



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

JANI KANKAANHUHTA

Mekaniikkasuunnittelun kehittäminen – Laskukipin standardisointi

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2024

TIIVISTELMÄ

Kankaanhuhta, Jani: Mekaniikkasuunnittelun kehittäminen - Laskukipin standardisointi

Opinnäytetyö, AMK

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Huhtikuu 2024

Sivumäärä: 27

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Raumaster Paper Oy. Yritys suunnittelee ja valmistaa paperiteollisuuden jälkikäsitteilylaitteita. Työn taustalla oli aikaisemmin aloitettu laitteiden standardisointi ja tarve kehittää yrityksen mekaniikkasuunnittelua.

Työn tarkoituksena oli standardisoida laskukippi mekaniikkasuunnittelun kehittämiseksi. Tavoitteena oli konkreettisesti mallintaa ja moduloida yksi laitekokonaisuus, tehdä siitä piirustukset, määrittää mittavariaatiot sekä selvittää mitoitusperusteet, tekniset vaatimukset ja laitestandardisoinnin hyödyt ja haitat.

Työn pääasialliset menetelmät olivat aikaisemmille projekteille tehtyjen laitteiden tietojen ja mallien tutkiminen, työntekijöiden kehitysehdotukset ja laatupalautteet. Työ koostuu standardimallin määrittämisestä ja toteutuksesta sekä standardisoinnin hyötyjen ja haittojen selvityksestä.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi standardimalli laskukipistä, mittavariaatioiden määrittäminen, selvitykset mitoitusperusteista, teknisistä vaatimuksista ja laitestandardisoinnin hyödyistä ja haitoista sekä ohje suunnittelijoille standardimallin käyttöä varten.

Standardimallin määrittäminen ja toteutus onnistuivat hyvin ja tavoitteiden mukaisesti. Mallin rakenteesta tuli modulaarinen, joten sen käyttö helpottui huomattavasti. Lisäksi kehitysideoista suurin osa saatiin toteutettua.

Avainsanat: Standardisointi, Laskukippi, suunnittelu, modulointi

Abstract

Kankaanhuhta, Jani: Development of mechanical design - standardization of Lowering up-ender
Bachelor's thesis
Degree programme in Mechanical engineering
April 2024
Number of pages: 27

The client of the thesis was Raumaster Paper Oy. The company designs and manufactures post-processing equipment for the paper industry. The background of the work was the standardization of equipment that had started earlier and the need to develop the company's mechanical design department.

The purpose of the work was to develop mechanical design department with standardization of Lowering up-ender. The goal was to concretely model and modulate a single device unit, make drawings of it, determine dimensional variations and find out the dimensioning criteria, technical requirements and the benefits and disadvantages of device standardization.

The main methods of the work were the study of data and models of equipment made for previous projects and employee development proposals. The work consists of the definition and implementation of the standard model, as well as the analysis of the advantages and disadvantages of standardization.

As a result of the thesis work, a standard model of the Lowering up-ender, determinations of dimensional variations, explanations of dimensioning bases, technical requirements and the advantages and disadvantages of device standardization, as well as instructions for designers for using the standard model, were created.

The specifications and implementation of the standard model were successful and in accordance with the objectives. The structure of the model became modular, so its use became much easier. In addition, most of the development ideas were implemented.

Keywords: standardization, modulation, lowering up-ender, design

ALKUSANAT

Haluan kiittää Raumaster Paperia opinnäytetyön aihe-ehdotuksesta ja mahdollisuudesta toteuttaa tämä opinnäytetyö. Kiitokset myös työn ohjaajalle koulun puolelta ja yrityksen ohjausryhmän jäsenille.

SISÄLLYS

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 TOIMEKSIANTAJA JA OHJELMISTOT | 8 |
| 2.1 Yrityksen esittely..... | 8 |
| 2.2 Ohjelmistot | 9 |
| 3 LASKUKIPPI | 10 |
| 3.1 Historia | 10 |
| 3.2 Toimintaperiaate ja osat yleisesti | 10 |
| 4 STANDARDISOINTI JA MODULOINTI..... | 12 |
| 4.1 Standardisointi..... | 12 |
| 4.2 Modulointi | 12 |
| 5 STANDARDIMALLIN MÄÄRITYS | 13 |
| 5.1 Menetelmät..... | 13 |
| 5.2 Taustatiedot..... | 13 |
| 5.3 Mitoitusperusteet | 14 |
| 5.4 Mittavariaatiot ja määritykset | 15 |
| 5.5 Tekniset vaatimukset..... | 17 |
| 6 STANDARDIMALLIN TOTEUTUS | 18 |
| 6.1 Mallinnuksen aloitus | 18 |
| 6.2 Kääntöyksikkö | 19 |
| 6.2.1 Alaosa..... | 19 |
| 6.2.2 Yläosa..... | 20 |
| 6.2.3 Lujuustarkastelu..... | 21 |
| 6.3 Runko | 24 |
| 6.3.1 Ylärunko..... | 24 |
| 6.3.2 Alarunko..... | 25 |
| 6.3.3 Rungon pääkokoonpano..... | 26 |
| 6.4 Laskukipin pääkokoonpano | 27 |
| 7 LAITESTANDARDISOINNIN JA MODULOINNIN HYÖDYT JA HAITAT .. | 28 |
| 8 LASKUKIPIN STANDARDIMALLIN SUUNNITTELUOHJE..... | 29 |
| 9 JOHTOPÄÄTÖKSET | 31 |
| LÄHDELUETTELO | 32 |

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Raumaster Paper Oy (RMP). RMP on jo aikaisemmin aloittanut merkittävimpien laitteidensa standardisoinnin ja olen ollut myös itse tässä mukana kahtena viime kesänä. Tätä kautta sain myös opinnäytetyölle aiheen, laskukipin standardisoinnin. Hyväksyin yrityksen aihe-ehdotuksen, koska yritys oli jo entuudestaan tuttu, aihe liittyi vahvasti kone tekniikan alaan ja uskoin, että voisin oppia jotain uutta. Tämä työ eroaa aikaisempina kesinä tekemistäni standardisointitöistä niin, että nyt tehdään laajempi tutkimus määrättyistä asioista ja myös itse laitekokonaisuus on suurempi. Tässä työssä standardisoinnilla tarkoitetaan yrityksen sisäistä laitteen standardisointia ja modulointia eikä yleistä standardia kuten SFS.

Työn tavoitteena on mallintaa ja moduloida konkreettisesti yksi laitekokonaisuus ja selvittää laitestandardisoinnista saatavat hyödyt ja mahdolliset haitat. Jotta standardisoitu malli laskukipistä saadaan tehtyä, selvitetään laitekokonaisuuden mitoitusperusteet, määritetään mittavariaatiot ja selvitetään tekniset vaatimukset niissä.

RMP on alkanut standardisoimaan laitteitaan mekaniikkasuunnittelun kehittämiseksi. Valmiiksi standardisoituja laitteita ovat mm. V-lamellikuljettimet, Leveälamellikuljettimet ja pyöritystelastot. Hyvä standardimalli nopeuttaa suunnitteluprosessia, parantaa laatua ja lisää osien yhteensopivuutta. Tämän työn tuloksena syntyvää laskukipin standardimallia käytetään tulevilla projekteilla pohjamallina.

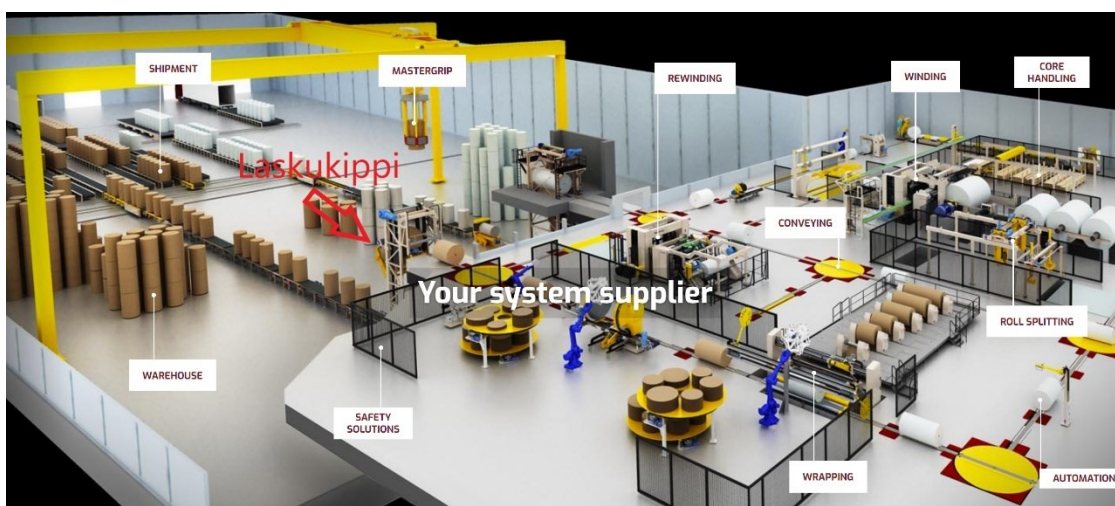
Työn alkupuolella esitellään mm. toimeksiantaja ja itse standardisoitava laite. Tämän lisäksi selvitetään menneiden projektien historiatietojen avulla kaikki mallin tekemiseen vaikuttavat asiat kuten mitoitusperusteet. Kun malli on määritetty ja mallinnettu, käydään toteutusosiossa läpi kaikki standardimallin

toteutukseen ja suunnitteluun liittyvät asiat. Työn lopussa käydään läpi vielä laitestandardisoinnin hyödyt ja haitat sekä johtopäätökset.

2 TOIMEKSIANTAJA JA OHJELMISTOT

2.1 Yrityksen esittely

Raumaster Paper Oy on suomalainen, Raumaster-konserniin kuuluva yritys, joka on perustettu vuonna 2003. Yritys toimittaa automaattisia materiaalinkäsittelyjärjestelmiä paperinjalostustehtaille maailmanlaajuisesti ja sen toimiala on pääasiallisesti paperiteollisuuden jälkikäsittelylaitteet. RMP suunnittelee ja valmistaa laitteistoja paperirullien ja hylsyjen käsittelystä aina pakkaukseen ja automatisoituun ajoneuvolastaukseen saakka. Kuva 1 havainnollistaa näitä laitteistoja.



Kuva 1. Raumaster Paperin valmistamat laitteistot yleisesti.

RMP on vuosien varrella tuonut markkinoille erilaisia ratkaisuja nykyaikaisiin rullankäsittelysovelluksiin. Monet näistä ovat osoittautuneet toimiviksi ja joistain on tullut jopa standardeja teollisuudessa. (Raumaster Paper, ei pvm). Viimeisen tilikauden päättyessä 8/2023 yrityksellä oli 85 työntekijää ja sen liikevaihto oli 23,9 miljoonaa euroa. (Finder, ei pvm)

2.2 Ohjelmistot

Tässä työssä tarvittavia ohjelmistoja käytetään mallintamiseen ja piirustusten tekemiseen, 3D-mallien, piirustusten ja dokumenttien säilytykseen sekä tuote-tietojen hallintaan ja toiminnanohjaukseen. Tarvittavat ohjelmistot ovat seuraavat:

- Solidworks
- Siilo
- Solidworks PDM
- Lean systems
- Word, excel
- Microsoft Teams
- M-files

3D-mallinnusohjelmana käytetään tunnettua Solidworksia. 3D-mallit ja piirustukset tallennetaan Solidworksin PDM (Product Data Management) tallennustilaan. PDM:än kautta piirustukset arkistoituvat vielä erikseen Siiloon, joka on Raumasterin oma järjestelmä piirustuksia varten. Lean systemsiin taas vietään kaikki tarpeelliset tiedot malleista, joiden avulla esimerkiksi tilaukset tehdään. Lean systems on siis toiminnanohjausjärjestelmä, jonka avulla hoidetaan kaikki yrityksen tilaus-toimitusketjuun liittyvät prosessit. (Roima, ei pvm). Wordilla ja Excelillä taas hoidetaan dokumentointi ja raportointi. M-filesia käytetään dokumenttien tallennuspaikkana. Lisäksi Microsoft teams toimii yhteydenpitokanavana.

3 LASKUKIPPI

3.1 Historia

Ennen kuin sähkökäyttöinen laskukippi tuotiin markkinoille ja patentoitiin vuonna 2002, raskaita nostolaitteita pystyi käyttämään ainoastaan hydraulikan avulla. RMP pääsi kuitenkin samaan nostovoimaan yhdellä sähkökäyttöisellä moottorilla vähentämällä tarvittavaa energiaa. Tämä onnistui, kun laskukippiin lisättiin vastapainot. (Raumaster Paper, 2020)

Energiätehokkuuden lisäksi uudella laskukipillä oli myös muita hyötyjä. Se vei melkein puolet vähemmän tilaa kuin aikaisempi hydraulinen laskukippi. Uusi keksintö hyödytti myös paperirullien käsittelyä trukilla, sillä nyt rullia pystyi laittamaan monta päällekkäin. (Raumaster Paper, 2020)

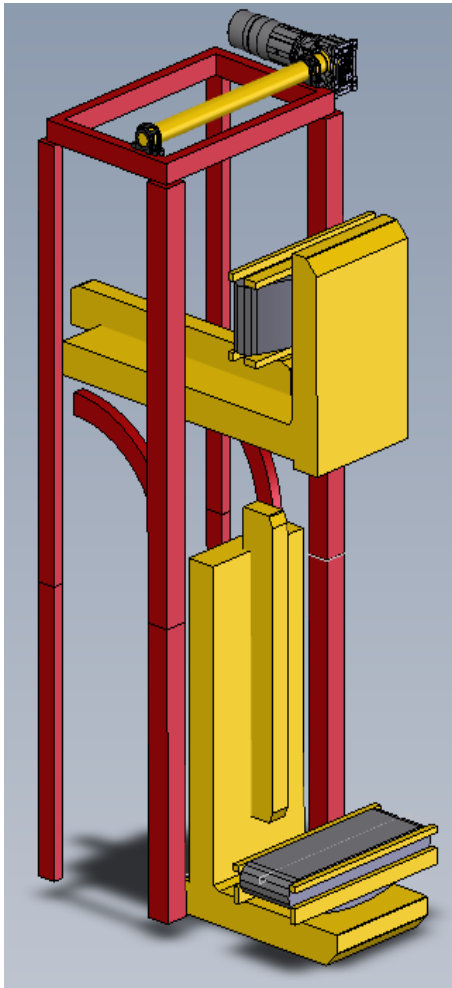
3.2 Toimintaperiaate ja osat yleisesti

Laskukippi on laite, jonka tarkoituksena on ottaa paperirulla ylemmältä kuljetinlinjalta vastaan ja laskea se alemmalle kuljetinlinjalle, josta se taas jatkaa matkaa. Rulla tulee ylemmältä linjalta vaakatasossa ja laite kippaa sen pystyasentoon. Tästä tulee myös laitteen nimitys.

Laskukipin merkittävimmät osat ovat runko, kelkka, kääntöyksikkö, kuljettimet, vastapainot sekä moottori. Kääntöyksikkö koostuu kääntörungosta, V-lamellikuljettimesta ja leveälamellikuljettimesta. Kääntöyksikkö on laskukipin liikkuva osa ja se on kiinnitetty runkoon kelkan ja tukipyörästä avulla. Kelkan avulla yksikkö pääsee liikkumaan ylös ja alas. Tukipyörästä taas ohjaa ja tukee yksikön liikettä kulkemalla rungossa kiinni olevaa ohjaukiskiskoa pitkin.

Laitteesta on kaksi eri versiota, jotka voi erottaa toisistaan nimen perään lisäystä CX tai CS merkinnästä. Erot näiden kahden version välillä sijoittuvat kääntöyksikön osiin ja leveälamellikuljettimen asentoon. Kuvassa 2 on

yksinkertaistettu malli CX-version laskukipistä ja siitä nähdään selkeästi kääntöyksikön eri asennot.



Kuva 2. Yksinkertaistettu malli Laskukipistä ja kääntöyksikön asennoista

Kuten kuvasta 2 nähdään, CX-mallissa kuljetin on 90 asteen kulmassa laitteen nähden, jolloin paperirullat lähtevät sivulle päin. Tässä versiossa kääntöyksikköön kuuluu siirtoyksikkö, siirtokelkka, johdekisko ja moottori, joiden avulla leveälamellikuljetin saadaan siirrettyä kauemmas V-lamellikuljettimesta, jotta rulla ei ota mihinkään kiinni, kun se lähtee eteenpäin. Kuvasta poiketen CS-mallissa kuljetin on suorassa, joten rullat lähtevät suoraan poispäin. Tässä versiossa ei ole leveälamellikuljettimen siirron osia, koska kuljettimen siirrolle ei ole tarvetta.

4 STANDARDISOINTI JA MODULOINTI

4.1 Standardisointi

Standardisointi tarkoittaa, että laaditaan yhteiset toimintatavat, ratkaisut ja vaatimukset esimerkiksi tietylle tuotteelle tai asialle. (SFS). Standardi sanan määritelmä on normi ja vakiotyyppi. (Kielitoimiston sanakirja). Tässä työssä standardisoinnilla ei tarkoiteta SFS standardin tyylistä yleistä standardia vaan yrityksen sisäistä standardia.

Tässä standardisoinnissa on siis tarkoituksena määritellä laskukipin standardimalli, kaikki mittavariaatiot ja muut vaatimukset. Kaikki tärkeimmät päätökset tehdään yhdessä ohjausryhmän kanssa.

4.2 Modulointi

Moduloinnissa rakenne tehdään moduuleista, jotka ovat itsenäisiä osia. Näin ollen moduuleista voidaan koota erilaisia kokonaisuuksia. Tällaista rakennetta kutsutaan modulaariseksi. (Wikipedia, 2015). Jokaisella moduulilla on oma tehtävänsä kokonaisuudessa, ja ne liittyvät toisiinsa määriteltyjen rajapintojen kautta. Näin ollen moduuleja voi helposti lisätä, poistaa ja päivittää. (Lehtonen & Tuomivaara, 2015)

Laskukipissä moduuleiksi voisi kutsua esimerkiksi alarunkoa, ylärunkoa ja kääntöyksikköä. Kääntöyksikön tilalle voi esimerkiksi vaihtaa toisen kääntöyksikön, jossa on eri levyinen kuljetin. Alarungon kohdalla rakenne tehdään niin, että sen saa helposti päivitettyä.

5 STANDARDIMALLIN MÄÄRITYS

5.1 Menetelmät

Opinnäytetyössä tärkein tutkimusmenetelmä on taustatietojen ja mallien tutkiminen. Laskukippejä on siis aikaisemmin tehty erilaisiin projekteihin ja näitä tutkimalla saadaan tietoa, jonka avulla pystytään määrittämään standardimallin mittavariaatiot ja selvittämään mitoitusperusteet.

Lisäksi menetelminä käytetään yrityksen työntekijöiltä ja ohjausryhmältä saatuja kehitysideoita. Myös laatupalautteet on hyvä tarkistaa, jotta standardimalliin tai piirustuksiin ei tule samoja virheitä.

5.2 Taustatiedot

Laitteen taustatiedot tai toisin sanoen historiatiedot ovat todella tärkeässä roolissa, kun standardimallia aletaan määrittämään. Ne kertovat paljon aikaisemmissa projekteissa tehtyjen laskukippien mitoitusperusteista ja mitoituksista. Voidaan pitää todennäköisenä, että myös tulevaisuudessa projekteissa tullaan käyttämään paljon aikaisempia mitoituksia ja tämän vuoksi on tärkeää ottaa ne huomioon myös uudessa laskukipin standardimallissa. Taustatietoja saadaan kerättyä piirustuksista ja 3D-malleista.

Laskukipin taustatiedoista tärkeimpiä ovat rungon sisämitat, laitteella kuljetettujen paperirullien mitat, kuljettimien pituudet ja leveälamellikuljettimen leveys sekä kerroskorkeudet. Rungon sisämittoja ja rullan halkaisijoita on tärkeää vertailla keskenään, koska niiden keskinäinen suhde kertoo paljon siitä, paljonko tilaa tarvitaan tietylle rullalle. Rullan halkaisija ja leveys vaikuttaa myös paljon kuljettimien pituuksiin. Laskukipeistä löytyy hieman eri lailla toimivia versioita, kuten ne, joissa ei ole ohjauskaarta. Selkeyden vuoksi tarkastelin enimmäkseen laskukippejä, joissa on ohjauskaari. Taustatietojen arvoja ei voida tässä työssä julkisesti jakaa, koska ne ovat luottamuksellisia.

5.3 Mitoitusperusteet

Mitoitusperusteilla tarkoitetaan niitä asioita, jotka vaikuttavat ratkaisevasti laitteen mitoitukseen. Laskukipin kohdalla mitoituksen määrittää suurimmaksi osaksi paperirullien koko. Rullan koko määrittää kuljettimien mitat, kuljettimet ja rullakoot määrittävät kääntörungon mitat ja loppujen lopuksi kääntöyksikkö ja rullakoko määrittää rungon mitat.

Kääntöyksikössä paperirullan halkaisija määrittää leveälamellikuljettimen pituutta ja osittain myös leveyttä. Tässä täytyy ottaa kuitenkin huomioon myös se, että usein leveälamellin leveys riippuu myös projektin muista kuljettimista. Jos esimerkiksi kuljetinlinjan muut kuljettimet ovat 1000 mm leveitä, pyritään myös laskukippiin laittamaan sen levyinen kuljetin. Laskukipeissä on historia-tietojen mukaan käytetty kaikkia leveälamellin leveyksien vakiomittoja. Tämän takia kääntörungossa tai siirtokelkassa olisi hyvä olla kiinnityspaikat jokaiselle leveälamellin vakioleveydelle. Vaihtoehtoisesti voidaan tehdä myös kääntöyksiköstä kolme eri piirustusnumeroa, joissa on eri leveyksien kuljettimet.

Paperirullan leveys ja se, että montako rullaa halutaan päällekkäin, on todella projektikohtaista, mutta se määrittää V-lamellikuljettimen pituuden. Standardimalliin, jonka halutaan käyvän mahdollisimman moneen projektiin tulevaisuudessa, olisi hyvä laittaa niin pitkä kuljetin kuin siihen vain järkevästi saadaan.

Kuten alussa kerroin, kuljettimet määrittävät kääntörungon mitat. Tämä tarkoittaa sitä, että V-lamellikuljetin määrittää kääntörungon pystypalkkien mitoituksen ja leveälamellikuljetin alarungon mitoituksen. Pystypalkkien on oltava niin pitkät, että ne antavat tarpeeksi tukea kuljettimelle. CX-version alarungon kohdalla mitoitus pitää tehdä niin, että siirtokelkalla on tarpeeksi tilaa liikkua. CS-versiossa kuljettimen pituus määrittää palkkien pituudet.

Yrityksessä tehdään samaan aikaan myös toista opinnäytetyötä pystykuljettimen standardisoinnista ja RMP haluaa, että standardimallit olisivat tietyin osin samanlaisia. Tätäkin voidaan siis pitää yhtenä mitoitusperusteena.

5.4 Mittavariaatiot ja määritykset

Aikaisemmassa osassa todettiin, että mitoitusperusteiden lähtökohtana on paperirullan koko. Näin ollen, on myös järkevää lähteä määrittämään mittavariaatioita rullien koon mukaan.

Opinnäytetyön ohjausryhmän palaverissa päätettiin määrittää kaksi rullan halkaisijan mitta, joiden perusteella mittavariaatiot tehdään. Mittoja ei voida julkisesti mainita, joten kuvaillaan niitä keskikokoiseksi ja suurikokoiseksi rullaksi. Rullien halkaisijoiden valinta perustui aikaisempien laskukippien tietoihin, mutta päätökseen vaikutti myös pystykuljettimen standardisointiin valitut samat rullan halkaisijat.

Seuraavaksi määriteltiin kuljettimien mitat. V-lamellikuljettimiksi valittiin hieman pidempi kuljetin kuin ennen on käytetty, jotta kuljettimelle on mahdollista ottaa vielä leveämpiä rullia. Tehdään lisäksi toinen lyhyempi mittavariaatio, koska sellaiselle tulee todennäköisesti tarvetta tulevaisuudessa. V-lamellikuljettimen ensisijaisen pituuden valintaan vaikutti pystykuljettimen standardisointiin valittu saman pituinen kuljetin ja laskukipin taustatiedot.

Leveälamellikuljettimien kohdalla päätin, että mittavariaatiot tulisi olla jokaiselle vakioleveydelle. Päätin määrittää jokaiselle leveydelle mittavariaation, koska taustatietojen mukaan aikaisempien laskukippien leveälamellikuljettimien mitoissa on ollut paljon vaihtelua ja niissä on käytetty kaikkia leveyksiä. Kuljettimien pituudet valitsin tarkastelemalla kääntörungon mittasuhteita. CX ja CS-versioiden leveälamellikuljettimissa käytetään erilaisia runkoja, joten molempiin tulee kolme mittavariaatiota.

CX-version siirtokelkkaan oli aluksi tarkoitus laittaa kiinnityspaikat kaikille leveälamellikuljettimien leveyksille. Tämä ei kuitenkaan onnistunut. Näin ollen päätin, että tehdään jokaisen kuljettimen vakioleveydelle oma mittavariaatio siirtokelkasta. Tämä tarkoittaa myös sitä, että kääntöyksiköstä tulee kolme eri piirustusnumeroa, jokaiselle leveydelle yksi. CS-versiossa tätä ei tarvitse

tehdä, koska siinä ei ole siirtokelkkaa ja jokaiselle leveydelle saatiin tehtyä kiinnityspaikat yhteen runkoon.

Tein kääntörunkoon kokonaan uuden alaosan eli rungon. Tätä ei kuitenkaan voinut tehdä niin, että se sopisi molempiin maksimi rullakokoihin. Siitä pitää siis tehdä kaksi mittavariaatiota. Aiemmin mainitsin, että kääntöyksiköstä tulee kolme mittavariaatiota, mutta rungon kahden mittavariaation takia kääntöyksikön mittavariaatioita joudutaan tekemään yhteensä kuusi eli kolme molemmille rungoille.

Laskukipin ylärunгон mittavariaatioita pohtiessani päädyin siihen, että rungosta tarvitaan vain kaksi mittavariaatiota. Keskikokoiselle rullalle yksi ja suurikokoiselle rullalle toinen. Päädyin tähän, koska suuressa rullakoossa runkoa tarvitsee leventää. Alarungosta ei tehdä erikseen vakiota, koska laskukippien korkeus vaihtelee niin paljon. Tämän sijaan alarungosta tehdään helposti muokattava.

Laskukippikokonaisuuksien kohdalla voitaisiin tehdä niin, että CX-versiosta tehtäisiin kaksi mittavariaatiota eli yksi molemmille rullahalkaisijoille ja näihin pystyy vaihtamaan kääntöyksikön eri mittavariaatioita tarpeen mukaan. CS-versiosta voitaisiin myös tehdä kaksi mittavariaatiota samantapaisesti. Näihin ei kuitenkaan tarvitse vaihtaa kääntöyksikköjä, koska niissä on mahdollisuus vaihtaa helposti eri levyinen leveälamellikuljetin. Taulukossa 1 on mittavariaatioiden määrät eriteltyinä selvyyden vuoksi.

Taulukko 1. Mittavariaatioiden määrät

| | keskikokoinen rulla | suurikokoinen rulla |
|---------------------------|---------------------|---------------------|
| ylärunko | 1 | 1 |
| alarunko | 1 | 1 |
| kääntöyksikkö (CX) | 3 | 3 |
| kääntöyksikkö (CS) | 1 | 1 |
| Leveälamellikuljetin (CX) | 3 | |
| Leveälamellikuljetin (CS) | 3 | |

| | | |
|--------------------------------|---|---|
| Siirtokelkka (vain CX) | 3 | |
| V-lamellikuljetin | 2 | |
| Laskukippi kokonaisuus (CX) | 1 | 1 |
| Laskukippi kokonaisuus (CS) | 1 | 1 |

5.5 Tekniset vaatimukset

Laskukipin tekniset vaatimukset liittyvät lähinnä lujuuteen ja kapasiteettiin. Materiaalin lujuus tarkoittaa sen kykyä vastustaa voimia, jotka siihen kohdistuu. (SSAB, 2024). Tässä työssä lujuutta tarkastellaan vain kääntöyksikön kohdalla, koska runkoon ei tule sellaisia muutoksia, että se vaatisi lujuustarkastelua. Kääntöyksiköstä tehdään siis Solidworksilla simulaatio, jossa varmistetaan, jännitykset ja siirtymät eivät ole liian suuria. On myös tärkeää, että myötölujuuden raja ei ylity. Myötölujuus on jännitys, missä plastinen tai toisin sanoen pysyvä muodonmuutos alkaa ja jännityksen poistuttua rakenne ei palaa enää ennalleen. (Jokinen, 2020). Lujuutta tarkastellaan tarkemmin standardimallin toteutusosiossa. Siinä tehdään kääntöyksikölle lujuustarkastelu simulaatiossa.

Kapasiteetti taas tarkoittaa suurinta mahdollista tuotantokykyä tietyssä aikayksikössä. (Yritystoiminta: Kapasiteetti ja toiminta-aste, ei pvm). RMP:llä laskukippien kapasiteetit on yleensä laskettu niin, että montako kierrosta laite menee tunnissa. Laskukipissä yksi kierros tarkoittaa sitä, että laite ottaa yläasennossa rullan vastaan, vie sen alemmalle kuljetinlinjalle ja palaa takaisin yläasentoon.

6 STANDARDIMALLIN TOTEUTUS

6.1 Mallinnuksen aloitus

Mallinnusta ei ollut järkevää aloittaa täysin puhtaalta pöydältä, koska RMP:llä oli jo valmiina menneiden projektien toimivia malleja, joista oli hyvä lähteä liikkeelle. Sain yritykseltä pohjamallin ja otin siitä uuden piirustusnumeron. Ensimmäiseksi tarkastelin yleisesti laskukipin osakokoonpanoja ja niiden rakenteita. Mallin toteutuksessa ei kerrota yksityiskohtaisesti mallinnuksesta vaan siitä, mitä muutoksia on tehty ja mistä syystä.

Tarkastellessani laskukipin osakokoonpanoja huomasin, että monessa mallissa oli monta pienempää toisiinsa liittyvää osaa erikseen. Esimerkiksi kääntöyksikön malliin on laitettu E-ketjuun, anturointiin ja halkaisijanmittaukseen liittyvät osat erikseen. Tämä tarkoittaa, että myös piirustuksen osaluettelossa nämä osat ovat erikseen, mikä tarpeettomasti pidentää luetteloa ja monimutkaistaa rakennetta. Standardimallissa pyritään siihen, että osaluettelo olisi mahdollisimman lyhyt ja selkeä. Näin ollen päätin tehdä näistä osakokonaisuuksista omat kokoonpanonsa. Lisäsin myös näihin kokonaisuuksiin liittyvät kiinnitystarvikkeet alakokoonpanoihin, koska nekin pidentävät osaluetteloa. Tein tämän muutoksen myös muihin laskukipin suurempiin osakokoonpanoihin, joissa osia oli samanlaisesti erikseen.

Huomasin tarkastelun yhteydessä myös, että malleissa on käytetty paljon mirror ja pattern toimintoja. Nämä toiminnot hidastavat todella paljon mallin avaamista ja sen käsittelyä varsinkin, kun niitä on käytetty tarpeettoman monta kertaa ja malli on suurikokoinen. Tässä pohjamallissa niitä oli käytetty lähinnä kiinnitystarvikkeisiin ja kaapelihyllyihin. Sain vähennettyä ylimääräisten toimintojen määrää yhdistelemällä niitä ja liittämällä osia yksitellen malliin. Toimintojen määrää vähensi myös osittain aikaisemmin tekemäni osakokoonpanot erillisistä osista.

6.2 Kääntöyksikkö

6.2.1 Alaosa

Kääntöyksikön alaosan merkittävimmät osat ovat leveälamellikuljetin, alarunko, siirtoyksikkö ja siirtokelkka. Monessa aiemmassa projektissa kääntöyksikkö on ala-asennossaan laskettu monttuun, koska kuljetustaso on pitänyt saada alemmas. Montun tekeminen on kuitenkin kallista asiakkaalle ja eteen voi tulla tilanne, jossa asiakas ei tämän vuoksi halua monttuja tehdä. Tämän perusteella päätettiin ohjausryhmän kanssa, että leveälamellikuljetin kuljetustason ja rungon alapinnan välistä mitta pitäisi pienentää.

Pohjamallissa kuljetustason ja rungon alapinnan välinen ero oli liian suuri. Tämä tarkoittaa sitä, että tavallisimmalla tasokorkeudella kääntöyksikköä ei voida laskea lattialle vaan se pitää aina laskea monttuun. Yksikköä ei oikeastaan missään tapauksessa voi laskea suoraan lattialle, koska lattiassa on usein epätasaisuuksia. Epätasaisuudet eliminoidaan erillisillä lattiaan asennetuilla tuilla. Alaosasta pitäisi siis tehdä niin matala, että päästään yleisimpään tasokorkeuteen niin, että rungon alle mahtuu vielä tuet.

Lähtötilanteessa ylimääräistä tilaa ei juurikaan ollut. Jos kuljettimen jalvoja olisi lyhentänyt tai kiskoa laskenut, kuljettimen ketju olisi tullut liian lähelle runkoa. Alkuperäistä mallia ei siis olisi mitenkään saanut madallettua tarpeeksi. Näin ollen päätin yhdessä ohjausryhmän kanssa, että teen kokonaan uuden rakenteen rungolle. Uutta runkoa mallinnettaessa piti ottaa huomioon seuraavat asiat:

- Siirtoyksikön hihnan alapinta pysyy rungon alapinnan yläpuolella
- Leveälamellikuljettimen alapuolelle pitää varata tilaa ketjun venymiselle
- Kuljettimen pitää päästä liikkumaan kiskoilla ilman törmäyksiä

Tein uuden rungon niin, että I-palkkien tilalle tuli 100 mm matalammat suora-kaidepalkit ja kiskon laitoin lähelle yläpintaa. Alaosan ja yläosan kiinnitys oli tehty aiemmin pulteilla ja muttereilla, mutta palkin muutoksen takia muttereita ei enää saanut kiinni. Tämän takia lappuun piti tehdä kierrereiät ja tämä taas

johti siihen, että lapusta piti tehdä paksumpi, jotta pultin kierteellä olisi tarpeeksi tilaa. Hammaspyörille tein myös hieman erilaiset kiinnitykset. Hihnan kiinnitys siirtokelkkaan piti tehdä palkin sisälle uudella kiinnityslevyllä, jotta sain kokonaisuuden tarpeeksi matalaksi.

Tein myös siirtokelkasta hieman erilaisen. Aiemmin siirtokelkat tehtiin monesta osasta niin, että osat liitettiin pulttikiinnityksiä käyttäen toisiinsa. Työmailla on kuitenkin huomattu, että pulttikiinnitykset antavat hieman periksi ja tämän takia siirtokelkka on jossain tapauksissa vääntynyt. Tämän vuoksi siirtokelkasta piti tehdä hitsattu kokonaisuus. Samalla kun tein hitsauskokoonpanoa, vaihdoin H-palkit suorakaidepalkkeihin ja valitsin matalammat palkit. Lisäksi tein palkkiin kolot ja aiemmin mainitsemani kiinnityslevyt, johon siirtoyksikön hihnat saadaan kiinnitettyä.

Siirtoyksikköön tein myös muutoksia. Siirtokelkan muutosten takia siirsin hihnoja lähemmäs toisiaan ja näin ollen myös laakerien ja hammaspyörien paikat muuttuivat. Aiemmin siirtoyksikkö oli tehty symmetrisesti niin, että akseli tuli rungon molemmilta puolilta ulos. Vain toisella puolella on moottori, joten sille ei ollut mitään hyvää syytä, miksi akselin pitäisi tulla myös toiselta puolelta ulos. Lyhensin akselia niin, että sen toinen pää on rungon sisäpuolella. Tämän ansiosta, jatkossa ei enää tarvita niin montaa laakeria ja toiseen runkopalkkiin ei tarvitse tehdä reikiä. Vaihdoin myös siirtoyksikön moottorin pienempään, koska aiempi oli tarpeettoman suuri ja tehokas. Moottorin vaihdon myötä tein siihen myös uuden momenttituen.

6.2.2 Yläosa

Kääntöyksikön yläosaan kuuluu v-lamellikuljetin, runkopalkit, kääntöakseli ja telipyörästä. Ensimmäisenä otin V-lamellikuljettimen pohjamalliksi määritetyn mittaisen vakiokuljettimen. Runkopalkkien pituuden määritin suhteessa kuljettimeen lyhyemmäksi kuin aiemmin, mutta kuitenkin niin, että runko antaa tukea tarpeeksi kuljettimelle. Runkopalkkien tyyppiä en muuttanut, koska en nähnyt sille olevan tarvetta.

Telipyörästö oli aiemmissa versioissa yhdellä johdepyörällä, mutta tämä oli havaittu aiemmissa projekteissa huonoksi ratkaisuksi sen kulumisen takia. Tähän tarvittiin siis muutos. Toiseen tekeillä olevaan laskukippiin oli kuitenkin jo tehty uudenlainen telipyörästö, jossa oli kaksi johdepyörää ja sivuohjauspyörä. Näin ollen minun ei tätä tarvinnut mallintaa erikseen vaan sain siitä otettua mallin standardiin.

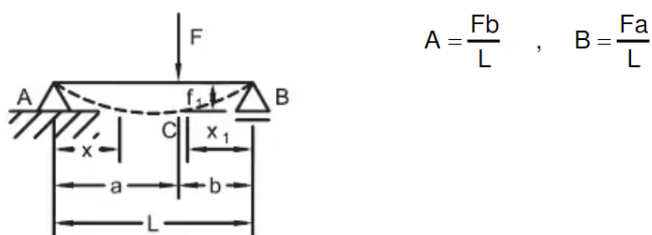
Myös telipyörästön ja kääntöakselin paikoitukseen piti tehdä muutos, jotta laskukipin kerroskorkeutta olisi mahdollisuus säätää mahdollisimman matalaksi. Laskin niitä molempia siis saman verran alaspäin. Tein tämän vaiheittain kokeilemalla ja samalla tarkkailin, miten muutos vaikutti kerroskorkeuteen. Tässä piti ottaa huomioon, että kääntöyksikön pää tai siinä oleva rulla ei törmää mihinkään, kun laitetta käytetään.

Kun sain selville, mihin kohtaan kääntöakseli sijoittuu tein v-lamellikuljettimen runkoon kolon siihen kohtaan, josta akseli menee läpi. Koska kuljettimen runkoon piti tehdä kolo, ei voitu käyttää vakiokuljetinta. Tämän jälkeen muokkasin myös hieman kaapelihyllyjä ja tein runkoon reiät oikeisiin kohtiin kuljettimen kiinnitystä varten.

6.2.3 Lujuustarkastelu

Kääntöyksikön lujuustarkastelu tehtiin Solidworksin simulaatiolla. Tarkastelu aloitetaan luomalla geometrinen malli. Tämän jälkeen ohjelmiston avulla jaetaan malli pieniin osiin. Tätä kutsutaan verkotukseksi. Ohjelma tekee tämän automaattisesti. (Solidworks, ei pvm). Tein siis ensimmäisenä uuden mallin laskentaa varten. Tässä mallissa ei ole mitään ylimääräistä eli siinä on vain kääntöyksikön runko. Rungosta piti tehdä mahdollisimman yksinkertainen, jotta Solidworks saa tehtyä sille verkotuksen. Tämä tarkoittaa, että jätin mallista pois esimerkiksi kaikki reiät ja lisäksi täytin kaikki pienetkin kolot.

Kun sain mallin valmiiksi, tein mallille verkotuksen. Kun verkotus tuli valmiiksi, päätin tehdä kääntöyksikön lujjuustarkastelun kolmessa eri tilanteessa. Ensimmäisessä tilanteessa kääntöyksikkö on yläasennossa rullan kanssa. Toisessa tilanteessa kääntöyksikkö on ala-asennossa niin, että rulla on keskellä kuljettinta. Kolmannessa tilanteessa kääntöyksikkö on ala-asennossa niin, että rulla on juuri siirtymässä seuraavalle kuljettimelle. Kaikissa tilanteissa käytin kuorituksen laskemiseen rullan maksimi massaa ja kuljettimien sekä siirtokelkan massaa. Käytin siinä kuvassa 3 olevia kaavoja.



Kuva 3. Käytetyt palkin tukireaktion kaavat. (Wistbacka, s. 52)

Lisäksi laskin ensimmäisessä tilanteessa leveälamellikuljettimen aiheuttaman momentin ja toisessa sekä kolmannessa v-lamellikuljettimen aiheuttaman momentin. Tässä käytin kaavaa (1).

$$M = \frac{mgx}{L} \quad (1)$$

Tässä kaavassa m on massa, g on maan vetovoiman kiihtyvyys, x on kuljettimen painopisteen ja kuljettimen pohjan välinen ero. L on kiinnityspisteiden etäisyys.

Jokaisessa tilanteessa kiinnityskohdat tehtiin samanlaisesti niin, että ne käyttäytyisivät kuten pallolaakerit. Kiinnitykset tehtiin kääntöakselin ja tukipyörästä akselin päihin.

Ensimmäisessä tilanteessa jaoin rullan ja V-lamellikuljettimen aiheuttaman kuormituksen kolmelle palkille kuljettimen kiinnityskohtiin. Lisäsin myös leveälamellikuljettimen aiheuttaman momentin ja kuorman oikeisiin kohtiin rungon alaosaan, joka on tässä tapauksessa pystyasennossa. Kun kuormat ja kiinnitykset olivat määritelty, tein simulaation. Tuloksien mukaan suurimmat jännitykset olivat noin 50 MPa ja suurimmat siirtymät noin 1 mm.

Toisessa ja kolmannessa tilanteessa määritin kuormitukset lähes samantyyppisesti. Ainoa ero on alarungon kuormituksissa, jossa toisessa tilanteessa kuorma on tasaisesti kahdessa kohtaa molemmin puolin. Kolmannessa tilanteessa alarungon kuormitus on taas lähes kokonaan toisessa palkissa kahdessa kohtaa. Alarungon kuormitus tulee siis leveälamellikuljettimesta, siirtokelkasta ja rullasta. Näissä kahdessa tilanteessa V-lamellikuljetin on pystyasennossa, joten määritin sen aiheuttaman kuormituksen ja momentin.

Toisessa tilanteessa suurimmat jännitykset olivat noin 90 MPa ja suurimmat siirtymät noin 8 mm. Kolmannessa tilanteessa suurimmat jännitykset olivat noin 140 MPa ja siirtymät noin 11 mm. Kolmas tilanne ei ole kuitenkaan täysin realistinen.

RMP:llä yleisenä nyrkkisääntönä on ollut, että jännitykset saavat maksimissaan olla kolmanneksen myötölujuudesta. Tuloksia tarkasteltaessa huomasin, että kolmannessa tapauksessa sallittu raja ylittyi. Kolmannessa tilanteessa ei ole kuitenkaan huomioitu sitä, että alapalkkien päätyjen alla on todellisessa tilanteessa tuet, jotka kannattelevat palkkeja. Näin ollen jännitykset ja siirtymät eivät ole täysin todellisia. Voidaan siis olettaa, että jännitykset eivät todellisuudessa nouse rajan yli.

6.3 Runko

6.3.1 Ylärunko

Laskukipin ylärunko koostuu itse runkopalkeista, yläkehikosta, erilaisista tukipalkeista, ohjauskiskoista, vastapainon kiskoista, kääntöyksikön pysäyttimistä ja rullaketjun ohjausosista. Pohjamalli, josta ylärungon otin, oli jo valmiiksi so-piva keskikokoiselle rullalle, joten palkkirakenteeseen ei oikeastaan tarvinnut tehdä isompia muutoksia.

Ylärungossa oli aikaisemmissa projekteissa käytetty kahden eri säteen ohjauskiskoja. Standardimalliin päätettiin kuitenkin valita pienempisäteinen ohjauskisko, koska tämä sallii pienemmät kerroskorkeudet laskukipissä. Kiskon yläpähän tein pidennyksen, jotta uudistettu kääntöyksikön tukipyörästä ei tulisi kiskosta ulos yläasennossa.

Hoitotason suhteen tehtiin päätös, että sitä ei tehdä standardimalliin. Tämä johtuu siitä, että hoitotasot ovat joka projektissa erilaisia. Ne siis tehdään aina erikseen. Päätettiin kuitenkin, että runkoon tulevista kiinnityslapuista tehdään erilaiset. Uudet kiinnityslaput tein niin, että ne tulevat suoraan palkin kylkeen. Tein niihin myös kierrereiät.

Aiemmat kiinnityslaput oli tehty niin sanotusti rungosta ulospäin. Tällaisten lap-pujen vuoksi hoitotason tukien rakenne oli hieman monimutkaisempi. Uudiste-tuissa rungon mukaisesti menevissä lapuissa on se hyvä puoli, että tuen ra-kenne saadaan yksinkertaisemmaksi ja pultit saadaan kierrereiäkiin ilman mut-tereita.

Ylärungossa tein myös rullaketjun kiinnityksiin muutoksia. Aikaisemmin kiinni-tyspaloissa ei oltu huomioitu ketjun venymistä ajan kanssa. Tarvittiin siis sel-lainen pala, jota pystyisi säätämään. Uusi kiinnitysosa päätettiin tehdä epäkeskosäädöllä ja sellainen oli mallinnettu jo tekeillä olevaan toiseen laskukippiin, joten sain mallin otettua sieltä. Uuden osan vaihdoin vain etumaisiin kiinnitys-kohtiin, koska säätöä ei tarvita molemmissa kiinnityskohdissa. Tämän lisäksi

akselitappien kiinnitys vaihdettiin akselitelkeen, koska aikaisemmin kiinnitys oli pidätinrenkailla ja ne olivat lähteneet helposti irti työmailla.

Lisäsin vielä runkopalkkeihin ja yläkehikkoon kaapeleille läpivientireiät kuten sähköpuolen työntekijöiden kanssa oli palaverissa sovittu. Näihin reikiin lisäsin vielä putkenpääholkit.

6.3.2 Alarunko

Alarungossa on hieman yksinkertaisempi rakenne kuin ylärungossa. Se koostuu runkopalkkeista, tukipalkkeista, vastapainon kiskoista ja diagonaalituista. Lisäksi pohjamallista poiketen, lisäsin tähän jatkopalat ohjauskiskoille.

Ensin siirsin alarungon alaosassa olevia palkkeja ja niiden kiinnityslappuja niin paljon alaspäin kuin oli mahdollista, jotta rakenne olisi mahdollisimman vakaa. Lisäksi tein diagonaalitukien yläpäille kiinnityslaput alarunkoon. Aiemmin ne olivat kiinni ylärungossa. Tein muutoksen, jotta alarungosta saatiin aiempaa vakaampi. Vastapainon kiskoihin tein myös reiät, joihin painon pysäytin tule kiinni. Reiät paikoitin niin, että ketjulla on varaa venyä. Aiemmin vastapainon pysäyttimet olivat erillisiä tukia, jotka tulivat lattialle. Vastapainon kiskoon tehty pysäytin on kuitenkin parempi ratkaisu, koska se on helppo valmistaa ja siinä säästetään materiaalikustannuksissa.

Mainitsin mittavariaatiot ja määritykset osiossa, että alarungosta ei tehdä vakiota. Tämä tarkoittaa, että sen mitat muuttuvat projektin mukaan. Tärkeintä on, että suunnittelija saa helposti muutettua alarungon korkeutta, kun laskukippiä tehdään tietyille projekteille.

Tein alarungon mitoituksen niin, että tiettyjä mittoja ei ole määritelty tässä osassa vaan mittaa pystyy muuttamaan laskukipin pääkokoanpanossa. Runگون leveys ja osa palkkien paikoista on kuitenkin määriteltyinä. Osat, jotka muuttuvat alarungon korkeuden mukaan ovat runkopalkit, vastapainon kiskot

ja ohjauskiskon jatkopalat. Ne ovat siis linkitetty laskukipin pääkokoonpanossa olevaan piirustukseen.

Alarungon mallissa on määritelty, että poikittain alhaalla olevat tukipalkit ja vastapainon kiinnityspalkit pysyvät paikallaan ja vastapainon kiskon kiinnityskohdat ja ylemmät tuet ovat aina ylhäältä mitattuna samassa kohtaa. Vastapainon kiinnityspalkkien välissä oleva vino palkki venyy korkeutta muutettaessa. Lisäksi vastapainot kiskoissa on määritelty mitat niin, että kiinnityskohdat pysyvät aina oikeassa kohtaa. Ne mitat, jotka muuttuvat ovat asetettu driven-tilaan. Tämä tarkoittaa, että mittaa ei ole määritelty ja se pääsee vapaasti muuttumaan.

Diagonaalituet ovat osia, joiden pituus muuttuu alarungon korkeuden muuttuessa. Se on osasy myös siihen miksi tein näille tuille uudet kiinnityslaput alarunkoon. Kiinnityslapun paikka on määritelty alarungon yläpäästä. Tässä kokoonpanossa olevat diagonaalituet on määritelty niin, että tuessa olevat reiät pysyvät aina kiinnityslapun reiän kanssa samassa kohtaa. Tuen pituuden jätin määrittelemättä, jotta sen pituus pääsee muuttumaan korkeuden muuttuessa.

6.3.3 Rungon pääkokoonpano

Rungon pääkokoonpanossa on yhdistetty ylä- ja alarunko. Tässä on lisätty loputkin rungon osat kuten kaapelihyllyt, turvakytkimet, perustuslevyt ja vastapainon pysäyttimet.

Tässä kokoonpanossa tein muutoksia kaapelihyllyihin ja diagonaalitukiin. Lisäksi tein uuden kiinnityslevyn turvakytkimille ja laitoin uuden vastapainon pysäyttimen paikalleen.

Ensin tein kaapelihyllyjen muutokset. Kaapelireiät sovittiin yhdessä sähköpuolen työntekijän kanssa pidetyssä palaverissa ja tämän mukaan tein myös muutokset hyllyihin. Alhaalta poistin ylimääräiset vaakatasossa olevat kaapelihyllyt. Pystysuuntaisen hyllyn siirsin rungon reunaan. Aiemmin se oli sijoitettu

keskelle. Pystysuunnassa oleva koostuu kahdesta pätkästä. Ylempi pätkä pysyy aina samana. Alemman tein niin, että osa on mahdollisimman pitkä, mutta siihen kohtaan, missä hyllyt yhdistyvät tein leikkaustason ja leikkauksen. Näin sain alemman pätjän tehtyä niin, että se pysyy oikean pituisena, vaikka alarungon korkeus vaihtuu. Lisäksi tein kaapelihyllyistä peilauksen toiselle puolelle, jotta kaapelit on mahdollista viedä myös sitä kautta.

Turvakytkimille tein uuden kiinnityslevyn ja siihen reiät sopiviin kohtiin. Sen kiinnityksen runkoon tein pulteilla niin, että rungossa on kierrereiät. Turvakytkimet sijoitin kaapelihyllyn alapäähän, rungon alakulmaan kuten palaverissa oli sovittu.

6.4 Laskukipin pääkokoontaminen

Laskukipin pääkokoontamisessa on yhdistetty kaikki alakokoontamiset ja loput osat yhdeksi kokonaisuudeksi. Kokoontamisessa on siis runko, vetoakselisto, kelkat, kääntöyksikkö, portti, nostoketjut, vastapainot, energiansiirtoketjut, anturit, ketjun voitelukomponentit ja huojuntatuet.

Tässä kokoontamisessa muutoksia tuli lähinnä porttiin, voiteluun, nostoketjuun ja energiansiirtoketjuun. Lisäksi tein myös sketchin eli piirustuksen, jolla saadaan muutettua kerroskorkeutta.

Nostoketjuun tein sellaisen muutoksen, että se pidentyy ja lyhentyy kerroskorkeuden mukana. Toteutin tämän määrittelemällä ketjussa olevan vastapainon tason niin, että se pysyy vastapainon ketjupyörän kanssa samassa tasossa. Ketjun nostotason taas määrittelin niin, että se pysyy kelkan ketjupyörän kanssa samassa tasossa. Määrittelin tässä samassa mitan, joka määrittää, kuinka kaukana vastapaino on rungon yläpalkista ala-asennossa. Määritin myös mitan, joka määrittää kuinka kaukana vastapaino on rungon alapäästä yläasennossa. Näin sain ketjun pituuden muuttumaan oikeassa suhteessa, kun kerroskorkeutta muutetaan.

Pidensin myös portin tukia, jotta portti asettuu oikeaan kohtaan V-lamellin päätyyn yläasennossa. Portin tukien lisäksi pidensin rullaketjua ja sen tukea. Portin ketjussa on kiinni vetotanko, jonka avulla portti avautuu ja sulkeutuu. Tein vetotangon mitoituksen pääkokoonpanossa, jotta sen pituus muuttuu kerroskorkeutta muuttaessa. Yläasennossa vetotangon vaimennin on kiinni vastapainossa ja ala-asennossa vetotanko nousee saman verran kuin itse suoja-portti laskee. Portti siis toimii vastapainon avustuksella.

Energiansiirtoketjua ei saanut tehtyä järkevästi niin, että sen mitoitukset muuttuisivat kerroskorkeuden mukana. Näin ollen tein sen vain tiettyyn kerroskorkeuteen sopivaksi ja se pitää aina kerroskorkeutta muuttaessa tehdä uusiksi.

Ketjun voitelua varten standardimalliin tuli kokonaan uusi voitelulaite. Asetin sen ylärungon kehikon päälle ja laitoin sille kiinnityspultit. Uusi voitelulaite koostuu kannatinrungosta, voitelujakajasta ja automaattisesta voitelulaitteesta. Voitelulaite toimii niin, että se päästää ajan kanssa automaattisesti voiteluainetta jakajalle, joka levittää sen tasaisesti ketjulle.

7 LAITESTANDARDISOINNIN JA MODULOINNIN HYÖDYT JA HAITAT

Standardeilla saadaan parannettua tuotteiden yhteensopivuutta, turvallisuutta ja laatua. Lisäksi ne sujuvoittavat tutkitusti yrityksen liiketoimintaa ja lisäävät asiakkaiden luottamusta yritykseen. (SFS). Tämä on totta myös yrityksen sisäisen laitestandardisoinnin kohdalla. Kun laitestandardisointi on kokonaan valmis, osien yhteensopivuus paranee. Tällöin laskukippiin pystytään vaihtamaan esimerkiksi kääntöyksikkö eri levyisellä kuljettimella. Turvallisuutta taas edistää esimerkiksi se, kun laskukipin standardimallista on poistettu kaikki terävät kulmat. Näin ollen esimerkiksi kokoonpanotyöntekijät eivät voi loukata itseään niiden takia.

Suurin hyöty laitestandardisoinnista ja moduloinnista saadaan kuitenkin siitä, kuinka paljon aikaa suunnittelijoilta säästyy. Aiemmin kun laskukippiä on alettu suunnittelemaan tietylle projektille, pohjamalliksi on valittu jokin aikaisemmin tehdyistä malleista. Näissä voi olla isojakin eroja siihen nähden millainen mallista pitäisi tulla. Näin ollen tähän voi kulua aikaa todella paljon. Standardimallia käyttäessä aikaa säästyy monesta eri syystä. Ensinnäkin kerroskorkeuden muuttaminen on tehty todella helpoksi ja tämän mukana muuttuu myös monet osat. Eli osia ei manuaalisesti tarvitse alkaa mitoittamaan uusiksi. Lisäksi eri mittavariaatiot mahdollistavat muut yleisimmät muutokset kuten kuljetinleveyden muutokset ja toiset versiot. Kun suunnitteluun tarvittava aika vähenee, se tarkoittaa myös, että koko prosessi tilauksesta toimitukseen nopeutuu.

Omasta näkökulmastani standardisoinnilla on vain yksi haittapuoli, jonka olen saanut kokea aikaisemmissa kesätöissäni. Standardisoinnin huono puoli on siis se, että jos 3D-mallissa tai jossain piirustuksessa on pieniäkin virheitä tai vääriä osia, nämä kopioituvat pohjamallista aina eteenpäin. Jos ei tällaista huomata ajoissa, voi virheet päätyä projektille tehtävään laitteeseen.

8 LASKUKIPIN STANDARDIMALLIN SUUNNITTELUOHJE

1. Pohjamallina toimii laskukippi. Anna mallille uusi p-numero ja tallenna nimellä. Solidworks kysyy, tallennetaanko viitteet? Valitse kyllä. "Save with in-context references", save ja save all.
2. Avaa mallin runko ja anna mallille uusi p-numero ja tallenna nimellä.
3. Avaa mallin alarunko ja anna mallille uusi p-numero ja tallenna nimellä. Alarungosta anna uudet p-numerot ja tallenna nimellä seuraavat osat ja kokoonpanot: Runko, Runko, Ohjauskisko, Lattatanko, Johdepalkki ja Johdepalkki. Tämän jälkeen avaa molempien johdepalkkien

kokoonpanot ja anna näissä oleville johdepalkki osille uudet p-numerot ja tallenna nimellä.

4. Mene mallin pääkokoonpanoon ja avaa rullaketju ja tallenna nimellä. Nimi saa pysyä samana, mutta vaihda p-numero uuden pystykuljettimen p-numeroksi.
5. Avaa Portti, anna mallille uusi p-numero ja tallenna nimellä. Portin kokoonpanossa avaa Vetotanko, anna uusi p-numero ja tallenna nimellä. Sitten vielä vetotangon kokoonpanossa avaa vetotanko, anna uusi p-numero ja tallenna nimellä.
6. Mene laskukipin pääkokoonpanoon ja määrittele kerroskorkeus sket-sistä haluttu korkeuskorkeus. Tämän jälkeen päivitä malli. Mallin voi joutua päivittämään toisenkin kerran, jos näyttää siltä, että osat eivät päivittyneet.
7. Tarkista alarungon ohjauskiskon Boss-extrude1 mitta. Sen minimi pituus on x mm, joten jos mitta on alle tämän poista pituutta aiemmin määrittävä mitta ja määritä aiemmin mainitun mitan pituiseksi.
8. Avaa energiansiirtoketju, anna uusi p-numero ja tallenna nimellä. Avaa kokoonpanossa oleva ketjun malli ja tallenna nimellä. E-ketjua ei ole linkitetty kerroskorkeuteen, joten se pitää erikseen muokata sopivaksi.
9. Rungon kokoonpanossa saa peilattua kaapelihyllyt myös toiselle puolelle tarpeen vaatiessa. Ylärungon kaapelihyllyt saa peilattua sen kokoonpanot konfiguraatiota muuttamalla. Alarungon kaapelihyllyn ja kiinnikkeet saa peilattua mallissa olevalla peilaustoiminnolla.
10. Tarkasta laskukipin konfiguraatiot (ylä- ja ala-asennot)
11. Luo piirustukset uusista komponenteista.

Ohjeesta poistettu piirustusnumerot ja yksi mitta korvattu x-merkinnällä.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Standardimallin määrietykset ja toteutus onnistuivat hyvin ja tavoitteiden mukaisesti. Mallin rakenteesta tuli modulaarinen, joten sen käyttö helpottui huomattavasti. Kehitysideoista suurin osa saatiin toteutettua, mutta esimerkiksi kääntöyksikön lukituksen muutos jäi tekemättä aikarajoitteen takia. Standardimallista saatiin tavoitteiden mukaisesti yksi kokonaisuus tehtyä, mutta mittavariaatioiden mallinnuksen osalta työ jatkuu vielä. Mittavariaatiot saatiin kuitenkin tavoitteiden mukaisesti määritettyä. Lisäksi lujuustarkastelu onnistui hyvin. Mittoja ja kuvia malleista ei voitu julkisesti näyttää, mutta onnistuin mielestäni tästä huolimatta tuomaan työhön pääasiat.

Opinnäytetyön aikana opin uusia asioita. Vaikka olen opinnoissani lujuustarkasteluja tehnyt yksinkertaisille rakenteille, tämän työn myötä olen oppinut siitä lisää. Esimerkiksi sen, että mitkä kaikki asiat pitää mallissa ja tarkastelussa ottaa huomioon. Lisäksi opin, että uuden rakenteen, kuten tässä työssä kääntöyksikön alarungon, tekeminen voi olla todella aikaa vievää. Työtä aloittaessa arvion hieman väärin sen, kuinka paljon aikaa kuluisi mallinnukseen. Tämän takia työn loppuvaiheessa tuli hieman kiire.

Kokonaisuudessaan työ onnistui mielestäni hyvin ja tavoitteet saavutettiin. Ajankäyttöä olisin kuitenkin voinut hallita hieman paremmin. Kiitokset vielä toimiksiantajalle, ohjausryhmälle ja ohjaajalle.

LÄHDELUETTELO

- Finder. (ei pvm). *Raumaster Paper Oy*. Haettu 7. 12 2023 osoitteesta <https://www.finder.fi/Paperikoneet+paperimassan+valmistuskoneet+ja+varusteet/Raumaster+Paper+Oy/Rauma/yhteystiedot/473244>
- Jokinen, V. (22. 9 2020). *Materiaalitieteen perusteet Luento 3: Mekaaniset ominaisuudet*. Noudettu osoitteesta https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/1350494/mod_resource/content/3/3%202020%20Mekaaniset%20ominaisuudet%20V2.pdf
- Kielitoimiston sanakirja. (ei pvm). *Standardi*. Haettu 26. 3 2024 osoitteesta <https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/standardi>
- Lehtonen, T.;& Tuomivaara, S. (22. 1 2015). *Modulaarinen suunnittelu*. Noudettu osoitteesta https://tt.utu.fi/embedded_kasikirja/3/16/index.html
- Raumaster. (ei pvm). *Laskukippi*. Haettu 19. 3 2024
- Raumaster Paper. (31. 3 2020). *Electrical lowering upender*. Noudettu osoitteesta <https://www.raumasterpaper.fi/success-stories/electrical-lowering-upender>
- Raumaster Paper. (ei pvm). *Your system supplier*. Haettu 7. 12 2023 osoitteesta <https://www.raumasterpaper.fi/company>
- Roima. (ei pvm). *Lean system*. Haettu 6. 3 2024 osoitteesta <https://www.roimaint.com/fi/product/offering-by-product-lean-system/lean-system--erp-system>
- SFS. (ei pvm). *Standardeista on hyötyä meille kaikille*. Haettu 21. 3 2024 osoitteesta <https://sfs.fi/standardeista/standardien-hyodyt/>
- SFS. (ei pvm). *Mitä standardi tarkoittaa?* Haettu 26. 3 2024 osoitteesta <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>
- Solidworks. (ei pvm). *Solidworks Help, Meshing*. Haettu 14. 3 2024 osoitteesta https://help.solidworks.com/2021/english/SolidWorks/cworks/c_meshing.htm
- SSAB. (2024). *Teräskielen aakkoset*. