



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

RISTO AURAMO

Monitoimityökalun kehittäminen ki- taransoittoon ja -huoltoon

TUOTANTOTALOUDEN JA -TEKNIIKAN
KOULUTUSOHJELMA

2021

Tekijä(t) Risto Auramo	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kuukausi Vuosi
	Sivumäärä 28	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Monitoimityökalun kehittäminen kitaransoittoon ja -huoltoon		
Tutkinto-ohjelma Tuotantotalouden ja -tekniikan insinööriohjelma		
Tiivistelmä <p>Tämä toiminnallinen opinnäytetyö käsittelee tuotekehitystä, sen eri prosesseja sekä uudenlaisen tuoteidean kehittämistä kohti oikeaa, valmista tuotetta. Tavoitteena oli uudenlaisen monitoimityökalun suunnittelu ja kehittäminen kitaransoittoon ja -huoltoon 3D-tekniikkaa hyödyntäen.</p> <p>Tuotekehityksellä tarkoitetaan niitä toimintoja tai prosesseja, joilla pyritään kohti uudenlaisien ideoiden tai konseptien saattamista valmiiksi tuotteiksi tai palveluiksi, tai jo olemassa olevien tuotteiden tai palveluiden merkittävää parantamista.</p> <p>Työn teoreettinen osuus käsittelee tuotekehitystä, sen eri vaiheita ja prosesseja, sekä erilaisia tuotekehitysmalleja.</p> <p>Opinnäytetyön empiriaosuus jakautui pääasiassa kahteen vaiheeseen eli suunnittelutyöhön ja mallinnukseen, sekä prototyypimallin valmistukseen. 3D-tekniikkaa käytettiin tuotteen suunnittelussa, mallintamisessa, piirrosten teossa ja 3D-tulostuksessa.</p> <p>Tuotekehitysprosessin aikana onnistuttiin saattamaan alkuperäinen konsepti konkreettiseen muotoon, ja valmistamaan siitä PLA-muovinen prototyypimalli SAMK:in 3D-tulostinta hyödyntäen.</p>		
Avainsanat: 3D-mallinnus, 3D-tulostus, Havainnekuvat, Muotoiluajattelu, Polylaktidi, Prototyypit, SolidWorks, Tekniset piirustukset, Tuotekehitys		

Author(s) Auramo Risto	Type of Publication Bachelor's thesis	Date Month Year
	Number of pages 28	Language of publication: Finnish
Title of publication The development of a multifunctional tool for guitar playing and maintenance		
Degree programme Bachelor's programme in Industrial Engineering and Management		
Abstract This functional thesis deals with product development, its various processes, and the development of a new type of product idea towards an actual, finished product. The goal was to design and develop a new type of multifunction tool for guitar playing and maintenance using 3D-technology. Product development refers to those activities or processes that aim to turn new ideas or concepts into finished products or services, or to significantly improve existing products or services. The theoretical part of the thesis deals with product development, its several stages and processes, and different product development models. The empirical part of the thesis was mainly divided into two phases: the design work and modeling, and the production of a prototype model. 3D-technology was used in product design, modeling, drawing, and 3D-printing. During the product development process, the original concept was successfully converted into a PLA-plastic (Polylactic Acid) prototype model using SAMK's 3D-printer.		
Key words: 3D Illustrations, 3D Modeling, 3D Printing, Design Thinking, Polylactic Acid, Prototypes, SolidWorks, Technical Drawings, Product Development		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
1.1 Aihe, tavoitteet ja opinnäytetyön rajat	5
1.2 Tiedonhankinta ja tutkimuskysymys	6
1.3 Viitekehys ja prosessikaavio	6
2 TUOTEKEHITYS.....	8
2.1 Tuote, palvelu ja innovaatio	8
2.2 Tuotekehitys käsitteenä	8
2.3 Tuotekehitys osana yritystoimintaa ja kehitysstrategiaa	9
2.4 Tuotekehityksen vaiheet.....	10
2.5 Tuotekehityksen haaste- ja onnistumistekijät.....	11
2.6 Idean suojaaminen	12
3 TUOTEKEHITYKSEN PROSESSIMALLIT	13
3.1 Tuotekehityksen prosessimalleista	13
3.2 Spiraalimalli	13
3.3 Vesiputousmalli.....	14
3.4 Suppilomalli	15
3.5 Suunnittelu-/muotoiluajattelu (Design Thinking)	16
4 MONITOIMITYÖKALUN KEHITTÄMINEN KITARANSOITTOON JA - HUOLTOON.....	17
4.1 Lähtökohdat.....	17
4.2 Empatia- ja määrittelyvaiheet.....	17
4.3 Ideointivaihe	18
4.4 Toteutusvaihe (mallinnus- ja prototypointi).....	18
4.5 Valinta-, implementointi- ja oppimisvaiheet.....	27
5 YHTEENVETO JA POHDINTA	27
5.1 Yhteenveto.....	27
5.2 Pohdinta.....	28

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

1.1 Aihe, tavoitteet ja opinnäytetyön rajat

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön aiheena on uudenlaisen monitoimityökalun suunnittelu ja kehittäminen kitaransoittoon ja -huoltoon 3D-tekniikkaa hyödyntäen. Tuotekehitysprojekti perustuu havaittuun ongelmaan. Kehitettävän tuotteen on tavoitteena yhdistää eri kitaransoittoon ja -huoltoon tarvittavat välineet yhdeksi kokonaisuudeksi, ja näin poistaa tarve sekä omistaa että kantaa mukana useita eri välineitä. Suunnittelun lisäksi mallinnetusta tuotteesta valmistetaan PLA-muovinen prototyyppimalli 3D-tulostamalla. Tuotteen mallinnuksessa käytetyt mitat ovat muutettavissa vastaamaan eri akustisten kitaroiden valmistajien käyttämiä mittoja vastaaviksi. Tässä työssä käytettävät mitat perustuvat Taylor GS Mini RW -kitaran dimensioihin.

3D-mallinnus (3D = eng. three dimensional) tarkoittaa tietokoneavusteista suunnittelua, jossa tietokoneohjelmalla luodaan kolmiulotteinen malli halutusta kappaleesta. 3D-mallinnusta hyödynnetään paljon monilla eri aloilla.

3D-tulostus on kappaleiden valmistamista 3D-tulostimen avulla. 3D-tulostin tuottaa konkreettisen kolmiulotteisen esineen sille annettujen tiedostojen pohjalta, yleisimmin alhaalta ylös kerroksittain pursottamalla. 3D-tulostukseen sopivia materiaaleja ovat muun muassa muovi, metalli, keraami ja lasi.

Seuraavat seikat rajautuvat tämän opinnäytetyön ulkopuolelle: eri 3D-mallintamiseen tarkoitettujen ohjelmien vertailu ominaisuuksineen, sähkökitarat niiden liiallisen erilaisuuden kannalta verrattuna akustisiin, joita varten monitoimityökalu on tässä tapauksessa suunnitteilla, sekä eri materiaalien empiirinen vertailu, koska tarkoitus on mallintaa nimenomaan vain prototyyppimalli – ei valmistaa ja viimeistelyä tuotetta.

1.2 Tiedonhankinta ja tutkimuskysymys

Tämä opinnäytetyö käsittelee sekä tuotekehitystä yleisesti että itse aiheena olleen tuotteen kannalta. Työssä käydään läpi myös eri vaiheita empiirisen tuotekehitysprojektin ajalta aina suunnittelusta prototyypimallin valmistumiseen asti.

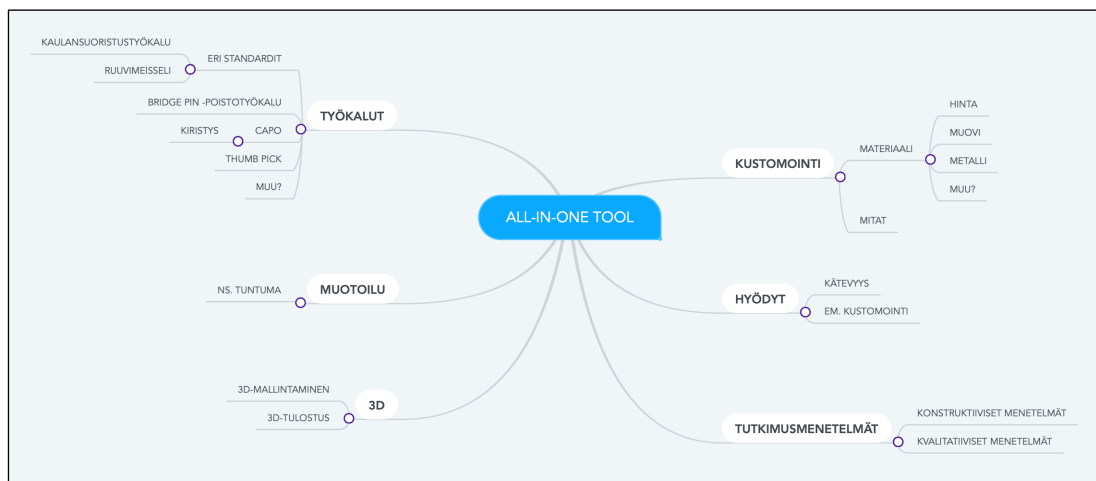
Projektille asetettu tutkimuskysymys on:

Miten yhdistää kitaransoittoon ja -huoltoon liittyviä välineitä yhdeksi, käteväksi kokonaisuudeksi?

Taustatietoa työtä varten hankitaan pääasiassa kirjallisista lähteistä, ja tässä tapauksessa enimmäkseen nimenomaan englanninkielisistä e-kirjoista ja verkkojulkaisuista niiden laajemman saatavuuden vuoksi suomenkielisiin versioihin verrattuna. Tutkimusmenetelminä tulevat olemaan laadulliset eli kvalitatiiviset sekä konstruktiiiviset menetelmät. Konstruktiiivinen puoli työhön tulee konkreettisuuden kautta suunnittelun, mallinnuksen ja prototyypin valmistamisen muodossa. Opinnäytetyössä hyödynnetään myös asiantuntijaosaamista, jossa SAMK:in Akatemian projektikoordinaattori Kalle Toivonen kertoo ammattikorkeakoulun PRUSA i3 MK3 -tulostimen käytöstä ja siihen liittyvistä seikoista. Käytännönsuuden toteutuksessa käytetään hyväksi oppimateriaalia lisätiedon hankkimiseen muun muassa seuraavilta opintojaksoilta: Product development, Teknillinen piirustus, ja 3D-mallinnuksen perusteet. Opinnäytetyön ja tuotekehitysprojektin edetessä kerätään dokumentaarista materiaalia ja aineistoa kuvakaappausten sekä valokuvien muodossa.

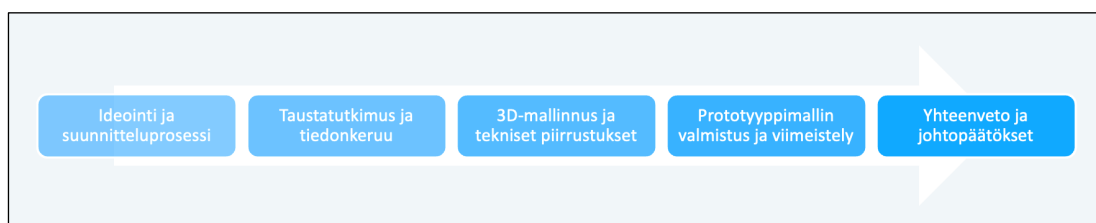
1.3 Viitekehys ja prosessikaavio

Seuraavalla sivulla olevasta opinnäytetyön viitekehuksesta (kuvio 1.) on nähtävissä yksinkertaisen miellekartan (mind map) avulla luotu kuvaus kehitettävästä tuotteesta. Keskellä kuviossa on varsinainen valmistuva kokonaisuus eli tuote. Sitä ympäröivät eri suunnissa tuotteeseen liittyvät seikat alakohtineen. Nämä on otettu huomioon tuotteen suunnitteluvaiheessa.



Kuvio 1. Viitekehys

Prosessikaaviosta (kuvio 2.) käy ilmi opinnäytetyön eteneminen aikajanamaisesti vasemmalta oikealle. Prosessi käynnistyy ideoinnista ja yksityiskohtaisesta suunnittelu-prosessista. Tätä vaihetta seuraa taustatietojen keruu. Valmiin empirisen työn tulokseksi syntyy luotujen piirrostensa sekä mallien pohjalta fyysinen prototyypimalli, joka täyttää sille etukäteen laaditut vaatimukset. Kaiken päättää yhteenveto johtopäätöksineen.



Kuvio 2. Prosessikaavio

2 TUOTEKEHITYS

2.1 Tuote, palvelu ja innovaatio

Jotta ymmärrettäisiin, mistä tuotekehityksessä on tarkemmin kyse, tulee ensin olla selvillä, mitä itse asiassa ollaan kehittämässä. Tuotekehitys perustuu useimmiten johonkinlaiseen innovaatioon.

Innovaatiolle ei ole olemassa vain yhtä ja yleistä, yksiselitteistä määritelmää. Innovaatiota voidaan kuitenkin ajatella jonakin uutena tai paranneltuna, omaperäisenä ratkaisuna olemassa olevaan ongelmaan. Innovaation tavoite on antaa yritykselle kilpailuetua markkinoilla sekä kasvattaa yrityksen voittoja. Innovaatio on tuote, palvelu tai keksintö. Ero innovaation ja pelkän abstraktin idean välillä perustuu innovaation kaupallistamiseen. (Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivut, n.d.)

Rantamäki (2001) määrittelee tuotteen seuraavasti: “Tuote voi olla yksittäinen esine tai palvelu, joka tyydyttää jonkin asiakkaan tai asiakasryhmän tarpeita. Tuote voi olla myös toiminnallinen kokonaisuus tai järjestelmä. Tuotteen arvoon vaikuttavat oleellisesti liitännäistekijät kuten imago, takuu, huolto ym. palvelut.”

Palvelut puolestaan ovat kuluttajille tai toisille yrityksille tarjottavia aineettomia hyödykkeitä, useimmiten rahallista korvausta vastaan. Palveluiden osuus suhteessa fyysisiin tarjottaviin hyödykkeisiin on viime vuosina kasvanut suuresti.

2.2 Tuotekehitys käsitteenä

Käsitteellä tuotekehitys viitataan niihin toimintoihin tai prosesseihin, joilla pyritään kohti uudenslaisien ideoiden tai konseptien saattamista valmiiksi tuotteiksi tai palveluiksi, tai jo olemassa olevien tuotteiden tai palveluiden merkittävää parantamista. Tuotekehitys on tärkeä kilpailuvaltti muuttuvilla ja uudistuvilla markkinoilla. Onkin siis hyvä tietää myös mitä kilpailevat yritykset valikoimissaan tarjoavat.

Onnistunut tuotekehitys voidaan jakaa Eppinger & Ulrichin (2016) mukaan karkeasti viiteen ulottuvuuteen, jotka liittyvät kehitettävän tuotteen tai palvelun avulla saavutettavaan tuottoon:

- Laatu: Kuinka hyvä tuote tai palvelu saadaan aikaiseksi ja vastaako se olemassa olevia tai tulevia tarpeita?
- Tuotteen tai palvelun kehitysaika: Kuinka nopeasti tuotekehitysprojekti saadaan maaliin?
- Tuotekehityksen hinta: Kuinka paljon tuotekehitysprojekti kustantaa kaikkineen?
- Valmistuskustannukset: Kuinka paljon luodun tuotteen tai palvelun valmistaminen ja ylläpito maksavat?
- Kehitysmahdollisuudet tulevaisuutta ajatellen: Voidaanko luotua tuotetta tai palvelua itsessään parannella, tai käyttää hyväksi uuden ja paremman version luomiseen?

2.3 Tuotekehitys osana yritystoimintaa ja kehitysstrategiaa

Tuotekehitys on ensiarvoisen tärkeässä asemassa osana yritystoimintaa ja liikeidea. Se on pyrkimystä adaptoitua jatkuvasti muuttuviin sekä uusiin asiakas- ja/tai markkinatarpeisiin. Sen avulla etsitään ja valitaan, luodaan sekä lopulta kaupallistetaan uusia tuotteita tai palveluita valikoimaan – tai vastaavasti karsitaan pois jo vanhentuneet ja taloudellisen kannattavuutensa menettäneet tuotteet tai palvelut. (Bergström & Leppänen 2003, 174–175) Tuotekehityksen avulla voidaan myös luoda uusia tarpeita, joita asiakas ei vielä tiedä omaavansa. (Kotler 2005, 19–20.)

Yrityksen liiketoiminnan ja kehitysstrategian kannalta tuotekehitys on merkittävässä roolissa osana investointipäätöksiä: mihin ja kuinka paljon investoidaan, mitä investointikohteelta odotetaan, sekä millä tavalla se tuottaa kustannuksiin verrattuna. (Martinsuo, Aalto & Artto 2003, 23, 62, 66.)

2.4 Tuotekehityksen vaiheet

Tuotekehitysprojekti jaetaan yleisimmin seitsemään vaiheeseen. Jokainen vaiheista on omalla tavallaan tärkeä, jos halutaan pitää projektin eteneminen optimaalisena sekä taloudellisesti kannattavana.

Ensimmäinen vaihe koostuu markkinatilanteen selvityksestä, ideoiden hankinnasta, niiden toteutettavuuden arvioinnista sekä lopulta sopivan konseptin valinnasta. Yrityksen tulee selvittää markkina-/asiakastarpeet, jo olemassa olevat omat tuotteet sekä kilpailijoiden tuotteet. Idean kelpoisuutta tarkastellessa SWOT-analyysi (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats), jossa määritellään idean vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat, on usein avuksi. Käyttämättömiäkin ideoita kannattaa säilyttää arkistossa, sillä tarve niille saattaa vielä tulevaisuudessa ilmaantua. (Rissanen 2002, 187).

Tuotekehitysprojektin toinen vaihe on valitun idean täsmentäminen. Idealle määritetään tavoitteet muun muassa aikataulun, käytettävien resurssien ja tekniikan suhteen. (Rissanen 2002, 187). Vaatimusten tulisi olla mahdollisimman yksiselitteisesti kuvattuja.

Kolmas vaihe on esisuunnitteluvaihe, jossa valinnan kohteena olleesta ideasta laaditaan mahdollisimman seikkaperäinen suunnitelma. Tässä vaiheessa aiemmin määritetyt tavoitteet projektin aikatauluista ja muista seikoista asetetaan käytäntöön. (Rissanen 2002, 187.)

Tuotesuunnittelu on tuotekehitysprojektin neljäs vaihe. Tähän vaiheeseen sisältyvät suunnitelman tarkennus, päätös mahdollisen prototyyppituotteen valmistamisesta, ja sitä kautta itse valmistusprosessiin perehtyminen. (Rissanen 2002, 188.) Prototyyppi tarkoittaa ensimmäisiä tai aikaisia mallinteita, jäljitelmiä, jostakin tuotteesta tai palvelusta. Se toimii POC- (proof of concept) eli konseptitodistuksena ja testiversiona, josta kehitetään tai jalostetaan tarvittaessa parempi versio. Todistuksen avulla osoitetaan idean tai menetelmän toteuttamiskelpoisuus. Prototyypin valmistuksessa ei aina käytetä samoja materiaaleja tai valmistustapoja, kuin lopputuotteessa on tarkoitus käyttää.

Viidennessä vaiheessa valmistetaan prototyyppejä tai demomalleja, joita testataan muun muassa kannattavuuden selvittämistä varten. Testituloksia analysoidaan tarkasti. (Rissanen 2002, 188.) Tässä kohtaa usein valmistellaan myös markkinoinnin suunnitelma. Tunnettu ja suoraviivainen tapa kilpailukeinojen kuvaamiseen on Jerome McCarthyn luoma 4P-malli neljän P-kirjaimen mukaisesti (Product = tuote, Price = hinta, Place = myyntipaikka ja Promotion = markkinointiviestintä). Käytännössä kilpaillaan siis tuotteella sen ominaisuuksineen, tuotteen hinnalla, saatavuudella ja viestinnällä. Nykyään 4P-mallia ei pidetä riittävänä palveluiden kilpailukeinojen kuvaamisessa, joten on määritetty 3 uuta P-kirjainta: People = ihmiset/asiakkaat, Physical evidence = fyysiset merkit/toimintaympäristö ja Processes = prosessit/toimintatavat.

Kuudes vaihe on tuotekehitysprojektin tärkeimpiä vaiheita, sillä siinä tehdään päätös siitä, että viedäänkö tuote markkinoille saatavaksi vai ei. Tuotejulkaisun jälkeen perääntyminen on hankalaa, ja vahingon taloudellinen merkitys kasvaa huomattavasti. (Rissanen 2002, 188.)

Seitsemäs ja viimeinen vaihe sisältää tuotteen menestysarvion. Markkinoilta saatuun asiakaspalautteeseen reagoidaan ja tehdään tarvittavat toimenpiteet tuotteen tai palvelun parantamiseksi. (Rissanen 2002, 188.)

2.5 Tuotekehityksen haaste- ja onnistumistekijät

Tuotekehitysprojektille on tunnistettavissa potentiaalisia haaste- ja onnistumistekijöitä, jotka ajoittuvat koko projektin elinkaaren ajalle. Näiden seikkojen toteutumisen laatu määrittää, onko niiden vaikutus projektin kannalta positiivinen vai negatiivinen. Seuraavassa listattuna muutamia yleisiä tekijöitä:

- Asiakaspalautteen tulkitseminen ja asiakas-/markkinatarpeen huomioiminen
- Projektipäällikön johtamiskyky ja osaaminen
- Projektin suunnittelu, tiedonkeruu ja budjetti
- Sopivan henkilöstön valitseminen, sitouttaminen ja motivointi
- Kommunikaatio organisaation sisällä sekä ulospäin
- Markkinointi ja hintataso verrattuna kilpailijoihin
- Lanseerauksen ajankohta

2.6 Idean suojaaminen

Idean suojaaminen on tärkeä osa tuotekehitystä. Käsillä olevan, potentiaalisesti merkittävän ja tuottavan idean kopioiminen jonkin kilpailevan yrityksen toimesta voisi olla kohtalokasta idean lähdeyrityksen toiminnan kannalta. Nykymaailmassa luvaton kopiointia tapahtuu paljon sen helppouden ansiosta. Siksi idean omaavat yritykset tyypillisesti hakevat suojaa immateriaalilainsäädännöstä. Aina tämäkään ei estä halvempien kopioiden ilmaantumista markkinoille.

Ideoiden ja innovaatioiden suojaamiseen on joitakin erilaisia vaihtoehtoja, riippuen siitä, mitä halutaan suojata. Seuraavassa muutamia esimerkkejä suojausmahdollisuuksista:

- Patentti on alueellisesti rajallinen yksinoikeus keksintöön. Se on voimassa patentin haku- ja saamismaissa rajallisen ajan, yleensä korkeintaan 20 vuotta. Patentin tarkoitus on suojata aineetonta omaisuutta. Patentin voi myydä tai sen suojaaman keksinnön voi lisensoida eteenpäin, eli myöntää käyttöluvan. Patentin ylläpito edellyttää vuotuisten ylläpitomaksujen suorittamista. (Patentti- ja rekisterihallituksen [www-sivut](#), n.d.)
- Tavaramerkki on tuotteen tai palvelun yksilöivä tunnusmerkki (esimerkiksi sana tai lausahdus, kuva tai kuvio, tai jopa äänimerkki), joka on voimassa 10 vuotta sen hakumaassa. Tämä on tehokas tapa suojata omaa brändiä. Tavaramerkki on yleisimmin käytössä elinkeino toiminnassa, mutta niitä myönnetään myös ajoittain yksityishenkilöillekin. (Patentti- ja rekisterihallituksen [www-sivut](#), n.d.)
- Tekijänoikeus on tavallisesti käytössä luovan työn (kuvataide, musiikki, kirjallisuus, elokuvat) suojauksessa, sillä se suojaa teoksen persoonallista muotoa. Tekijänoikeus astuu voimaan automaattisesti teoksen valmistuttua ja on voimassa koko tekijän eliniän, sekä 70 vuotta tekijänsä kuoleman jälkeen. Tekijänoikeuden omaava saa päättää teoksensa käytöstä. (Tekijänoikeus.fi:n [www-sivut](#), n.d.)
- Salassapitovelvollisuus velvoittaa lain nojalla yrityksen henkilökuntaa pitämään yritystä koskevat tiedot ja asiakastiedot luottamuksellisina. Salassa pidettävien tietojen ilmaiseminen merkitsee suoraa tiedonantamista suullisesti sekä passiivista tiedon paljastamista ulkopuolisille. Salassapitovelvollisuus

koskee muun muassa viranomaisen palveluksessa olevia, hoito-, finanssi- ja juridista alaa. Salassapitovelvollisuus ei pääty edes työsuhteen päättymisen jälkeen. (Valviran www-sivut 2018)

3 TUOTEKEHITYKSEN PROSESSIMALLIT

3.1 Tuotekehityksen prosessimalleista

Samalla kun markkinat ovat muuttuneet globaaleiksi ja yritysten välinen kilpailu on kiristynyt entisestään, on myös tuotekehityksen täytynyt pysyä muutoksessa mukana. Näin ollen se on muovautunut kertaluontoisesta projektista kohti jatkuvaa prosessia. Prosessin hallinnointiin on kehitetty erilaisia malleja. Mallien tarkoitus on havainnollistaa prosessin kannalta ratkaisevat tekijät yksityiskohtaisesti, mutta kuitenkin helposti ymmärrettävissä olevassa muodossa.

Prosessimallin valintaan vaikuttavat useat eri tekijät. Esimerkkejä tällaisista tekijöistä ovat muun muassa projektin johtamiskäytäntö, käytettävissä oleva teknologia ja itse kehitettävä tuote tai palvelu. Seuraavassa esitellään 4 yleistä tuotekehityksen prosessimallia:

3.2 Spiraalimalli

Tohtori Barry W. Boehmin vuonna 1986 kehittämää spiraalimallia käytetään suuriin ja monimutkaisiin tuotekehitysprojekteihin. Spiraalimallin pääpainona on jatkuva riskien analysointi. Spiraalimallia hyödyntävä tuotekehitysprojekti etenee toistuvasti seuraavien neljän vaiheen läpi iteroiden, kunnes tavoitteet on saavutettu: suunnittelu eli projektin määrittely; riskianalyysi, jolla arvioidaan ja ennakoidaan mahdolliset ongelmakohdat; tuotantovaihe, jossa valmistetaan prototyyppi kehitettävästä tuotteesta; ja viimeisenä arviointivaihe, jossa tuotos esitellään asiakkaalle palautetta varten. Vaiheiden läpikäynnin jälkeen aloitetaan seuraava kierre. Malli ei kuitenkaan sovellu aloille, joissa tuotantoon kohdistuvat investoinnit ovat suuria. (Pohjonen 2002, 43.)

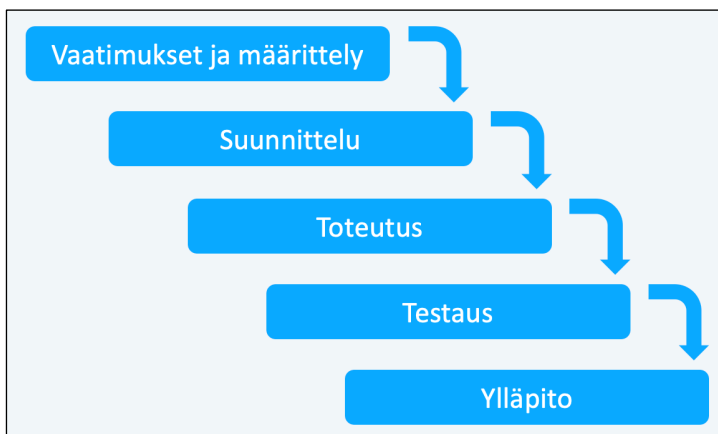
Spiraalimalli tarjoaa paremman projektinhallinnan, mutta kierteiden läpikäyminen saattaa olla aikaa vievää. (Strephonsays:in www-sivut, n.d.)



Kuvio 3. Selkeytetty versio spiraalimallista (muokattu Software Testing Help:in www-sivujen mallin pohjalta, n.d.)

3.3 Vesiputousmalli

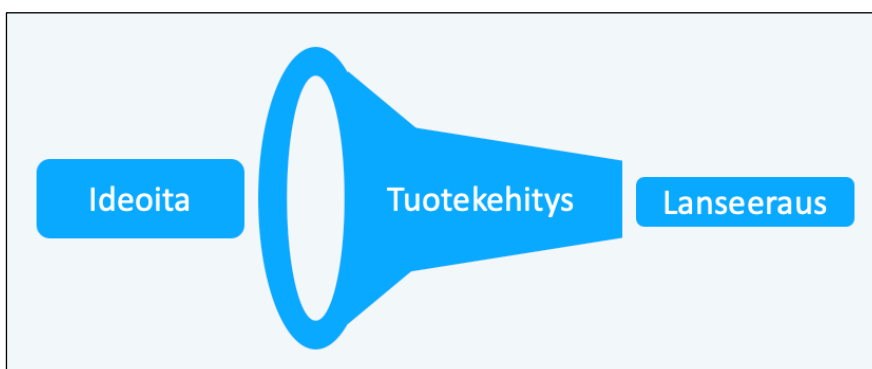
Toisin kuin spiraalimalli, vesiputousmalli soveltuu pääasiassa pieniin projekteihin, joiden vaatimukset ovat ennalta jo tiedossa. Mallin alkuperästä on saatavilla ristiriitaista tietoa. Yleisesti kuitenkin puhutaan sen kehitystyön tapahtuneen 1960-luvun lopulla. Vesiputousmallissa prosessin katsotaan etenevän lineaarisesti eteenpäin. Mallin etenemisen takia tietyt vaihtoehdot poissulkevat toisensa, ja tästä johtuen peruutus käy vaikeaksi ja kalliiksi. Edellisessä vaiheessa luodaankin aina siis perusteet ja pohja seuraavaa vaihetta varten. (Pohjonen 2002, 40.)



Kuvio 4. Yksinkertainen vesiputousmalli (muokattu Thinking Portfolio:n www-sivujen pohjalta, 2016)

3.4 Suppilomalli

Suppilomallin ajatuksena tuotekehityksessä on se, että laajasta ideamäärästä valitaan seulomalla potentiaalisimmat ja toteutuskelpoisimmat ideat. Mallin käyttöön liittyy kuitenkin joitakin haasteita. Suppilon niin sanotun kaulan kapeus tosiaankin johtaa vain osan ideoista tarkempaan tarkasteluun ja jalostamiseen, ja mahdolliseen suppilon suuaukon kasvattamiseen vaaditaan myös organisaation kehittymistä sekä tietotaidon kasvua.



Kuvio 5. Pelkistetty suppilomalli

3.5 Suunnittelu-/muotoiluajattelu (Design Thinking)

Suunnittelu-/muotoiluajattelu eli ”Design Thinking” on jo 1960-luvulla kehitetty, iteraatiivinen, joustava ja ihmiskeskeinen toimintamalli, joka perustuu jatkuvaan ideointiin. Suunnittelu on siis mukana jokaisessa tuotekehityksen vaiheessa. Suunnitteluajattelua voidaan pitää kykynä nähdä, ennakoida, luoda ja testata uusia vaihtoehtoja hyödyntämällä asiakaskokemuksia ja -palautetta. Toimintamalli on vahvasti ratkaisukeskeinen. Tärkeää on ymmärtää tulevan tuotteen loppukäyttäjää tarpeineen. Jonesin (2008) mukaan suunnitteluajattelua voidaan verrata inspiroituneeseen maalaisjärjen käyttöön. Suunnitteluajattelulle on myös tavallista brainstorming -tyyppinen ideoiden runsaus ja niiden tuomitsemattomuus. Tälle prosessimallille on olemassa lukuisia eri versioita, joissa vaiheiden määrät vaihtelevat, mutta periaatteet säilyvät samana. Periaatteiden ”isänä” pidetään Nobel-voittajaa Herbert Simonia.

Vuonna 1969 kehitettiin yleisin malli teoriasta, ja siinä vaiheita on 7:

- Empatia: Pyritään ymmärtämään asiakkaiden tarpeita ja kokemuksia
- Määrittely: Uudelleen muotoillaan ja määritellään käsillä oleva ongelma asiakas- ja ihmiskeskeisellä tavalla. Tunnistetaan haaste- ja onnistumistekijöitä.
- Tutkimus: Tehdään taustatyötä ja perehdytään ongelmaan mahdollisimman tarkasti. Jos kyseessä on uusi ongelma, dokumentoidaan siihen liittyvät asiat huolellisesti.
- Ideointi: Pyritään ideoiden ja mahdollisten ratkaisujen runsauteen sekä monipuolisuuteen. Kannustetaan rohkeuteen.
- Prototypointi: Valmistetaan konkreettisia prototyyppimalleja ratkaisuihin niiden testaamista varten. Konsepteja voi laajentaa, yhdistellä, hioa ja hylätä.
- Valinta ja implementointi: Valitaan vaihtoehtoista sopivimpia ja toimivimpia. Annetaan asiakkaille mahdollisuus tuotteiden kokeiluun ja palautteen antamiseen.
- Oppiminen: Opitaan käyttäjiltä mitkä vaihtoehdot ratkaisivat käsillä olevaa ongelmaa parhaiten, ja mitkä tarvitsisivat vielä kehitystä.

(Kachhawa, A, n.d, Etech:in [www-sivut](http://www.sivut))

4 MONITOIMITYÖKALUN KEHITTÄMINEN KITARANSOITTOON JA -HUOLTOON

4.1 Lähtökohdat

Opinnäytetyön aiheen inspiraationa toimi internetistä löytynyt Samuli Arhippaisen tekemä opinnäytetyö ”Kahviastiaston suunnittelu 3D-tekniikkaa hyödyntäen” vuodelta 2016. Sen pohjalta nousi ajatus opinnäytetyön toteuttamisesta ilman erillistä toimeksiantajaa ja tämän työn ideaksi muotoutuikin suunnitella alusta asti kitaransoittoon ja -huoltoon liittyvä monitoimityökalu, 3D-mallintaa se, sekä valmistaa siitä prototyypimalli 3D-tulostustekniikkaa hyödyntäen. Apuna aiheen keksimisessä toimi myös eräs koulumme 3D-opettajista, Jussi Törmälä, jolta tuli neuvo keskittyä mielenkiinnon kohteisiin tai harrastuksiin, ja ammentaa ideaa sitä kautta. Kun keskittyy johonkin asiaan, josta on jo kiinnostunut, tulee myös todennäköisemmin keksimään ajatuksen, jonka käsitteleminen ja jalostaminen tuntuvat luonnolliselta ja helpolta. Ei mennyt kauaakaan, kun aihe oli selvillä havaitun tarpeen myötä. Projektissa hyödynnetään sovelletusti aiemmin esitettyä tuotekehityksen ”Design Thinking” -prosessimallia.

4.2 Empatia- ja määrittelyvaiheet

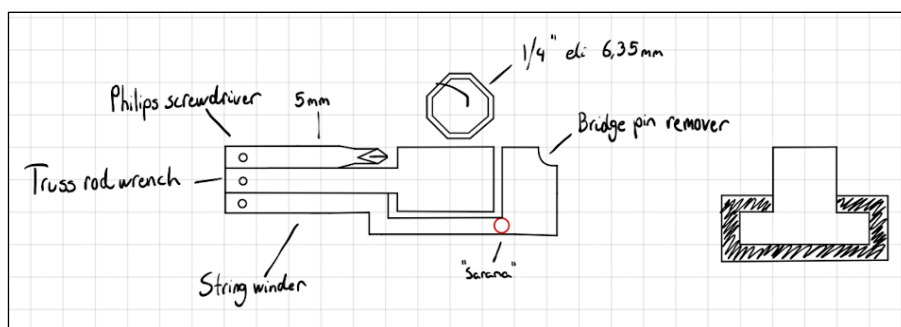
Tarpeen tunnistaminen oli osaltaan jo suoritettu ennen varsinaisen työn aloittamista, havainnoinnin pohjalta.

Uudenlaisen tuotteen ja tässä tapauksessa monitoimityökalun kehittäminen vaati hyvin tehtyä taustatutkimusta sekä määrittelyä. Ensimmäiseksi tuli selvittää, mitä työkaluun halutaan ja tarvitaan kattavaa kokonaisuutta varten. Valmistuvan tuotteen haluttiin olevan käytännössä toimiva, hyvin käteen sopiva ja ulkonäöllisesti miellyttävä. Kokonaisuuden tuli sisältää muun muassa seuraavat työkalut: capo, kaularaudan säätöön sopiva kiintoavain, Phillips -standardin mukainen ruuvimeisseli viritysnappien kiristykseen sekä kaularaudan suojakuoren avaukseen, siltatappien poistotyökalu ja kielten viritykseen sopiva työkalu. Tuotteen tarkempi määrittely on nähtävillä viitekehyksessä kuviossa 1.

Ideali versio lopputuotteesta olisi metallinen, mutta tässä opinnäytetyössä siitä valmistetaan vain PLA-muovinen prototyyppiversio. PLA-muovi eli polylaktidi on uusiutuvista raaka-aineista (esimerkiksi maissitärkkelyksestä) valmistettu biohajoava muovimateriaali. Sitä käytetään 3D-tulostusmateriaalina sen helppokäyttöisyyden, myrkyttömyyden ja halvan hinnan ansiosta. Määrittelyvaiheessa selvitettiin myös kohteena olevaan kitaraan (Taylor GS Mini RW) liittyvät tarkat mitat työkaluja varten. Nämä mitat olisivat kuitenkin muutettavissa myöhemmin vastaamaan myös toisten mallien mittoja.

4.3 Ideointivaihe

Ideointivaihe koostui tässä työssä keksittyyn aiheeseen/ideaan liittyvien eri mahdollisten toteutuksien pohdinnasta. Suhteellisen nopeasti kuitenkin muodostui myös lopulliseksi ratkaisuksi jäänyt ajatus capon yläpuolelta aukeavasta monitoimityökalusta. (kuvio 6.).

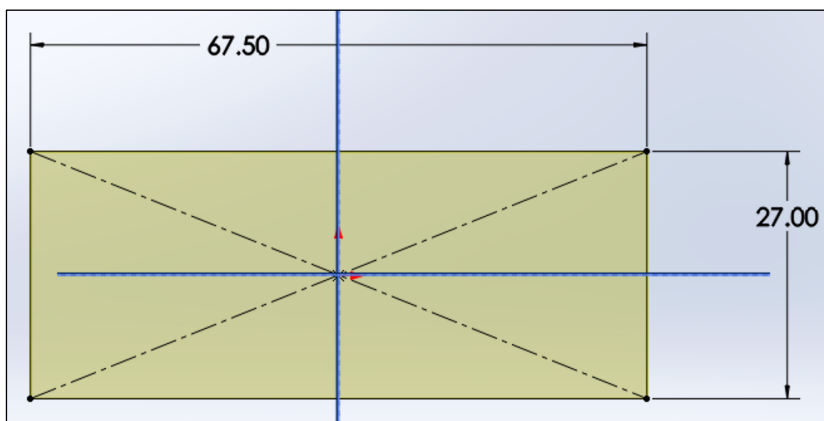


Kuvio 6. iPadilla GoodNotes -sovelluksella luonnosteltu alustava suunnitelma työkalujen asettelusta

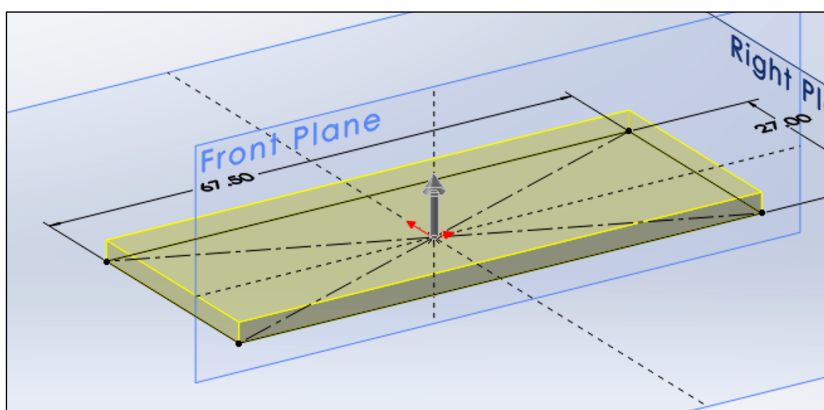
4.4 Toteutusvaihe (mallinnus- ja prototyyppi)

Monitoimityökalun konkretisointi alkoi sen 3D-mallintamisesta SolidWorks -ohjelmistolla. SolidWorks CAD on ranskalaisen Dassault Systemes:in valmistama tietokoneohjelmisto Windowsille, jota käytetään mekaanisessa suunnittelussa nopeaan luonnosteluun, mittojen ja ominaisuuksien kokeiluun, sekä 3D-mallien ja piirustusten tuottamiseen. Tuotteen mallintaminen alkaa yksinkertaisen muodon (kuten viivan, neliön, ympyrän jne.) luomisella joko niille tarkoitetuilla virtuaalityökaluilla tai sitten

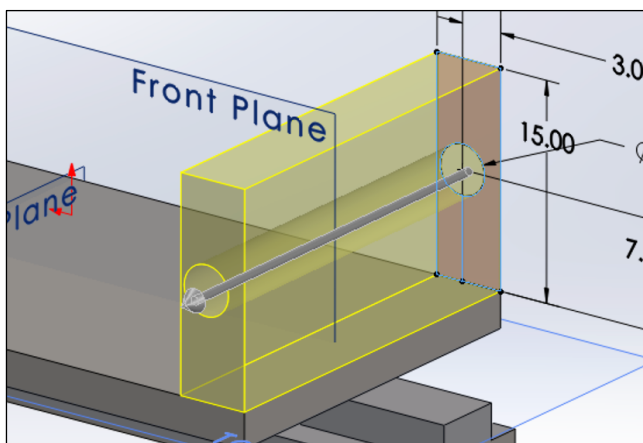
”vapaalla kädellä”. Suljettuja ja mitoitettuja muotoja voi pursottaa 3D-muotoon esimerkiksi ”Extruded Boss/Base” -komennolla ja niistä voi leikata palasia pois muun muassa ”Extruded Cut” -toiminnolla. Luotuja muotoja yhdistelemällä pystyy luomaan käytännössä minkäläisen tahansa kolmiulotteisen kappaleen.



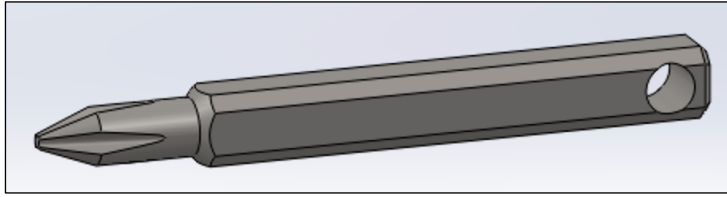
Kuvio 7. Mitoitus



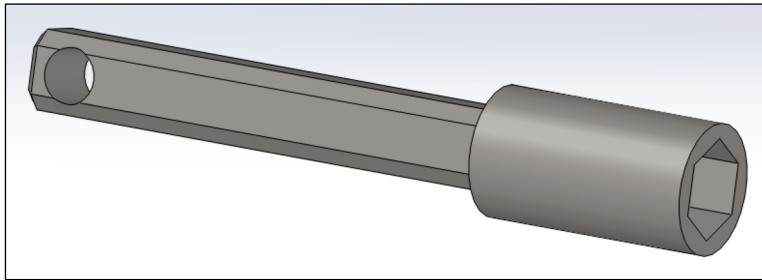
Kuvio 8. Extruded Boss/Base eli pursotustoiminto



Kuvio 9. Extruded Cut eli leikkaustoiminto

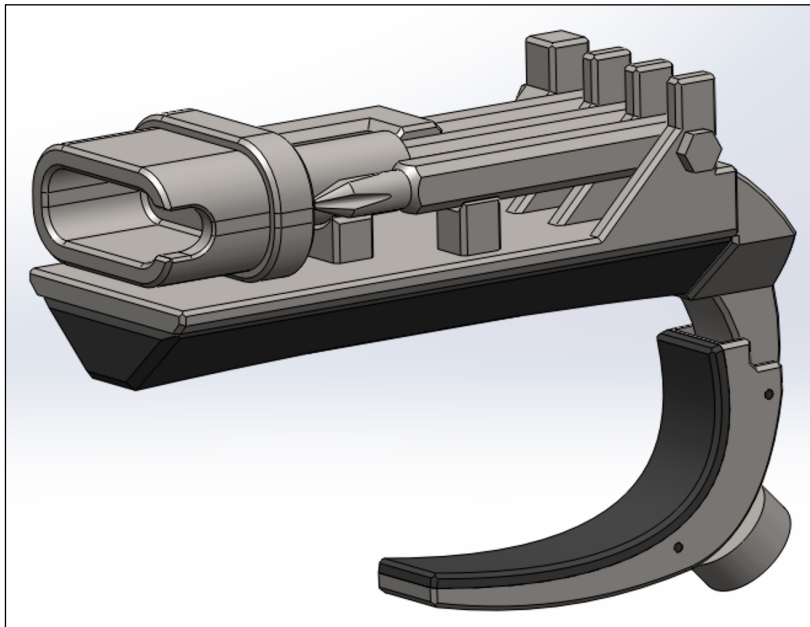


Kuvio 10. Valmis osa, Phillips-standardin mukainen ruuvimeisseli

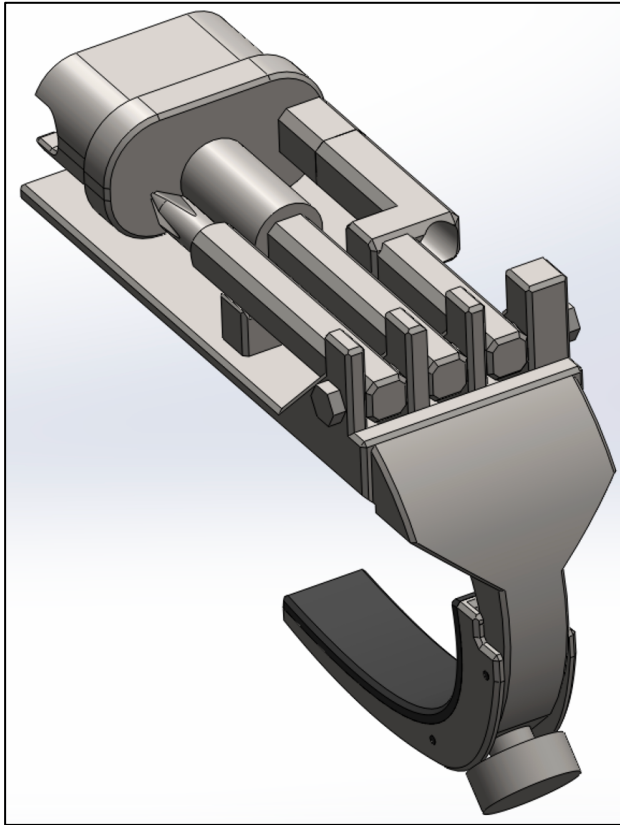


Kuvio 11. Valmis osa, kaularaudan kiintoavain

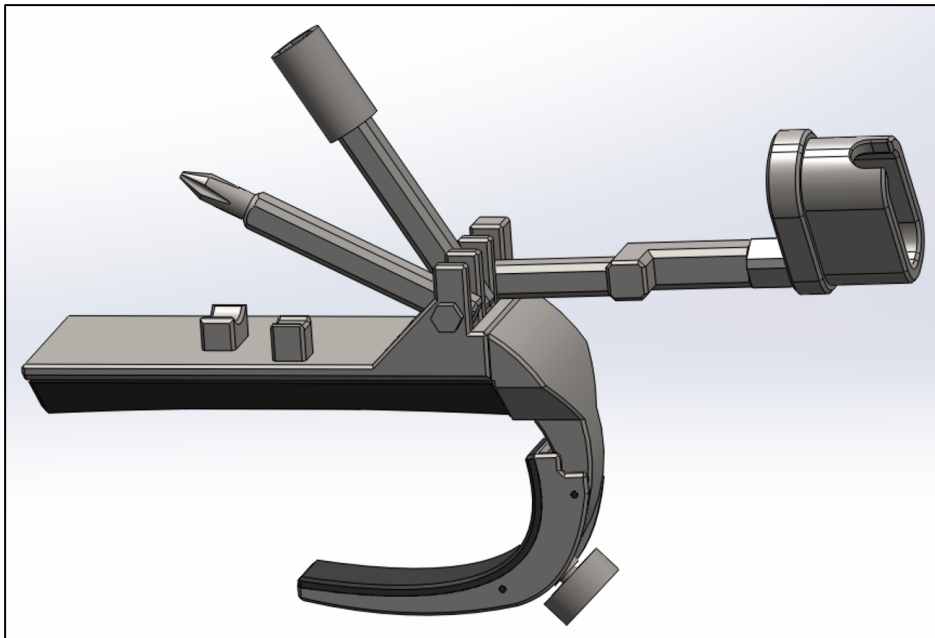
Kappaleita voi yhdistää toisiinsa ”Assemblyssä” eli kokoonpanossa, jolla havainnollistetaan syntyvää lopputuotetta. Työssäni loin jokaisen monitoimityökalun vaatiman osan erikseen ja lopuksi yhdistin ne kokoonpanossa.



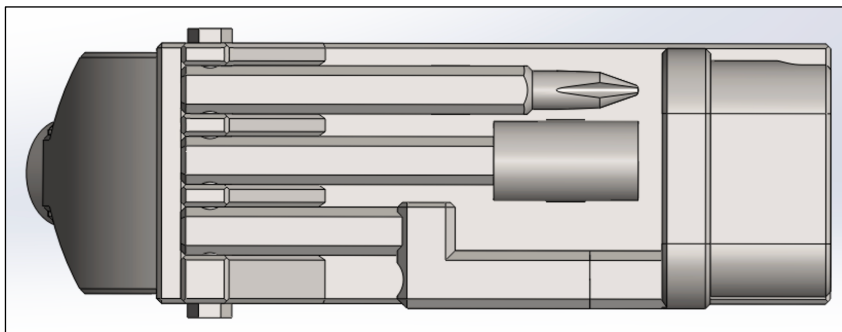
Kuvio 12. Mallinne valmiista kokoonpanosta



Kuvio 13. Mallinne kokoonpanosta, toinen kuvakulma

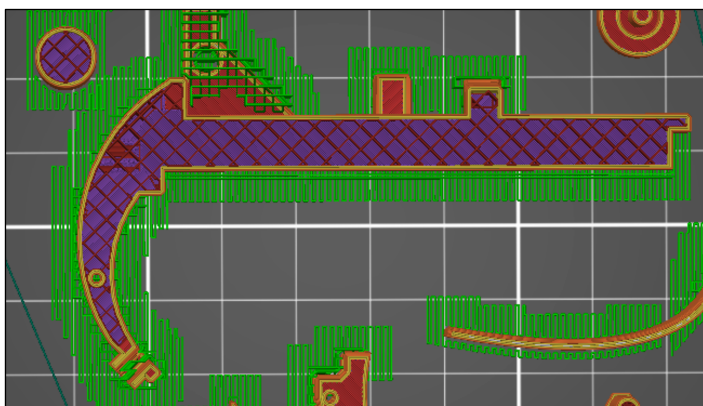


Kuvio 14. Havainnekuva monitoimityökalun avausmekanismista



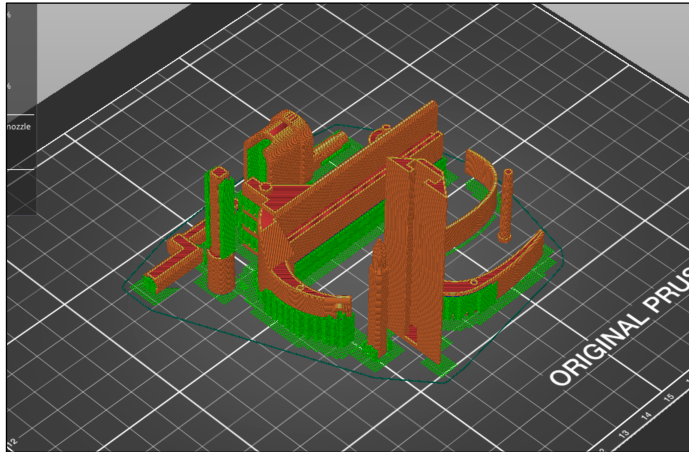
Kuvio 15. Mallinne kokoonpanosta yläpuolelta kuvattuna, alkuperäisen käsin tehdyn piirroksen (kuvion 6.) mukaisesti

Kun 3D-mallinnettu kokoonpano osista oli valmis ja viimeistelty, tallennettiin jokainen osa erikseen ".STL" -muotoon. Luodut tiedostot vietiin kyseistä muotoa tukevaan avoimen lähdekoodin PrusaSlicer (ennen Slic3r) -ohjelmistoon CAM (Computer-Aided Manufacturing) -vaihetta varten. Tämä vaihe muuttaa 3D-mallin sarjaksi ohjeita 3D-tulostimen tulostuspäälle. Ohjeet määrittävät mihin tulostuspää eri kerroksilla kulkee, ja milloin se pursottaa mihinkin kohtaan muovia. Ohjesarjaa kutsutaan G-Codeksi. G-Code määrittää myös tulostusnopeuden, -tarkkuuden ja kappaleen sisäisen tukimateriaalin tiheyden.



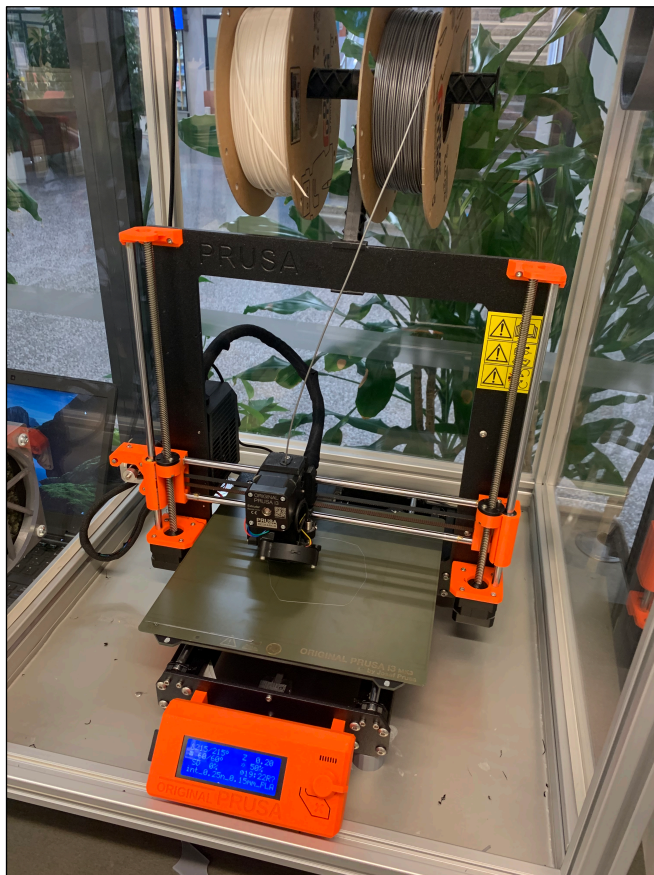
Kuvio 16. Sisäinen tukimateriaalirakenne ylhäältä päin kuvattuna

Kun tiedostot olivat PrusaSlicer -ohjelmassa, havaittiin, että joidenkin osien tulostaminen itsessään ei ollut mahdollista ilman tukimateriaalia myös kappaleen ulkopuolella. 3D-tulostin tulostaa kerros kerrokselta alhaalta ylös, joten ilmassa olevat kerrokset tarvitsevat alleen tuen. Ohjelmisto tunnistui itse nämä ongelmakohdat ja loi niihin harvemman materiaalin, joka sitten lähtisi 3D-tulostuksen jälkeen helposti irti.



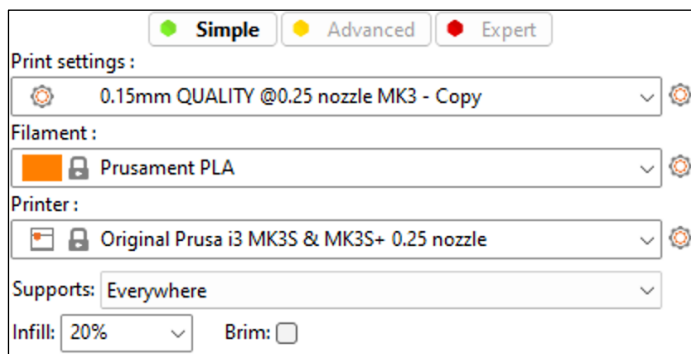
Kuvio 17. Tulostettavat kappaleet ja vihreänä erottuva tukimateriaali

Seuraavaksi G-Code-tiedosto saatiin muistikortin avulla 3D-tulostimeen. Tässä opinnäytetyössä käytetty 3D-tulostinmalli on Prusa i3 MK3. Sen on kehittänyt Joseph Prusa ja se julkaistiin syyskuussa 2017. Tulostimessa on käytetty paljon muoviosia, jotka ovat kaikki valmistettu hyödyntäen Prusan tulostimia.



Kuvio 18. Prusa i3 MK3 -tulostin

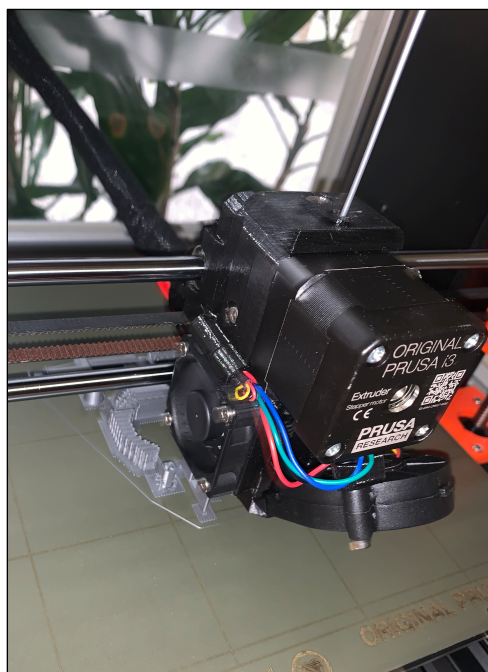
Tulostimella itsellään pystyttiin vielä varmistamaan asetusten olevan kunnossa ennen tulostamisen aloittamista. Tulostusnopeus asetettiin 50 prosenttiin paremman laadun toivossa. Tulostimen etureunassa olevasta näytöstä kävi myös ilmi tulostuspään ja -alustan lämpötila milläkin hetkellä.



Kuvio 19. Tulostusasetukset



Kuvio 20. Tulostimen etureunan näyttö



Kuvio 21. Tulostusprosessi käynnissä

Ensimmäisen erän tulostaminen kesti 19 tuntia annetuilla asetuksilla. Jotkin tulosteista osista olivat kuitenkin valmistuttuaan käyttökelvottomia niiden heikkouden sekä epäonnistuneen tulostusprosessin takia. Tulostusvaiheessa muovi ja/tai tulostusalusta oli päässyt kuumentunut niin, että jotkin kappaleista olivat sulaneet ja painuneet kaasaan. Sama virhe toistui uudelleenkin useita kertoja. Tulostaminen ei myöskään ollut tasalaatuista eri kerroilla.

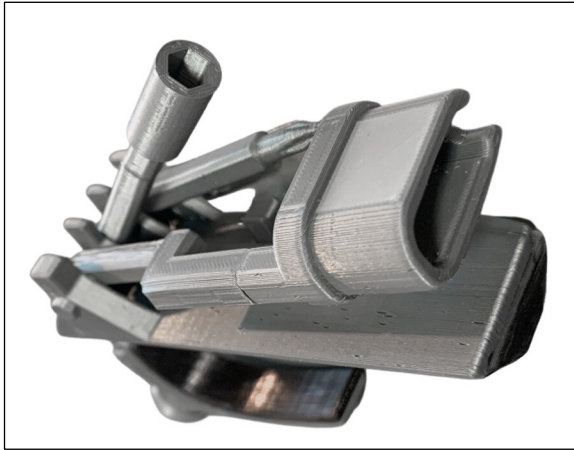
Loppujen lopuksi tulostuseriä vaadittiin kuusi, eikä täysin virheetöntä lopputulosta saatu aikaiseksi. Osat kuitenkin sopivat hyvin yhteen toisiinsa.



Kuvio 22. Etureunan sulamisvirhe



Kuvio 23. Valmiin prototyypin sivuprofiili



Kuvio 24. Prototyypimallin työkaluja



Kuvio 25. Prototyypimallin avausmekanismi



Kuvio 26. Monitoimityökalun capo paikallaan kitaran kaulalla

4.5 Valinta-, implementointi- ja oppimisvaiheet

Tässä opinnäytetyössä valmistettiin vain yhdenlainen versio alkuperäisen idean mukaisesta tuotteesta. Näin ollen valinta- ja implementointivaiheet, eli sopivimman ja toimivamman vaihtoehdon valintavaiheet jäivät tietyllä tavalla pois.

Tuotetta ei varsinaisesti pääse loppukäyttäjät testaamaan käytännössä, mutta saatu palaute valmistuneen mallin esityskuvien sekä fyysisen prototyypin pohjalta on ollut ainoastaan positiivista. Yleisesti projektin aikana käsitys tuotekehityksestä sekä 3D-tekniikan hyödyntämisestä sen eri muodoissa laajeni suuresti. Oppiminen tapahtui vahvasti tekemisen kautta.

5 YHTEENVETO JA POHDINTA

5.1 Yhteenveto

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella kitaransoittoon ja -huoltoon tarkoitettu monitoimityökalu. Suunnittelun tavoitteina olivat muun muassa tulevan tuotteen käytännön toimivuus, ergonomisuus sekä ulkonäön miellyttävyys.

Opinnäytetyöprosessin tavoitteena oli perehtyä tuotekehitykseen eri näkökulmineen ja 3D-tekniikan hallitsemiseen projektin eri vaiheissa, sekä valmistaa suunnitellusta tuotteesta PLA-muovinen prototyypimallinne 3D-tulostamalla. Aihealueesta rajautuivat pois eri 3D-mallinnusohjelmien vertailu, sähkökitarat erilaisine vaatimuksineen sekä erilaiset 3D-tulostusmateriaalit. Empiirinen osuus toteutettiin tuotekehityksen suunnittelujattelu / Design Thinking –prosessimallia soveltaen.

Design Thinking -malli koostuu 7 vaiheesta, jotka ovat empatia-, määrittely-, tutkimus-, ideointi-, prototyyppiointi-, valinta-, implementointi- ja oppimisvaiheet. Prosessimallin mukaan toimiminen oli luontevaa.

Projektin aikana onnistuttiin suunnittelemaan asetetut vaatimukset täyttävä monitoimityökalu, josta oli mahdollista valmistaa haluttu prototyyppimallinne. Alkuperäinen idea oli saattaa tulostettu tuote kokonaisuudessaan toimivaksi asti, mutta tulostusmateriaalin heikkoudesta johtuen muun muassa saranamekanismin vaadittavat kierteistyksiset olivat mahdottomia toteuttaa – ainakin halutussa mittakaavassa. Prototyyppimallinne osoittaa kuitenkin nykyisessä muodossaan tuotteen halutun ulkomuodon ja työkalujen esilleottomekanismin toimii suunnitellusti.

5.2 Pohdinta

Kaiken kaikkiaan opinnäytetyöprojekti oli odotettua laajempi kokonaisuus. Sen toteuttaminen ilman erillistä toimeksiantajaa oli suuri etu osaamisen syventämisessä. Työskentely tapahtui lähes kokonaan tietokoneen äärellä ja mahdollisti näin paikkariippumattomuuden. Mallinnetun tuotteen mitat ovat helposti muutettavissa ja sovellettavissa eri kitaramalleja varten, mikä oli alusta asti tarkoituksenakin.

Tuloksista kävi ilmi odotetulla tavalla, että 3D-tulostaminen sopii hyvin prototyypin, ei välttämättä varsinaisen lopputuotteen valmistamiseen. Toki nykytekniikalla jo metallinkin, kuten alumiinin, 3D-tulostaminen on mahdollista ja sen kautta myös valmistettava prototyyppimalli olisi ollut kestävämpi sekä laadukkaampi. Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet pystyttiin saavuttamaan onnistuneesti.

LÄHTEET

Bergström, S. & Leppänen, A. 2003. Yrityksen asiakasmarkkinointi. Helsinki: Business Edita.

Eppinger, S. & Ulrich, K. 2016. Product Design and Development. New York: McGraw-Hill Education.

Jones, Andrew. 2008 The Innovation Acid Test. Axminster: Triarchy Press

Kachhawa, A. Seven Stages of Design Thinking; An Essential Tool For Customer Experience Manager. <https://www.etechgs.com/blog/customer-experience-manager/>

Kotler, P. 2005. Markkinoinnin avaimet. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Martinsuo, M., Aalto, T & Artto, K. 2003. Projektisalkun johtaminen: tuotekehitysprojektien valinta ja strateginen ohjaus. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus

Patentti- ja rekisterihallituksen www-sivut. Viitattu 15.12.2021. <https://www.prh.fi/fi/patentit/useinkysytya.html#prh.ukk.item>

Patentti- ja rekisterihallituksen www-sivut. Viitattu 15.12.2021. https://www.prh.fi/fi/tavaramerkit/yleista_tavaramerkeista/millainen_tavaramerkki_voi_olla.html

Pohjonen, R. 2002. Tietojärjestelmien kehittäminen. Jyväskylä: Docendo

Rantamäki, Anssi (2001). Tuotekehityksen prosessit ja niiden hallinta. Viitattu 10.12.2021. www.mit.jyu.fi/~lrl/tommi/wts/wts.ppt

Software Testing Help:in www-sivut. Viitattu 16.12.2021 <https://www.softwaretestinghelp.com/spiral-model-what-is-sdlc-spiral-model/>

Strephonsays:in www-sivut. Viitattu 29.12.2021. <https://fi.strephonsays.com/waterfall-and-vs-spiral-model-4079>

Tekijänoikeus.fi:n www-sivut. Viitattu 15.12.2021. <https://tekijanoikeus.fi/tekijanoikeus/>

Thinking Portfolio:n www-sivut. Viitattu 16.12.2021 <https://thinkingportfolio.com/projektien-vesiputousmalli-ja-sen-viisi-heikkoutta/>

Työ- ja elinkeinoministeriön www-sivut. Viitattu 10.12.2021. <https://tem.fi/>

Valviran www-sivut. Viitattu 20.12.2021. https://www.valvira.fi/terveydenhuolto/hyva-ammattinharjoittaminen/salassapito/salassapito_ ja_vaiolovelvollisuus

MONITOIMITYÖKALUN TEKNISET PIIRUSTUKSET

