

Päiväkirjamuotoinen opinnäytetyö mekaniikkasuunnittelijan työstä

Uusitalo, Janne

LAB-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK), Konetekniikka
Kevät 2021
Janne Uusitalo

Tiivistelmä

Tekijä(t) Uusitalo, Janne	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2021
	Sivumäärä 44	
Työn nimi Päiväkirjamuotoinen opinnäytetyö insinööritoimistossa Luistimenteroituskoneen suunnittelu		
Tutkinto Insinööri (AMK)		
Tiivistelmä <p>Tässä opinnäytetyössä seurataan päiväkirjamaisesti suunnittelutyötäni insinööritoimistossa. Päiväkirjan aikana työskentelen automaattisenluistimenteroituskoneen suunnittelun kanssa ja tämä päiväkirja keskittyy suunnittelutyöhön, jossa aiemmasta automaatti teroituskoneen prototyypistä tehdään tuotantoon valmis malli. Tavoitteena on tuote, josta on parannettu aiemman prototyypin kasauksessa ja käytössä havaitut ongelmakohdat.</p> <p>Päiväkirjassa kerron päivittäin suunnittelutyöni etenemisestä selvittämällä aiemman prototyypin kasauksessa tehtyjen huomioiden korjauksia, sekä käyttökokemusta parantavien muutosten suunnittelua. Selvitän päiväkirjassa näiden korjausten vaatimien ratkaisuiden vaiheita pohdinnasta ongelman ratkaisuun.</p> <p>Korjausten ja muutosten suunnittelun lisäksi suunnittelen automaattiteroituskoneelle myyntilaatikon sekä kuljetuslaatikon. Päiväkirjassa kerron näiden suunnittelun vaiheista sekä haasteista.</p>		
Asiasanat automaattiluistimenteroituskone, suunnittelutyö, insinööritoimisto		

Abstract

Author(s) Uusitalo, Janne	Type of Publication Bachelor's thesis	Published 2021
	Number of Pages 44	
Title of Publication Diary thesis: design work in engineering office Design of an automatic skate sharpening machine		
Name of Degree Bachelor of Engineering		
Abstract <p>In this diary thesis, I follow my own design work in the engineering office. During the diary, I work with the design of an automatic skate sharpening machine, and this diary focuses on design work where a previous prototype of an automatic sharpening machine is made into a production-ready model. The goal is a product where improved the previous prototypes problem areas which identified in the assembly.</p> <p>In the diary, I report daily on the progress of my design work and finding out about the design of the repairs made in the assembly of the previous prototype, as well the design of changes that improve the user experience. In the diary, I explain the steps of the solutions required by these fixes from thought to solution to the problem.</p> <p>In addition to planning repairs and changes, I design a sales box and a transport box for the automatic sharpening machine. In the diary, I will tell you about the stages of planning these, as well as the planning challenges.</p>		
Keywords automatic skate sharpening machine, design work, engineering office		

Sisällys

1	Johdanto.....	2
2	Oman työn analyysi	3
2.1	Työtehtävän kuvaus.....	3
2.2	Prototyyppi	3
2.2.1	3D-mallinnus.....	4
2.2.2	2D-piirustus	5
2.2.3	Kokoonpano	5
2.3	Luistimen toiminta, teroitus ja sen vaikutus teroituskoneen suunnitteluun.....	5
2.3.1	Luistimen terän toiminta.....	5
2.3.2	Luistimen teroitus	6
2.3.3	Luistimen profilointi	9
3	Päiväkirja.....	11
3.1	Ensimmäinen viikko	11
3.2	Toinen viikko.....	15
3.3	Kolmas viikko.....	19
3.4	Neljäs viikko.....	21
3.5	Viides viikko.....	24
3.6	Kuudes viikko	26
3.7	Seitsemäs viikko	27
3.8	Kahdeksas viikko	27
3.9	Yhdeksäs viikko	28
3.10	Kymmenes viikko.....	30
3.11	Yhdestoista viikko	31
3.12	Kahdestoista viikko	33
3.13	Kolmastoista viikko	34
3.14	Neljästoista viikko	38
4	Yhteenveto	43
	Lähteet	44

Työkalut ja käsitteet

Customworks

Customworks on SolidWorks:n lisäohjelma, joka on nimiketiedon hallintaohjelma. Tällä ohjelmalla annetaan mallinnetuille osille tarvittavat tiedot. Näitä tietoja ovat osanumero, osan nimi, suunnittelijan nimi, suunnittelupäivämäärä, valmistusmenetelmä, aihio, materiaali ja aihion mittatiedot.

Mate

Toiminto SolidWorks:ssa, jolla ohjelmalla tehtyjä osia liitetään yhteen kokoonpanoiksi.

Microsoft Office

Harjoittelupaikassani käytetään Microsoft Office -ohjelmistopakettia. Tekstinkäsittelyyn paketista on Word, taulukkolaskentaan Excel ja sähköpostiin Outlook. Sisäiseen viestintään käytetään Microsoft Teamsia. Teams sisältää chatin, videopuhelut ja mahdollistaa palaverien pitämisen etänä.

PDM

PDM eli Product Data Management on ohjelmisto yrityksen osakirjaston hallintaan. PDM-järjestelmä keskittää osatiedostot yhteen paikkaan yrityksen serverille. Mistä ne ovat kaikkien yrityksen suunnittelijoiden käytettävissä. PDM-järjestelmä pitää huolen, että osan uusin versio suunnittelijan käytössä. Järjestelmä myös suojelee osien ja kokoonpanojen tahattomilta muutoksilta, koska järjestelmä vaatii muutoksia varten osan haltuun oton Check out komennolla. Osaa voi muokata vain yksi suunnittelija kerrallaan, ja osa varataan Check out -tilalla itselle suunnitteluun. Check in-toiminto lataa kohteen PDM:ään, jolloin se on muiden suunnittelijoiden käytössä.

Mirror change on toiminto PDM:ssä, jolla valmiiksi merkitty osa otetaan takaisin muokkaukseen. Approved on tila, jossa osa on tarkastettu ja valmis valmistettavaksi.

Plane

Piirtotaso SolidWorks:ssa

Solidworks

Ranskalaisen Dassault Systemes:n 3D-suunnitteluohjelma. SolidWorks on yrityksen pääasiallinen suunnitteluohjelma.

1 Johdanto

Tässä päiväkirjamaisessa opinnäytetyössä seuraan omaa suunnittelutyötäni pitämällä päiväkirjaa suunnittelusta ja sen etenemisestä koulutustani vastaavassa työssä insinööritöimistö Mecatroplan Oy:ssä kolmentoista viikon ajan. Pidän päiväkirjaa jokaiselta suunnittelupäivältä, ja kerron päiväkirjassa suunnittelun tavoitteista, suunnittelussa kohtaamistani ongelmista, yleisistä pohdinnoista ja lopullisista ratkaisuista. Päiväkirjan kirjoitusjakso ajoittuu vuoden 2020 loppupuolelle ja tänä aikana vien eteenpäin Mecatroplan Oy:n oman parduc-tuotemerkin automaattiluistimenteroituskoneen prototyypin suunnittelua. Automaattiluistimenteroituskoneen suunnittelussa käytän Solidworks 3D-suunnitteluohjelmaa, mikä on yrityksen yleisesti käytössä oleva suunnitteluohjelma.

Parduc-tuotemerkki sisältää kolme eri luistimenteroituslaitetta, josta päiväkirja käsittelee mallia P40. Parduc P40 on malliston lippulaiva ja toiminnaltaan automaattinen, mikä tarkoittaa sitä, että kone suorittaa luistimen teroituksen teroitusliikkeen automaattisesti. Automaattiteroituskoneen käyttäjälle jää tehtäväksi luistimen kiinnitys ja teroituskoneen oikeista teroitusarvoista huolehtiminen.

Aloitin työskentelyn automaattiteroituskoneen suunnittelun kanssa jo kevään 2020 harjoittelujaksolla ja tämän opinnäytetyön tekeminen on jatkoa tälle harjoittelujakson suunnittelutyölle. Opinnäytetyön päiväkirjan aikaisen suunnittelun perustana on harjoittelujaksolla suunniteltu automaattiteroituskoneen prototyyppi. Lopullisena päämääränä on tehdä prototyypistä tuotantoon valmis malli poistamalla kasauksessa havaitut rakenteelliset ongelmat, sekä lisäämällä käytettävyyttä parantavia toimintoja. Luistimenteroituskoneen rakenteellisen suunnittelun lisäksi suunnittelutyöhön liittyy luistimenteroituskoneen myyntilaitikon ja kahden eri kuljetuslaatikkovaihtoehdon suunnittelu.

2 Oman työn analyysi

2.1 Työtehtävän kuvaus

Työtehtävänäni oli viedä automaattiluistimenteroituskoneen 2.3-version suunnittelua eteenpäin. Suunnitteluun käytin SolidWorks 3D-suunnitteluohjelmaa. Työhön sisältyi aiemman harjoittelujaksolla suunnittelemani prototyypin kokoaminen ja kasauksen raportointi sekä kasauksessa tehtyjen havaintojen mallintaminen automaattiluistimenteroituskoneen 3D-malliin. Näiden lisäksi suunnittelin automaattiluistimenteroituskoneelle myynti- ja kuljetuslaatikon.

Mecatrolplan on mekaniikkasuunnitteluun erikoistunut insinööritoimisto eri teollisuudenaloilla. Sillä on toimipisteet Lahdessa, Mikkelissä ja Joutsassa. Automaattiluistimenteroituskoneen suunnittelussa harjoittelupaikassani Joutsassa. Tein yhteistyötä insinööritoimiston niiden laitesuunnittelijoiden kanssa, jotka työskentelivät laitteen parissa.

Automaattiluistimenteroituskoneesta oli aiemmin suunniteltu ja valmistettu kaksi eri koneversiota, joista puhutaan versioina yksi ja kaksi. Versio yksi oli osoittautunut toimimattomaksi. Versio kaksi oli tuotettu valmiiksi koneeksi ja kone suoriutui sille annetusta tehtävästä, mutta koneen rakenteessa oli toiminnallisesti ja valmistusteknistesti kehitystä vaativia kohtia.

Aloitin työskentelyn automaattiluistimenteroituskoneen versio 2.2:n suunnittelun kanssa keväällä 2020 harjoittelujaksolla. Harjoittelujaksolla suunnittelin versioon 2.2 tulevat kehitykset ja korjaukset versio 2.1:n kasauksessa ja käytössä tehtyihin havaintoihin perustuen. Harjoittelujakson loppuksi versio 2.2 oli suunniteltu valmiiksi.

2.2 Prototyyppi

Prototyyppi on luonnostelun tuloksena syntyneen lopputuloksen versio, joka pitää ensin suunnitella ja sitten rakentaa. Prototyypin avulla on tarkoitus ymmärtää lisää suunnitelmasta. (Muotoilupakki 2021.) Prototyypin kehityksessä suunnittelun pohjana käytetään aiempaa versiota tuotteesta. Prototyypin valmistus on elävää valmistusta, sillä tuotetta hiotaan ja muokataan valmistusvaiheessa. Menetelmä säästää aikaa ja rahaa, sillä sen avulla varmistetaan lopputuotteen toimivuus ja valmistettavuus. Virheiden korjaus ja tuotteen muuttaminen myöhemmässä vaiheessa voi tulla kalliiksi. (Suunnittelutoimisto Bestdan 2021.)

Prototyypin kokoamisessa kiinnitetään huomiota jokaisen yksittäisen osan toimintaan kokonaisuudessa. Vastaantulevat ongelmat ja kehityskohteet kirjataan ylös ja valokuvataan. Kehityskohteen ongelmaan yritetään löytää toimivampi ratkaisu jo kokoamisvaiheessa, mutta mikäli muutokset heijastuvat useaan osaan, ratkaisun löytyminen voi vaatia 3D-suunnittelua.

2.2.1 3D-mallinnus

Suunnittelun aikana voidaan tehdä useita prototyyppkejä. Ne kehittyvät sitä mukaa eteenpäin, kun suunnitelmasta on löydetty paranneltavaa. (Muotoilupakki 2021.)

3D-mallinnuksella luodaan yksittäisiä osia ja yksittäisistä osista muodostetaan kokoonpanoja. Kokoonpanot muodostavat laitteen osia ja lopulta kokoonpanoista muodostetaan pääkokoonpano, eli kokonainen laite. Mallinnetut osat tallennetaan PDM-järjestelmään, missä ne ovat turvassa ja jokaisen suunnittelijan saatavissa. PDM-järjestelmä myös suojelee osia tahattomilta muutoksilta kirjoitussuojauksen avulla.

Osia luodaan joko hyödyntämällä kopioimalla olemassa oleva osa tai vaihtoehtoisesti mallinnetaan uusi osa, jonka mallinnus aloitetaan tyhjältä piirtopöydältä. Kopioimalla osan PDM-järjestelmällä osalle saa suoraan 3D-rakenteen, CustomWorks tiedot ja 2D-piirustuksen. Osan kopiointiin on syytä valita sellainen osa, joka vastaa rakenteeltaan mahdollisimman läheltä haluttua uutta osaa. Tällöin suunnittelu nopeutuu merkittävästi, koska parhaassa tapauksessa 3D-mallin kanssa selviää pienillä muutoksilla, jotka ovat pieniä myös 2D-piirustuksessa. Osan kopiointia tulee käyttää aina kun se on mahdollista.

Tyhjästä mallinuksessa mallinnus aloitetaan täysin tyhjältä piirtopöydältä, joten edellä mainittuja työskentelyä nopeuttavia etuja ei saavuteta. Mallinnus alkaa Plane-tason valitsemisella. Valinnassa on suositeltavaa ajatella osaa pidemmälle kokoonpanovaiheeseen. Plane määrittelee osan mallinnussuunnan ja järkevä mallinnussuunta nopeuttaa kokoonpanovaihetta, mutta tämä ei ole välttämätöntä. Mallinuksessa osa on syytä mallintaa origon keskelle keskeisesti, koska kaikki rakenteet ovat keskeisesti mallinnettuja. Tällä menetelmällä kokoonpanovaiheen osien liittäminen Plane-menetelmällä helpottuu, koska osien keskijaa voidaan hyödyntää liittämässä.

Valmiille osalle annetaan CustomWorks:llä osanumero, nimi, suunnittelijan nimi, suunnittelupäivämäärä, valmistusmenetelmä, aihio, materiaali / valmistaja, pintakäsittely ja mitat. Tietojen antamisen jälkeen osan 3D-malli tallennetaan PDM-järjestelmään. Tallentamisen jälkeen osasta luodaan 2D-piirustus.

2.2.2 2D-piirustus

2D-piirustus on se tieto, jonka mukaan konepajaosat valmistetaan. Piirustuksessa osalle annetaan kaikki tarvittavat tiedot ja mitat, mitä valmistukseen tarvitaan. Tarvittavia tietoja ovat aihio ja materiaali, josta osa valmistetaan, esimerkiksi levy tai putki, ja aihion mitat, esimerkiksi ohutlevyosille levyn paksuus ja sorvattaville osille aihioakselin halkaisija. Näiden lisäksi tarvitaan tieto materiaalista, valmistusmenetelmästä, piirustusnumero ja suunnittelijan nimi.

Konepiirustuksessa kappaleen koko ja muoto esitetään projektoiden sekä mittalukujen ja tunnusten avulla. Itse projektioista ei oteta mittoja mittaamalla, vaan projektiot ovat apuna kappaleen mitoituksessa. Piirustuksessa olevat mitat ovat valmiin kappaleen mittoja, ellei ole toisin mainittu. Piirustusta tulkitaan sen mittojen ja tunnusten avulla. Mitat on annettava siten, että osan tai laitteen toiminnan, valmistuksen ja tarkastuksen asettamat vaatimukset tulevat huomioon otetuiksi. Mitoituksesta on laadittu standardi SFS-ISO 129, jota sovelletaan Suomessa. (Laine, 2016.)

2.2.3 Kokoonpano

Yksittäisten osien mallinnuksen jälkeen osia aletaan sovittaa yhteen. jolloin ne muodostavat kokoonpanon. Osia liitetään yhteen Mate-toiminnolla joko piirtoalusta Plane-pintojen mukaan tai todellisilla kiinnityskohteilla. Joko piirtoalustan plane-pintojen mukaan tai osiin suunnitelluilla todellisilla kiinnityskohteilla. Plane-pintayhdistämisellä osat saa liitettyä nopeasti ja rakenteen keskeisyys pysyy oikeana. Merkittävin haitta Plane-yhdistämisessä se, että laitteen todellisen liitoskohtia ei käytetä. Tällöin riski osien yhteensopivuus ongelmiin kasvaa verrattuna todellisista liitoskohdista yhdistämiseen.

Prototyypin kehityksessä suurin osa muutoksista tehdään jo olemassa oleviin osiin, jotka ovat PDM-järjestelmässä. PDM:ssä näkyy listana kaikki kokoonpanon yksittäiset osat. Osia ei muokata suoraan, vaan niistä tehdään kopiot uusille osanumeroille, joita muokataan. Tällä menetelmällä koneen vanha versio pysyy olemassa eikä varhaiset mallit räjähdä.

