. (Mendoza Guevarra 2020.)

Punainen: Tulen ja veren väri. Tunteellisesti kiivas. Yhdistetään energiaan, sotaan, vaaraan, voimaan, päättäväisyyteen, toimintaan, itsevarmuuteen, rohkeuteen, elinvoimaan, intohimoon, tahtoon ja rakkauteen. Se voi kiihdyttää aineenvaihduntaa, nopeuttaa hengitystä ja nostaa verenpainetta. Punaisella on korkea näkyvyys ja se nousee etualalle. (Mendoza Guevarra 2020.)

Keltainen: Auringon väri. Kirkas keltainen keskittää huomiota ja voi liiallisesti käytettynä haitata keskittymistä. Keltainen yhdistetään iloon, onnellisuuteen, viisauteen ja älylliseen energiaan. Se stimuloi ajattelua ja yhdistetään energisyyteen. Keltainen luo lämmittävän vaikutelman ja sitä usein käytetään herättämään pirteyttä ja mukavia tunteita. Keltaisen sävyt voivat näyttää likaisilta,

vähentäen niiden houkuttelevuutta. Keltainen on valovoimaisin kaikista spektrin väreistä. (Mendoza Guevarra 2020.)

Sininen: Taivaan ja meren väri. Sininen hidastaa aineenvaihduntaa, hengitystä ja sydämen sykettä. Sininen mielletään maskuliiniseksi väriksi. Sininen yhdistetään luotettavuuteen, uskollisuuteen, viisauteen, älykkyyteen, ammattilaisuuteen, itsevarmuuteen, vakauteen ja syvyyteen. Värinä se luo rauhoittavan vaikutuksen, hillitsee ruokahalua ja on ajateltu olevan etuna mielelle ja keholle. (Mendoza Guevarra 2020.)

Oranssi: Yhdistää punaisen värin energian ja keltaisen värin onnen. Se ei ole niin aggressiivinen väri kuin punainen ja tuo mieleen terveellisen ruoan. Oranssi yhdistetään onneen, auringonpaisteeseen, tropiikkiin, intoon, onnellisuuteen, kiehtovuuteen, luovuuteen, päättäväisyyteen, puoleensavetävyyteen, menestykseen, rohkaisuun, stimulaatioon ja voimaan. Oranssi voi kasvattaa ruokahalua, herättää ajatuksia syksystä ja elonkorjuusta. (Mendoza Guevarra 2020.)

Vihreä: Luonnon väri. Se symbolisoi kasvua, toivoa, tuoreutta ja hedelmällisyyttä. Vihreä yhdistetään parantamiseen, vakauteen, kestävyuteen, harmoniaan, turvallisuuteen, elämään ja hyvinvointiin. (Mendoza Guevarra 2020.)

Valkoinen: Yhdistetään valoon, hyvyyteen, puhtauteen, viattomuuteen ja koskemattomuuteen. Valkoisella on yleensä positiivisia merkityksiä ja se mielletään turvallisena ja puhtaana värinä. (Mendoza Guevarra 2020.)

Purppura: Purppurassa yhdistyy sinisen vakaus ja punaisen energia. Se välittää tunteita varallisuudesta, ylellisyydestä ja on kuninkaallinen väri. Purppura symbolisoi voimaa, aatelisuutta, luksusta ja kunnianhimoa. Purppura yhdistetään viisauteen, arvokkuuteen, itsenäisyyteen, luovuuteen, salamyhkäisyyteen ja taikuuteen. Tätä väriä kohdataan harvoin luonnossa ja se ajoittain mielletään keinotekoiseksi väriksi. (Mendoza Guevarra 2020.)

Musta: Musta yhdistetään voimaan, eleganssiin, virallisuuteen, kuolemaan, pahuuteen ja salamyhkäisyyteen. Musta on osoitus voimasta ja auktoriteetista. Se herättää pelon ja tuntemattoman tunteita. (Mendoza Guevarra 2020.)

Harmaa: Harmaa on surun, irrallisuuden ja eristäytymisen väri. Se on osoitus vastuullisuudesta ja hillitystä tavanomaisuudesta. Harmaa on neutraali väri, eikä se ole päällekkävyä. Värinä harmaa yhdistetään turvallisuuteen, varttuneisuuteen ja luotettavuuteen. Sitä voidaan käyttää muiden voimakkaiden värien hillitsemisessä. Harmaa herättää myötämielisyyttä. (Mendoza Guevarra 2020.)

Ruskea: Maan väri. Ruskealla on taipumus sekoittaa taustaan. Ruskea yhdistetään usein käsinkosketeltavuuteen, järjestykseen ja tavanomaisuuteen. (Mendoza Guevarra 2020.)

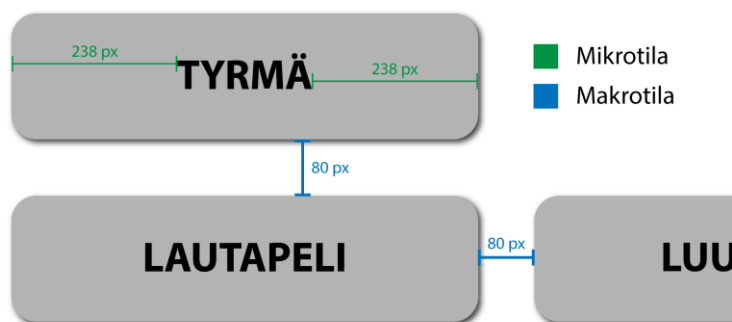
3.4 Tyhjän tilan käyttö

Hyvä graafinen suunnittelu hyödyntää tyhjää tilaa. Tyhjä tila muodostaa raamit, joiden sisällä informaatiota välitetään. Fiksu tyhjän tilan käyttö parantaa informaation luettavuutta ja järjestelyä. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

”Puuttuvat” osat muodostavat kaksi tärkeintä visuaalisesti tasapainoisen designin osaa. Ne ovat negatiivinen avaruus ja rivivälitys (The power of empty space in UI design. 2018).

Me graafisina suunnittelijoina annamme käyttöliittymän osille enemmän tilaa, jolla tavoin me vaikutamme käytettävyydellä käyttäjäkokemuksen tunnesisältöön. Me annamme käyttöliittymän osille hengitystilaa, jolla rentoutamme käytettävyykokemusta kokonaisuutena. (The power of empty space in UI design. 2018.)

On olemassa kahden tyyppistä negatiivista tilaa, mikro- ja makrotilaa. Makrotilalla tarkoitetaan käyttöliittymän elementtien välistä tyhjää tilaa, kun taas mikrotila on yhden käyttöliittymän osan sisäistä tyhjää tilaa. (The power of empty space in UI design. 2018.) Esimerkkikuva mikro- ja makrotilasta kuvassa 1.



KUVA 1. Mikro- ja makrotila.

Normaalit pelikortit ovat kooltaan 63 millimetriä kertaa 88 millimetriä. Pelikortit voivat vaikuttaa kookkailta, mutta tila loppuu nopeasti kesken, etenkin monimutkaisissa peleissä. Graafisen suunnittelijan täytyy päättää, kuinka hän parhaiten käyttää rajoitettua tilaa. Pelikorttien kulmiin täytyy keskittää huomiota, koska pelaajan silmät kohdistuvat usein niihin ja koska korttien kulmat ovat usein nähtävissä pidettäessä kortteja käsissä. (Graphic Design in Tabletop Games, 2021.)

Negatiivisen tilan käytöllä on kätevä jakaa käyttöliittymän selkeät osiot omiin kategorioihinsa. Tyhjällä tilalla käyttöliittymä voidaan jakaa ryhmittymiin käyttötarkoituksen mukaisesti, joka auttaa käyttäjiä muistamaan mihin aihepiiriin jokainen ryhmittymä liittyy. (The power of empty space in UI design. 2018.)

Korostamalla käyttöliittymän osa ympäröivällä tyhjällä tilalla voidaan käyttäjän keskittymistä ohjata siihen. Tällä tavoin voimme luoda tehokkaita visuaalisia hierarkioita ja voimme lisätä huomiota tahtomillemme käyttöliittymän ryhmittymille. (The power of empty space in UI design. 2018.)

4 LOW POLY

Mikä alkoi ensin teknologisista rajoitteista, siitä myöhemmin kehittyi taiteellisen ilmaisun muoto (Low-Poly 3D Models – All You Need to Know, 2019). Esimerkki low poly -taiteesta nähtävissä kuvassa 2.



KUVA 2. Low poly -tyylillä luotu muotokuva Jack Nicholsonista (Jack Nicholson - Low Poly. 2014.)

Poly tulee sanasta polygoni, joka on suorista viivoista ja kulmista muodostuva kaksiulotteinen muoto. Matematiikassa, polygoni on suljettu muoto, jossa jokaisen sivun täytyy päistään yhdistyä täsmälleen kahteen muuhun sivuun. On olemassa erityyppisiä polygoneja ja ne on nimetty polygonin sivujen määrän mukaisesti. Blenderissä, polygonit ovat muotoja, joilla on kolme tai useampi verteksen määrittelemää sivua. Sivujen rajaamaa aluetta kutsutaan pinnaksi. (Mendoza Guevarra 2020.)

Low poly juontaa juurensa 3D-mallinnuksen alkuaikoihin. Alhainen polygoniresoluutio nopeutti 3D-kohtausten luonnostelua, joka huomattavasti nopeutti videopelien ja animaatioelokuvien kehitystä. (What's the Deal with Low Poly Art? 2015.)

Kuten termin nimi johdattelee, low poly on 3D-mallinnustekniikka, missä käytetään mahdollisimman vähän polygoneja 3D-mallin luomisessa. Luoduissa malleissa on vähän pintoja ja verteksejä. Jos konseptia verrataan resoluutioon, mitä korkeampi resoluutio, sitä enemmän yksityiskohtia. Vastavuoroisesti, mitä matalampi resoluutio, sitä vähemmän yksityiskohtia. (What Is Low Poly? Learn About Polygon Art for Video Games and More, 2021.)

Teknologia on kehittynyt, mutta tänäkin päivänä low polyä käytetään renderöintiaikojen lyhentämisessä (What's the Deal with Low Poly Art? 2015).

Minimalistisesta ulkonäöstä huolimatta, low poly vaatii tekijältään paljon luovuutta. Hänen täytyy luoda monimutkaisia kokonaisuuksia rajoitettujen resurssien puitteissa. Yksinkertaisuus on vahvuus itsessään, monet taiteilijat valitsevat low poly -tyylin sen tarjoaman estetiikan, uniikkien värien ja muotojen takia. Low poly on trendi, koska se ei pelkästään rajoitu 3D-mallintamiseen. Tyyliä käytetään mm. julisteissa, kuvanveistossa ja tatuointitaiteessa. Low poly on myös optimointitekniikka. Low poly mallien muokkaaminen on nopeaa, polygonien vähäisen määrän takia. (What Is Low Poly? Learn About Polygon Art for Video Games and More. 2021.)

Low poly assetteja on nopea luoda. Monesti, low poly assetteja ei tarvitse teksturoida. Tämän takia, pelinkehittäjät voivat keskittyä enemmän pelin tarinaan. Monet indie-pelinkehittäjät jumittuvat liikaa visuaalisten elementtien luomiseen, eivätkä keskity riittävästi tarinaan. (Josh O'Caoimh - Advantages and Disadvantages of Low Poly in Game Design. 2020.)

Low poly -kohtaukset vaativat hyvää valaistusta näyttääkseen viehättävältä. Tämän takia, voi olla haastavaa luoda low poly tyyllillä toteutettuja pelejä, missä on päivä-yö-sykli tai muita dynaamisia valonlähteitä. (Josh O'Caoimh - Advantages and Disadvantages of Low Poly in Game Design. 2020.) Kuvassa 3

näky esimerkki low poly -kohtauksesta, jossa on panostettu tunnelmalliseen valaistukseen.



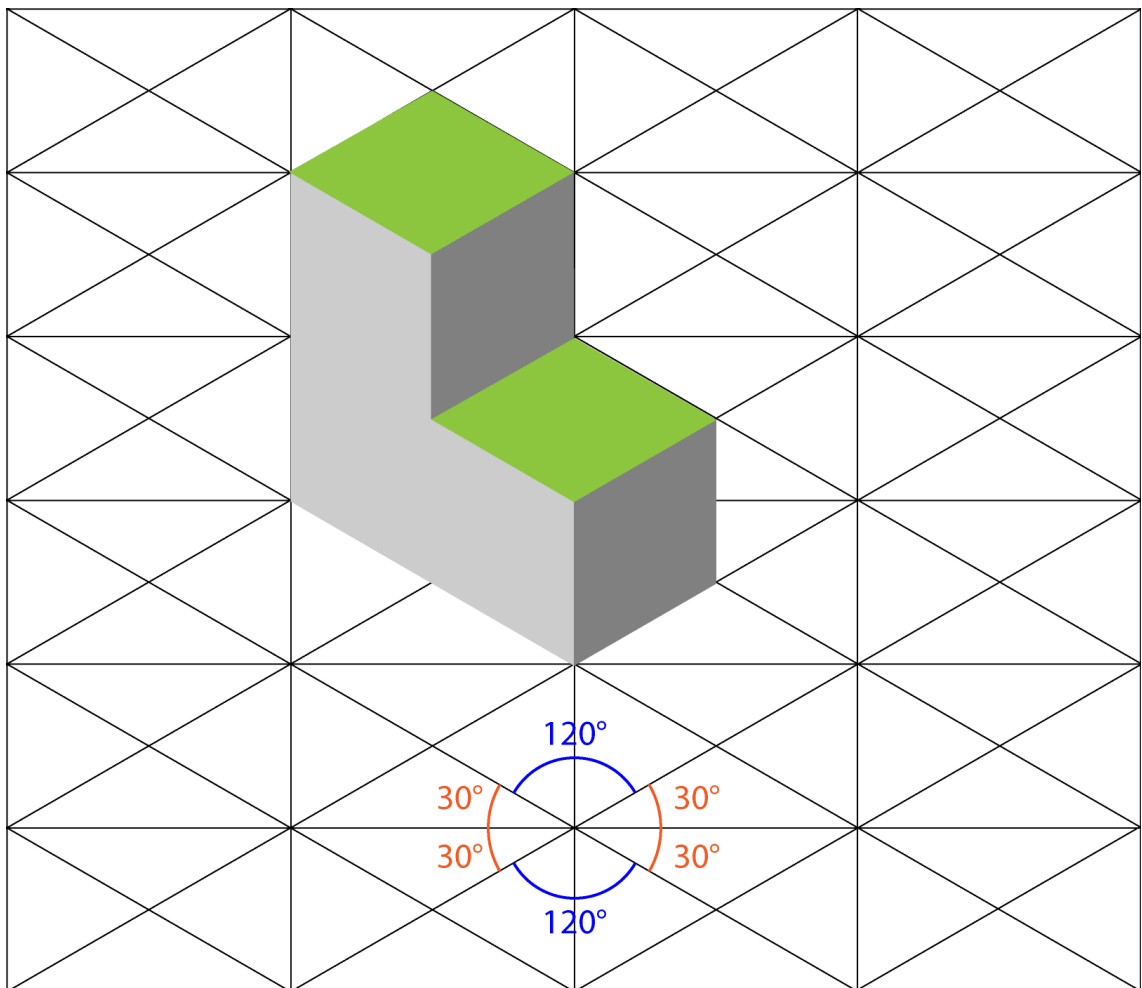
KUVA 3. Kohtaus karmivasta talosta, joka on toteutettu low poly -tyylillä (SPOOKY HOUSE, 2020.)

Super Mario 64 mielletään nykyään low poly peliksi, mutta julkaisun aikoihin, pelin grafiikat olivat urauurtavat. Tämä johtuu ajan kulusta, teknologia kehittyi ja suunnittelustandardien taso kasvaa jatkuvasti korkeammalle. Tästä syystä menneisyyden high poly on tämän päivän low poly. (Mendoza Guevarra 2020.)

5 ISOMETRINEN PROJEKTIO

Isometrinen piirtäminen on 3D-piirtämisen muoto, joka perustuu 30 asteen kulmiin. Se on aksonometrisen piirtämisen tyyppi, jossa jokaisella akselilla käytetään samaa skaalaa, jonka seurauksena piirustus ei ole vääristy. Kun isometrisen piirtämisen periaatteet ymmärtää, isometrisen ruudukon luominen on helppoa. (Isometric drawing: A designer's guide. 2021.)

Isometrisessä piirustuksessa vaikuttaa siltä, että esinettä tarkastellaan yläpuolelta ja akselien kohtaamispaikka on asetettu esineen kulmapisteeseen. Isometrinen piirtäminen aloitetaan yhdestä vaakaviivasta ja sen ylittävistä pystyviivasta. Niiden risteyskohdasta lähtevät viivat tulevat piirtää 30 asteen kulmassa. (Isometric drawing: A designer's guide. 2021.) Kuvassa 4 on esimerkki isometrisestä ruudukosta ja isometrisesti piirretystä kohteesta.



KUVA 4. Isometrinen ruudukko ja isometrisesti piirretty kohde.

Isometrinen piirustus on 2D-representaatio 3D-esineestä, -huoneesta, -rakennuksesta ym. Verrattuna muihin 3D-presentaatioihin, isometrinen piirustus ei ole vääristynyt. Tämä johtuu siitä, että akseleita skaalataan saman verran. Sana isometrinen tulee kreikan kielestä ja tarkoittaa ”tasamittaa”. (Isometric drawing: A designer's guide. 2021.)

Muissa aksonometrisissä piirtämistyylyissä, dimetrisessä ja trimetrisessä projektioissa, akseleita skaalataan eriäviä määriä, jonka seurauksena lopullinen piirustus on vääristynyt (Isometric drawing: A designer's guide. 2021).

Isometriset piirustukset ovat otollisia funktionaalisiin piirustuksiin, joilla selitetään jonkin asian toimintaa (Isometric drawing: A designer's guide. 2021).

Isometriset projektiot ovat erityisen hyödyllisiä opasteissa, joissa seinät ovat isometrisiä. Sellaisia opasteita käytetään mm. museoissa ja gallerioissa. Ne auttavat vierailijoita visualisoimaan sijaintinsa rakennuksen sisällä tai minne he ovatkaan menossa. (Isometric drawing: A designer's guide. 2021.) Esimerkki isometrisestä projektiota hyödyntävästä opastekartasta nähtävissä kuvassa 5.

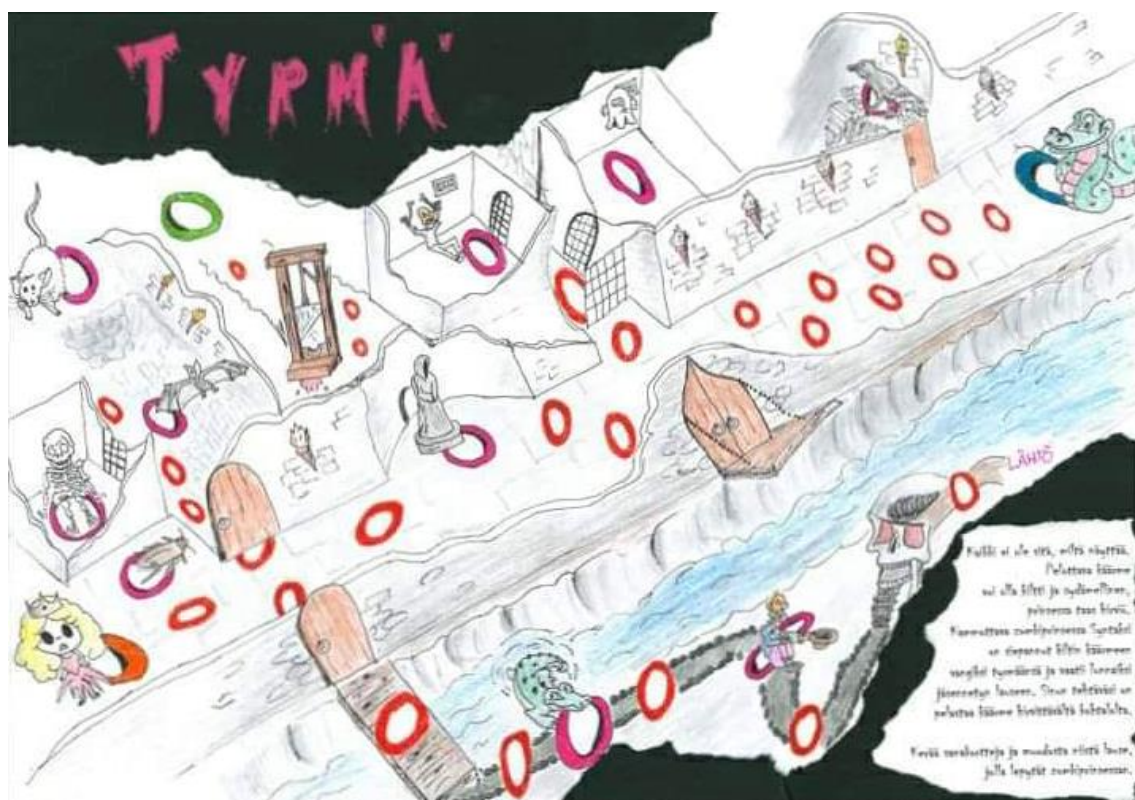


KUVA 5. Flamingo Gardensin isometrinen opastekartta. (Illustrated Map of a Botanical Garden and Wildlife Refuge.)

6 PELILAUDAN 3D-MALLINNUKSEN

Pelilauta mallinnettiin kokonaisuudessaan Blender-ohjelmistossa. Ensimmäiseksi kohta asetettiin isometriseksi projektioksi. Kameraa siirrettiin sama matka alas X-akselilla, oikealle Y-akselilla ja ylös Z-akselilla. Kamera asetettiin ortografiseen tilaan, joka eliminoi perspektiivin käytön. Kamera suunnattiin kohti akselien kohtaamispistettä. Seinät mallinnettiin enimmäkseen X- ja Y-akselien myötäisiksi.

Pelilaudan mallinnuksen konseptikuvana käytettiin toimeksiantajalta saatua käsinpiirrettyä pelilautaa, nähtävissä kuvassa 6. Pelilaudan mallinnus oli ylivoimaisesti aikaa vievin osuus opinnäytetyössä. Valmis pelilauta ilman opasteita on nähtävissä kuvassa 7. Tyrmän käytävien ja huoneiden asetelua jouduttiin muokkaamaan kameran kuvakulmaan sopivaksi.

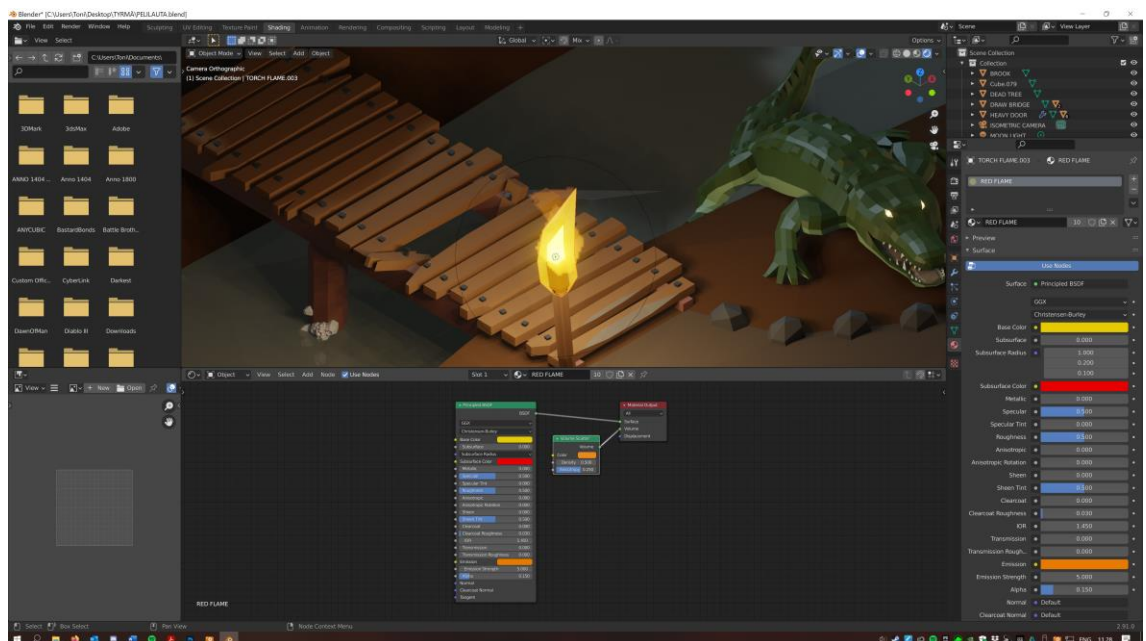


KUVA 6. Toimeksiantajan piirtämä pelilauta.



KUVA 7. Pelilauta ilman opasteita.

Valaistuksen suunnittelu oli oleellisen tärkeää. Luotiin materiaaleja, jotka hohtavat valoa ympäristöönsä (emission). Soihtujen kirkkautta ja tulen värejä vaihdeltiin pelilaudan huoneisiin sopiviksi. Soihtujen tulen materiaaleja muokattiin näyttämään enemmän tulelta Blenderin Shading-käyttöliittymässä, joka on nähtävissä kuvassa 8. Soihtujen lisäksi, kohtaukseen lisättiin muita erilaisia valonlähteitä, mm. nuotio, kynttilänjalka ja öljylamppu, jotka loivat kohtaukseen paljon tunnelmaa.



KUVA 8. Shading-käyttöliittymä.

Päivittäisistä renderöinneistä koostettiin animaatio, joka on nähtävissä YouTubessa. <http://bit.ly/TYRMATAMK>

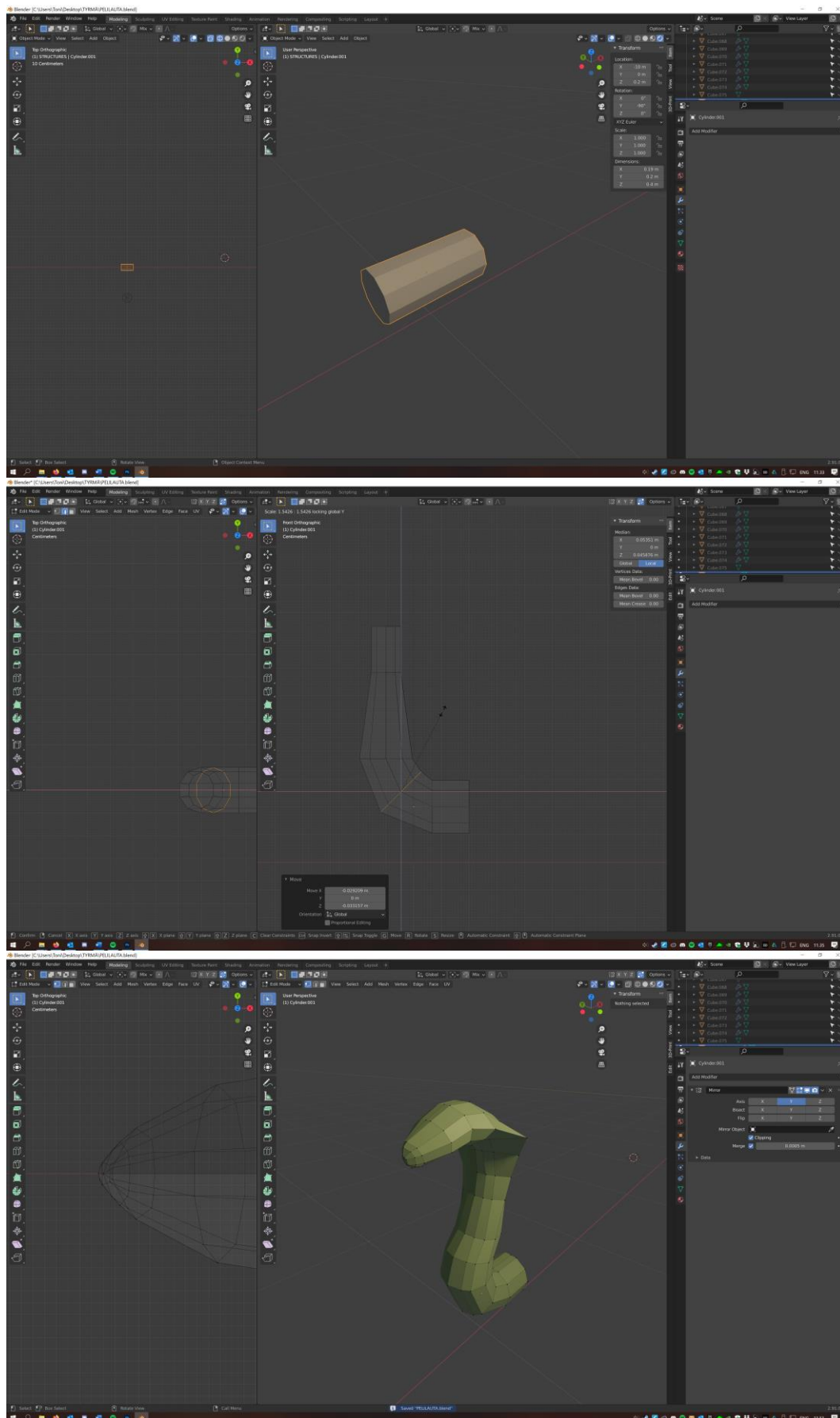
Pelilaudalla on lukuisia hahmoja ja geometrisesti monimutkaisia muotoja, muun muassa pääkalloportti, kuollut puu, kerjäläishiisi, krokotiili, zombieprinsessa, jättiläistorakka, luurankovartija, vampyyrilepakko, jättiläisrotta, kulttilaispatsas, giljotiini, laskusilta, kahlittu vanki, ritarin kummitus, korppi ja käärme.

Jokaisen hahmon tai esineen mallinnus aloitettiin muokkaamalla yksinkertaista geometristä muotoa. Tällaisia muotoja ovat mm. kaksiulotteinen taso, kuutio, UV-pallo ja sylinteri. Parhaan aloitusmuodon valinta nopeuttaa työskentelyä. Hahmojen ja esineiden mallinnuksessa noudatettiin low poly -periaatetta, eli malleissa käytettiin mahdollisimman vähän polygoneja.

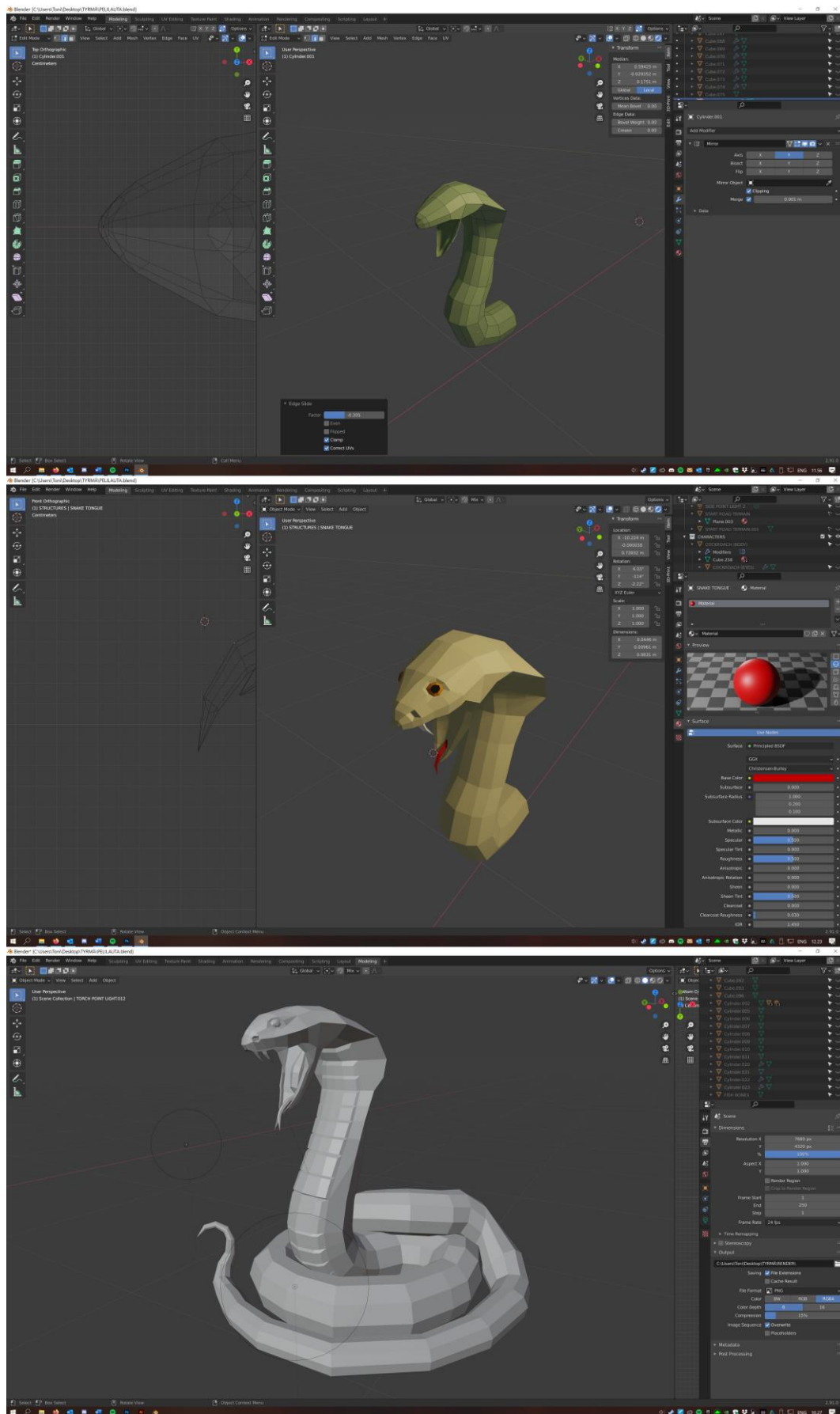
Esimerkkinä esitellään käärmeahmon mallinnus. Käärmeahmon lähdekuva on nähtävissä kuvassa 9. Käärmeahmon mallinnusvaiheita on nähtävissä kuvissa 10 ja 11. Lopputulos on nähtävissä kuvassa 12.



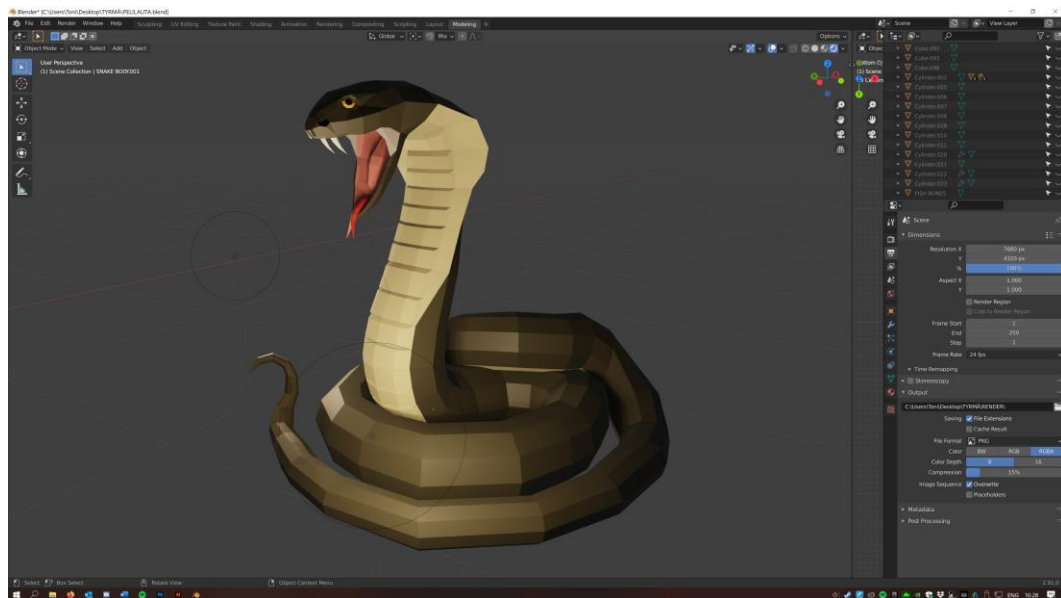
KUVA 9. Valokuva sihisevästä kuningaskobrasta (Kuningaskobra. 2018.)



KUVA 10. Sylinterin muokkausta käännemäiseen muotoon.



KUVA 11. Käärmeahjon muodon ja materiaalien työstämisestä.

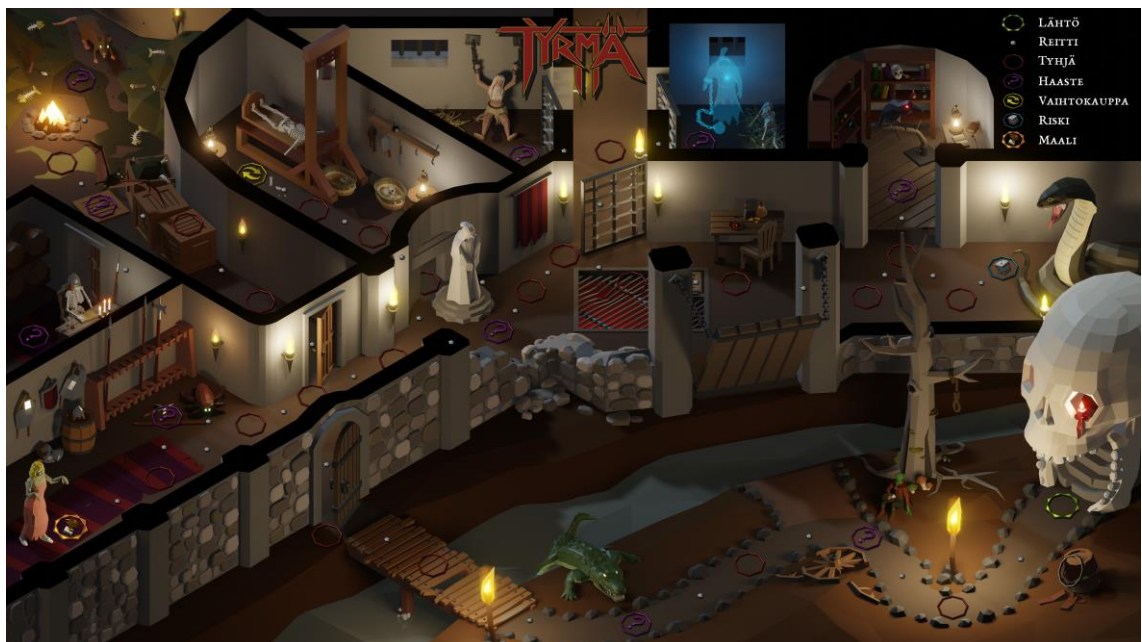


KUVA 12. Valmis käärmeahmo valaistuna.

7 KAKSIULOTTEISTEN ELEMENTTIEN SUUNNITTELU

Kaksiulotteiset elementit tekevät lautapelistä pelattavan. Ilman niitä, pelaajat eivät tietäisi, mihin he voivat pelissä liikkua ja mitä jokaisessa sijainnissa tapahtuu. Opasteet jouduttavat pelin kulkua.

Pelilaudan opasteet kannatti selkeyden puolesta sijoittaa oikeaan yläkulmaan, vasten mustaa taustaa. Pelin logolle valittiin keskeisen asema, keskelle ylälaitaan, tasapainoisemman vaikutelman luomiseksi. Opasteiden ja logon sijoittelu on nähtävissä kuvassa 13.



KUVA 13. Pelilauta kaksiulotteisten opasteiden kanssa.

Opasteiden suunnittelussa huomioitiin värisokeat pelaajat. Opasteet suunniteltiin muodoiltaan uniikeiksi, jotta ne erottuisivat toisistaan, jos värierojen näkeminen on vaikeaa. Opasteet noudattavat low poly -tyyliä kulmikkudellaan.

Opasteiden väliin sijoiteltiin vaaleanharmaita reittimerkkejä, jotka helpottavat kuljettavien reittien hahmottamista. Merkkien väriksi valittiin vaaleanharmaa, joka on neutraali väri, eikä se keskitä itseensä tarpeettomasti huomiota. Merkeistä tehtiin aavistuksen vaaleampia kuin taustagrafiikka, helpottaen niiden havaitsemista.

Opasterenkaista tehtiin ohuet, koska niiden tahdottiin peittävän mahdollisimman vähän taustasta. Jos opasterengas peitti osittain seinää, seinän päälle menevä osa opasteesta poistettiin. Pelilaudan tärkeitä sijainteja korostettiin uniikeilla ja koristeellisilla opasteilla, jotka värisokeat ihmiset pystyvät erottamaan muista opasteista niiden muodon perusteella.

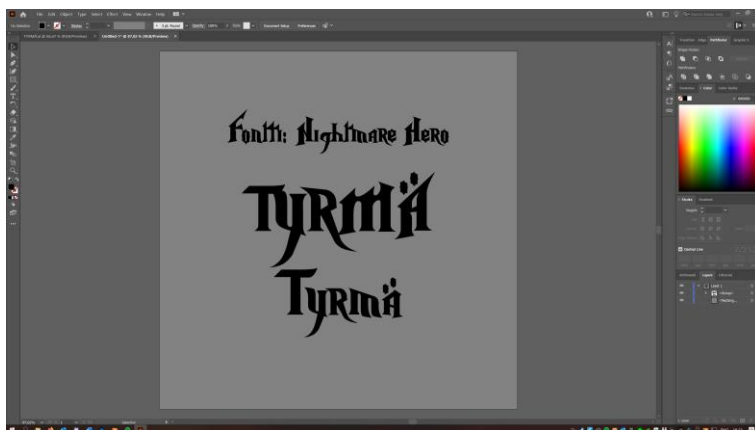
Renderöidyt opasteet lisättiin pelilaudalle Adobe Photoshopissa. Valmis pelilauta renderöitiin 8K-tarkkuudella (7680 x 4320 pikseliä) ja tallennettiin 300 DPI-tarkkuuteen, jotta tulostetun pelimaton grafiikat olisivat terävät.

Renderöinnin jälkeen pelilaudasta tilattiin päällystetylle PVC-materiaalille tulostettu 80 x 45 cm pelimatto DeepCut Studiosilta. Pelimaton teetätys maksoi 32,90 euroa. Pelimaton toimitti UPS, postikulut olivat 14,90 euroa. Tulleilta vältyttiin, koska DeepCut Studios sijaitsee Liettuassa, joka on EU-maa.

Monet hiirimatot on valmistettu samasta materiaalista kuin pelimatto. Pelimaton pystyy säilyttämään rullalla, mistä säästyy säilytystilaa. Pelimaton tilauksesta pelimaton saapumiseen kesti alle viikko.

8 LAUTAPELIN LOGON SUUNNITTELU

Logo suunniteltiin Adobe Illustrator -ohjelmistossa. Eniten logo sai vaikutteita Guitar Hero -peleissä käytetystä Nightmare Hero -fontista. Nightmare Hero -esimerkkitekstiä nähtävillä kuvassa 14.



KUVA 14. Nightmare Hero -fontti.

Koska lautapelillä on synkkä teema, kaikista logon kulmista tehtiin terävät. Kaarevia muotoja vältettiin tarkoituksella, jotta logo sopisi pelilaudan muuhun low poly -tyyliin. Ä-kirjaimen pisteitä venytettiin muistuttamaan sarvia. Heittovarjo parantaa logon luettavuutta vahvistamalla sen erottumista taustasta. Lautapelin valmis logo nähtävissä kuvassa 15.

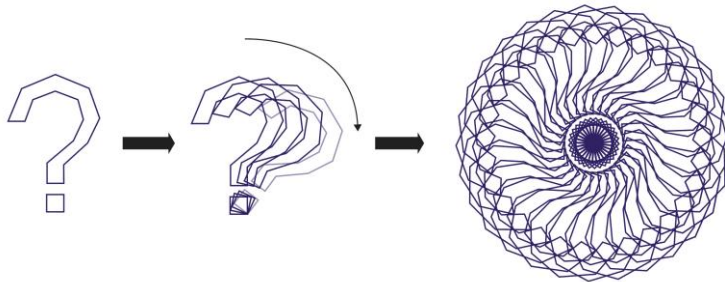


KUVA 15. Valmis lautapelin logo.

9 PELIKORTTIEN SUUNNITTELU

Kysymys- ja sanakortit suunniteltiin Adobe Illustrator -ohjelmistossa. Illustrator on erinomainen ohjelmisto vektorigrafiikan piirtämiseen. Vektorigrafiikka pystyy skaalaamaan taiteen laatua huonontamatta. Skaalattavuus oli tärkeää, koska pelikorttien koosta ei ollut suunnittelutyön alussa varmuutta.

Korttien selkeys oli tärkein ominaisuus niiden suunnittelussa. Kysymyskortteissa kysymyslause on sijoitettu kortin yläosaan, koska länsimaisia tekstejä luetaan ylhäältä alas. Vastaus on sijoitettu erilleen kysymyksestä kortin alaosaan. Ylä- ja alaosat on eritelty punaisella viivalla. Sanakortit sisältävät yhden sanan, josta tehtiin mahdollisimman suuri. Tekstin taustalla olevia graafisia elementeistä, kuten pelin logoista ja kuvassa 16 näkyvä kysymysmerkeistä muodostetusta ruusukkeesta, on tehty lähes täysin läpinäkyviä, etteivät ne haittaisi korttien luettavuutta.



KUVA 16. Kysymysmerkeistä luotu ruusuke.

Alkuperäisenä ajatuksena oli suunnitella kaksipuolisia kortteja, mutta niiden tulostaminen olisi ollut pulmallista. Korttien etu- ja takapuolien sijaintien paperilla olisi pitänyt täsmätä, jotta ne olisivat näyttäneet leikattuina keskitetyiltä. Kaksipuolisen kortin luonnos nähtävissä kuvassa 17.



KUVA 17. Kaksipuolisen kysymyskortin luonnos.

Leikkausongelmat vältettiin yksipuolisilla korteilla, joiden luonnokset ovat nähtävissä kuvassa 18.



KUVA 18. Yksipuolisten korttien luonnokset.

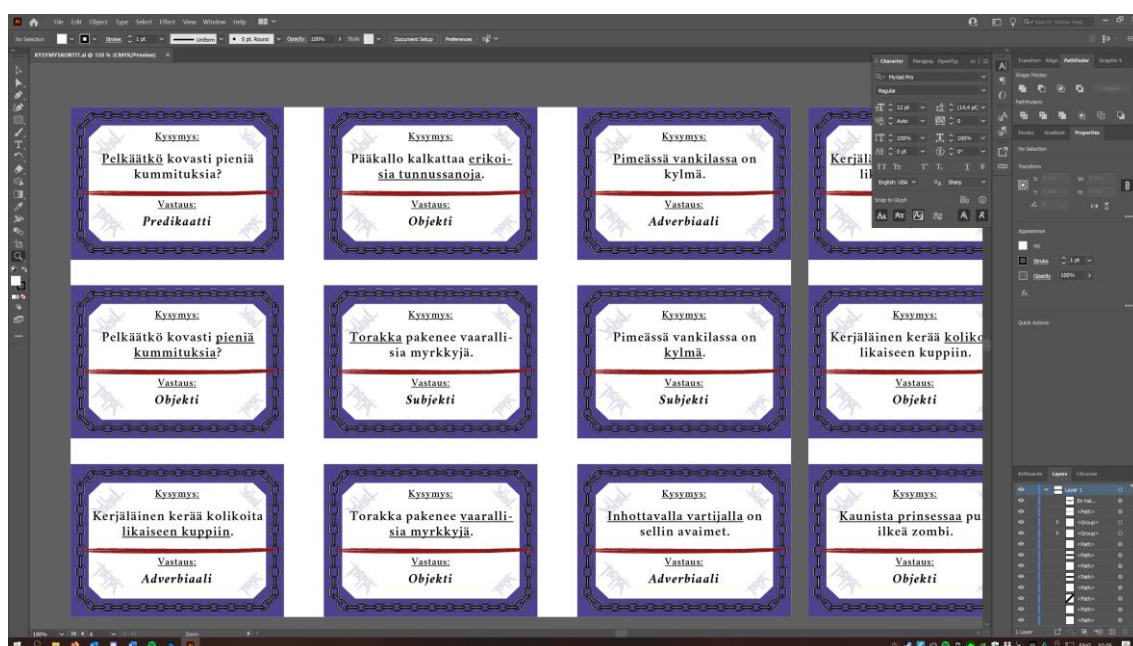
Kysymyskorttia käännettiin 90-astetta sen käytettävän tilan maksimoinniksi. Käännetty kysymyskortti on nähtävissä kuvassa 19.



KUVA 19. Vaakaan luettavan tekstin fonttikokoa pystyttiin suurentamaan kortin kääntämisen jälkeen.

Jotta kortit kestäisivät paremmin käytössä, päätettiin, että ne tulisi suojata korttisuojilla. Korttien lopulliseksi kooksi valittiin 63 x 88 millimetriä, jonka kokoisia ovat mm. Magic: The Gathering -kortit. Kyseisen kokoisille korteille on saatavilla eniten erilaisia korttisuojia.

Korttien kulmat suoristettiin, jotta ne näyttäisivät siistimmältä leikkaamisen jälkeen. Kysymyskorttien taustalla olevasta ruusukkeesta luovuttiin, koska se olisi huonontanut tekstin luettavuutta. Kysymyskorttien lopullinen ulkonäkö on nähtävissä kuvassa 20.



KUVA 20. Valmiita kysymyskortteja aseteltuna A4-kokoisille sivuille.

Sanakorttien tulevaa käyttöä kuviteltiin, josta pääteltiin, että yhden suuren ja keskitetyn sanan sijaan kortille kannattaa sijoitella neljä pienempää sanaa sanakortin reunoille. Pelaaja voi pitää sanakortteja kädessään porrastettuna, jolloin hän näkee kätevästi ja nopeasti jokaisen käytettävissä olevan sanan. Sanakorttien lopullinen ulkonäkö on nähtävissä kuvassa 21.



KUVA 21. Valmiita sanakortteja aseteltuna A4-kokoisille sivuille.

10 SÄÄNTÖLEHTISEN SUUNNITTELU

Sääntölehtinen suunniteltiin Adobe Illustrator -ohjelmistossa. Asettelussa otettiin mallia muiden lautapelien sääntölehtisistä ja -kirjoista. Sääntölehtisen reunoja koristeltiin lautapelin teemaan sopivalla vektoritaiteella. Taiteessa käytettiin kulmikkaita low poly -muotoja. Lautapelin luojan (toimeksiantajan) ja graafisen suunnittelijan nimet sijoitettiin sääntölehtisen alamarginaaliin. Pelisääntöjen sivun asettelu on nähtävissä kuvassa 22.



KUVA 22. Valmis sääntölehtinen.

Sääntölehtinen on paremmin luettavissa liitteessä 1.

11 PELAAJAN MINIATYYRI

Lautapelin teeman mukaisesti, pelaajan miniatyyristä tahdottiin suunnitella jokseenkin pelottava hahmo. Miniatyyrejä tarvittiin vähintään viisi kappaletta, lautapelin maksimipelaajamäärän mukaisesti. Miniatyyrien tuli sopia mittojensa puolesta pelimaton mittakaavaan. Miniatyyrien kestävyys tuli keskittää huomiota, koska lautapeliä tullaan pelaamaan kouluissa.

11.1 Miniatyyrin 3D-mallinnus

Miniatyyri mallinnettiin Blender 2.91.0 -ohjelmistossa. Miniatyyrin mallinnus aloitettiin muokkaamalla sylinteriä ihmismäiseen muotoon. Miniatyyrin kokonaisuudesta pyrittiin tekemään kartiomainen, jolloin valtaosa miniatyyrin tuista sijoittui miniatyyrin tasaiseen pohjaan.

3D-mallin varhaisessa versiossa, nähtävissä kuvassa 23, oli muutamia rakenteeltaan heikkoja kohtia ja jalusta vei liikaa huomiota itse hahmolta.



KUVA 23. Miniatyyrin 3D-mallin aikainen versio. Oikean ranteen luut ja ohut sauva olisivat olleet alttiita rikkoutumiselle.

3D-mallin lopulliseen versioon, nähtävissä kuvassa 24, lisättiin opetuslautapeliin sopivia yksityiskohtia, mm. viuhka sanakortteja sauvan päähän ja paksu kirja hahmon vasempaan käteen. Hahmon päätä käännettiin katsomaan ylöspäin, jottei hahmon leukaan tarvitsisi sijoitella tukia ennen tulostusta.



KUVA 24. Miniatyyrin 3D-mallin lopullinen versio. Heikkoja kohtia vahvistettiin ja hahmoa muutettiin katsomaan ylöspäin tulostamisen helpottamiseksi.

Miniatyyrin BLEND-formaattista tiedostoa ei pystyttäisi avaamaan Lychee Slicer -viipalointiohjelmassa, joten se tallennettiin STL-formaattiseksi tiedostoksi.

11.2 Miniatyyrin viipalointi

STL-tiedosto viipaloitiin Lychee Slicer 3 Pro -viipalointiohjelmistossa. Viipaloinnilla tarkoitetaan 3D-mallin jakamista tulostuskerroksiin. Käyttäjän asettama tulostuskerrosten paksuus määrittelee tulostuskerrosten määrän. Tässä miniatyyrissä on 1527 tulostuskerrosta 50 mikrometrin paksuisilla tulostuskerroksilla.

Tulostusasetukset tulee aina asettaa ennen viipalointia. Jos asetuksia joudutaan muuttamaan myöhemmin, 3D-malli joudutaan viipaloimaan uudelleen. Tulostusasetukset kertovat tulostimelle, kuinka sen tulisi toimia tulostuksen aikana. Käytettävät tulostusasetukset riippuvat suuresti käytettävästä tulostimesta, esim. Anycubicin valmistamat uusimman sukupolven hartsitulostimet kovettavat tulostuskerroksen 1,5 sekunnissa, kun edellisen sukupolven tulostimet kovettivat kerroksen 8 sekunnissa. Miniatyyrien tulostuksessa käytetyt asetukset ovat nähtävissä kuvassa 25.

Anycubic Rapid Black

Brand: Anycubic | Name: Rapid | Color: Black

Comment: _____

Burn In Layers ?

Number of Layers: 8

Exposure Time: 40 s

Normal Layers

Layer Thickness: 50 um

Light-off Delay: 0 s

Exposure Time: 1,5 s

Lift After Print: 10 mm

Speed

Lifting Speed: 2 mm/s

Lowering Speed: 4 mm/s

Price

Bottle Price: 25,88 EUR

Bottle Capacity: 1

Print Time Override ?

on off

Time per Burn in layer: 0 s

Time per layer: 0 s

Delete Resin | OK

KUVA 25. Tulostusasetukset Anycubic Photon Mono X -tulostimelle.

50 mikrometrin paksuiset kerrokset sallivat loiviakin kulmia tulostuksessa. Loivat kulmat tulosteissa muodostava ohuita hartsikerroksia tulosteen reunoille. Ne saattavat katketa tai vääristyä tulosteen irrotessa FEP-kalvosta. Kahdeksaa alinta kerrosta altistetaan UV-valolle 40 sekuntia, joka on moninkertainen aika verrattuna myöhäisempien kerrosten 1,5 sekunnin altistusaikaan. Pohjakerrosten on tärkeää kiinnittyä lujasti tulostuslevyn karhennettuun pintaan, ettei tuloste irtoa tulostuslevystä tulostuksen aikana.

Esimerkki epäonnistuneesta tulostuksesta nähtävissä kuvassa 26. Keskimmäisen tulosterivin pohjakerrokset eivät kiinnittyneet kunnolla tulostuslevyyn. Syyt epäonnistuneelle tulostukselle olivat liian sileä tulostuslevy, lyhyt pohjakerrosten altistus aika ja tulostuslevyn löystyneet ruuvit.

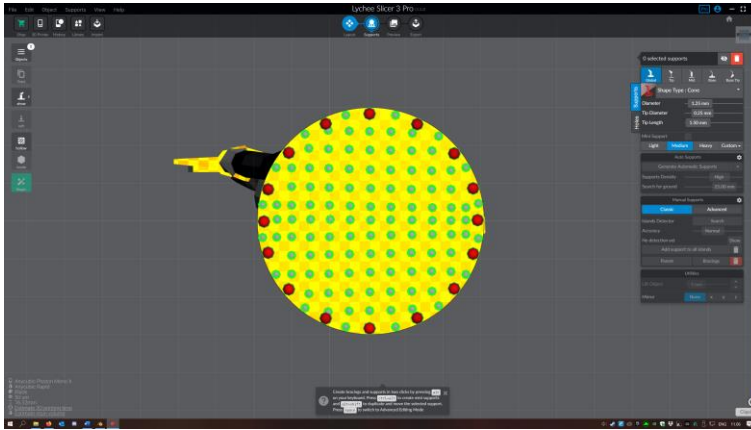


KUVA 26. Tulostuslevystä irronneiden tulosteiden muodot vääristyivät voimakkaasti.

Tulostuslevyn nostonopeuden tulisi olla hidas, ettei FEP-kalvo kulu tarpeettoman nopeasti. Tulosteen irtoaminen FEP-kalvosta kuluttaa kalvoa aina, mutta kulutus on vauhdikkaammalla nostonopeudella normaalia nopeampaa.

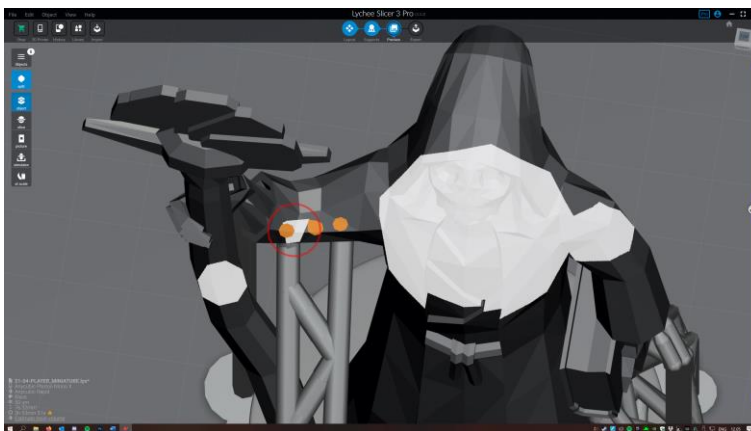
Tulostuslevylle mahtui kuusi miniatyyriä, yksi enemmän kuin pelaajien maksimimäärä. Ennen miniatyyrien kovettamista, yksi miniatyyreistä tippui lattialle, jonka seurauksena sauva katkesi irti hahmon ranteesta ja jalustasta. Kovetettu miniatyyri olisi todennäköisesti pysynyt ehjänä.

Miniatyyrin pohjaan piti asettaa tiheä matriisi tukia, ettei pohja päässyt vääristymään tulostuksen aikana. Pohjan reunoille sijoiteltiin raskaampia tukia, koska tulostuksessa suurimmat voimat kohdistuvat tulostuskerrosten ulkoreunoihin. Raskaat tuet näkyvät kuvassa 27 punaisella.



KUVA 27. Miniatyyrin pohjan tukimatriisi.

Saarekkeet ovat tulosteen osia, jotka tarvitsevat omat tukensa. Oikean käsivarren saareke on ympyröity punaisella kuvassa 28. Saarekkeet yhdistyvät myöhemmin tulosteen isompaan massaan. Tässä tapauksessa saareke alkaa oikean käden kyynärpäästä ja loppuu oikean käden kainaloon, jolloin se alkaa saamaan tukea hahmon torsosta. Saareke olisi voitu välttää, jos käsi ei muodostaisi mutkaa kyynärpäässä. Jos käsi olisi osoittanut suoristuneena ylöspäin, saarekettä ei olisi muodostunut. Esteettisistä syistä käsivarsi jätettiin tuohon asentoon.

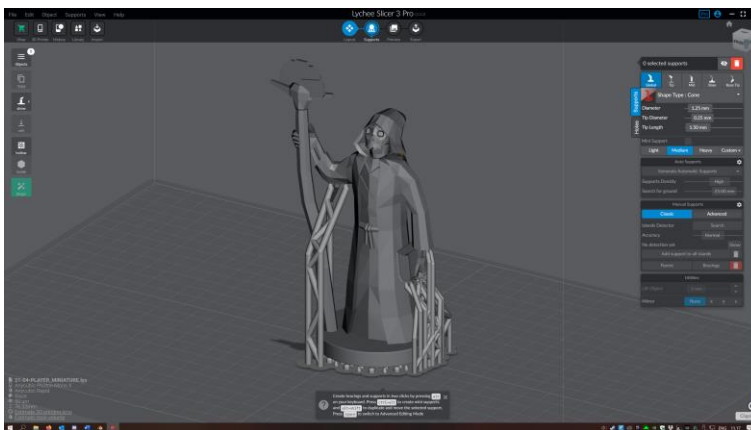


KUVA 28. Tuloste näkyy valkoisena, tuet oranssina. Saareke ympyröity punaisella.

Vaikka miniatyyri suunniteltiin helposti tulostettavaksi, miniatyyrin oikeaan käsivarteen, vasemman käden sormiin, vasemman käden hihaan ja kirjaan jouduttiin sijoittamaan tukia. Vain yhdeltä suunnalta tuetut saarekkeet ovat epävakaita, ne tulee tukea vähintään vastakkaisesta suunnasta vakauden parantamiseksi. Ihanteellisesti saarekettä tuetaan kolmesta tai useammasta suunnasta. Tukien asettelu näkyy kuvassa 29. Tuet aseteltiin lähelle toisiaan, jotta tukien välille voitaisiin lisätä ristitukia. Lisätyt ristituet ovat nähtävissä kuvassa 30.

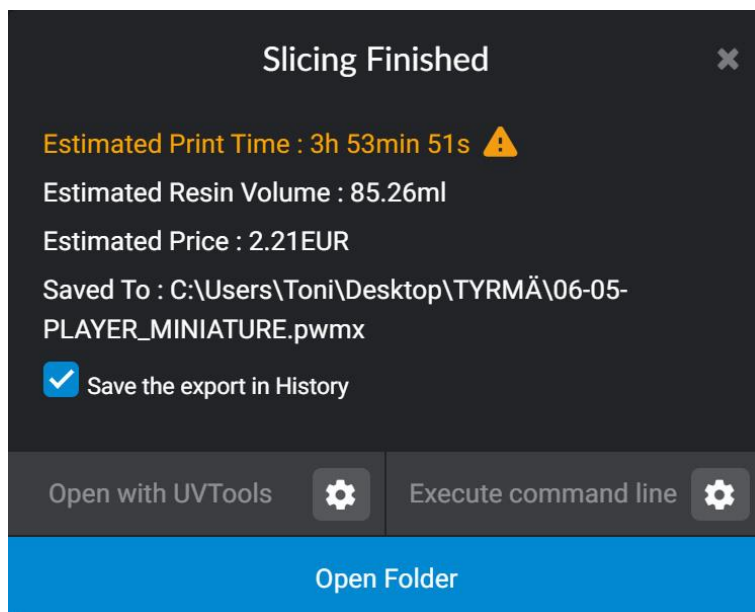


KUVA 29. Tukien lähtöpisteet aseteltiin lähelle toisiaan.



KUVA 30. Ristitukien avulla tuet muodostavat jäykempiä rakenteita.

Kun viipalointi oli valmis, Lychee Slicer arvioi tulostuksen keston, kuinka monta millilitraa hartsia kuluu tulostuksessa ja tulostuksen hinnan, jos hartsin litrahinta on määritelty tulostusasetuksiin. Edellä mainitut tulostustiedot ovat nähtävissä kuvassa 31.



KUVA 31. Tietoja tulevasta tulostuksesta.

11.3 Tulostuksen valmistelu

Tulostimen hartsivadin ja tulostuslevyn puhtaudesta tulee huolehtia. Jos hartsivadissa tai tulostuslevyssä on kovettunutta hartsia, pahimmassa tapauksessa FEP-kalvo ja/tai LCD-ruutu voi rikkoutua, kun tulostin laskee tulostuslevyn alas tulostuksen alussa. FEP-kalvon rikkoutuessa nestemäistä hartsia saattaa vuotaa LCD-ruudun päälle ja tulostimen rakenteisiin. LCD-ruudun päälle kovettunutta hartsia on vaikeaa poistaa vahingoittamatta LCD-ruutua. Pahimmassa tapauksessa LCD-ruutu joudutaan vaihtamaan.

Jos FEP-kalvo on kulunut, se tulisi vaihtaa. Kulutuksesta sumentunut kalvo vaikuttaa tulosteiden laatuun, koska sumentunut kalvo hajottaa UV-valoa alueille missä hartsin ei toivota kovettuvan, kun taas läpinäkyvä kalvo päästää UV-valon suoraan lävitseen. Kulunut FEP-kalvo rikkoutuu myös helpommin tulostuksen aikana.

Hartsivattia ei saa täyttää liikaa. Kun tulostuslevy laskeutuu hartsiin, se syrjäyttää hartsia tilavuudellaan, jolloin hartsia saattaa valua vadin reunojen yli. Monissa hartsivadeissa on mitta, jonka maksimiarvoa ei tulisi ylittää. Hartsia voi lisätä vatiin tulostuksen ollessa kesken. Tulostus epäonnistuu, jos hartsi pääsee

loppumaan kesken tulostuksen. Vain harvoissa tulostimissa on varoitus vähäisestä hartsin määrästä.

Paikka, mihin hartsista märkä tulostuslevy lasketaan, kannattaa valmistella etukäteen. Leivinpaperi on mainio päällyste työpinnalle; hartsi ei imeydy leivinpaperiin ja leivinpaperi on edullista.

Hartsipulloa tulisi ravistella muutama minuutti, ennen kuin hartsia kaadetaan hartsivatiin. Ravistelu sekoittaa hartsin väriaineet, jolloin hartsista tulee tasaisemman väristä.

11.3.1 Suojavälineet ja tulostustila

Hartsitulostamisessa tarvitaan kertakäyttöisiä tai paksumpia nitrilikäsineitä käsien ihon suojaamiseksi. Nitrili ei reagoi tulostuksessa käytettävien kemikaalien kanssa, toisin kuin esim. lateksi. Kertakäyttöiset käsineet tarjoavat paremmat työskentelytuntuman kuin paksummat käsineet, mutta ajan myötä niistä aiheutuu enemmän rahallisia kuluja. Kertakäyttöisten nitrilikäsineiden saatavuus on heikentynyt ja yksikköhinta kohonnut koronaepidemian takia. Hartsi voi aiheuttaa ihoärsytystä, jos sitä joutuu iholle. Ihoreaktion voimakkuus vaihtelee henkilökohtaisesti. Jos hartsia päätyy iholle, se tulee pyyhkiä pois paperilla ja myös alkoholilla, esim. käsidesi toimii tässä tilanteessa. Hartsi hylkii vettä, mistä syystä takia sitä on vaikea pestä vedellä pois.

Liutinhöyryjä suodattavaa hengityssuojainta tarvitaan tulosteiden huuhteluvaiheessa. Isopropanoli ja sprii vapauttavat työtilaan liutinhöyryjä, joiden hengittäminen on terveydelle haitallista. Suojalasit ovat suositeltavat, ettei hartsia tai liuotinaiteita päädy silmiin missään työvaiheessa. Myöhemmin, kun tulosteita hiotaan, hengityssuojain on pakollinen, ettei hartsipölyä kulkeudu keuhkoihin.

Tila, jossa tulostus tapahtuu, tulisi olla hyvin ilmastoitu. Hartsin haju voi ärsyttää hengitystä. On tulostinkohtaista, kuinka tehokkaasti tulostin suodattaa hajua pois tulostimen läpi kulkeutuvasta ilmasta. Tilaan tulisi päästä mahdollisimman

vähän päivänvaloa, koska päivänvalossa oleva UV-säteily kovettaa hartsia. Monissa tulostimissa on UV-säteilyä suodattava suojakupu, joka estää valtaosan UV-säteilyn läpipääsystä.

11.3.2 Sprii

Sprii on yksi tulosteiden huuhteluun sopiva huuhtelualkoholityyppi. Miniattyrit huuhdeltiin spriiillä. Sprii on tällä hetkellä huomattavasti edullisempaa kuin isopropanoli. Opinnäytetyön kirjoittamisen hetkellä neljä litraa spriiä maksaa Biltemassa 14,50 euroa. Yksi litra isopropanolia maksaa Motonetissä 15,90 euroa eli sama määrä isopropanolia maksaa 63,60 euroa. Hintaeron lisäksi isopropanolia on tällä hetkellä vaikea hankkia koronapandemian aiheuttaman kasvaneen kysynnän takia.

Spriitä käyttäessä tulisi aina käyttää liuottimia suodattavaa hengityssuojainta, suojalaseja ja nitrilikäsineitä. Spriihöyry on erittäin syttyvää, joten työpisteen läheisyydessä ei tulisi käyttää kipinöiviä tai kuumentuvia laitteita. Bilteman spriiin käyttöturvallisuustiedote on luettavissa liitteen 2 linkin välityksellä.

11.3.3 Huuhtelualkoholin suodattaminen

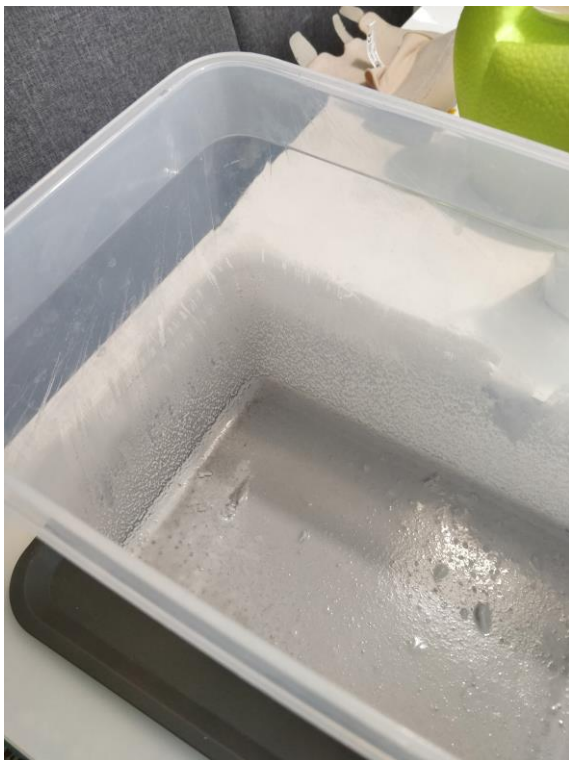
Huuhtelualkoholi tulee suodattaa, jos tulosteisiin jää näkyviä hartsijäämiä kovettamisen jälkeen. Huuhtelualkoholia voi suodattaa esimerkiksi suppiloon asetetulla suodatinpaperilla. Kuvassa 31 nähtävän suodatinpaperin pohjalle asetettu vanutyyny hidastaa suodatinpaperin tukkeutumista.



KUVA 31. Vanutyyny kerää hartsi partikkeleita tehokkaasti spriistä.

11.3.4 Huuhteluastioiden puhdistus

Käytön myötä, kuten kuvasta 32 näkyy, huuhteluastian pohjalle ja sivuille kertyy hartsia. On suositeltavaa laittaa huuhteluastia kovetusaseman sisälle tai auringonpaisteeseen käytön jälkeen, jolloin huuhtelualkoholissa olevat vapaat hartsimolekyylit kiinnittyvät toisiinsa. Tämä edesauttaa kovettuneen ja raskaan hartsin painovoimaista laskeutumista astian pohjalle. Alkoholista tulee samalla puhtaampaa, mikä edesauttaa sen suodattamista. Kuvassa 33 osittain kovettunutta hartsia kaavittiin irti huuhteluastiasta muovisella lastalla.



KUVA 32. Osittain kovettunutta hartsia huuhteluastiassa.



KUVA 33. Muovinen lasta ei vahingoita muovista huuhteluastiaa.

11.3.5 Hartsin suodattaminen

Hartsivati tulee tyhjentää ennen FEP-kalvon vaihtamista. Jos hartsi pääsee seisomaan hartsivadissa, sen pintaan saattaa muodostua ohut kerros kovettunutta hartsia. Hartsiin saattaa kertyä kovettuneita hartsiartikkeleita aikaisemmista tulostuksista. Kuvan 34 mukaisesti hartsi laskettiin takaisin pulloon tiiviin siivilän läpi.



KUVA 34. Siivilä kerää kovettuneet hartsiartikkelit hartsista.

11.3.6 FEP-kalvon vaihtaminen

Tulostimen FEP-kalvo oli kulunut, kuten kuvasta 35 näkyy, mistä syystä se päätettiin vaihtaa ennen prototyyppien tulostusta.



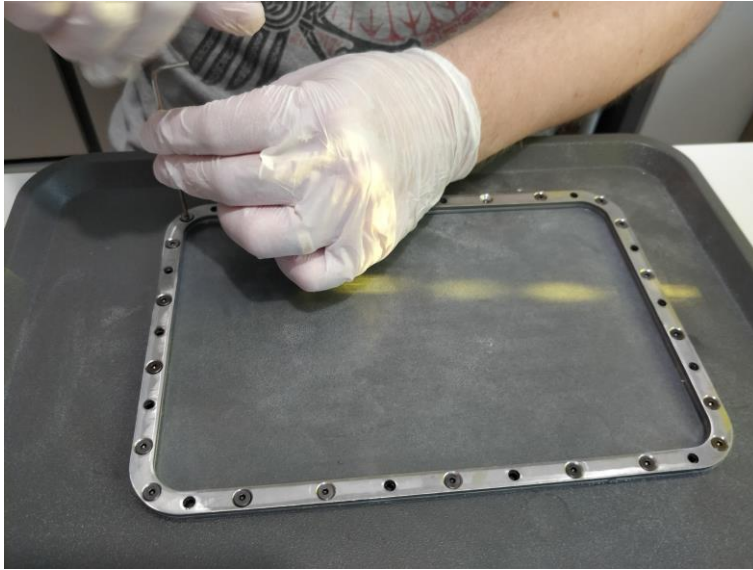
KUVA 35. Kovimmassa käytössä olleet kalvon alueet olivat muuttuneet sumeiksi käytön myötä.

Ensimmäinen vaihe oli kalvon tukikehys irrottaminen hartsivadista, nähtävissä kuvassa 36.



KUVA 36. Tukikehys kiinnittyi hartsivatiin neljällätoista ruuvilla.

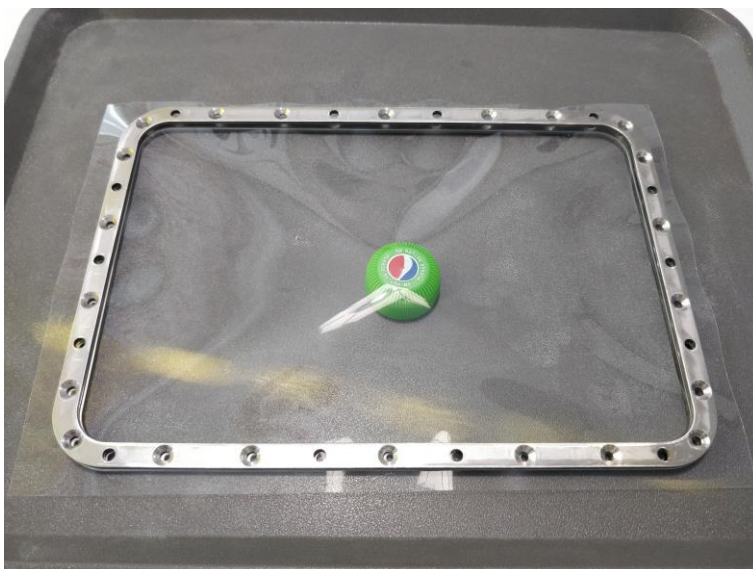
Tukikehys muodostuu kahdesta teräksisestä raamista, joiden väliin FEP-kalvo pingotetaan. Raamit piti erottaa toisistaan, kuvan 37 mukaisesti, jotta kulunut kalvo saatiin poistettua niiden välistä.



KUVA 37. Tukikehysen toisella puolella oli entistäkin enemmän ruuveja, 22 kappaletta.

Kalvon vaihtoon tuli varautua ajoissa, koska uusia Mono X -tulostimeen sopivia kalvoja ei saa Suomesta. Euroopasta tilattavat kalvot ovat kalliita, joten uusia kalvoja tilattiin Kiinasta. Toimitusajat Kiinasta ovat pitkiä, uusien kalvojen saapumiseen kului noin puolitoista kuukautta.

Jotta uusi FEP-kalvo ei olisi liian kireä, sen alle asetettiin muovinen pullonkorkki, nähtävissä kuvassa 38. Liian kireä FEP-kalvo vaikeuttaa tulosteiden irtoamista kalvosta.



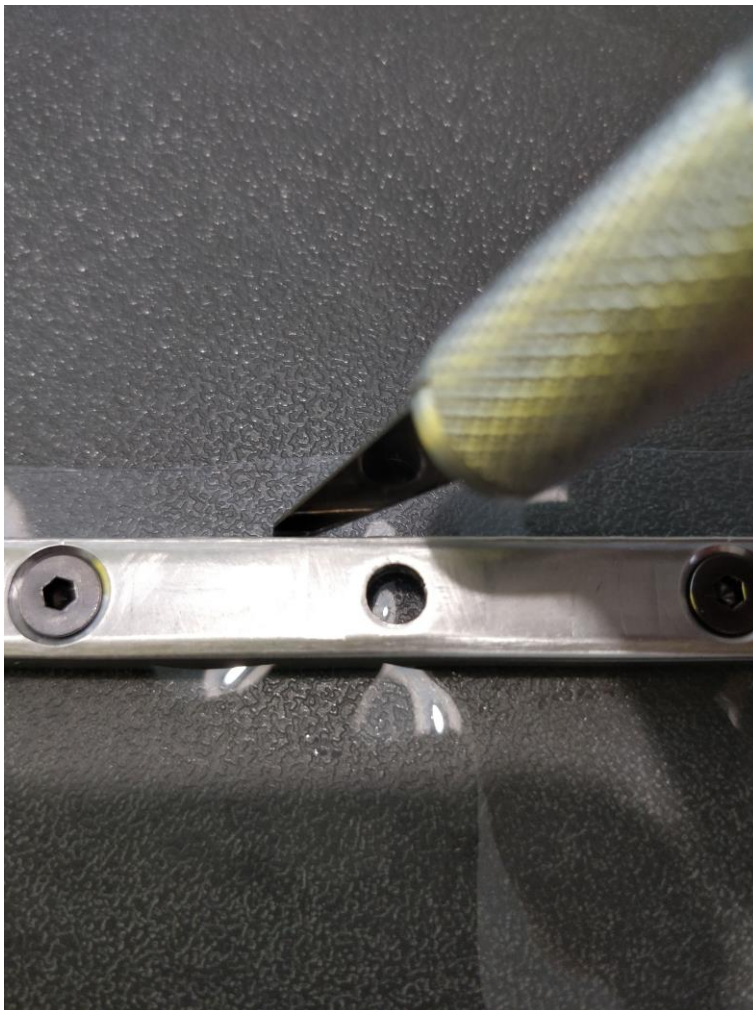
KUVA 38. Pullonkorkki estää kalvoa pingottumasta liikaa.

Kalvo puhkaistiin ruuvien kiinnityskohdista skalpellilla ruuvien kiinnittämisen helpottamiseksi, kuvan 39 mukaisesti.



KUVA 39. Ruuvit yltävät helpommin kierteille, jos kalvo on puhkaistu.

Kun tukikehys oli ruuvattu kiinni, reunojen yli menevä osuus kalvosta leikattiin irti skalpellilla, kuvan 40 mukaisesti.



KUVA 40. Skalpellilla pääsee lähemmäs kehyksen reunaa kuin saksilla.

Kalvo kiristyy, kun tukikehys ruuvataan kiinni hartsivatiin. Kalvoa ei tule kiristää liikaa, liian kireä kalvo ei jousta riittävästi, jotta tulosteet irtoaisivat siitä normaalisti. Uusi ja täysin läpinäkyvä FEP-kalvo nähtävissä kuvassa 41. Kun kiristettyä kalvoa koskee, se kuulostaa hieman rummulta.



KUVA 41. Käyttövalmis hartsivati.

11.4 DLP-tulostamisen toimintaperiaate

DLP-tulostimet (digital light processing eli digitaalinen valonkäsittely) valikoivasti altistavat ultraviolettivalosta kovettuvaa hartsia ultraviolettivalolle. Tulosteet rakentuvat kerros kerrokselta valmiiksi tulosteeksi.

UV-ledimatriisista lähtevä valo hajautetaan peilipinnoista ylöspäin. Valo kulkeutuu LCD-näytön läpi, joka muodostaa kuvan tulostuskerroksesta rajoittamalla UV-valon läpipääsyä. Seuraavaksi valo läpäisee läpinäkyvän ja joustavan FEP-kalvon (fluorinated ethylene propylene eli fluorattu eteenipropyleni). Kalvo on valmistettu erittäin sileästä materiaalista, johon kovettuvan hartsin on vaikea kiinnittyä. Seuraavaksi valo saavuttaa nestemäisen hartsin, jonka molekyylit kiinnittyvät toisiinsa, muodostaen valitun tulostuskerroksen paksuisen kerroksen kovettunutta hartsia. Hartsikerroksen toisella puolella on karhennettu tulostuslevy, johon hartsin kiinnittyy lujemmin kuin FEP-kalvoon. Kun kerroksen valotusaika on loppunut, tulostin nostaa tulostuslevyä erilleen FEP-kalvosta, jolloin hartsikerros irtoaa FEP-kalvosta jääden kiinni tulostuslevyyn tai edelliseen tulostuskerrokseen. Tulostin laskee tulostuslevyn tulostuskerroksen paksuuden mittaiselle etäisyydelle FEP-kalvolle, jolloin uuden kerroksen tulostus alkaa.

Toimeksiannossa käytettiin Anycubic Photon Mono X -tulostinta, joka on viimeisimmän sukupolven DLP-tulostin, jossa on monokromaattinen LCD-näyttö. Monokromaattinen LCD-näyttö voi päästää lävitseen jopa viisinkertaisesti enemmän UV-valoa kuin värinäytöllinen LCD-näyttö (Monochrome LCD screen vs normal RGB LCD screen- What's new? 2020). Koska UV-valoa kulkeutuu enemmän LCD-näytön läpi, hartsia täytyy altistaa lyhyemmän ajan valolle, että se kovettuu. Monokromaattisilla näytöillä varustetut tulostimet tuottavat tulosteita merkittävästi nopeammin kuin edellisen sukupolven tulostimet. Monokromaattiset LCD-näytöt ovat kestäviä käytössä, joiden tulisi kestää vähintään 2000 käyttötuntia (Monochrome LCD screen vs normal RGB LCD screen- What's new? 2020).

11.5 Miniatyyrin 3D-tulostaminen

Tässä kappaleessa tutkiskellaan miniatyyrien prototyyppivaihetta ja käydään läpi miniatyyrien käsittelyvaiheet.

11.5.1 Prototyypit

Luodessa uutta tuotetta, tuotteista tehdään poikkeuksetta prototyyppijä. Miniatyyreistä tulostettiin 20, 25 ja 30 millimetriä leveät prototyypit. Prototyypit ovat nähtävissä kuvassa 42. 30 millimetriä leveät prototyypit sopivat parhaiten lopullisiksi miniatyyreiksi, koska ne olivat painavia ja yksityiskohdat erottuivat niistä parhaiten.



KUVA 42. Eri kokoisia miniatyyrin prototyyppejä. Sauvan päässä sijaitsevat kortit olivat niin ohuita, että ne olivat läpikuultavia.

Prototyyppien käsittelystä kävi ilmi, että käsivarren luurankomaiset kohdat olivat erittäin hauraita, etenkin ennen miniatyyrien kovettamista. Hahmon oikeaa rannetta vahvistettiin ja sauvaa paksunnettiin. Miniatyyrin jalusta oli tarpeettoman suuri, mikä sai hahmon näyttämään pieneltä. Jalustaa pienennettiin ja hahmoa suurennettiin suhteessa jalustaan. Kun muutokset oli tehty, siirryttiin miniatyyrin lopullisen version tulostamiseen.

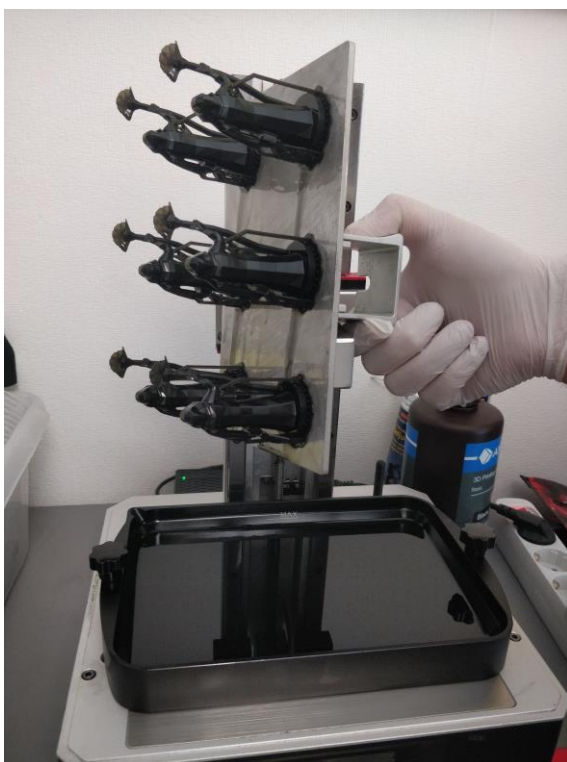
11.5.2 Tulostaminen

Miniatyyrien tulostaminen onnistui ensimmäisellä yrityksellä. Vielä tulostuslevystä kiinni olevat miniatyyrit ovat nähtävissä kuvassa 43.



KUVA 43. Onnistunut tulostus.

Kun tulostus oli valmis, miniatyyrien ja tulostuslevyn pinnalla oleva nestemäinen hartsivatiin takaisin hartsivatiin, kuvan 44 mukaisesti. Jos nestemäistä hartsia ei valuteta pois, sitä voi tippua tulostimen päälle, lattialle tai kalusteille siirtäessä tulostuslevyä käsittelypisteeseen. Hartsin valuttaminen takaisin hartsivatiin vähentää hartsin kulutusta.



KUVA 44. Nestemäistä hartsia oli jäänyt ansaan miniatyyrien pohjien ja pohjatukien väliin.

11.5.3 Tulosteiden ja tukien irrottaminen

Tuilla on aina hartsinen pohjalevy, jonka päälle tuet kiinnittyvät. Pohjalevy lisää tuen kosketuspinta-alaa tulostuslevyyn varmistaen paremman pidon. Pohjalevyn reunoista kannattaa tehdä kaltevat, jotta irrotuslastan saa pakotettua helpommin pohjalevyn ja tulostuslevyn väliin. Miniatyyreja irrotetaan tulostuslevystä kuvassa 45.



KUVA 45. Ohuet pohjalevyt ja niiden kaltevat reunat edesauttoivat miniatyyrien irrottamista.

Pohjalevyistä kannattaa tehdä ohuita. Ohuet pohjalevyt helpottavat tulosteiden irrotusta tulostuslevystä, koska ohuet pohjalevyt taipuvat ja antavat myöten irrotuslastalle. Ohut kerros hartsia taipuu pienemmästä voimasta kuin paksu kerros. Tukien manuaalinen irrottaminen on helpompaa taipuisan pohjalevyn ansiosta. Jos voimaa kohdistetaan useaan tukeen samaan aikaan, täytyy käyttää paljon voimaa, jotta ne katkeavat. Jos voimaa kohdistetaan vain muutamaankin tukeen kerrallaan, tuet katkeavat pienestä voimasta. Ohuiden pohjalevyjen tulostamiseen kuluu myös vähemmän hartsia.

Tuista kannattaa tehdä mahdollisimman ohuet, jotta tukia voi poistaa sormin ja ilman työvälineitä. Tukien poistamista on nähtävissä kuvissa 46 ja 47.



KUVA 46. Sivutukien irrottamista. Koska tuet olivat sopivan paksuisia ja niissä oli katkaisukohtat, tuet irtosivat kevyesti vääntämällä.



KUVA 47. Myöskään pohjan tukien irrottamisessa ei tarvittu työvälineitä.

Tukien tulee olla riittävän paksut, etteivät ne katkea tulostuksen aikana. Kokemuksen myötä, sopivat tukien paksuuden on helpompi valita. Ennen tukien irrottamista, tulosteiden pinnalla olevaa kovettumatonta hartsia kannattaa pyyhkiä pois paperilla, etteivät tulosteet ole käsitellessä liukkaita. Hankalissa

paikoissa olevien tai paksujen tukien katkaisuun saatetaan tarvita sivuleikkureita tai skalpellia.

Kun tulosteet on irrotettu, tulostuslevy tulee vähintään pyyhkiä paperilla, jottei sen tulostuspintaan jää kovettuneen hartsin paloja. Jos uutta tulostusta ei aloiteta, tulostuslevy kannattaa puhdistaa alkoholilla.

11.5.4 Kaksivaiheinen huuhtelu

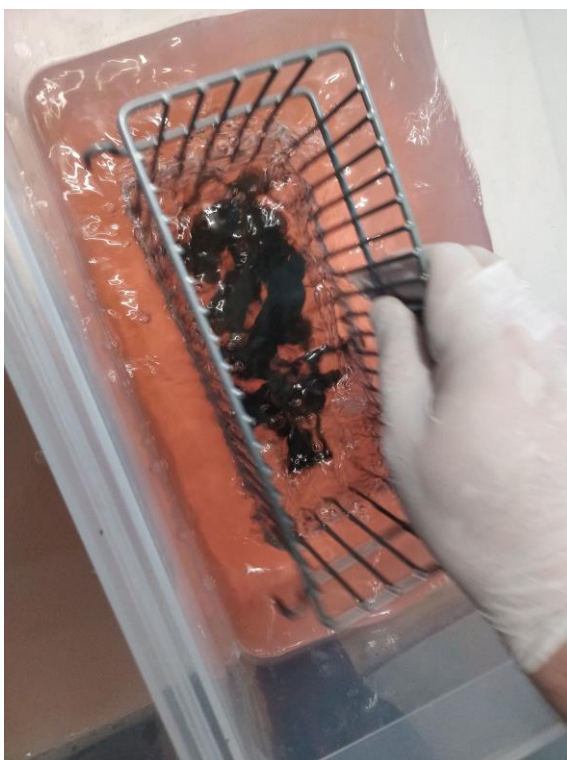
Kutsun huuhtelua kaksivaiheiseksi, koska huuhtelualkoholia on kahdessa erillisessä astiassa. Astioiden tulee olla syvät, ettei huuhtelualkoholia pääse läikkymään reunojen yli tulosteita huuhdellessa. Astioiden tulisi olla tiiviisti suljettavia, ettei huuhtelualkoholia pääse haihtumaan. Ikean kookkaat elintarvikesäilytysastiat sopivat tulosteiden huuhteluun ja huuhtelualkoholin säilyttämiseen erinomaisesti, koska astiat ovat syviä ja astioiden kansissa on silikonitiivisteet. Tiivisteet estävät alkoholihöyryjen leviämisen ympäristöön.

Ensimmäiseksi, miniatyyrit asetettiin teräksiseen koriin. Kuvassa 48 koria laskettiin ensimmäisen huuhteluastian huuhtelualkoholiin toistuvasti noin kahden minuutin ajan. Koria ravisteltiin kevyesti miniatyyrien ollessa huuhtelualkoholissa. Tulosteiden pääsemistä lähelle pohjaa kannattaa välttää, etenkin jos huuhtelualkoholia on käytetty jo aikaisemmin. Tulosteita voi harjata pehmeällä harjalla, esim. hammasharjalla, jos tulosteissa on paljon pieniä yksityiskohtia.



KUVA 48. Huuhtelu ensimmäisessä huuhteluastiassa, mihin valtaosa kovettamattomasta hartsista huuhtoutuu.

Koska suurin osa kovettumattomasta hartsista huuhtoutuu ensimmäiseen astiaan, sprii on puhtaampaa toisessa astiassa. Tulosteiden pinnalle jäisi huomattavasti enemmän kovettumatonta hartsia ilman toista huuhtelua. Tulosteiden huuhtelu toisessa astiassa on nähtävissä kuvassa 49.



KUVA 49. Sprii on merkittävästi puhtaampaa toisessa astiassa.

Miniatyyrit asetettiin muoviseen kulhoon. Sprii huuhdeltiin miniatyyreistä lavuaarissa, kuvan 50 mukaisesti. Huuhtelua toistettiin kolme kertaa, liikuttamalla kulhoa pyörivillä liikkeillä. Sprii tulee huuhdella pois, koska spriin haihtuessa sen kuivumiskohtiin jää tahroja.



KUVA 50. Huuhteluvesi vaihdettiin useaan otteeseen huuhtelun aikana.

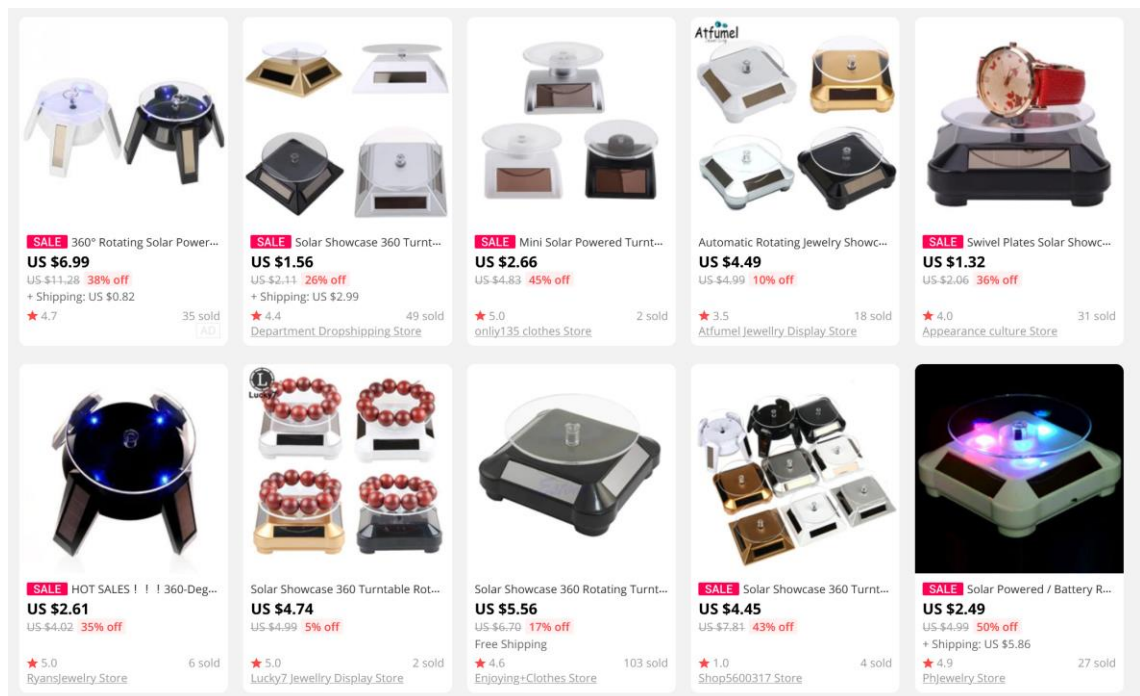
Huuhdellut miniatyyrit aseteltiin peililevyn päälle, kuvan 51 mukaisesti. Miniatyyrien alla oleva peili lisää UV-valon heijastelua kovetusaseman sisällä.



KUVA 51. Miniatyyrit aseteltiin peililevyn päälle.

11.5.5 Miniatyyrien kovettaminen

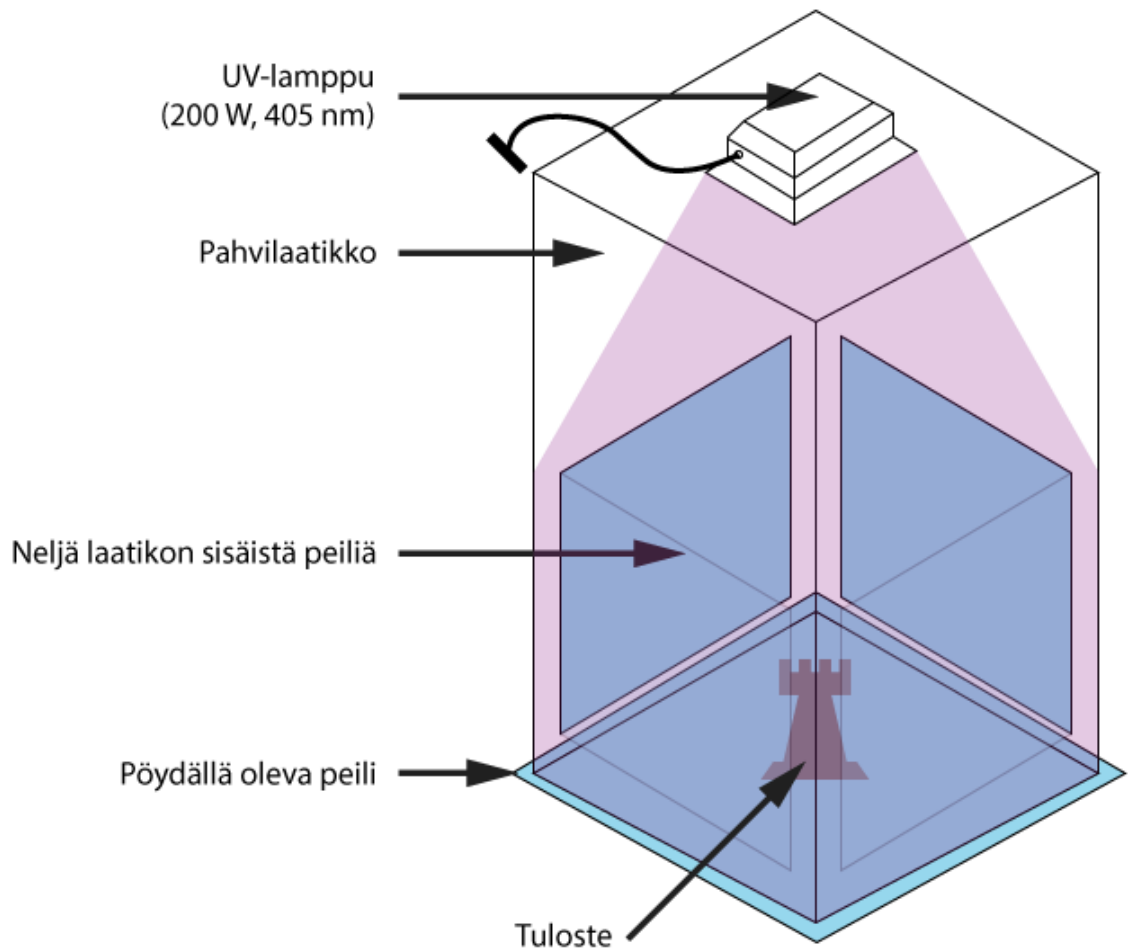
Hartsitulosteita tulisi kovettaa UV-valossa huuhtelun jälkeen, koska ne ovat lievästi pehmeitä ja tahmeita tulostuksen jälkeen. Kovettamattomat hartsitulosteet ovat alttiimpia vahingolle kuin kovetetut tulosteet. Hartsitulosteita on mahdollista kovettaa liikaa, mikä johtaa tulosteiden haurauteen. Hartsitulosteen jokainen pinta tulisi kovettaa. Ohuet hartsitulosteet saattavat vääristyä kovettaessa, joten niitä tulee käännellä usein kovettamisen aikana. On olemassa UV-valosta voimansa saavia pyöriviä levylautasia, nähtävissä kuvassa 52, jotka takaavat tasaisen altistumisen UV-valolle.



KUVA 52. Edullisia aurinkovoimalla toimivia pyöriviä levylautasia.

Kovettamisen pituudesta keinotekoisessa UV-valossa on eriäviä mielipiteitä, mutta yleisesti hyväksytty aikaväli on kahdesta kahdeksaan minuuttiin. Tulosteen paksuus, käytetty hartsi ja kovetusaseman lampun teho tulee ottaa huomioon kovetusajassa. Läpinäkyvät UV-hartsit kovettuvat nopeammin, koska enemmän UV-valoa kulkeutuu niiden lävitse. Jos tulosteita kovetetaan suorassa auringonvalossa, noin 15 – 20 minuuttia pitäisi olla riittävä aika (Can You Over Cure Resin 3D Prints? 2021). Tulosteiden kovettaminen auringonpaisteissa on haastavaa, koska UV-säteilyn määrä vaihtelee sääolosuhteiden mukaan, jolloin sopivan kestoista kovetusaikaa on vaikea arvioida.

Mikä tahansa UV-lamppu ei toimi, UV-valon aallonpituuden tulisi täsmätä aallonpituuteen missä tulosteiden UV-hartsit kovettuu. Itse suunnitellun ja rakennetun kovetusaseman sisäinen rakenne nähtävissä kuvassa 53. Miniaturien kovetusta esitellään kuvissa 54 - 58.



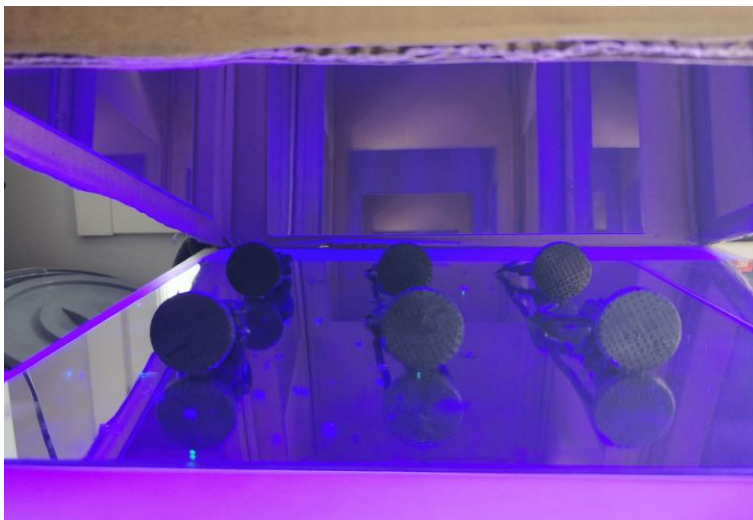
KUVA 53. Pahvilaatikon sisäiset peilit hajauttavat UV-valoa, mikä vähentää tulosteiden kääntämisen tarvetta.



KUVA 54. Kovetusaseman pahvilaatikko asetettiin miniatyyrien peililevyjen päälle.



KUVA 55. UV-lamppu asetettiin kovetusaseman katon aukkoon.



KUVA 56. Miniatyyrit altistettuna UV-valolle.



KUVA 57. Miniatyyrejä kovetettiin puolittain kuuden minuutin ajan.



KUVA 58. Kovetetut miniatyyrit. Miniatyyrit tuntuvat käsiin kuivilta ja kiinteämmiltä kovettamisen jälkeen.

11.5.6 Siistiminen ja hiominen

Tukien jättämiä kohoumia siistittiin skalpellilla kuvan 59 mukaisesti. Miniatyyrien pohjat hiottiin tarjotinta vasten asetetun hiomapaperin päällä kuvan 60 mukaisesti. Hiomapöly pyyhittiin harjalla roska-astiaan ja astian pussi vaihdettiin välittömästi, ettei hartsipöly pääsisi pölyämään roska-astiaa käytettäessä. Miniatyyrit asetettiin siivilään ja pestiin lavuaarissa juoksevan veden alla. Miniatyyrit kuivattiin paineilmapistoolilla, kuvan 61 mukaisesti, jotta miniatyyrejä päästäisiin nopeasti pohjamaalaamaan. Tulosteiden tulee olla täysin kuivia ennen pohjamaalausta.



KUVA 59. Käsien ja kirjan alla olevat kohoumat poistettiin skalpellilla.



KUVA 60. Miniatyyrien tasaiset pohjat hiottiin pyörivillä liikkeillä 180 karheuden hiekkapaperilla.



KUVA 61. Miniatyirit saadaan kuivattua nopeasti paineilmapistoolilla.

11.6 Miniatyerien maalaaminen

Maalaaminen vaati ennakkoon suunnittelua. Maalajan tulisi miettiä esimerkiksi, mikä kohta kannattaa maalata ensin tai jos maalia eksyy tähän kohtaan, voiko sen päälle maalata myöhemmin. Maalausjärjestystä ajatellessa, jotkin värit ovat toisia peittävämpiä. Vaaleat värit ovat tummia peittävämpiä, joten tummat värit kannatti maalata ensin. Metallimaalit ovat erityisen läpinäkyviä. Miniatyyrille valittiin toisistaan erottuvat päävärit.

Miniatyerien maalaaminen aloitettiin pohjamaalaamisella. Maalatessa miniatyreistä pidettiin kiinni niiden jalustoista, kuvan 62 mukaisesti. Jotta jalustat saataisiin maalattua sotkematta pohjamaalikerrosta, miniatyirit teipattiin riviin. Teippi auttoi miniatyrejä pysymään pystyssä jalustoja maalatessa.

Hartsitulosteet ovat kevyitä, kynäruiskun tuottama jopa kuuden barin vahvuinen ilmanpaine riittää kaatamaan ne.



KUVA 62. Miniatyyrien pohjamaalaamista kynäruiskulla. Maalauskaappi imee ilmassa leijuvat maalipartikkelit suodattimeen.

Pohjamaalina käytettiin mattamustaa akryyli-polyuretaanimaalia. Akryyli-polyuretaanimaalikerrokset ovat kestävämpiä kuin normaalit akryylimaalikerrokset. Akryylimaalit kiinnittyvät voimakkaammin pohjamaalikerrokseen kuin paljaaseen hartsiin. Paljas hartsi on paljon kiiltävämpää materiaalia kuin pohjamaali, ero on nähtävissä kuvassa 63.



KUVA 63. Matta pohjamaalattu miniatyyri oikealla, maalaamattomat miniatyyrit vasemmalla.

Pohjavärit ja yksityiskohdat maalattiin pensseleillä. Sauvojen päät maalattiin hopea- ja kulta-akryyli-maaleilla. Syvennyksiä ja yksityiskohtia tummennettiin ruskealla ja mustalla akryylisellä varjostusmaalilla (englanniksi shade tai wash). Lopputulos nähtävissä kuvassa 64.

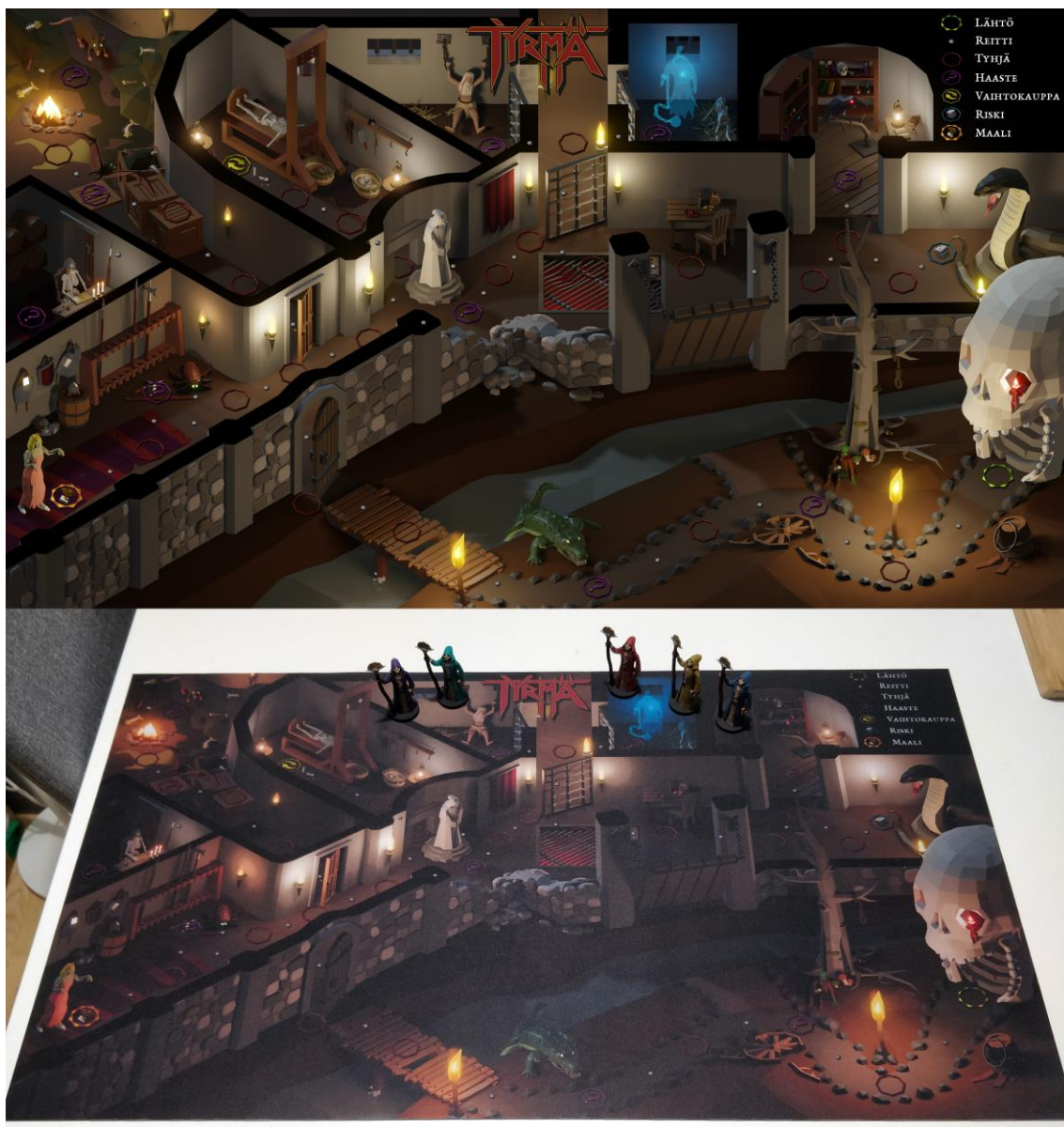


KUVA 64. Maalatus, mutta lakkaamattomat miniatyyrit.

12 LAUTAPELIN VALMIIT KOMPONENTIT

Pelimatton saapumisen jälkeen, oli välittömästi selvää, että pelimatto oli paljon lähdekuvaa tumempi. Opasteita oli vaikeaa erottaa tummasta taustasta.

Lähdekuvan ja tulostetun pelimatton vertailu nähtävissä kuvassa 65.



KUVA 65. Puhelimen kamera automaattisesti vaalensi pelimattoa näkyvyyden parantamiseksi, pelimatto näyttää tummemmalta paljaalla silmällä katsottuna. Miniatyrit ovat oikean sopivan kokoisia suhteessa pelimatton hahmoihin.

Graafinen suunnittelu on iteratiivista, ajoittain komponenteista joudutaan tuottamaan parempia versioita. DeepCut Studiosilta tiedusteltiin, voisivatko he teetättää vaaleamman pelimatton, koska pelimatto oli odotettua tummempi.

Valmistajan usein kysytyissä kysymyksissä ei ollut mainintaa, että erittäin tummia lähdekuvia tulisi vaalentaa ennen tulostusta. Valmistaja vastasi, että lopputuloksesta tulee aina aavistuksen tummempi, koska kuva tulostetaan tummalle materiaalille. Pelimattoja ei korvata, ellei tulostuksessa ole tapahtunut selkeää virhettä.

Päätimme lähestyä toista tulostuspalvelua sen toivossa, että toisenlaiselle materiaalille tulostettu pelilauta olisi vaaleampi. Heillä on montakin vaihtoehtoa, minkälaiselle materiaalille pelilauta tulostettaisiin. Pitää vertailla, mikä niistä soveltuu pelilaudaksi parhaiten.

Toimeksiantaja ei kiireellisyyden takia ehtinyt tulostamaan pelikortteja tai sääntöjä ennen opinnäytetyön palautusta. Markkinointia muille kouluille ehdimme tekemään vasta kesän ja syksyn aikana.

POHDINTA

Asetetut tavoitteet saavutettiin. Toimeksiantajan odotukset ylittyivät graafisen suunnittelun ja miniatyyrien maalauksen laatutasojen suhteen. Jokainen kuvakaappaus pelilaudan edistymisestä aiheutti toimeksiantajassa pieniä ilon purkauksia. Hän erityisesti piti pelilaudan ”takapihasta”, missä on kaatopaikka ja nuotio. Takapiha mallinnettiin omasta inspiraatiosta, konseptikuvassa ei ollut yksityiskohtia siinä pelilaudan kohdassa. Miniatyyriin lisätyt yksityiskohdat, pelikortit ja kirja, olivat erityisesti hänen mieleensä.

Odotettua tummempi pelimatto oli odottamaton ongelma, joka tullaan ratkaisemaan myöhemmin, tilaamalla pelilauta toisenlaiselle materiaalille tulostettuna. On harmittavaa, ettei kaikkia komponentteja ehditty valmistamaan ennen opinnäytetyön valmistumista. Vain toimeksiantajalla on pääsy värilasertulostimelle, siksi se osuus pelikomponenttien tuottamisesta delegoitiin hänelle.

Suunnittelutyötä oli helppo jaksottaa opinnäytetyösuunnitelman laatimisen aikana luodulla aikataululla. Pelilaudan mallinnustyöhön kului arvioitua enemmän aikaa, kun taas pelaajan miniatyyrin, pelikorttien ja pelisääntöjen toteutukseen kului arvioitua vähemmän aikaa. Muiden töiden teko, mm. Etsy-kaupan pyörittäminen, aiheutti ylimääräistä kiirettä opinnäytetyön loppumetreille. Intensiivinen käsitöiden tekeminen aiheutti jännetuppitulehduksen oikeaan ranteeseen, mikä hankaloitti hiiren ja näppäimistön käyttöä.

Aikaisemmasta 3D-mallintamisen termien tuntemuksesta ja käytännön kokemuksesta oli ratkaisevan paljon hyötyä Blenderin käytön opettelussa. Oli sujuvaa siirtyä 3ds Maxin käytöstä Blenderin käyttämiseen. Ongelmatilanteissa YouTube on oleellisen tärkeä resurssi niiden ratkaisussa ja YouTube on muutenkin verraton oppimistyökalu uusien ohjelmistojen opettelussa. Blenderin käyttöliittymässä, muokkaajissa, toiminnoissa ja valikoissa riittää opeteltavaa vielä vuosikausiksi. Shaderien käytön opettelu tulee olemaan erityisen haastavaa, mutta kiehtovaa.

Painettujen lähteiden etsiminen liittyen lautapelien graafiseen suunnitteluun ei tuottanut tulosta. Low poly -tyylisuuntauksen ja isometrisen projektion lähteissä jouduttiin voimakkaasti turvautumaan verkkoartikkeleihin.

Varsinaisia kehitystapaamisia toimeksiantajan kanssa ei pidetty ensimmäisen kehitystapaamisen jälkeen. Toimeksiantaja antoi usein kehitystyöstä palautetta ja kehitysehdotuksia chattisovellutusten välityksellä.

Toimeksiantaja tulee markkinoimaan Tyrmää muille kouluille. Ei ole vielä varmaa, kuinka paljon koulut ovat valmiita maksamaan lautapelistä, joka opettaa ainoastaan lauseenjäsennystä. Yhteistyötä toimeksiantajan kanssa saatetaan jatkaa markkinointimateriaalien ja lautapelikopioiden tuottamisen merkeissä. Toistaiseksi näyttää siltä, ettei Tyrmän myyminen ole kannattavaa, ellei niitä tuoteta suuria määriä tuotantokustannusten laskemiseksi.

Projektissa onnistuminen inspiroi aloittamaan oman lautapelin suunnittelun. Lautapelin kehitystyössä, graafinen suunnittelu on helpompi osuus kuin pelimekaniikoiden suunnittelu. Uusia lautapelejä julkaistaan tuhansia joka vuosi, joiden joukosta on haastavaa erottua. Seuraava askel oppimisen tiellä on yrittäjäkoulutukseen hakeutuminen, mitä toivon mukaan seuraa starttirahan hakeminen ja yrityksen perustaminen.

LÄHTEET

Dwamena, M. 2020. Can You Over Cure Resin 3D Prints? Verkkoartikkeli. Julkaistu 2020. Luettu 15.4.2021.

<https://3dprinterly.com/can-you-over-cure-resin-3d-prints/>

Reddit. 2020. Elephant's foot. Valokuva. Julkaistu 25.12.2020. Viitattu 4.5.2021.

<https://preview.redd.it/p1mvcpp85d761.jpg?width=4032&format=pjpg&auto=webp&s=31c50880bbd1a2b373a695cdbcf7bbeb96910ed5>

Nothing Sacred Games. 2015. Graphic Design in Tabletop Games. Verkkoartikkeli. Julkaistu 16.11.2015. Luettu 2.5.2021.

<http://nothingsacredgames.com/graphic-design-in-tabletop-games/>

Nunn, K, G. 2014. Icons vs Text, Part 2. Verkkoartikkeli. Julkaistu 28.3.2014. Luettu 8.5.2021.

<https://kevingnunn.com/2014/03/28/icons-vs-text-part-2/>

Illustration and Illustrated Map Design. 2021. Illustrated Map of a Botanical Garden and Wildlife Refuge. Kuva. Julkaistu 2021. Viitattu 29.4.2021.

<https://www.escapekeygraphics.com/illustration-portfolio/botanical-garden-map/>

Douard, P. 2014. Jack Nicholson - Low Poly. Verkkoartikkeli. Julkaistu 11.7.2014. Viitattu 24.4.2021.

<https://www.behance.net/gallery/18282243/Jack-Nicholson-Low-poly>

O'Caoimh, J. 2020. Josh O'Caoimh - Advantages and Disadvantages of Low Poly in Game Design. Verkkoartikkeli. Julkaistu 2020. Luettu 2.5.2021.

<https://joshocaoimh.com/advantages-and-disadvantages-of-low-poly-in-game-design>

Freepik. 2018. Kuningaskobra. Valokuva. Julkaistu 2018. Viitattu 8.5.2021.

https://www.freepik.com/premium-photo/3d-king-cobra-world-s-longest-venomous-snake-isolated-white-background-king-cobra_2282294.htm

Ponce, G. 2020. Low-Poly 3D Models – All You Need to Know. Verkkoartikkeli. Julkaistu 15.2.2019. Luettu 2.5.2021.

<https://all3dp.com/2/low-poly-models-need-to-know/>

Mendoza Guevarra, E. T. 2020. Creating game environments in blender 3D: learn to create low poly game environments. Filippiinit: Apress. Luettu 2.5.2021.

ISBN 978-1-4842-6173-6

e-ISBN 978-1-4842-6174-3

ChiTu Systems. 2020. Monochrome LCD screen vs normal RGB LCD screen- What's new? Verkkoartikkeli. Julkaistu 3.11.2020. Luettu 12.4.2021.

<https://www.chitusystems.com/2020/11/03/monochrome-lcd-screen-vs-normal-rgb-lcd-screen-whats-new/>

Strain, C. 2016. Rethinking Graphic Design. Verkkoartikkeli. Julkaistu 6.4.2016. Luettu 8.5.2021.

<http://www.leagueofgamemakers.com/rethinking-graphic-design/>

Laham, A. 2020. SPOOKY HOUSE. Verkkoartikkeli. Julkaistu 7.7.2020. Viitattu 29.4.2021.

<https://www.behance.net/gallery/100208799/SPOOKY-HOUSE>

Bachvarova, V. 2018. The power of empty space in UI design. Verkkoartikkeli. Julkaistu 5.12.2018. Luettu 7.5.2021.

<https://uxplanet.org/https-medium-com-viktorija-bachvarova-the-power-of-empty-space-in-uidesign-14f14f8b203>

Domestika. 2020. What Is Low Poly? Learn About Polygon Art for Video Games and More. Verkkoartikkeli. Julkaistu 4.1.2021. Luettu 2.5.2021.

<https://www.domestika.org/en/blog/6206-what-is-low-poly-learn-about-polygon-art-for-video-games-and-more>

Major, C. 2016. What the Font?! Type Tips for Board Game Designers. Verkkoartikkeli. Julkaistu 1.2.2016. Luettu 6.5.2021.

<http://www.leagueofgamemakers.com/what-the-font-type-tips-for-board-game-designers/>

Shaffer, H. 2015. What's the Deal with Low Poly Art? Verkkoartikkeli. Julkaistu 15.1.2015. Luettu 2.5.2021.

<https://www.sessions.edu/notes-on-design/whats-the-deal-with-low-poly-art/>

LIITTEET

Liite 1. Tyrmä-lautapelin pelisäännöt



PELISÄÄNNÖT:

 Peli alkaa pelilaudan oikeassa laidassa olevasta pääkalloportista. Heitä noppaa ja liiku silmäluvun osoittama matka haluamaasi suuntaan.

 Pelilaudalla olevien hahmojen luona on kysymysmerkillä merkittyjä rinkejä. Näissä sijainneissa saat ratkaistavaksesi lauseenjäsennystehtävän. Tehtävirinkeihin on päästävä tasaluvulla. Tutki tehtäväkortin virkettä ja määritä, mikä lauseenjäsen alleviivattu sana on.

- ✓ Oikea vastaus - Nosta sanakortti sanakorttipakasta.
- ✗ Väärä vastaus - Jatka etenemistä seuraavalla vuorolla.

Laita tehtäväkortti tehtäväkorttipakan alle.

Pelilaudalla on myös kolme erikoissijaintia:

 **Riski / Käärme:** Heitä noppaa, jos saat silmäluvun 1 tai 2, aseta yksi sanakortti kädestäsi sanakorttipakan alle katsomatta sitä. Jos saat silmäluvun 3-6, saat ottaa ylimääräisen sanakortin.

 **Vaihtokauppa / Giljotiini:** Vaihda sanakortti oikealla puolellasi olevan pelikaverisi kanssa. Vaihdeettavaa korttia ei saa katsoa, vaan se vedetään kaverin kädestä katsomatta.

 **Maali / Zombieprinsessa:** Kun pystyt muodostamaan kädessäsi olevista sanoista vähintään nelisanaisen lauseen, suuntaa vasemmassa laidassa olevan maalin / zombieprinsessan luokse. Lauseen ei tarvitse olla merkitykseltään järkevä, mutta sen pitää olla kieliopillisesti mahdollinen. Kun pääset maaliin / zombieprinsessa luokse, esittele lauseesi peliseurueelle ja ilmoita, mitä lauseenjäseniä sanat ovat.

- ✓ Oikein jäsennetty, hyväksyttävä lause: Onnea, voitit pelin!
- ✗ Väärin jäsennetty: Yritä jäsennystä seuraavalla vuorolla. Jos onnistut, voitat pelin. Jos sittenkään ei onnistu, palaa peliin.

LAUTAPELIN LUOJA: KRISTA JOHINEN, GRAAFINEN SUUNNITTELU: TOMI MUTANEN

Liite 2. Bilteman käyttöturvallisuustiedote sprille

https://www.biltema.fi/BiltemaDocuments/SecuritySheets/fi/360103_SDB.pdf