2.3 Luistimen toiminta, teroitus ja sen vaikutus teroituskoneen suunnitteluun

2.3.1 Luistimen terän toiminta

Lähtökohta automaattiluistimenteroituskoneen kehittämiseksi on luistimen terän toiminnan ja teroittamisen ymmärtäminen. ja mitä tämä vaatii automaattiluistimenteroituskoneelta,

jotta teroitus on hyväksyttävällä tasolla. Automaattiluistimenteroituskone on teroittava sekä profiloiva. Teroitus menetelmistä koneella voidaan tuottaa kahta eri teroitusmallia: ROH-teroitus sekä kanavaurateroitusta.

Luistellessa luistelijan paino jakaantuu terän kanteille ja terä pureutuu jäähän. Luistin saa luistonsa ohuesta vesikerroksesta, joka muodostuu terän alle ja toimii ikään kuin voiteluaineena. Luistoon vaikuttaa moni asia, esimerkiksi luistimille tuleva paino ja jään lämpötila. Tärkeintä luiston kannalta kuitenkin on se, miten luistimet on teroitettu, kuinka syvä ura luistimissa on ja kuinka pitkä liukupinta terässä on. Teroitustapa ja teroituksen laatu joko lisää tai vähentää luistoa. Parempi luisto lisää nopeutta, kun taas heikompi luisto vähentää sitä. (Teräpiste 2021.)

Luistelussa terän kanteja käytetään vauhdin ottamiseen sekä käännöksiin. Näihin ominaisuuksiin vaikuttaa kantin terävyys, joka lisää terän jäähän purevuutta. Luistimen liukuun käytetään terän pohjaa. Tähän ominaisuuteen vaikuttaa terän pohjan tasaisuus, mikä antaa luistimen liukua vesikerroksen päällä. Tasainen pohja antaa parhaan liu'un, mutta tekee luistimen pidosta heikon. Pitoa lisätään kantin purevuutta lisäämällä, mikä vastavuoroisesti heikentää luistimen liuku ominaisuutta.

Luistimen terän toimintaan ja ominaisuuksiin vaikuttaa terän profilointi sekä teroitus. Profi-loinnilla ja teroituksella on tarkoitus tehdä terästä käyttäjän mieltymyksen mukainen.

2.3.2 Luistimen teroitus

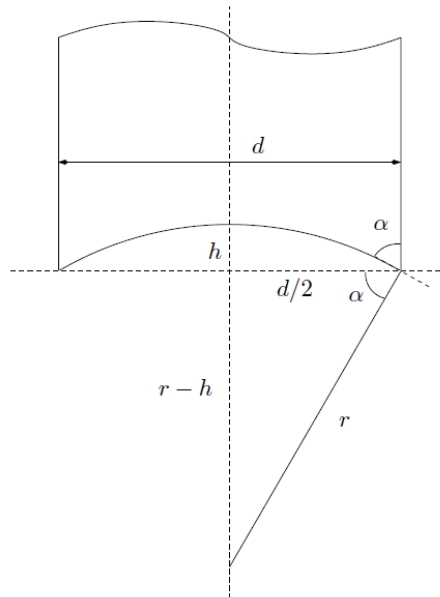
Luistimien teroituksella haetaan ensisijaisesti hyvää luistelukokemusta, mutta pidemmälle vietyinä teroituksella saadaan luistimelle eri ominaisuuksia käyttötarpeen ja luistelijan mieltymysten mukaan. Luistimen pääominaisuudet ovat pito sekä liuku, ja luistimen teroituksella voidaan vahvistaa näitä ominaisuuksia.

Automaattiluistimenteroituskone suunnittelussa keskitytään kahden teroitusmallin tuottamiseen, jotka ovat perinteinen ROH-teroitus ja kilpailijan lanseeraama kanavaurateroitus. Automaattiluistimenteroituskoneen varhaiset prototyypit tuottivat pelkästään ROH-teroitusta, mutta nyt suunniteltavaan prototyyppiin tulee lisäksi kanavaurateroitusta.

Ympyräura eli ROH-teroitus

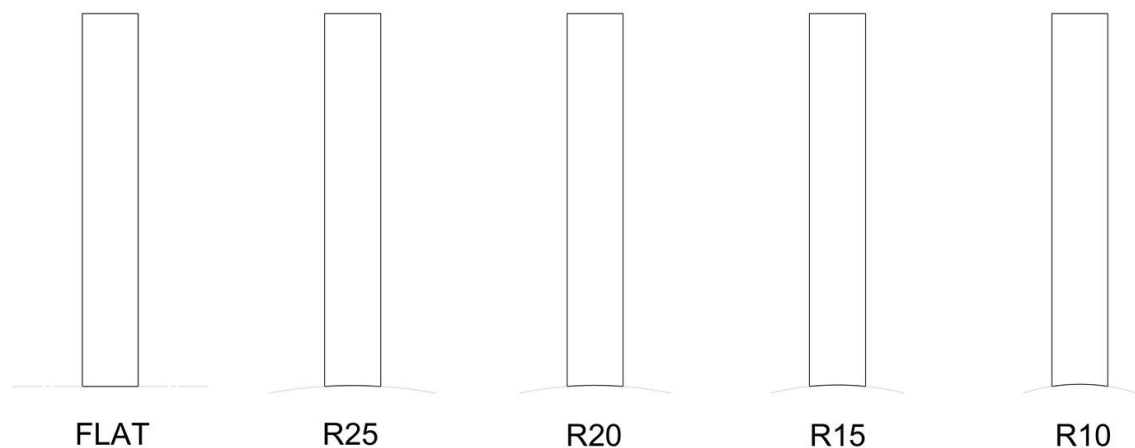
Terän pohjan keskelle hiotaan ura, joka ulottuu terän koko pituudelle. Uran syvyys vaikuttaa luistimen suorituskykyyn. Syvämpi ura antaa luistelijalle enemmän pitoa, mutta hidastaa luistelua. Matalampi ura lisää luistelijan nopeutta, mutta heikentää pitoa ja vaatii luistelijalta enemmän luistelutaitoa. (Pure hockey 2021.)

Teroituksessa pitää muistaa, että toisen ominaisuuden vahvistaminen heikentää toista ominaisuutta, eli teroitus on aina tietynlainen kompromissi liu'un ja pidon välillä.



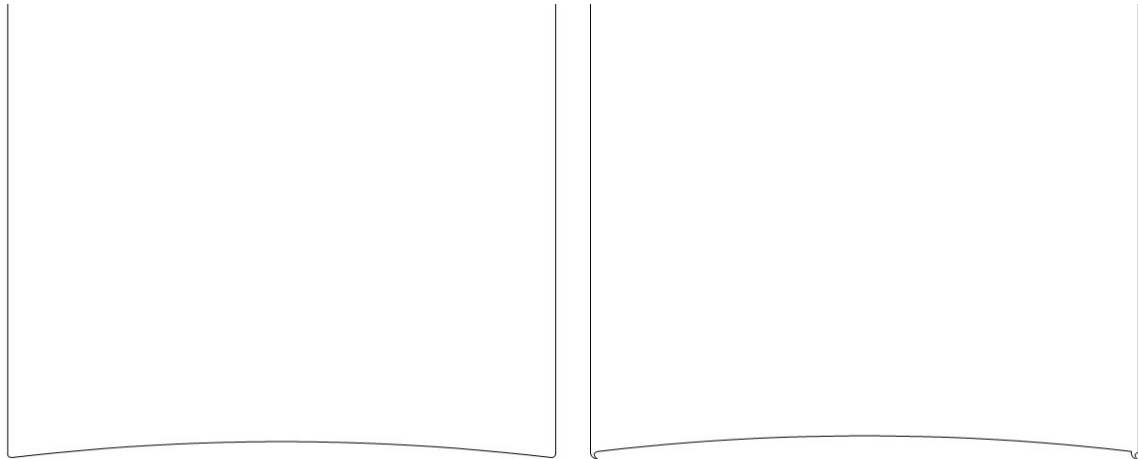
Kuva 1. Ympyräura eli ROH-teroitus (radius of hollow). (Luistintohtori 2019.)

Tasainen luistimenterä antaa suuremman pinta-alan painesulamisesä syntyvälle ohuelle vesikerrokselle, joten se on liuku ominaisuuksiltaan hyvä. Tasaisen terän heikkous on heikompi pito, mikä johtuu siitä, ettei tasainen terä pääse pureutumaan jäähän. Uramuotoiltu terä on kanteiltaan terävämpi, joten se pureutuu tehokkaammin jäähän ja on tästä syystä pidoltaan parempi, mutta hyvin jäähän pureva terä heikentää liukua.



Kuva 2 Kuvassa ROH-urateroitettujen luistimenterän poikkileikkaus.

Luistimen ominaisuuksia muutetaan terän pyöristysmuotoilulla. Kuvassa 2 on esitetty eri pyöristyksellä ROH-teroitettuja luistimenterä, jossa FLAT tarkoittaa tasaista terää, ja R25 tarkoittaa terän pyöristystä 25 mm säteellä.



Kuva 3 Tylsä ROH-teroitettu luistimenterä.

Yllä olevassa kuvassa 3 on esitetty tylsynyt ROH-teroitettu luistimenterä. Tylsässä luistimenterässä terän kantti on pyöristynyt ja tästä seuraa luistimen lipsuminen. Tylsä terä säävuttaa vielä hyvän liu'un, mutta pyöristyneen kanttin takia kiihdyttäminen ja jarruttaminen on vaikeutunut. Pyöristynyt kantti ei pureudu yhtä tehokkaasti jäähän vaan haluaa luistaa jään pinnalla. Jotta luistelija voi edetä, on hänen kohdistettava suurempi voima luistimeen, mikä kuluttaa voimia.

Kanavaura eli Channel Z -teroitus

Kanavauramuoto on Ruotsissa kehitetty teroitusmenetelmä, jossa terän pohjaan jyrsitään nimensä mukaisesti kanava. Kanavan leveyttä ja syvyyttä voidaan muuttaa. Kanavan leveys on noin kolmannes terän leveydestä eli millimetrin verran ja syvyys samaa luokkaa. (No-Icing Sports 2021.)

Kanavaurateroituksen kehittäjän mukaan teroitus antaa paremman liu'un ja kaksinkertaisen pidon perinteiseen ROH-teroitukseen nähden. Kanavauran luvataan vähentävän kitkaa terän ja jään välillä, mutta terän useampi särmä antaa silti hyvän pidon. Kanavaurateroituksen kehittäjän mukaan terän ja jään väliin muodostuva vesi pääsee kanavan kautta pois ja siksi liuku paranee. (Luistintohtori 2019.) Tämä on ristiriitaista sen tosiasian kanssa, että luistimen liuku jäällä perustuu terän ja jään väliseen vesikalvoon. Toinen kriittinen havainto kohdistuu terän jäähän koskettavaan pinta-alaan: hahlon myötä pinta-ala pienenee, jolloin paine kasvaa, josta puolestaan seuraa terän painuminen syvemmälle jäähän ja suurempi vastus. (Luistintohtori 2019.)

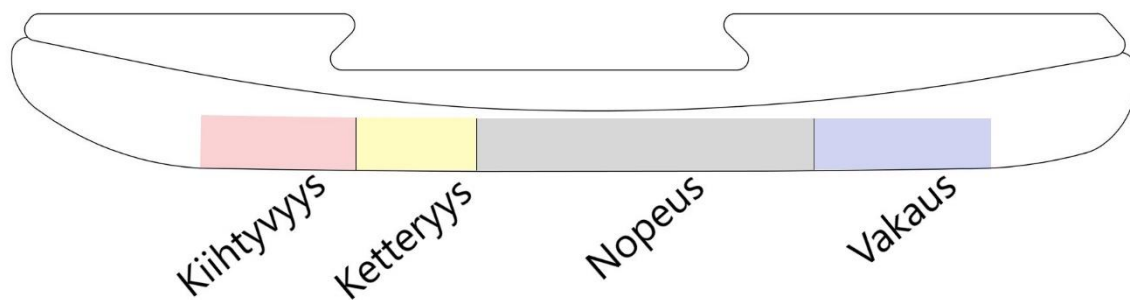
Kanavaurateroitus tuo etua luistelijan tavoitellessa suurta pitoa ilman merkittävää liu'un menetystä. Sitä pidetään erikoisteroituksena, jonka eduista ei ole tieteellisiä tai objektiivisia tutkimuksia ja toistaiseksi se on marginaalisessa käytössä. (Luistintohtori 2019.)

Onpa ura muoto mikä tahansa, tulee teroitusjäljen ehdottomasti olla sileä ja särmien kauniit. Karkealla pinnalla kitkakerroin on suurempi ja liuku huonompi. Jos ensimmäinen uramuoto on karkeaksi teroitettu ja sitten teetetään toinen uramuoto, joka onkin kiiltäväksi viimeistely, voidaan erheellisesti luulla, että ero johtuu uramuodosta, vaikka kyse oikeasti onkin teroituksen viimeistelystä. Toisaalta paras ura tai teroitus on se, joka pelaajasta subjektiivisesti tuntuu parhaalta, olkoonkin, että kyseessä voi olla plasebo-ilmiö. Tärkeää myös on, että tähän omaan optimiin on päädytty kokeilemalla eri vaihtoehtoja. (Luistintohtori 2019.)

2.3.3 Luistimen profilointi

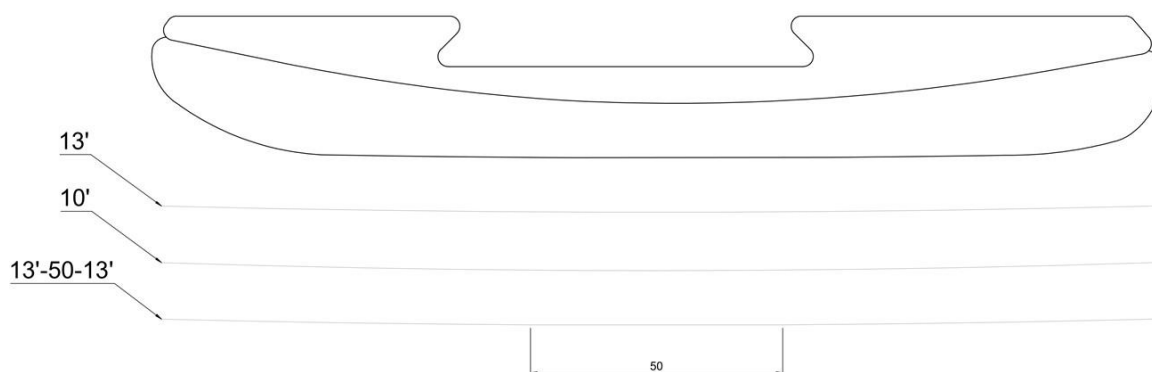
Luistimen profiloinnilla tarkoitetaan terän muotoilua leveysuunnassa. Tämä muotoilu muuttaa terän jäähän osuvaa aluetta, joko pienentämällä tai suurentamalla sitä. Teräkontaktin lisääminen lisää nopeutta ja vakautta vastavuoroisesti teräkontaktin vähentäminen helpottaa kääntymistä ja lisää ketteryyttä. (No-Icing Sports 2021.) Näillä muutoksilla saadaan muutettua luistimen ominaisuuksia pitoon, liukuun, tasapainoon sekä henkilökohtaisiin mieltymyksiin. Tietyn ominaisuuden lisääminen heikentää muita ominaisuuksia, joten kyseessä on kompromissi ominaisuuksien välillä.

Profilointeja on olemassa käytännössä rajaton määrä, ja sen voi tehdä jokaisen omien mieltymysten mukaisesti. Sädeprofiili, monisäde ja sädeliukupinta ovat kuitenkin vallitsevat, ja yleisimmin käytetyt valmiit profiilit. Sädeprofiilimallissa koko terä muotoillaan yhden sädemitan mukaan. Sädeliukupinnassa terä muotoillaan kahden sädemitan, sekä näiden kahden säteen väliin tulevan tasaisen alueen eli liukupinnan mukaan. Monisäde profiilissa terässä on useampi erisäde vaikutusalueiden mukaan. Profiilien säteen mittana käytetään jalkamittaa ja liukupinnalle millimetrimittaa.



Kuva 4 Kuvassa luistimen terän vaikutusalueet.

Kuvassa 3 on esitetty luistimen terän neljä toiminnallista vaikutusaluetta, joiden pituuden sekä pyöristyksen muutoksilla saadaan luistimen käyttäytymistä muutettua luistelijan mieltymysten ja tarpeiden mukaiseksi. Monisädeprofiloinnissa terän jokaiselle vaikutusalueelle tehdään eri pyöristys.



Kuva 5 Esimerkkejä luistimen terän profilointi malleista.

Kuvassa 4 on esitetty sädeprofilointi 13' ja 10' säteellä, sekä sädeliukupinta profiili 13' säteellä yhdistettynä 50 mm liukupintaan.

Profilointi automaattiluistimenteroituskoneella tapahtuu profiilirautojen avulla. Automaattiluistimenteroituskone seuraa profiiliraudan muotoa ja säättää hiomalaikan korkeutta profiiliraudan muodon mukaisesti. Tällä menetelmällä profiiliraudan muoto siirtyy luistimen terään.

3 Päiväkirja

3.1 Ensimmäinen viikko

14.9.2020 maanantai

Jatkoin automaattiteroituskoneen suunnittelua koneen alle tulevasta tarvikelaatikosta, johon on tarkoitus saada pari varahiomalaikkaa, työkalut laikanvaihtoon sekä profiilirautoja. Haasteita laatikon suunnittelulle oli muutama. Ensimmäinen vaihe oli itse laatikko. löytykö hyviä edullisia valmiita vai valmistetaanko sopiva kantatusta levystä. Aloitin tutkimalla valmiiden laatikoiden tarjontaa, ja sitä onko ylipäättäen olemassa valmiita laatikko kokonaisuuksia. Työkaluvaunuissa on käytössä sopivan tyyppisiä laatikoita, ja niitä on saatavilla irrallisina. Työkaluvaunun laatikko olisi sopinut koneen yleisilmeeseen erinomaisesti, mutta koneen kapeuden ja valmiiden laatikoiden korkean hinnan takia hylkäsin valmiin laatikon käytön.

Siirryin suunnittelussa itse tehtyyn levystä kantattuun laatikkoon, jonka suunnitteluun otin mallia työkaluvaunujen vetolaatikoista. Haaste omatekemässä laatikossa oli laatikon kiinnitys koneen pohjaan niin, että laatikko liukuu sisään ja ulos kohtuu herkästi. Valmis laakeroitu liukukisko olisi ratkaisu liukumis- ongelmaan, joten aloin etsiä sopivaa laakeroitua liukukiskoa. Liukukiskojen ongelmaksi osoittautui niiden rakenteellinen pituus ja ulottuma. Liian pitkä kisko olisi työntynyt jo pienimmillään ulos koneen kapean rakenteen alta, ja sopivan lyhyt kisko jäi ulottumaltaan pieneksi. Liukukiskoissa oli myös ongelmana niiden kiinnitys koneen pohjaan, koska liukukisko olisi vaatinut oman asennuslevyensä koneen pohjaan. Näiden ongelmien takia päätin siirtyä yksinkertaisempaan laakeroimattomaan levykannattimeen, mikä tarkoitti L-kirjaimen muotoista rautaa hitsattuna koneen pohjaan.

Tämä levykannatin on käytännössä liukukiskon vaatima asennuslevy, mikä ajaa saman käyttötarkoituksen, mutta on paljon yksinkertaisempi, edullisempi ja sopivan väljänä rakenteena saadaan laatikosta kohtuullisen herkästi liukuva. Yksinkertaisessa levykannattimessa Laatikon stopparista tuli uusi ongelma. Stoppari estää, ettei laatikko pääse vahingossa luiskahtamaan täysin ulos, mutta on kuitenkin tarvittaessa irrotettavissa kohtuu helposti.

Tähän ongelmaan aloitin ratkaisun etsimisen rajoitinruuvista, joka kulkee levykannattimen urassa. Tämä ratkaisu toimisi täydellisesti oikeassa käytössä, mutta pienikin laatikon epätasainen veto voi aiheuttaa laatikon kiilautumisen ruuvien takia. Rajoitinruuveja ei pysty kiistäämään niin, ettei se vaikuttaisi laatikon jokseenkin herkkään liukumiseen. Toisena ratkaisuna kokeilin ns. kynttä, joka rajoittaisi laatikon ulos työntymistä. Kynsi olisi taivutettu

laatikon sivusta kulkemaan kannattimen hahlossa. Kynsiratkaisussa oli heikkoutena rakenteen rajoittama pieni koko, ja siitä johtuvat epäilykset kynnen kestävydestä. Jätin stopparin suunnittelun kesken, ja siirryin suunnittelemaan laatikon sisältöä.

15.9.2020 tiistai

Aloitin laatikon sisällön suunnittelun sovittamalla profiilirautaa laatikon sisälle. Ensimmäisenä oli ratkaistava profiiliraudoille teline ratkaisu, jossa profiiliraudat pysyvät järjestyksessä ja helposti otettavissa. Ensimmäinen idea oli U:n muotoinen teline, joka on valmistettu laser leikatusta levystä, ja joka on taivuttamalla saatu U:n muotoon. Laserleikattuun levyyn saa helposti toteutettua kampamaisen ratkaisun, johon jokaiselle profiiliraudalle on oma väli.

Varahiomalaikkojen sijoittaminen laatikkoon aiheutti ongelmia laatikon matalan rakenteen takia. Hiomalaikoille löytyi paikka laatikon pohjalta, jolloin profiiliraudat tulevat laikkojen päälle. Tähän ratkaisuun päädyin, koska oletin profiilirautoja käsiteltävän enemmän kuin hiomalaikkoja, jolloin niiden on oltava paremmin otettavissa. Tässä päällekkäin ratkaisussa haittaa aiheuttaa profiilirautojen korkeus, mikä on enemmän, kuin laatikon korkeus on. Tähän ratkaisuksi sopi kampojen kulman kallistaminen, ja 60 astetta osoittautui riittäväksi kallistukseksi.

Tästä alkoi syväallinen pohdintani laatikon tämänhetkisen mallin toiminnasta. Suurin huoleni koski varahiomalaikkojen käyttöön ottamista, koska tämänhetkisessä laatikkomallissa kaikki kymmenen profiilirautaa on otettava pois laikkojen päältä, jotta laikat on mahdollista ottaa pois. ja Lisäksi taaimmaisat profiiliraudat on koneen rakenteen takia todella vaikea ottaa ulos. Ratkaisuksi kokeilin tehdä profiiliraudoille telineen, jonka pois ottamalla kaikki kymmenen nousevat samalla. Telineen voi nostaa pöydälle, jolloin raudoista on helpompi löytää oikea profiili.

Tästä pois otettavan profiilirautatelineen ideasta aloin pohtimaan koneen alla kiinteästi olevan avolaatikon mallin vaihtamista kannelliseen, kokonaan koneen alta pois otettavaan laatikkoon. Tällä kokonaan pois otettavalla Irtonainen laatikko ratkaisi monta ongelmaa: vetolaatikon stopparia ei tarvita, profiiliraudat on helpompi ottaa ja varahiomalaikat saa sijoitettua laatikon kanteen. profiiliraudat saa paremmin otettaviksi sekä varahiomalaikat saa sijoitettua laatikon kanteen. Tästä lähti käyntiin kansirakenteen ja kannen saranoinnin suunnittelu. Aloin etsimään sopivaa saranointiratkaisua tavarantoimittaja Ganter Normin sivuilta. Sivulla oli toimintahäiriö, ja huomasin etsintäni tarpeettomaksi, koska saranoinnin voi hoitaa yksinkertaisemmin ja halvemmin ruuvilla ja reiällä.

16.9.2020 keskiviikko

Olin kotona koronan takia lapsia vahtimassa, mutta hahmottelin saranoinnin sijaintia laatikokorakenteessa, sekä suunnittelin varahiomaikkojen kiinnitystä laatikoston kanteen. Käytössäni oli SolidWorksin opiskelijalisenssi, joten oikeaa mallia en voinut muokata, mutta tein suunnilleen vastaavanlaisen laatikon. Pystyin kokeilemaan saranan geometriaa sekä varmistamaan, että kansi aukeaa kuten halusin. Aluksi kokeilin saranan sijaintia suoraan laatikon kylkeen, niin ettei laatikkoon tule ns. ulkonemia saranan takia, mutta tällä ratkaisulla laatikon sai aukeamaan vain noin 90 astetta, ja tavoitteena oli 180 asteen aukeneminen. Kokeilin saranan siirtämistä laatikon takaosaan niin, että sarana sijaitsee ulkonemassa. Tämä tuo laatikkoon hieman tappiollista pintaa, mutta mahdollistaa laatikon aukeamisen 180 astetta.

Saranaratkaisu oli toistaiseksi toimiva, joten siirryin suunnittelemaan varahiomaikkojen kiinnitystä laatikon kanteen. Kiinnitykseen otin idean DVD-kotelosta: DVD-kotelossa kynnet pitävät levyä kiinni ja kuitenkin levyn saa helposti irti. Tätä sovelsin suunnitelmassani, ja yleinen toimistossa käyty keskustelu aiheesta sekä siitä, että kyseinen osa voisi olla 3D-tulostettu tekisi suunnitelmasta mahdollisen. Tästä tein alustavan mallin, ja jäin miettimään hiomaikkoa kiinnipitävien kynsien määrää, mallia sekä muotoa.

17.9.2020 torstai

Jatkoin työpaikalla saranan sijainnin suunnittelua oikeaa tarvikelaatikonmallia tutkimalla. Kyljen kanttaukset oli tehty niin, että kylkilinjasta tuli tasainen. Jotta kotona tekemäni suunnitelma toimisi oli kanttauksia vaihdettava. Halusin vielä kokeilla saranan sijaintia mielekkäämpään paikkaan eilisten geometriakokeiluiden mukaisesti muuttamatta kuitenkaan kanttauksia ja sileää kylkilinjaa. Toiveena oli saada laatikosta tasainen, ilman saranan tuomia ulkonemia, sileämpi ulkoasu esti laatikkoa avautumasta 180 astetta, jonka katson olevan ehdoton laikkojen käsittelyn takia. Jos kansi avautuu vain 90 astetta, koko laatikko kaatuu laikkoja käsiteltäessä.

Saranan lopullisen paikan kanssa en keksinyt muuta mahdollisuutta kuin muuttaa kanttauksia niin, että sain saranalle ulkoneman laatikon kyljen taivutuksesta. Ulkonemasta oli hakeamista sen suhteen, että sarana tuli saada mahdollisimman lähelle laatikon runkoa, jotta saranan aiheuttama ulkonema olisi mahdollisimman pieni. Tässä haasteeksi muodostui laatikon ja kannen kiinnitys piste. Kiinnitykseen olin ajatellut M5 kuusiokoloruuvia, mutta M5 ruuvien kanta oli 1,5 mm isompi kuin vastaavan M4 ruuvien, joten muutin ruuvien M4 mikä antoi mahdollisuuden tehdä sarana rakenteesta vielä vähän pienemmän. Ruuvien kanssa

menettää sileän kylkilinjan ja siitä aiheutuu ongelmia laatikon asennukseen koneen alle. Ruuvi on laatikon rakenteen uloin kohta ja sivuttaispinta-alaltaan varsin pieni, mikä aiheuttaa ongelmia laatikon sivusuuntaisen liikkeen kanssa.

Jätin ruuvien tuoman ongelmaan ratkaisun etsimisen toistaiseksi, ja aloin pohtia laatikon korkeuden tuomaa ongelmaa. Kannellisen laatikon mallissa laatikon täytyy olla korkeampi, kuin ensimmäisessä ratkaisussa, jossa varahiomalaikat olivat profiilirautojen alapuolella. Erona on profiilirautojen kampamainen säilytysteline, josta syntyy ylimääräistä tilaa juuri profiilirautojen alle ja nyt tilaa tarvitaan profiilirautojen yläpuolelle. Profiilirautatelineen asennus-asennolla voisi muuttaa tappiollisen pinnan täyttöä kääntämällä nykyisen suunnitelman asentoa 180 astetta, jolloin profiiliraudan kaarevamuoto olisi alapuolella. Tällä muutoksella saadaan laatikon rakenteesta hieman matalampi, ja profiilirautojen tyyppinumeroinnit näkyvät suoraan profiiliraudasta. Ratkaisu aiheuttaisi kuitenkin muutoksia profiilirautojen säilyttämiseen telineessä. Nykyisessä säilytysratkaisussa profiilirautojen kiinnityskohtia, joilla ne kiinnitetään teroituskoneeseen, hyödynnetään estämään profiilirautoja liikkumasta sivusuunnassa. Asennusasennon muutos vaikutti toistaiseksi huonolta ratkaisulta. Laatikkoa on helpompi kasvattaa korkeussuunnassa, ja koko konetta on helpompi korottaa laatikon korotuksen verran koneen jalkoina toimivista kumitassuista kuin etsiä ratkaisua profiilirautojen sivuttaisliikkeelle kuljetustilanteessa.

18.9.2020 perjantai

Jatkoin tarvikelatikon suunnittelua ja pohdin laatikolle tyylikkäämpää ulkoasua ilman että se vaikuttaisi kustannuksiin. Samalla pohdin profiilirautojen poisottamista sekä tyyppinumeroinnin näkymistä. Kun pyörittelin laatikon mallia, huomasin korkeudessa nipistämisen aiheuttaneen profiiliraudoille ehkä liian suuren säilytyskulman (65°). Tämä aiheuttaa ongelmia telineessä ensimmäisenä olevan profiiliraudan kanssa, koska profiiliraudat ovat niin matalassa kulmassa, että laatikon etureuna on todella lähellä. Tähän ratkaisuksi ajattelin laatikon ja kannen sivuprofiilin muuttamista kolmiomaiseksi, jolloin etureuna madaltuisi. Kannen etureunan taivutus aiheuttaa kuitenkin ongelmia taivutusjärjestyksen kanssa, eli olisiko laatikko helposti taivutettavissa suunnitelman mukaisesti

Viikkoanalyysi

Ensimmäinen viikko meni osittain lomilta paluun jälkeiseen rutiinin etsimiseen. Päiväkirjan kirjoittamisen kanssa on hakemista, sen suhteen milloin kirjoitan, ja kuinka yksityiskohtaisesti selvitän työn edistymistä.

Koneen suunnittelussa etenin tarvikelaatikon kanssa ja sain tarvikelaatikon perusrakenteen suunniteltua. Mietin laatikon sijoittelua automaatti teroituskoneessa.

3.2 Toinen viikko

21.9.2020 maanantai

Päivän suunnittelu alkoi laatikon rakenteen pohdinnalla ja mallin pyörittämisellä. Mallia pyörittäessä tein havainnon laatikon kannen etureunan nurkkien taivutuksista, jotka olivat pielessä, koska kansi osui laatikon pohjannurkkataivutuksen niittiin. Tämä ongelma korjaantui kannen syvyyttä madaltamalla, jolloin kannen taivutus ei enää yltänyt niittiin. Kannen taivutuksen olisi voinut siirtää sisäpuolelta ulos, mutta tämä ratkaisu olisi ollut esteettisesti huono, joten tästä syystä päädyin madaltamaan kannen syvyyttä.

Laatikon perusrakenne on nyt hyvä, mutta perusongelmat vaivaavat edelleen: laatikon korkeus niin, että se mahtuisi koneen alle sekä kaikkien tarvikkeiden mahtuminen sisään. Tarvikkeista varahiomalaikkojen mahduttaminen on ongelma. Varalaikkojen sijoittaminen kanteen vaikuttaa parhaimmalle idealle, mutta se vaatii hyvän kiinnitysratkaisun. Laikkojen poistamista kokonaan laatikosta pohdittiin ja niiden säilyttämistä muualla, jolloin säilyttäminen jäisi koneen käyttäjän ongelmaksi. Säilyttämistä pohtiessa esiin tuli laikkojen eri pyöritykset, ja niiden vaihtelu. Laikkoihin tehdään pyöritys hiomalla laikkaa koneessa olevalla timantilla. Tämä toimenpide luonnollisesti kuluttaa hiomalaikkaa, ja jos pyörityksiä pitää muuttaa ääripäiden välillä kuluu laikka tarpeettomasti. Jos koneen mukana kulkee varalaikkoja mukana, voidaan niissä pitää mahdollisesti eri pyörityksiä, jolloin laikan ylimääräinen kuluttaminen vähenee.

Tällä suunnitelmalla koneen mukana kulkee neljä laikkaa, joista yksi on kiinni koneessa, ja kolme tarvikelaatikossa. Koneessa on taulukko, jossa on asteikko viidelle eri pyöritykselle. Jos halutaan jokaiselle taulukon arvolle oma laikka, syntyy tarve saada mahdutettua neljäs varahiomalaikka tarvikelaatikkoon. Kannen vapaan kohdan olin ajatellut käyttää laikan vaihtoon tarvittaville työkaluille. Näitä ovat kuusiokoloavain, jolla irrotetaan kelkka hiomalaikanvaihdon tieltä, kiintoavain hiomalaikan akselin kiinnipitämiseen sekä kiintoavain hiomalaikan varsinaisen kiinnitysmutterin irrottamiseen. Aloin suunnitella työkaluille uutta sijoituspaikkaa profiilirautojen vierestä, jotta neljäskin varahiomalaikka mahtuisi kanteen. Tätä kirjoittaessa aloin pohtimaan hiomalaikan varsinaisen kiinnitysmutterin irrotusta, ja siihen

tarvittavaa työkalua, eli olisiko tarve myös tälle työkalulle. Näin ollen minun täytyy mahduttaa toinenkin kiintoavain.

Seuraavaksi aloin suunnitella varahiomalaikkojen kiinnitystä tarvikelaatikon kanteen hahmottelemalla erilaisia ratkaisuja paperille. Ensimmäisenä ideana suunnittelin kiinnitysratkaisua metallilevystä taivuttamalla. Tällä tavoittelin myös kustannussäästöä. En kuitenkaan saanut tuotettua sopivan matalaa kiinnitysratkaisua. Kiinnitysosan valmistuksen ainoana ratkaisuna vaikutti olevan 3D-tulostaminen, koska se mahdollistaa matalan rakenteen, mikä on ollut koko tarvikelaatikon suunnittelun ajan rajoittava tekijä. Ensimmäinen 3D-tulostettu ratkaisu oli kynsimallinen kiinnitys, eli samantyyppinen kuin on käytössä esimerkiksi cd-koteloissa. Ratkaisussa pohditutti kiinnityskynsien kuluminen niin, etteivät ne enää pidä hiomalaikkoja kiinni. Sen lisäksi rakenteen korkeus tuli vastaan.

22.9.2020 tiistai

Eilisen pohdinnan tuloksena aloin hahmotella paperille eri malleja ja aamulla toimistolla pohdittiin porukalla kiinnitysratkaisuja, mikä johti kierrettävään 3D-tulostettuun ratkaisuun. Kierrettävässä ratkaisussa etuna on rakenteen mataluus ja se, että rakenne pysyy suhteellisen vahvana. Kiinnitysosa olisi kaksiosainen, jonka alaosa olisi kannessa kiinni ja se olisi juuri laikan sisähalkaisijan (38 mm) kokoinen sekä korkuinen (6 mm).

Kiinnitysosan kanssa tuli ongelmia mallintamisosaamisen kanssa, koska 3D-tulostus antaa mahdollisuudet erikoisiin rakenteisiin. Kiinnitysosan mallintaminen tuotti hieman ongelmia ja jouduin kokeilemaan, miten saan osan mallinnettua käsipiirroksen mukaiseksi. Suunnittelin ensin alaosan perusrakenteen ja sitten sille vastakappaleen eli yläosan, joka oli peilikuvakopio alaosasta. Molempien kappaleiden perusrakenteiden ollessa valmiita aloin sovittaa osia vastakkain. Havaitsin, että lukituspintojen on syytä olla kiilamaiset, jolla saavutettaisiin kappaleille helppo kiristyminen. Kiilamaisen muodon mallintaminen kaarevaan pintaan tuotti myös hieman miettimistä. Kiilojen kulman kanssa oli hakemista, ja en vielä saanut niitä sopimaan kuten halusin.

Asian todentaminen oli kohtuu hankalaa, ja kiinnikkeiden rakenne ei ihan täysin vielä ole lopullinen.

Kun tutkin pääkokoanmallia varahiomalaikkojen kiinnityksen osalta havahtuin kiinnikkeeseen, jonka olin suunnitellut ruuvi kiinnityksellä läpipultilla kannesta. Tämä läpivuuviusuunnitelma ei tosiaankaan toimi korkeuden takia ja ihmettelin itsekkin, miten olin noin edes suunnitellut. Teroituskoneen pohja on epätasainen siten, että teroituskoneen etureunassa pohja on ylempänä ja takareunassa alempana. Tätä pohjan ominaisuutta voisi hyödyntää, jolloin

vara hiomalaikkojen kiinnityksen ruuvit eivät häiritse tarvikelaatikon teroituskoneen alle mahtumista, mutta varalaikkojen koko toisi laatikkoa ulospäin koneen etulinjasta. Laatikkoa ei voi tuoda ulos etulinjasta ilman, että se aiheuttaisi ongelmia. Nyt ongelmana on hiomalaikan varren vastapaino. Mikäli tarvikelaatikko on liian ulkona, osuu se yhteen hiomalaikan vastapainon kanssa tilanteessa, jossa koneessa ei ole profiilirautaa kiinni. Ainut tämänkaltaisen tilanteen, milloin koneessa ei ole profiilirautaa on hiomalaikan vaihto ja voidaan olettaa, että hiomalaikkaa vaihdettaessa myös kyseinen tarvikelaatikko on pois koneen alta. Joten ratkaisu, jossa laatikko tulee ulommas voisi toimia, mutta ajatuksen tasolla on tuollainen rajoittava tekijä varsin ikävä.

Tarvikelaatikkoa pääkokoonpanossa liikuttaessani havaitsin yhden jo kuopatun suunnitelman tarvikelaatikon kannatinrautojen suhteen. Näiden rautojen päätystopparit, jotka estävät tarvikelaatikon liiallisen liikkumisen taakse ovat muuttuneet suunnittelun edetessä tarpeettomiksi, joten ne oli aika poistaa, ja samalla sain ajatuksen koneen takatilan hyödyntämisestä. Teroituskoneen takaosassa on kääntyvä näyttö, joka kasvattaa koneen syvyyttä 44 mm. Tämän takatilan hyödyntämistä suunnittelin mutta se on ikävästi koneen takana, ja varsinaisesti syvyys ei ole ollut ongelmana suunnittelussa.

23.9.2020 keskiviikko

Tänään työpäivä alkoi raporttipohjan tekemisellä, jota käytetään automaattiteroituskoneen kasauksen kirjaamiseen. Tähän raporttipohjaan kirjataan eri kokoamisvaiheiden työajat sekä huomiot kasauksesta. Pohjan suunnittelussa otin mallia vanhasta raporttipohjasta, johon oli kirjattu edellisen prototyypin huomiot ja korjausehdotukset. Uudessa raporttipohjassa korjasin vanhan pohjan kömpelyyksiä ja selkeytin pohjan rakennetta.

Tämän päivän toisena työnä tarkoitus oli tulostaa kuvia automaattiteroituskoneen rungosta paperiversioksi. Kuvien tulostamisessa koin useita vastoinkäymisiä. Ensimmäiseksi minulta puuttui pääsy kansioon, jossa sijaitsi jo printatut PDF-muotoiset kuvat automaattiteroituskoneesta. Tähän pääsyongelmaan luonnollisena ratkaisuna oli printata kuvat uudelleen CustomWorksin Print-työkalulla, mutta ei toiminut sekään. Ratkaisuna oli muuntaa kuvat PDF muotoon käsityönä jokainen tarvittava kuva erikseen, ja tähän meni aikaa. Sain tallennettua kuvat PDF muotoon ja yritin tulostaa niitä paperille, mutta ei tulostinkaan toiminut, joten työkaveri joutui tulostamaan nämä kuvat.

Koko päivän työsuorituksia varjosti tietokoneongelmat, joten työn edistyminen oli hyvin vähäistä.

24.9.2020 torstai

Tänään kasasimme automaattiteroituskoneen prototyyppiä. Tarkoituksena oli kirjata mahdolliset korjaukset sekä katsoa kasaamiseen kuluva aikaa. Ensin järjestelimme osat, ja etsimme niistä koneen yhteen hitsattavat runkolevyt. Kun yhdistimme runkolevyjä, teimme ikävän huomion, että koneen etulevy oli kantattu väärin. Tämä väärin kantattu levy aiheutti koneen pohjaan 3 mm raon, josta seuraa se, että koneesta tuleva hiontapöly ei jää koneen koteloon vaan valuu sieltä ulos. Kasasimme kuitenkin koneen perusrunkorakenteen, mutta se osoittautui kieroksi eli roskistavaraksi. Koneetta ei kannattanut tähän susirunkoon enempää kasasta, mutta tarkistimme muidenkin kanttausten mitat. Ikävänä havaintona oli, että suuressa osassa kanttausosista oli mitat pielessä, joten koneen kokoaminen ei onnistu alkuunkaan.

Vaikka koneetta ei ollut järkeä kasata niin paljon, kun oli tarkoitus. Koneesta pystyi kuitenkin tekemään korjaushuomioita ja testaamaan osaa koneen perusrungosta riippumattomien rakenteiden ja ratkaisujen toimivuudesta.

Ensimmäinen huomio koski rungon hitsauskuvaa, jossa oli vain yleishitsausmerkki, joka mahdollisti koneen rungon hitsaamisen mistä vain. Hitsari kuitenkin muisti, että edellisen rungon kanssa oli ongelmia hitsaussauman kanssa, mikä jäi koneetta kasatessa muiden rakenteiden tielle. Eli huomiona merkittiin hitsausmerkit kohtiin, joissa sauma ei haittaa koneen kasaamista estämällä osien yhteen sopimista. Tällöin vältetään sauman tarpeettomalta hiomiselta.

Toinen huomio koski koneen runkolevyjen hitsausnastoja, joita tarvitaan lisää. Kolmas huomio koski koneen rungon jalkataivutuksia, jotka olin suunnitellut liian lyhyiksi. Ongelma syntyi siitä, ettei taivutuskohtia pysty maalaamaan sisäpuolelta.

Neljäntenä näyttötelineen ongelmat. Näyttöteline on taittuva ja ongelmia oli näyttötelineen taittomekanismeissa sekä rungon ja näyttötelineen välisessä sähköjohtojen läpiviennissä. Taittomekanismin ongelma oli takerteleva liike näyttöä kääntäessä, joka johtui nivelpisteen puuttuvasta liukumuovista sekä nivelpisteen väljästä rakenteesta. Johtojen läpiviennin ongelma oli muovinen osa, joka on läpivientinä tai vedonpoistoholkkina tunnettu osa, mikä osoittautui huonoksi ratkaisuksi pituuden ja turhan monimutkaisuuden takia.

Läpivienti ja nivelpiste korvataan putkella ja putken päähän hitsatulla levylaipalla. Tämä rakenne on yksinkertainen ja toimii nivelpisteenä sekä läpivientinä.

25.9.2020 perjantai

Tänään korjasin eilen havaittuja ongelmia. Aloitin korjaamisen runkolevyistä ja niiden rakenne muutoksista. Ensin muutin taaemman runkolevyn alataivutuksen suunnan alaspäin, jolla saa lisää tilaa koneen sähkökomponenteille, jotka sijaitsevat koneen takaosassa. Tämä taaemman runkolevyn taivutus on rajoittanut tilaa merkittävästi, ja tekee sähkökomponenttien asentamisesta haasteellista tiukan tarkkuuden takia. Toinen etu alaspäin kääntäessä taivutuksessa oli tarvikelaatikon pysäytys, jotta se ei pääse liukumaan liian taakse. Toisena poistin osia runkolevyistä, jotka aiheuttivat ongelmia runkolevyjä taivuttaessa pienen kokonsa takia. Kolmantena lisäsin hitsausnastoja muuttuneiden taivutusten vaatimiin kohtiin, sekä muutamaa kohtaan, jotka oli havaittu runkoa hitsattaessa. havaittuun kohtaan, joissa esiintyi tarve hitsausnastoille.

Toinen merkittävä muutoskohde oli näyttöteline. Tähän merkittävin korjaus oli läpivientirakenteen muuttaminen keskeltä nivelöityyn ratkaisuun. Tätä varten piti tehdä kokonaan uusi hitsausosa, joka suorittaa läpiviennin sekä kääntönivelen tehtäviä. Käytännössä tämä vaati vain putken lisäämistä jo olemassa olevaan rakenteeseen sekä reikien mittojen muutoksia. Lisäksi läpivienti vaati liukupintamuovin lisäämisen näyttötelineen kiinnityslevyrakenteen toisellekin puolelle. näyttötelineen kiinnityslevyä. Seuraavaksi muutin näyttötelineen runkolevyä poistamalla yläreunasta koriste nurkkapalojen alta ylimääräistä peltiä pois. Nämä peltinurkat haittasivat koristekulmapalojen istuvuutta ja niiden poistaminen antoi lisää asennusvaraa nurkkapaloille. Näiden muutosten tekemiseen käytin koko päivän.

Viikkoanalyysi

Tällä viikolla sain vietyä tarvikelaatikon suunnittelua eteenpäin. Tarvikelaatikon perusidea on hyvä sekä varahiomalaikkojen säilytys ja kiinnitys. Tein prototyypin kasaukselle raporttipohjan. Prototyypin kasauksessa saimme rungon hitsattua ja siitä huomiot kirjattua. Korjasin osan huomiosta automaatti teroituskoneen 3D-malliin.

Oman tekemisen havaintoina päiväkirjan kirjoittamiseen alkaa löytyä jonkinlainen rutiini ja toistaiseksi tekemisen ainoana omaan osaamiseen liittyvänä haasteena on ollut SolidWorks:n käyttöön liittyen 3D-tulostettavan osan piirtäminen.

3.3 Kolmas viikko

29.9.2020 tiistai

Toimiston muutto, eli tänään suunnittelutyö ei edennyt.

30.9.2020 keskiviikko

Tänään aloitin päivän tarvikelaatikon muutoksilla, jotka pohjautuvat 24.9 tehtyihin havaintoihin. Pääasiat tarvikelaatikon muutoksissa oli laatikon leventäminen niin, että laatikon kannattimina toimii koneen jalkojen taivutukset. Ja koska koneen jalkojen taivutuksia piti korottaa maalaamisen mahdollistamiseksi, antoi tämä korotus lisää korkeus suuntaista tilaa tarvikelaatikon ja tarvikelaatikon korkeus on oikeastaan ollut koko tarvikelaatikon tähänastisen suunnittelun suurin haaste. Olen pystynyt aika lailla ratkaisemaan kaikki rajoitetun korkeuden tuomat haasteet ja nyt viimeisenä laatikon korottaminen mahdollistaa varahioma-aiikkojen kiinnitysmekanismin materiaalivahvuuden lisäämisen, mutta vielä en ala kiinnitysmekanismin muutoksiin.

Tarvikelaatikon rakenteesta löytyi vika, eli kannessa olevat varahioma-aiikat osuivat laatikon takaseinään. Tähän ratkaisuksi oli leikata takaseinän yläreunaan sopiva lovi, jolloin aiikat mahtuvat kääntymään ohi, mutta laatikon rakenne ei juurikaan heikkene.

Seuraavaksi pohdin tarvikelaatikon saranan tappiratkaisua, johon on pohdittu ruuvia tai vaihtoehtoisesti pop-niittiä. Molemmissa on hyvät ja huonot puolet. Pop-niitti voi mennä liian tiukkaan, mikä tekee laatikon aukeamisesta tahmaista. Ruuvi levittää rakennetta sekä on työläs kiinnittää läpiruuvina. Ratkaisuksi suunnittelin niittimutteria, jolloin ruuvi on huomattavasti helpompi asentaa, sekä kannen kireyttä voidaan säätää. Niittimutteri aiheutti tarpeen tehdä rakennetta vahvistavia muutoksia laatikon saranaan, koska niittimutteri on halkaisijaltaan noin 2 mm siinä käytettävää ruuvia suurempi. Tässäkin ratkaisussa on konetta levittävä ominaisuus, mutta sitä voi hyödyntää tarvikelaatikon kiinnityksessä.

Seuraavaksi pohdin tarvikelaatikon sijoittelua koneen alle, eli kuinka tarvikelaatikko saadaan pysymään koneen alla. Tässä ajattelin hyödyntää tarvikelaatikon saranan pultin kantoja, mutta se vaatisi tarvikelaatikon sijoittamisen koneen alle ikään kuin väärinpäin, jolloin saranapultit jäisivät koneen etu reunanpuolelle. Eniten pohdin laatikon käytettävyyttä, onko aivan typerää sijoittaa tarvikelaatikko koneen alle väärinpäin vain helpon kiinnityksen takia ja josta seuraa koneen käyttäjällä tarvikelaatikon turhaa pyörittelyä.

Kysyin tästä muiden mielipidettä ja lopputulemana totesimme, että oikeastaan laatikon avaaminen onnistuu myös ns. väärinpäin, mikäli laatikon suunnittelee kohti aukeavaksi. Aloin toteuttamaan visiota tekemällä koneen päätyrunkolevyyn hahloa, jossa saranaruuvien kanta kulkee. Tämä saranaruuvien kanta pitää tarvikelaatikon koneen alla ilman mitään erillistä lukkolaitetta. Tämän hahlon piirtäminen osoittautui paljon työläämmäksi, kuin olin kuvitellut ja rungon päätylevyjen leikkauksissa oli eroja mitoituksissa, vaikka niiden piti olla

suorat kopiot. Tarvikelaatikon leveyttä piti hieman kasvattaa jo edellisestä levityksestä, jotta sain pultinkannat yltymään rungon päätylevyihin. Näistä ongelmista huolimatta sain hahlot tehtyä ja ainakin 3D-mallissa suunnitelma toimii hyvin.

2.10.2020 perjantai

Tarvikelaatikon suunnittelu jatkui laatikon kylkien korotuksella, jotka estävät kansiosan painumista liian alas. Aiemmissa suunnitelmissa kylkilinja oli vino siitä syystä, että profiiliraudat on helpompi ottaa laatikosta, jos niiden päät ovat kyljen yläpuolella. Tämä oli aiemman kaapeamman suunnitelman kanssa ja tämän kanssa oli ongelma kannen liiallinen painuminen, josta seuraisi laatikon sisällä olevien tarvikkeiden osuminen toisiinsa, mikä taas voi aiheuttaa niihin vaurioita. Nykyisessä suunnitelmassa tarvikelaatikkoon on levitetty, jotta se yltyisi koneen jalkoihin ja tämä levitys mahdollistaa myös sen, että tarvikelaatikon kylkien ei tarvitse olla enää viistot.

Viikkoanalyysi

Tätä viikkoa varjosti koronan aiheuttama tarve olla kotona ja toimiston muutto uusiin tiloihin. Suunnittelu eteni prototyypin kasauksessa tehtyjen havaintojen korjauksilla liittyen tarvikelaatikkoon. Aika paljon asioita pitää ottaa huomioon tarvikelaatikossa: että kaikki mahtuvat sinne ja ovat helposti otettavissa, että niillä on varaosat helposti saavutettavissa, että ne eivät vahingoitu ja että koko laatikon esille ottamiseen ei kulu turhaa pyörittelyä. Haluat laatikon olevan myös siistin näköisen. Yksi muutos näyttää aina johtavan muihin muutoksiin.

3.4 Neljäs viikko

6.10.2020 tiistai

Tänään tarkastin automaattiteroituskoneen mallia 24.9 tehdyn havaintolistan mukaan, olinko tehnyt kaikki korjaukset. Huomasin yhden tekemättömän korjauksen, joka liittyi luis-timen kiinnitysrautojen vipujen reikien piirustusmerkintöihin. Piirustusmerkinnät piti muuttaa osassa siten, että reiät on laserilla leikattu pienemmiksi ja kalvainterällä suurennetaan haluttuun mittaan.

Toiseksi tarkastin koneeseen tehdyt muutokset läpi, ja oliko mahdollisia, jotka eivät vielä toimi. Tässä tarkastuksessa löysin merkittävän virheen tarvikelaatikon toiminnassa, jossa kahden keskimmäisen laikan kiinnitysmekanismi osui profiilirautoihin, profiilirautojen kaarevan muodon takia. Tähän ratkaisuna oli korottaa konetta, ja tämä korotus aiheutti ns. lumipalloefektin eli korjausten vyöryn. Korjauksia joutui tekemään koneen päätylevyihin sekä tarvikelaatikon pohjaan ja kanteen. Näiden korjausten tekemiseen käytin tämän päivän.

7.10.2020 keskiviikko

Tänään paneuduin osittain opinnäytetyön kirjoittamiseen, koska tällä hetkellä varsinaista suunnittelua automaattiteroituskoneen malliin ei ollut. Suunnittelutyötä vein kuitenkin eteenpäin aloittamalla myyntilaatikon sekä lisävarusteeksi tarkoitettua kuljetuslaatikon suunnittelun.

Pienemmälle manuaaliteroituskoneelle on olemassa 3D-mallit pahvisesta myyntilaatikosta sekä vanerisesta kuljetuslaatikosta PDM:ssä. Hain kyseisten laatikoiden 3D-mallit PDM:stä ja kopioin molemmat laatikot uusille osanumeroille ja muutin osien nimet vastaamaan automaattiteroituskonetta.

8.10.2020 torstai

Eilen koneen rungon levyosia tilatessa osien tilaaja huomasi koneen osissa virheitä osien yhteen sopimisessa. Nämä yhteensopivuusongelmat, liittyivät 6.10 tehtyihin muutoksiin, jossa korotin konetta 5 mm. Tämä ongelma pääsi syntymään päätylevyjen hitsausnastojen mitoitusvirheestä. Hitsausnastojen paikka oli mitoitettu päätylevyn alareunasta ja päätylevyn korkeuden kasvattaminen 5 mm siirsi hitsausnastojen paikkoja 5 mm alaspäin. Korjasin ongelman muuttamalla hitsausnastojen paikan mitoituksen päätylevyn yläreunasta eli ns. kiinteästä reunasta, johon päätylevyn korottaminen ei vaikuta.

Edellä mainittujen korjausten suorittamisen jälkeen jatkoin myyntilaatikon sekä kuljetuslaatikon suunnittelua. Aloin tutkimaan myyntilaatikon mallia ja tekemään huomioita siitä. Laatikon materiaali on pahvi ja laatikon pohjalla on vanerilevy tukemassa pohjaa.

Automaattiteroituskone on huomattavasti isompi ja painavampi kuin manuaaliteroituskone, joten pahvilaatikko vaatii muutoksia kokoon sekä kestävyYTEEN niin, että laatikko kestää kantamista. Ensin ajattelin yleisen mielikuvan mukaan ettei pahvilaatikko kestä, mutta aloin tutkia pahviratkaisuja tarjoavien yritysten nettisivuja, joilta löysin tietoa eri pahvilaaduista. Aaltopahvi on perinteinen pakkausmateriaali ja siitä on olemassa yksi-, kaksi- ja

kolmeaaltoinen pahvi. Manuaalikoneen pahvilaatikko on yksiaaltoista pahvia. Ratkaisu myyntipakkauksen kestävyysongelmaan olisi useampi aaltoinen pahvi. Ensin pohdin kolmeaaltoisen pahvin käyttämisestä, mutta se 9 mm vahvuisena tuntui täysin ylivoimaiselta, joten aloin tutkimaan kaksiaaltoisen pahvin käyttämisestä. Löysin eri pahviratkaisuja tarjoavien yritysten sivuilta tietoa, jotka tukivat sitä, että kaksiaaltoinen pahvi on riittävän vahva rakenne automaattiteroituskoneen myyntilaatikoksi. Toinen merkittävä asia, mikä puoltaa kaksiaaltoisen käyttämistä kolmeaaltoisen sijasta on hinta. Vaikka en tarkkaa eroa tiedä, voin olettaa kaksiaaltoisen olevan halvempi ja myös kevyempi ratkaisu.

9.10.2020 perjantai

Tänään aloitin työt ajamalla koneen osia PDM-ohjelmistoon. Osia ladatessa tarkistin vielä osien tiedot, ettei esimerkiksi levyosissa levyn paksuus heitä kuvan tietojen ja todellisuuden kanssa, ettei yksikään mitta kuvissa ole keltaisella eli malli on muuttunut niin, että kuvan mitoituskohda on muuttunut ja ei enää pidä paikkaansa. Tein myös muutaman korjauksen varsinaiseen malliin, mitä osia tilaava oli tarkastaessa huomannut. Ensimmäinen oli pyöritysten lisääminen toisen puolen päätylevyn jalkojen taivutukseen. Tämä oli mielenkiintoista, koska nämä pyöritykset olivat jo olemassa, mutta osaan tehdyn leikkauksen poistaminen poisti myös pyöritykset ja tätä ei huomannut leikkausta poistaessa. Toinen korjaus oli näyttötelineen kiinnitysruuvien mitta, joka oli jäänyt liukupintamuovin lisäämisen jälkeen pidentämättä. Kolmas korjaus kohdistui ulompaan liukupintamuoviin, joka osui vaijeripyörien kiinnikeraudan kiinnityspultin kantaan. Tämän vian syntyminen oli seurausta kiinnikeraudan materiaalivahvuuden muuttamisesta kolmesta millistä kahteen milliin, mikä pakotti laskemaan vaijeripyörien kiinnikerautaa. Korjasin vian muuttamalla näyttötelineen liukupintamuovin kokoa pienemmäksi, mutta aloin pohtimaan vaijeripyörien kiinnikeraudan muuttamista, niin ettei jo olemassa olevaa liukupintamuovia tarvitsisi muuttaa. Nämä pohdinnat loppuivat siihen, kun kuulin, että osat on jo tilattu, joten niiden muuttaminen ei onnistunut.

Siirryin suunnittelemaan automaattiteroituskoneen myyntilaatikkoa ja jatkoin koneen laatikoon pakkaamisen pohdintaa. Päätin luopua koneen kiinnittämisestä laatikon pohjaan, ja sen sijaan käyttää täytemateriaalia estämään koneen heilumisen myyntilaatikossa.

Viikkoanalyysi

Tällä viikolla sain prototyypin kasauksessa tehtyjen huomioiden korjaukset tehtyä ja aloitin automaattiteroituskoneen myyntilaatikon suunnittelun. Ajoin automaattiteroituskoneen kuvat PDM:ään ja sain ne tarkistettua.

Omaan osaamiseen ja oppimiseen myyntilaatikon pakkaussuunnittelu on täysin uusi asia. Haasteena materiaalitietämys pakkausmateriaaleista, ympäristöystävällisyys ja edullisuus.

3.5 Viides viikko

12.10.2020 maanantai

Jatkoin automaattiteroituskoneen myyntilaatikon suunnittelua etsimällä tietoa erilaisista pahvilaatikoissa yleisesti käytetyistä täytemateriaaleista. Ensimmäisenä täytemateriaaliksi ajattelin styroksia, eli laatikko vuorattaisiin yksinkertaisesti viidellä styroks-levyllä. Levyt olisivat koneen neljällä sivulla sekä yläpuolella. Internetistä en kuitenkaan löytänyt tavarantoimittajilta ratkaisua, jossa he tarjoaisivat valmiita styroks-levyjä. Tästä syystä siirryin pohtimaan styroksin korvaavaa materiaalia solumuovista, mutta sen kohdalla tuli samankaltaisia ongelmia, eli tavarantoimittajilta ei löydy suoraan sopivia ratkaisuja.

Aloin pohtia aaltopahvin käyttämistä täytemateriaalina. Kone voitaisiin paketoita tähän sisäpuolen pahviin suojaamaan koneen maalipintaa ja koneessa olevia tarroja mahdolliselta kuljetuksen aiheuttamalta hankaukselta. Sisäpuolen pahvi ei varsinaisesti ole pahvilaatikko, vaan pahvilevy, joka on taiteltu koneen päälle ja sivuille tai vaihtoehtoisesti kiertää kone aaltopahvirullasta leikatulla pahvilla. Tähän ratkaisuun löytyy jo pahviyrityksistä hyvin tuotteita. Kun täytemateriaali on myyntilaatikon kanssa samaa materiaalia, tulee laatikon hävittämistä helpompaa.

Pohdin myös mahdollisuutta vaihtaa myyntilaatikon pohjan tukivanerilevy kaksiaaltoisesta pahvista leikattuun levyyn. Tarkoituksena saada koko myyntipakkaus valmistetuksi pahvista pakkauksen hävittämisen helpottamiseksi.

13.10.2020 tiistai

Tänään jatkoin myyntilaatikon suunnittelua esittelemällä ideaa täysipahvisesta ratkaisusta, josta on aiemman mallin vaneri korvattu pahvilla. Tämä idea sai hyvän vastaanoton, joten aloin jalostamaan ideaa. Päädyin hunajakennopahviin, jonka ominaisuudet toimisivat hyvin myyntipakkauksen pohjan tukemisessa. Tekemällä hunajakennopahviin teroituskoneen jalokojen mukaiset kolot saadaan kone tuettua sivusuunnassa. Koneen yläpuolelle tulisi samaa hunajakennopahvia lovetuna koneen muotoja myötäillen. Varsinainen myyntilaatikko olisi

korkeudeltaan juuri sen kokoinen, että paketti saadaan hunajakennopahveilla tukevaksi, eli myyntilaatikon korkeus riippuu hunajakennopahvin paksuudesta.

Lopullisen materiaalivalinnan jälkeen aloin piirtää malleja hunajakennolevyistä. Aloitin pohjalevystä, johon tein teroituskoneen jalkojen mukaiset kolot sekä mitoitin sopivan väljäksi laatikkoon. Seuraavaksi piirsin teroituskoneen yläpuolisen hunajakennolevyn ja tein siihen koneen muotoja myötäilevät kolot. Teroituskoneen yläpuoliset muodot olivat paikoitellen korkeampia kuin hunajalevyn paksuus ja jotta yläpuolesta saadaan tasainen, oli hunajakennolevyjä laitettava yläpuolelle kaksi päällekkäin. Myyntilaatikko näytti omaan silmään hyvältä rakenteelta, joten siirryin suunnittelemaan automaattiteroituskoneen kuljetuslaatikkoa.

Kuljetuslaatikon suunnittelun aloitin etsimällä jo eri osanumerolle kopioidun toisen teroituskonemallin kuljetuslaatikon ja muutin kyseisen laatikon mitat vastaamaan automaattiteroituskonetta.

14.10.2020 keskiviikko

Tänään jatkoin automaattiteroituskoneen kuljetuslaatikon suunnittelua. Kuljetuslaatikko oli valmistettu vanerista, joten aloitin tutkimalla vanerilaatikkovalmistajan (Savopak) sivuilta, mitä he tarjoavat. Halusin selvittää kaksi asiaa, löytyisikö valmis laatikko ja millaisia pehmusterkaisuja laatikkovalmistaja tarjoaa. Kuljetuslaatikoksi löysin hyvin koneen mittoihin sopivan valmiin laatikon ja muutin suunnittelumallin vastaamaan tätä laatikkoa. Sisäpuolen pehmusteeksi en löytänyt kyseiseltä valmistajalta suoraan mitään tietoa eri materiaaleista. Etsin pehmusterkaisuja myös muualta, ER-Pahvityöltä. Tavoitteenani on pitää pehmusteen ka laatikon valmistus samassa paikassa, jos mahdollista. Lähetin kyselyn sähköpostilla vanerilaatikkovalmistajalle. Laitoin myös hunajakennolevystä kyselyn pahvituotteita tekevälle yritykselle, josta on tarkoitus tilata myyntilaatikko.

15.10.2020 torstai

Aloitin päivän sähköpostin tarkastamisella. Sain sähköpostissa vastauksen kuljetuslaatikon valmistajalta. Kuvassa esiintyvä materiaali oli Ethafoam ecopure hybrid 170. (Matikainen, 2020) Etsin internetistä lisätietoa materiaalista ja sain käsityksen, että se on samaa millä esim. tietokone on suojattu myyntilaatikkoon. Sain käsiini verrattavaksi uuden tietokoneen myyntipaketin, ja materiaali tuntui liian pehmeältä ja heikolta jatkuvaan käyttöön. Jatkoin eri pehmustemateriaalivaihtoehtojen tutkimista. mutta en kohtuu ajassa löytänyt parempaa vaihtoehtoa ethafoam ecopure hybrid 170:n tilalle.

Sain sähköpostia myös yritykseltä, jota oli kaavailtu myyntipakkauksen valmistajaksi. Yritys ei pysty valmistamaan hunajakennopahviin reikiä ja lovia, mutta suosittelivat kysymään suoraan hunajakennopahvin valmistajalta. (Kallio, 2020). Suoraan en kysynyt, mutta Elteten internet-sivuilla oli kuvattuna vastaava hunajakennoratkaisu, joten se on valmistettavissa ja on toimivan tuntuinen.

Keskustelimme toimistolla automaattiluistimenteroituskoneen kuljetuslaatikosta ja esiin nousi idea kahdesta eri kuljetuslaatikkovaihtoehdosta, eli vanerista valmistettu sekä alumiininen. Näillä on tarkoitus saada vanerisesta laatikosta edullinen, tarpeet täyttävä vaihtoehto ja alumiinisesta hieman tyylikkäämpi vaihtoehto. Tämä kahden laatikon ajatus jäi hautumaan ja keskityn toistaiseksi vai vanerisen kuljetuslaatikon suunnitteluun.

Viikkoanalyysi

Tällä viikolla sain automaatti luistimenteroituskoneen myyntilaatikon suunnittelun hyvään malliin, eli idea materiaalista ja selvyys materiaalin toimivuudesta varmistui. Kuljetuslaatikon suunnittelussa pääsin hyvään alkuun.

Laatikoiden materiaalien tutkimiseen meni yllättävän paljon aikaa, koska pakkaussuunnittelusta en omaa kokemusta.

3.6 Kuudes viikko

20.10.2020 tiistai

Tänään jatkoin vanerisen kuljetuslaatikon sisäpuolen täyttöpehmusteiden suunnittelua. Suunnittelin täyttöpehmusteet valmistettavaksi niin, että kaksi pehmuste materiaalin palaa liimataan yhteen. Paloihin on leikattu teroituskoneen muotoja myötäilevät reiät, jolloin yhteen liimattuna ne muodostavat tukevan teroituskoneen muotoisen pehmusteen. Teroituskoneen muotojen mitoittaminen pehmustepalaan osoittautuikin yllättävän työlääksi, mutta ei haastavaksi.

Korjasin kuljetuslaatikon mitat vastaamaan vanerilaatikkotoimittajan valmiina löytyvän vanerilaatikon mittoja. Mittoja en saanut täysin vastaamaan valmiin vanerilaatikon ilmoitettuja mittoja, koska oletetusti vanerilaatikon ulkomitat oli mitattu kantokahvoista ja kannen luvasta, eli ei vanerilaatikon seinistä. Tämä tuli esiin siitä, kun tein laatikon ulko- ja sisämitat vastaamaan valmistajan ilmoittamia mittoja, jolloin vanerilaatikon seinien paksuus olisi ollut

25 mm, mikä on mahdoton mitta. Tämän seurauksena tyydyin mitoittamaan malliin vain sisäpuolen mitat oikein, jolloin sain pehmustemateriaalin mallin mitoitettua oikein.

Kysyin sähköpostilla vanerilaatikon valmistajalta heidän kokemuksiaan Ethafoam ecopure hybrid 170 solumuovista ja sain vastauksen, josta kävi ilmi, hyvät kokemuksensa. (Matikainen, S.)

21.10.2020 keskiviikko

Tänään jatkoin suunnittelua pehmustemateriaalista. Otin kotoa mukaan näytepalan vaah-topolyeteenistä kysyäkseni muiden mielipidettä materiaalista. Kyseinen materiaali vaikuttaa sopivan tukevalta kyseiseen käyttötarkoitukseen, ja mallipala on leikattu juuri kuten olin suunnitellut pehmustemateriaalin leikattavan.

Sain vanerilaatikon valmistajalta lisätietoa ethafoam ecopure hybrid 170 solumuovista ja sain vakuutuksen kyseisen materiaalin sopivuudesta pehmustemateriaaliksi kuljetuslaatikossa (Matikainen 2020).

22.10.2020 torstai

Viikkoanalyysi

Tämä viikko jäi vajaaksi korona syistä. Kuljetuslaatikon suunnittelun sain valmiiksi laatikon mallin, sekä laatikon sisäpuolisten pehmusteiden materiaalien osalta.

3.7 Seitsemäs viikko

Viikkoanalyysi

Olin sairauslomalla koko viikon

3.8 Kahdeksas viikko

Viikkoanalyysi

Olin sairauslomalla koko viikon

3.9 Yhdeksäs viikko

9.11.2020 maanantai

Tänään kirjoittelin opinnäytettä, koska varsinaista suunnittelua automaatti teroituskoneeseen ei ollut. Työn eteneminen vaatii kannanottoa automaatti teroituskoneen suunnittelusta vastaavilta henkilöiltä.

10.11.2020 tiistai

Tänään en saanut suunniteltua ja lähdin aiemmin pois.

11.11.2020 keskiviikko

Tänään oli palaveri automaattiteroituskoneesta. Kävimme läpi automaattiteroituskoneen laatikoita eli myyntilaatikkoa sekä kuljetuslaatikoita. Tärkein näistä oli myyntilaatikko, koska sitä luonnollisesti tarvitaan ensin. Aloitin keskustelun esittelemällä jo suunnittelemani myyntilaatikon mallin. Mallissa käytetty pahvihunajakennolevy herätti kysymyksiä, koska pahvituotteiden kaavailtu toimittaja ei pysty tekemään reikiä hunajakennolevyyn ja mikä on tuotteen hinta pienissä erissä. Siksi olin suunnittelussa päätynyt käyttämään toisen toimittajan levyä, jonka levyn vahvuus oli 30 mm alkuperäisen 20 mm sijaan. Koska alkuperäinen toimittaja sijaitsee lähellä toimipistettämme, päätimme kysyä levyä sieltä ja kokeilla reikien tekoa itse. Päätöksen seurauksena jouduin muuttamaan hunajakennolevyn paksuuden 20 mm. Tämä 10 millimetrin muutos aiheutti koneen yläpuolelle yhden levyn lisää, jotta koneen yläpuoli saadaan tasaiseksi.

Toinen aihe oli automaattiteroituskoneen kuljettaminen. Tähän kuljetustarpeeseen olin suunnitellut kaksi laatikko versiota: halvempi vanerinen ja kalliimpi alumiininen. Palaverissa tuli esiin muutamia asioita kuljetuslaatikosta. Ensimmäinen oli kahden eri laatikkoversion todellinen tarve, eli yksi kuljetuslaatikko malli mahdollisesti riittäisi. Yhden laatikkoversion ratkaisussa pohdinnassa oli laatikon materiaali, eli vanerinen vai alumiininen.

Laatikkomateriaalin valinnassa tuli esiin laatikon siirtely. Aiemmassa vanerilaatikkosuunnitelmassa vanerilaatikossa ei ollut pyöriä ja laatikon siirtelyä miettiessä, renkaat laatikon toisessa päässä todettiin välttämättömiksi. Automaattiteroituskone painaa kuljetuslaatikon kanssa liikaa yhden henkilön kannettavaksi, eli jos kuljetuslaatikossa ei olisi pyöriä, vaatisi sen siirtely kaksi henkilöä.

Kuljetuslaatikon pyörät mutkistivat kuljetuslaatikon materiaalivalintaa. Tähän asti valinta on ollut selkeämmin kallellaan halvempaan vanerilaatikkoon, mutta halvempaan vanerilaatikkoon pitää pyörät asentaa erillisenä työvaiheena. Alumiinisia kuljetuslaatikoita on saatavilla valmiilla varusteilla meidän tarpeisiimme, ja alumiininen laatikko olisi huomattavasti vane-rista versiota tyylikkäämpi. Tämä varusteluero tasaa vanerisen ja alumiinisen kuljetuslaati-
kon hintaeroa. Lopullinen kuljetuslaatikon valinta tehdään vasta, kun olemme saaneet lo-
pulliset hinnat tarpeisiimme muokatusta laatikoista.

12.11.2020 torstai

Tänään aloitin työpäivän tekemällä koneen runkoon muutoksia, jotka olivat tulleet runkoa hitsatessa esiin. Muita muutoksia ei ollut kuin hitsausnastan sijoittelu. Sijoitin hitsausnastat yhdelle osan sivulle kahden sijasta. Tästä on se etu, että se antaa osan kanttaukselle lisää toleranssia. Aiemmassa versiossa nastat olivat eri sivuilla, ja osan kanttauksessa oli pieni heitto, mikä johti siihen, ettei hitsattava osa sopinut suoraan paikalleen vaan vaati työstä-
mistä, mikä tuhlaa aikaa.

Seuraavaksi aloin suunnittelemaan eilissä palaverissa huomioituja asioita. Aloitin myyn-tilaatikosta, jotta sen valmistamiselle saadaan kysytyä tarjous. Pahvilaatikon tuki hunaja-
kennopahvit olivat jo valmiiksi suunniteltu ja mallinnettu ja kyseinen ratkaisu sai hyväksyn-
nän, joten tein myytipakkauksesta kuvat tarjousta varten. Kuvia tehdessä kiinnitin huomion leikattujen hunajakennolevyjen kokoon suhteessa kokonaiseen hunajakennolevyyn, eli
kuinka pystyn muuttamaan myyntipahvilaatikon mittoja niin, että hunajakennolevyjä leika-
tessa tulisi mahdollisimman vähän hukkaa. Tällä hetkellä myyntipahvilaatikossa on ylimää-
räistä tilaa, josta on mahdollista karsia, jolloin saadaan suojatäytehunajakennolevyn kokoa
kutistettua, mikä mahdollistaa yhdestä täydestä hunajakennoarkista leikattavan enemmän
suojatäytelevyjä.

Tämä hunajakennolevyn leikkaushukan optimointi johti siihen, että sain sovitettua kokonai-
sesta arkista leikattavaksi yhden suojatäytelevyn lisää, josta sain ajatuksen sen käyttämi-
sestä koneen suojaamiseen. Nyt koneesta täytyy purkaa yksi pieni osa pois, jotta koneen
saa pakattua tiiviisti laatikkoon. Jos tämän ylimääräisen levyn käyttäisi laatikon tiivistämi-
seen säästyään koneen kasaamiselta käyttöönotossa. Tätä ratkaisua varten täytyy tietää
hunajakennolevyn täyden arkin hinta, koska Yhden ylimääräisen hunajakennolevyn asen-
taminen vain koneen nupin takia ei kannata, mikäli hunajakennolevy osoittautuu turhan ar-
vokkaaksi. Tämä suunnitelma siis käyttäisi yhden 1200x1200x20 levyn lähes kokonaan ko-
neen tiivistämissuojaamiseen. Toisessa suunnitelmassa täydestä arkista jäisi yksi suoja

täytelevy ylimääräiseksi. Kysyin pahvitoimittajalta täyden hunajakennonarkin hintaa sähköpostilla ja jäin odottamaan vastausta.

13.11.2020 perjantai

Vastausta hunajakennonlevyn hinnasta ei vielä ollut tullut, joten aloin suunnittelemaan kuljetuslaatikkoa ja tekemään siitä kuvia tarjouspyyntöä varten.

Ensimmäinen vaadittava asia oli pyörät laatikon toisessa päässä kuljettamista helpottamaan, joten mallinsin nopeasti pyörät antamaan jonkinlaisen kuvan toivotusta. Toinen asia oli vanerilaatikon väri, joka olisi mustana hieno, eli muutin laatikon ulkopuolen mustaksi. Nämä muutokset tehtyäni tein kuljetuslaatikosta esitteen ja kuvat tarjouspyyntöä varten. Kuljetuslaatikon perusrakenne oli valmislaatikko Savopak S-Box Tool 22, johon lisätään renkaat ja tukipehmusteet sisäpuolelle. Pehmusteista tein mittakuvat leikkausta varten ja lisätään renkaat havainnekuvan, jonka avulla voi kysyä hintaa, ja onko kyseinen työ heillä mahdollista tehdä.

Koska en ollut saanut pahvitoimittajalta vastauksia kysymyksiini hunajakennonlevystä, päätin jatkaa sillä aiemmalla suunnitelmalla, jossa yritetään minimoida hunajakennonlevyn käyttö. Hunajakennon käytön minimoinnista seuraa se, että automaattiteroituskoneesta täytyy purkaa yksi käyttönappi pois.

Viikkoanalyysi

Tällä viikolla palaverissa koneen kehityssuunta selkeytyi myyntilaatikon ja kuljetuslaatikoiden osalta. Sain myyntilaatikon ja vanerisen kuljetuslaatikon valmiiksi siihen kuntoon, että niiden valmistamiseen voidaan kysyä tarjouksia.

3.10 Kymmenes viikko

16.11.2020 maanantai

Jatkoin työskentelyä kartoittamalla valmiiden alumiinilaatikoiden tarjontaa. Tavoitteena oli löytää hyvä, käytännöllinen, tyylikäs ja edullinen valmisratkaisu kuljetuslaatikoksi, jossa on kaikki ne ominaisuudet, jota siltä toivotaan, eli käytännöllinen, tyylikäs ja edullinen. Käytännöllisyyteen vaikuttaa laatikon liikuteltavuus automaattiteroituskone sisällä, eli laatikko on

painava. Tähän on ratkaisu pyörät ja vetokahva. Toinen käytännöllisyyteen vaikuttava tekijä on kohtuu raskaan koneen pakkaaminen kuljetuslaatikkoon.

17.11.2020 tiistai

Tänään jatkoin kuljetuslaatikoiden tutkimista ja tein löytämistäni laatikkomalleista koosteen, jossa tulee esiin oleelliset tiedot laatikosta: sisäpuolen mitat, liikuteltavuus, sisäpuolen tukipehmuste ja hinta. Tämän koosteen avulla on helppo esitellä eri laatikkomallit, joista valita kannattavin ratkaisu. Laatikoissa on eroja sen suhteen miten valmiita ne ovat toiveisiimme, löytyy täysin valmiita ratkaisuja, joiden hinta on korkea ja sitten on edullisempia, joista puuttuu ominaisuuksia.

18.11.2020 keskiviikko

Tänään jatkoin kuljetuslaatikkovertailun tekemistä. Päivän aloitin etsimällä muovista valmistettua laatikkoa, koska mielestäni se on hyvä lisä tähän vertailuun, ja muovinen kuljetuslaatikko on myös tyylikäs. Muovisten kuljetuslaatikoiden huonoja puolia ovat korkeahko hinta, saatavuus ja kyseiseen käyttöön laatikon sisämitat.

19.11.2020 torstai

Tänään tein kuljetuslaatikko vertailun valmiiksi.

Viikko analyysi

Tällä viikolla sain automaattiteroituskoneen suunnittelun toistaiseksi valmiiksi. Tein koosteen mitoiltaan sekä malleiltaan sopivista automaattiteroituskoneen kuljetuslaatikkovaihtoehtoista.

3.11 Yhdestoista viikko

23.11.2020 maanantai

Nyt on työskentelyssä pienoinen suvantovaihe, koska suunnittelutyötä ei ole ennen kuin edellinen prototyyppi on kasattu.

24.11.2020

Tänään sain valokuvia automaattiteroituskoneen prototyypin rungon hitsauksesta, mutta ikäväkseni ne olivat verkkoasemalla, johon en omalla koneellani päässyt. Tästä syystä en pystynyt suunnittelemaan.

25.11.2020

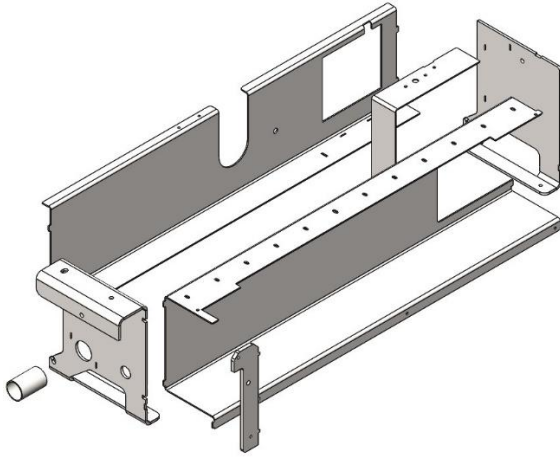
Tänään sai verkkoasemat näkymään omalla tietokoneella, eli pääsin näkemään prototyypin rungon hitsauksesta valokuvia. Hitsauksessa oli muutama korjaamista vaativa huomio, jota aloin korjaamaan. Ensimmäisenä korjasin hiomalaikan varren sivuttaissäätöruuvien mutterien sijoittelua. Nykyisessä suunnitelmassa on ongelmana se, että takalevyn irrottaminen vaatii myös hiomalaikan säätöruuvien irrottamisen, josta seuraa se, että hiomalaikan varsi menettää oikean kohdistuksensa. Nyt muutin säätöruuvien sijoittelun niin, ettei se ole yhteydessä takalevyyn, jolloin takalevyn voi tarvittaessa irrottaa niin, ette hiomalaikan vartta tarvitse kohdistaa uudestaan. Tämä asia osittain johtui siitä, että kyseisen säätöruuvien mutteri puutui 3D-mallista, joten sitä ei ole huomioitu suunniteltaessa. Lisäsin mutterin 3D-malliin.

26.11.2020 torstai

Tänään aloin tekemään automaattiteroituskoneen rungon hitsaukseen hitsausohjetta. Ohje tulee rungon hitsauskuvan rinnalle, ja ohjeen tarkoitus on selkeyttää entisestään rungon kasaamista.

Suunnittelin ohjeen rakennetta, että mitkä asiat vaativat lisäselvittämistä, jotta työ nopeutuisi. Tähän asti rungon hitsaamiseen on vain hitsauskuva, ja siitä tulee kyllä rakenne sekä osat selväksi, mutta voisi tulla helpomminkin. Tämän selkeyttämiseen aloin pohtia räjäytyskuvan tekemistä, jossa runkorakenteen kaikki osat ovat irrallaan, mutta oikeassa asennossa. Tästä kuvasta hahmottaa nopeasti rakenteen muodon, ja kuinka osat asettuvat kokoonpanossa.

Kertasin räjäytyskuvan tekemisen työkalut SolidWorks:n ohje sivuilta (SolidWorks Help, 2021) ja opettelin työkalun hallinnan kokeilemalla. Suunnittelin, kuinka levitän rungon osat. Yritin saada osat pysymään kohtuu tiiviisti, niin ettei yksikään osa peitä toista osaa. Laitoin räjäytyskuvaan vielä osanumerointipallot, jotka selkeyttävät entisestään rakennetta.



Kuva 6 Räjätyskuva rungon hitsauskokoontamisesta.

Viikkoanalyysi

Tämän viikon edistys oli automaattiteroituskoneen rungon hitsausohjeen tekeminen. Hitsausohje ei vielä tullut täysin valmiiksi, koska sain ehdotuksen lisätä hitsatusta rungosta otettuja oikeita valokuvia ohjeeseen. Nyt ohjeessa on SolidWorks-mallista piirustuskuvat. Minulla ei nyt ollut saatavilla ns. hyviä kuvia hitsatusta rungosta, joten jäin odottamaan valokuvia. Tämä viikko mennyt osittain odottamiseen, jonka olen käyttänyt opinnäytteen kirjoittamiseen.

3.12 Kahdestoista viikko

30.11.2020 maanantai

Tänään jatkoin hitsausohjeen tekemistä, mutta ikäväkseni valokuvia jo hitsatusta rungosta ei toistaiseksi ole saatavilla, joten hitsausohjeen suunnittelu ei siltä osin onnistu. Tämän päivän suunnittelu jäi hyvin pieneksi.

1.12.2020 tiistai

Tänään jatkoin automaattiteroituskoneen rungon hitsausohjeen tekemistä. Tänään minulle lähetettiin teams alustalla uusia kuvia koneen hitsatusta rungosta, joista valitsin ne, jotka havainnollistivat parhaiten hitsauskokoontamon hitsausta. Valitsin jokaisesta hitsauskokoontamosta sen määrän kuvia mikä oli tarpeen. Suurimpaan osaan riitti havainnevalokuviksi kuvat hitsatun osan etu- ja takapuolelta.

Pohdin valokuvien asettelua, ja totesin parhaimmaksi ratkaisuksi leikatun kuvan. Leikattu kuva on siis valokuva, josta tässä tapauksessa rungon osa on leikattu irti taustastaan. Tällä haluan helpottaa valokuvan katsomista, kun kuvasta on poistettu ylimääräiset asiat.

Iltapäivästä rungon hitsauksesta oli ladattu verkkoasemalle samat kuvat. Oletan että, suoraan verkko asemalle ladatut kuvat ovat ehkä parempilaatuisia kuin teams:n kautta lähetetyt. Kuvan laadun tarkistuksen jätin seuraavaan päivään.

3.12.2020 torstai

Tänään viimeistelin automaattiteroituskoneen rungon hitsausohjetta. Valokuvien resoluution tarkistukseksi tulostin kokeeksi mallisivun. Tästä huomasi selkeän resoluutioeron, joten muutin aiemmat matalan resoluution valokuvat korkeamman resoluution valokuviin.

Viikko analyysi

Tällä viikolla sain automaattiteroituskoneen rungon hitsausohjeen tehtyä.

3.13 Kolmastoista viikko

7.12.2020 maanantai

Tänään sain huomioita automaattiteroituskoneesta, joita oli havaittu 4.12.2020 suoritettussa prototyypin kasaamisessa. Aloitin huomioiden läpikäymisen virheistä, joista ensimmäisenä korjasin kelkan moottorin kiinnikereikien kokoa, jotka oli jääneet liian pieniksi. Oli helppo tehdä moottorin kiinnitysreikien halkaisijasta yhden millin suuremmat. Toisena virheenä korjasin automaattiteroituskoneen takalevyn ja sähköjen kuvan osakuvantojen kokoa, jotka olivat liian pienellä. Tämän muutoksen tekeminen vaati muutakin kuin pelkän koon muuttaminen. Tilan puute vaikeutti korjaamista, ja tästä syystä jouduin karsimaan kuvantojen määrää. Määrän karsimiseen ratkaisuksi kävi kuvantojen yhdistäminen.

Kolmanneksi oli sähköjen kytkentälaatikoiden kokoonpanon tiedoissa virheitä. Ensimmäinen näistä oli kytkentälaatikon mitat kokoonpanokuvassa, mikä aiheutti hämmennystä kokoonpanossa. Toisena oli kytkentälaatikoiden tiedoissa lukenut kytkentälaatikoiden kokoonpanossa tarvittava kappalemäärä, joka oli tarpeeton, koska kyseinen kytkentälaatikoiden tarvittava määrä tulee esiin osa excelistä.

Neljäntenä korjauksena oli ruuvien lisääminen malliin hiomalaikan vastapainon vastapaino-levyihin. Ruuvien tarkoitus on pitää vastapainolevyt yhdessä, jolloin yksittäisistä levyistä tulee käytännössä yksi yhtenäinen paino. Ruuvien lisäämisen suurin ongelma oli ruuvien mitta. Olisin halunnut laittaa kyseiseen kohteeseen M6 DIN933 kuusioruuvien, koska kyseinen ruuvi on täysikierteellinen. Täysikierteellisyys mahdollistaa painonipun kiristämisen, mikäli painopakasta otetaan yksittäisiä levyjä pois, mutta siihen ei löytynyt PDM:stä sopivan pituista 85 mm:n ruuvia. DIN933 löytyi PDM:stä 80 mm pitkänä, mutta se olisi jäänyt lyhyeksi. Näistä syistä päädyin osakierteelliseen M6 DIN931 ruuviin, jonka mitta PDM:ssä oli 90 mm. Kyseisen ruuvien ongelma on osakierteellisyys, joka hankaloittaa painopakettien kiristämistä, jos yksittäisiä levyjä poistetaan.

Virheiden korjaamisen jälkeen aloin tekemään tuotekehitysmuutoksia, Ensimmäiseksi muutin automaattiteroituskoneen näyttötelineen takakannen levyn paksuuden muuttaminen aiemmasta 2 mm:stä 1 mm:iin. Tästä näyttötelineen takalevyn paksuuden muutos vaati myös näyttötelineen lukitustapin suojausputken pituuden lyhentämistä saman millin verran, kun levyä on ohennettu.

8.12.2020 tiistai

Tänään jatkoin muutoksien tekemistä. Automaattiteroituskoneen takalevystä oli kasatessa tehty pari huomiota. Ensimmäinen huomio oli takalevyn paino, ja toinen näyttötelineen lukitustapin kaivertama ura alumiinisen takalevyn pintaan näyttötelinettä käännettäessä. Ratkaisuksi näihin ongelmiin ehdotettiin takalevyn materiaalin muuttamista alumiinista teräkseen. Oletus oli, että ohuempi teräs olisi kevyempi ratkaisu kuin paksumpi alumiini.

Tein automaattiteroituskoneen takalevystä kopion käyttämällä customworksin copy-toimintoa. Muutin levyn materiaalin AlMg3:sta S355J2G3:een ja samalla levyn paksuuden kolmesta millistä 1,5 mm:iin. Tämän jälkeen liitin uuden muokatun takalevyn takalevykokoonpanoon. Tämä 1,5 mm:n muutos aiheutti useita pieniä muutoksia automaattiteroituskoneen suurempiin kokoonpanoihin, ja näiden pienten korjausten tekemiseen meni aikaa.

Edellä mainittujen korjausten jälkeen päätin tarkastaa levyjen painot vahvistaakseni epäilyn keveämmästä teräslevystä. SolidWorksin evaluate-työkalun mass properties -toimintoa, jonka mukaan ohuempi S355J2G3 levy näytti painavan 1.9 kg ja paksumpi AlMg3 alumiini 1,3 kg. Tämä tulos on erisuuntainen kuin aiempi oletus, joten tämän takalevyn materiaali-muutoksen kanssa ei jatketa, ja näyttötelineen lukitustapin aiheuttamalle naarmuttamiselle etsitään joku toinen ratkaisu. Levyjen massojen tarkastaminen olisi pitänyt tehdä heti

muuttamalla olemassa olevan mallin materiaali sekä paksuus ilman tallentamista. Nyt tein turhaa työtä kopioimalla levyn, tekemällä siihen muutokset ja sovittamalla sen malliin.

9.12.2020 keskiviikko

Tänään aloin tekemään runkoon muutoksia, joiden tarpeellisuus havaittiin runkoa hitsaessa. Rungon rakenteessa on ongelmana vääntyminen ja tämä rakenteen vääntyminen aiheuttaa ongelmia koneen toimintaan tekemällä johdekiskon asennosta virheellisen suhteessa hiomalaikkaan. Syy tähän rungon vääntymiseen on rungon levyrakenteissa. Rungosta on poistettu tietynlainen kotelorakenne, jotta teroituskoneen tarvitsemat sähkökomponentit sai mahdutettua rungon sisälle. Tämä kotelorakenne korvattiin rungon kanttauksella, joka sekkin on poistettu tästä runkoversiossa. Kanttaus teki levyosasta, johon lineaarijohdekisko kiinnitetään, tukevan vääntymisen suhteen, mutta kanttaus vei tilaa koneen sisäpuolisilta asennuksilta. Levyosan paksuus on vain 2 mm, joten ilman kanttausta hyvin altis vääntymiselle, ja kyseisen levyosan pitää olla suora lineaarijohdekiskon asennuksen vuoksi. Näiden muutosten seurauksena kyseinen runkomalli osoittautui toimimattomaksi.

Rungon vääntymisongelman ja sen, että pienet rakenteelliset heitot eivät vaikuttaisi koneen tarkkuuteen, korjauksena on rakenteen muuttaminen niin, että lineaarikisko ja hiomalaikan varsi kiinnitetään samaan levyosaan, joka tulee koneen päälle. Aiemmassa runkoversiossa hitsauksen ja päätyosan kanttauksen heitot vaikuttivat suoraan lineaarikiskon ja hiomalaikan varren keskinäiseen suuntaan. Nyt nämä molemmat heittoa aiheuttavat tekijät on karstittu pois, joten koneen pitäisi pysyä suorana ja tarkkana. Tämä muutos aiheuttaa tarpeen muuttaa runkorakenteen muitakin osia.

Aloin tekemään muutoksia runkoon kopioimalla rungon kokoonpanon ja levyosat uusille osanumeroille. Kopioin vain ne osat, joita tarvitsee muokata. Edellisen kopioinnin jälkeen etsin sopivan levyosan, josta kopioimalla sain aihion rungon uudeksi levyosaksi, johon lineaarijohdekisko kiinnitetään. Tähän päätin käyttää lineaarijohteen kiinnityslevyä, koska siinä on lineaarijohteen kiinnitysreiät valmiina. Osan kopioinnin jälkeen aloin muuttamaan osaa, ja sovittamaan sitä rungon kokoonpanoon. Sovittamisen jälkeen näki mitä muita osia rungon kokoonpanosta pitää muokata.

10.12.2020 torstai

Tänään jatkoin rungon muuttamista niistä huomiosta, joita eilen tein uutta levyosaa sovittaessa. Ensimmäisenä muutin rungon päätyosat vastaamaan uutta runkolevyä. eli madalsin

päätylevyjä uuden levyn paksuuden verran. Pieniä muokkauksia piti tehdä useita ja useat niistä vaikuttivat toisiinsa, joten muokkauksista tuli päällekkäisiä. Rungon hitsausnastojen kohdistamiseen meni kohtuullisen reilusti aikaa.

Rungon kokoonpanon korjausten jälkeen liitin uuden muokatun rungon hitsauskokoonpanon ylempään runkokokoonpanoon, jossa yhdistetään teroituskoneen runko, näyttöteline ja teroituskoneen takaseinä. Ennen tätä kopion aiemman ylemmän kokoonpanon uudelle osanumerolle. Liitin uuden runkoversion tähän kopioituun kokoonpanoon SolidWorks:n replace-komennolla. Liittämisen jälkeen tarkistin takalevy ja näyttötelineen kokoonpanon yhteensopivuuden runkokokoonpanoon. Huomasin, ettei vanha takalevy sopinut täysin uuden rungon muotoihin. Kopioin takalevyn ja takalevyn kokoonpanon uusille osanumeroille ja muokkasin takalevyn vastaamaan rungon muotoja. Seuraavaksi liitin tämän ylemmän runkokokoonpanon automaattiteroituskoneen pääkokoonpanoon replace toiminnolla, ilman suurempia mate-virheitä.

Automaatti teroituskoneen runkomuutosten jälkeen jouduin tekemään rungon hitsausohjeen uudelleen, ja tämä vei oman aikansa.

11.12.2020 perjantai

Tänään aloitin päivän tarkastamalla rungon mallin sekä kuvat, että kaikki muutokset ovat varmasti kuvissa, ja ettei mallissa ole virheitä tai mittoja jäänyt keltaiseksi, mikä johtuu siitä, että osaa on muutettu niin ettei aiempi mitoituspiste ole sama. Tässä tarkistuksessa havaitsin rungon päädyn hitsauksen olevan riskirajoilla sen suhteen, että hitsaussauma jää lineaarijohdekiskon alle niin, että se haittaa lineaarijohdekiskon asentamista suoraan. Tämän huomion korjasin nostamalla päätylevyn hitsausnastat yläreunan tasolle, jolloin siihen ei voi hitsata.

Seuraavaksi aloin suunnittelemaan uutta osaa, jolla rajoitetaan hiomalaikan pyöritystaman liikettä niin, että hiomalaikan keskelle muodostuu harjanne. Automaattiteroituskoneessa on jo harjanteen tekemiseen työkalu, mutta tämä vanha työkalu halutaan korvata uudella työkalulla. Nykyinen on lieriömallinen rajoitin, mikä on valmistettu M4 DIN912 pultista, jonka pää on sorvattu lieriöksi. Minua pyydettiin katsomaan kilpailijan koneessa käytettyä ratkaisua, ja käytin aikaa katsomalla heidän koneensa esittelyvideoita. Heillä hiomalaikan liikettä rajoittaa ruuvi, joka on sorvattu kolmeen portaaseen, ja jokainen näistä portaista tekee eri levyisen harjanteen. Tämän rajoitinosan lisäksi huomasin, että meidän koneestamme puuttuu hiomalaikan varren lukitus, jolla hiomalaikan liike pystysuunnassa lukitaan, kun hiomalaikkaan hiotaan timantilla pyöritys tai harjanne.

Minun täytyy suunnitella rajoitin ratkaisu ja hiomalaikan varren lukitus. Aloitin suunnittelun rajoitin ratkaisusta eli harjannetyökalusta. Pohdin ratkaisuksi ensin hyvin samanlaista ratkaisua kuin kilpailijan koneessa, mutta tämä olisi vaatinut muutoksia jo olemassa olevaan hiomatimantin kiinnitysratkaisuun. Kyseinen hiomatimantin kiinnitysosa on 3D-tulostettu, joten siihen muutosten tekeminen jälkikäteen on vaikeaa, ellei mahdotonta verrattuna metalliseen osaan, johon voisi hitsata lisäosia. 3D-tulostettu osa on vielä suhteellisen arvokas yksittäinen osa, joten en haluaisi tehdä vanhoista jo tulostetuista osista tarpeettomia, joten etsin ratkaisua, jossa ei tarvitsisi muuttaa osaa. Mikäli osia ei tarvitsisi muuttaa osaa. Samalla säästetään aikaa osien tilaamiselta. Koska harjanteen tekeminen hiomalaikkaan on meille uudehko asia, olisi hienoa, jos sitä voisi testata prototyypissä ilman täysin uusia osia. Näin voimme myös tehdä vertailua uuden portaattain säädettävän harjannetyökalun ja vanhan portaattoman harjannetyökalun välillä.

Viikkoanalyysi

Tällä viikolla sain korjattua kasauksessa tehdyt havainnot sekä tuotekehitysideat. Huomioiden korjausten lisäksi tein automaattiteroituskoneen runkoon merkittävän toiminnallisen muutoksen. Korjasin automaattiteroituskoneen kuvia tekemällä niistä selkeämmin luettavia. Aloitin uuden osan suunnittelun harjanteen tekemiseen.

3.14 Neljästoista viikko

14.12.2020 maanantai

Tänään jatkoin harjannetyökalun suunnittelua pohtimalla harjannetyökalun kiinnitystä, sijaintia ja mallia kokonaisuutena. Tutkin mahdollisia ratkaisuja näihin ongelmiin mallia pyörittelemällä sekä koneen vanhaa prototyyppiä tutkimalla. Vanhassa prototyypissä kyseinen 3D-tulostettu osa on siltä osin samanlainen kuin se on nykyisessä prototyypissä, joten se käy ideaan vanhan säilyttämisestä. Tässä vaiheessa tuli kuitenkin mieleen se, että kuinka paljon kannattaa käyttää aikaa vanhan säilyttämispyrkimykseen sen sijaan että tekee kokonaan uuden osan, jossa vanhan ongelmat on korjattu.

Kiinnityksen pohdinnan tulos oli selkeä eli nykyisen rajoitusosan kiinnityksen käyttäminen myös uuden osan kanssa. Vanhan osan kiinnityksen käyttäminen ratkaisi kiinnitys- ja

sijaintiongelman. Tämä ratkaisu on hyvä suunta aloittaa varsinainen rajoitinosan eli harjannetyökalun suunnittelu.

Aloin hahmottelemaan vanhan rajoitinosan kiinnityksen kohtaan uutta rajoitinosaa ja kyseinen malli sai vihreää valoa.

15.12.2020 tiistai

Tänään jatkoin harjannetyökalun suunnittelua eilisten suunnitelmien pohjalta tarkoituksena tehdä valmista eli viedä osat PDM:ään. Aloitin tekemisen kopioimalla kelkan kokoonpanon, mutta en vielä kokoonpanon yksittäisiä osia, koska en vielä osaa sanoa niiden muutostarpeista.

Vanhan harjannetyökalun kiinnitys on toteutettu M4 kierteellä 3D-tulostettuun osaan, eli tulostetussa osassa on 3,3 mm reikä. Joten luonnollinen ratkaisu olisi tehdä harjannetyökaluun M4 ulkokierre, mutta sen sorvaaminen on tuskallista, joten luovuin ulkokierreajatuksista

Käytin paljon aikaa harjannetyökalun eri portaiden halkaisijoiden mittaamiseen ja laskemiseen, jotta sain hiomalaikan harjanteen leveyden haluamiini arvoihin, jotka ovat kyllä pelkkiä hyviä arvauksia oikeasta leveydestä, jota käytetään terissä.

Harjannetyökalun osien kuvien tekeminen vaati aikaa, koska kyseessä oli tarkat sovitteet ja niiden tekemiseen ei suurta rutiinia vielä ole. Jouduin siis katsomaan mallia muista koneen osista.

Tämän päivän työn edistyminen tuntui hitaalta, koska päivän työsuoritus oli suurelta työlästä mittaamista ja laskemista.

16.12.2020 keskiviikko

Tänään harjannetyökalun suunnitteluun tuli jatko. Minulle heitettiin idea, että eri harjannekokojen pala olisi kiinni magneetilla ja että magneetti olisi sama kuin hiomalaikanvarren vastapainon painolevyjen kiinni pitämisessä käytetty. Aloin suunnittelemaan tätä ratkaisua pohtimalla magneetin käyttöä harjannetyökalun kiinnityksessä. Aiemmassa magneetitossa ratkaisussa oli kaksi osaa, eli jalkaosa ja itse harjannetyökalu, joka kiinnittyy jalkaosaan sovitteellisesti, eli jalkaosa on rakenteeltaan kaksiportainen tappi, joka työntyy harjannetyökalun sisään. Tätä kiinnitystapaa päätin hyödyntää, myös magneetin kanssa.

Aloitin tämän suunnittelun sovittamalla vastapainon magneettia harjannetyökalun jalustaan. Tämän vastapainon magneetti osoittautui kuitenkin huonoksi tähän käyttötarkoitukseen. Syynä sopimattomuudelle oli magneetin ulkoneva kierreosa, mikä tekee magneetista tarpeettoman korkean. Yritin kuitenkin etsiä ratkaisua upottamalla magneettia 3D-tulostettuun pidikeosaan, mutta se ei riittävässä määrin onnistunut alapuolisten rakenteiden takia. 3D-tulostetun pidikeosan korottaminen vain sen takia, että saan käytettyä samaa magneettityyppiä kahdessa eri kohteessa kahden erityyppisen sijasta ei tuntunut järkevältä.

Päätin hylätä tämän vastapainossa käytetyn magneetin ja etsiä tähän paremmin sopivan mallin. Etsin vaatimuksiini sopivaa magneettia Ganter Normintuoteluettelosta. (Ganter Norm, 2020). Vaatimukset olivat magneetin kohtuullinen koko ja senkkiruuvireikä, josta mahtuu M4 ruuvi läpi, jolla magneetti kiinnitetään 3D-tulostettuun pidikkeeseen. Näiden vaatimusten lisäksi halusin valita neodyymimagneetin perinteisen ferriittimagneetin sijaan. Vastapainon magneetti edusti ferriittiä, mutta tällä neodyymimagneettiratkaisulla halusin saavuttaa suurempaa magneettitehoa.

Kyseisillä vaatimuksilla ei löytynyt aivan täydellistä magneettia, jossa magneetin halkaisija, paksuus, kiinnitysreiän halkaisija sekä reiän senkkaus olisivat kaikki kohdanneet. Paras vaihtoehto oli magneetti, jonka halkaisija on 20 mm, mikä oli hieman liikaa siihen mitä toivoin. Koska magneetin halkaisija on jo 20 mm, niin sen seurauksena harjannetyökalun ulkohalkaisijan on oltava 22 mm rakenteellisesta ratkaisusta, jossa harjannetyökalu ulottuu magneetin ulkopuolelle. Ongelma tässä on se, että 22 mm halkaisija on jo niin iso, ettei sitä voi hyödyntää harjannetyökalun harjannekokona. Korkeuden puolesta oli varaa tehdä kolme eri harjannelevyettä. Sain haasteista huolimatta harjannetyökalun tekemään kolmea erilevyistä harjannetta, ja magneetin avulla harjannetyökalun vaihtaminen on nopeaa ja kiinnipysyminen tukevaa.

17.12.2020 torstai

Tänään aloitin päivän hiomalaikan varren lukituksen suunnittelulla. Katsoin kilpailijan koneesta videota, kuinka he ovat toteuttaneet hiomalaikan varren lukituksen. Heidän lukituksen lukitustappi tulee mielestäni erittäin ikävästi suoraan ylöspäin koneen kelkasta ja tämä lukitustappi haittaa työskentelyä. Tähän haluaisin kehitellä paremman lukituksen, mikä ei tulisi muun työskentelyn haitaksi.

Varren lukitukseen keksin varsin nopeasti ratkaisun, jossa hyödynnetään vastapainon ja hiomalaikan varren vastakkaissuuntaista liikettä, jota rajoittamalla hiomalaikan varsi lukittuu. Suunnittelemani lukitus tulisi vipuna vastapainon ja hiomalaikan varren väliin. Tämä

ratkaisu vaatisi muutoksia hiomalaikan varren runkoalumiiniin, eli siihen piti tehdä pykälä, johon lukitusvipu pysähtyy. Muita muutoksia rakenteeseen ei tarvinnut tehdä. Lukitusvipu kiinnittyi vastapainon kiinnitysruuvien alle. Tämä suunnittelemani hiomalaikanvarren lukitus vivulla toimi mallissa kuten olin suunnitellut.

Pyörittelin mallia ja totesin tämän suunnitelman olevan susi, eli ei toimi. Syy tähän on se, että lukitusvivun täytyy päästä pyörimään, koska lukitusvipu tulee kiinni samalla ruuvilla kuin vastapaino on kiinni. Tästä seuraa se, ettei tätä vastapainon kiinnitysruuvia voi kiristää siihen kireyteen mihin se tarvitsee kiristää, koska liian kireä ruuvien kiristys estää lukitusvivun pyörimisen. Holkki on ratkaisu tähän ongelmaan, mutta se tekee osasta monimutkaisemman, mutta toistaiseksi en ole keksinyt parempaa ratkaisua. Tutkin edellistä automaattoteroituskoneen prototyyppiä, jossa hiomalaikan varren ja vastapainon rakenne on hyvin pitkälle sama, että voin siitä ideoida lukitusta.

Tässä vaiheessa tajusin, ettei tämä suunnittelemani hiomalaikanvarren lukitus toimi paritakaan eri syystä. Ensimmäinen on se, että se ei päästä hiomalaikan vartta nousemaan riittävästi, jotta hiomalaikan muotoilutimantti ylettää hiomalaikan pintaan. Tähän hiomalaikan nousuliikkeeseen en ole aiemmin suunnittelussa kiinnittänyt huomioita, mutta nyt siihen oli ensimmäisen kerran tarve ja halusin ymmärtää jo olemassa olevan nousuliikkeen rajoituksen. Hiomalaikan varren nousuliikettä rajoittamaan on laitettu ruuvi hiomalaikan varren ja vastapainon liikkumauraan. Rajoitusta pitää pystyä säätämään, koska kun hiomalaikka kuluu, tulee hiomalaikan varren nousta enemmän, jotta se vielä ylittää muotoilutimanttiin.

Toinen havainto oli, että hiomalaikan vartta ei voi lukita kiinteästi, vaan sen pitää päästä joustamaan alaspäin. Hiomalaikan kulumisen huomioiva nousuliikkeen rajoituksen säätö on myös esteenä kiinteälle lukitukselle. Tähänastinen lukitus lukitsi hiomalaikan varren kiinteäksi ilman joustoa. Ongelma tässä harjanteen hiomisessa on timantin siirto harjannetyökälun toiselle puolelle, koska tässä vaiheessa muotoilutimantti kulkee hiomalaikan yli. Jos hiomalaikka ei laske hioo timantti jo hiotun harjanteen puolen pois. Muotoilutimanttia voisi nostaa puolen vaihdon ajaksi, mutta se on hidasta ja muotoilutimantin saaminen samaan korkoon, kuin oli timantin lähtökorko ennen nostoa, on todella haastavaa, siksi timantin nostaminen ei ole ratkaisu. Helpoin ratkaisu olisi hiomalaikan varren laskeminen hetkellisesti, kun muotoilutimantti käännetään. Tutkin tähän liittyen vielä hieman kilpailijan ratkaisua, ja heillä hiomalaikan vartta ei lukita vaan heillä lukitus lisää jousikuormaa hiomalaikan varteen, eli jäykistää liikettä. Tämä huomio sai minut pohtimaan hiomalaikanvarren lukituksen tarpeellisuutta.

18.12.2020 perjantai

Tänään aloitin päivän pyörittelemällä mallia, ja tutkimalla aiempaa prototyyppiä. Näitä tutkiessani tyytymättömyyteni harjannetyökäluä kohtaan lisääntyi, koska harjanneosan suurin halkaisija on 22 mm magneettikiinnityksen takia ja pienin harjanneleveyden halkaisija 3 mm. Harjannetyökäluä pitää sorvata 19 mm pois, mikä on minusta liikaa hukkaa. Tähän halusin uuden ratkaisun ja päätin etsiä uutta pienenpää magneettia, mutta parempaa en löytänyt. Aloin kehittää harjannetyökäluä, jonka rakenne pohjautuu ensimmäiseen suunnitelmaani, jossa harjannetyökälu kierretään kierteellä kiinni. Aiempi versio hylättiin siitä syystä, että siinä käytettiin jo olemassa olevaa 3D-tulostettua pidikeosaa, jossa oli M4 ulkokierre ja koska tämän M4 ulkokierteen tekeminen sorvissa koettiin haastavaksi, päätin hylätä idean.

Uudessa korjatussa suunnitelmassa harjannetyökäluen kierre on M8, jonka tekeminen on sorvilla helpompaa. Tämä kierteen kasvattaminen vaatii muutoksia 3D-tulostettuun osaan, vaikka olenkin käyttänyt tähän asti aikaa siihen, ettei kyseistä osaa tarvitse muuttaa, mutta nyt kierteen kasvattamisen takia 3D-tulostetun pidikkeen kierrereikä täytyy kasvattaa. Kierrereikään kasvattamisen lisäksi lisäsin pidikkeen alapuolelle M8 mutterille tilan. Tähän 3D-tulostettuun osaan pitäisi pystyä tekemään suoraan M8 kierre, mutta koska suhtauduin siihen hieman epäillen, päätin varoilla lisätä mahdollisuuden mutterille. Samalla siirsin tämän harjannetyökäluen kiinnityksen mahdollisimman etäälle timantin nivelpisteestä. Tällä siirrolla saavutetaan harjannetyökäluen suurempi halkaisija ja suurempi halkaisija aiheuttaa vähemmän sorvaushukkaa, koska harjannetyökäluen eri harjanneleveyshalkaisijat eivät kulje lineaarisesti. Kiinnityspisteen etäisyyttä työkalun nivelpisteestä rajoittaa ainoastaan luistimien puristusrautojen laakerointi, ja laakeroinninkin suhteen vain kiinnitysmutteri. Mikäli kierteen tekeminen ja kierteen kestävyys 3D-tulostetussa osassa olisi luotettava, tällöin mutteri olisi tarpeeton ja mutterin aiheuttama rajoite poistuisi.

Seuraavaksi muutin 3D-tulostetussa pidikeosassa olevaa luistimen teroituksen profiiliraudan säätöruuvien sijaintia niin, että hiomalaikan muotoilutimantti mahtuu ohittamaan tämän säätöruuvien ilman, että harjannetyökälu rajoitusruuvia tarvitsee nostaa. Tämä muutos nopeuttaa merkittävästi harjanteen teon puolenvaihtoa, ja lisää koneen käyttömukavuutta.

Viikkoanalyysi

Tällä viikolla sain harjannetyökäluen sellaiseksi, johon olen tyytyväinen. Sain harjanteiden leveyksistä toistaiseksi miellyttävät sekä harjanteen tekemisestä käyttäjäystävällisemmän. Harjannetyökäluen suunnittelu vaati laskemista sekä mittailua, mikä hidasti tekemistä. Nämä vaativat muutoksia 3D-tulostettuun osaan, jota kylläkin yritin olla muuttamatta, mutta muutokset mahdollistivat merkittäviä etuja.

4 Yhteenveto

Seurasin päiväkirjamaisessa opinnäytetyössäni omaa automaattiluistimenteroituskoneen suunnittelutyötäni insinööritoimisto Mecatroplan Oy:ssä. Esittelin työssäni prototyypin kehittelyn yleisiä vaiheita osien mallinnuksesta koneen kasaamiseen asti. Esittelin myös luistimen terän toimintaa ja teroittamisen periaatteita, koska ne ovat keskeisiä lähtökohtia automaattiluistimenteroituskoneen suunnittelussa. Kirjoitin työssäni suunnitteluni vaiheita ja haasteita kolmentoista viikon ajalta.

Opinnäytetyön tekeminen päiväkirjamaisena oli hyvä ratkaisu minulle, koska tämän kaltaisessa suunnittelutyössä pystyin työskentelemään suunnittelun kanssa, ja samalla viemään opinnäytetyötä eteenpäin. Työn aikana haasteena oli ajan löytyminen suunnittelulle ja päiväkirjan kirjoittamiselle. Suunniteltaessa syntyy flow-tila ja siinä prosessoi huomattavasti enemmän asioita, kun pystyy kirjoittamaan ylös. Työn edetessä rytmi ja tekniikka löytyi paremmin.

Haasteena suunnittelutyössä oli oman tietämykseni heikko taso luistimen teroittamisesta sekä luistimen profiloinnista. Työn edetessä tietämys luistimen toiminnasta lisääntyi. Varsinaisessa suunnittelutyössä en kohdannut ylitsepääsemättömiä piirtämisteknisiä ongelmia SolidWorks:llä suunnittelussa. Suurimmat piirtämistekniset haasteet muodostuivat 3D-tulostettavien osien kanssa, syy haasteellisuuteen oli 3D-tulostettujen osien suuri piirtämisvapaus. Työn aikana kuitenkin koin kehittyneeni suunnittelijana saamastani työrutiinista, ja kerätystä kokemuksesta projektin suunnittelun haasteista ja läpiviemisestä.

Työn aikana huomasin, ettei koneen suunnittelu ja rakentaminen ole ongelmaton. Koneen osien valmistuksessa tulee helposti mittaheittoja. Osa heitoista syntyy valmistusvirheistä ja osa osien valmistuksessa käytetyissä työtavoista, jotka eroavat suunnitellusta. Tämä etenkin levyjen kanttauksien kanssa. Osien pienet mittaheitot heijastuivat koneen muihin rakenteisiin aiheuttaen osien epäsopivuutta sekä heittoa koneen rakenteisiin, jota 3D-mallissa ei esiinny. Suunnittelussa 3D-mallin kanssa ei saa täyttä käsitystä koneen suorituskyvystä ja lopullinen näkemys suorituskyvystä tulee esiin prototyyppien kasauksessa ja koe teroitusissa.

Automaattiluistimenteroituskoneen kehittäminen ei lopu viimeisen prototyyppiin, vaan kehitys jatkuu vielä tuotantomallin kanssa. Tavoitteena on saada automaattiluistimenteroituskone testattavaksi luistimenteroituksen ammattilaisille. Ammattilaisilta saadun palautteen avulla konetta voidaan jatkokehittää.

Lähteet

Kallio, P. 2020a. Toimistopäällikkö. ER-Pahvityö. VS: Hunajakennolevy. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Uusitalo, J. Lähetetty 15.10.2020.

Kallio, P. 2020b. Toimistopäällikkö. ER-Pahvityö. VS: Hunajakennolevy. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Uusitalo, J. Lähetetty 12.11.2020.

Luistintohtori 2019a. Uramuoto. [viitattu 19.3.2021]. Saatavissa http://www.luistintohtori.fi>2020/03>Uramuoto_200321

Luistintohtori 2019b. Uramuoto. [viitattu 19.3.2021]. Saatavissa https://luistintohtori.fi/wp-content/uploads/2020/03/Uramuoto_200321.pdf

Luistintohtori 2019c. Uramuoto. [viitattu 20.3.2021]. Saatavissa https://luistintohtori.fi/wp-content/uploads/2020/03/Uramuoto_200321.pdf

Luistintohtori 2019d. Uramuoto. [viitattu 20.3.2021]. Saatavissa https://luistintohtori.fi/wp-content/uploads/2020/03/Uramuoto_200321.pdf

Markku Laine 2016. Yleiset mitoitusperiaatteet. [viitattu 17.3.2021]. Saatavissa <https://tekninenpiirustusmarkku.blogspot.com/2016/11/4-yleiset-mitoitusperiaatteet.html>

Matikainen, S. 2020a. Myyntipäällikkö. Savopak. VS: Kuljetuslaatikko. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Uusitalo, J. Lähetetty 15.10.2020.

Matikainen, S. 2020b. Myyntipäällikkö. Savopak. VS: Kuljetuslaatikko. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Uusitalo, J. Lähetetty 21.10.2020.

Muotoilupakki 2021. Prototyypä. [viitattu 17.3.2021]. Saatavissa <https://muotoilupakki.fi/prototyypä-2/>

No-Icing Sports 2021a. Skate Sharpening. [viitattu 19.3.2021]. Saatavissa <https://www.noicingsports.com/z-channel-sharpening>

No-Icing Sports 2021b. Skate Radius and Profiling. [viitattu 19.3.2021]. Saatavissa <https://www.noicingsports.com/copy-of-skate-profiling>

Solidworks Help. 2021. Creating Exploded Views. [viitattu 26.11.2020]. Saatavissa: https://help.solidworks.com/2020/english/SolidWorks/sldworks/t_Creating_Exploded_Views.htm

Suunnittelutoimisto Bestdan 2021. Protopaja. [viitattu 11.3.2021] Saatavissa: <https://bestdan.fi/protopaja/>

Teräpiste 2021. Luistinten teroitus. [viitattu 17.1.2021]. Saatavissa <https://www.terapiste.fi/tietoa-teroituksesta/>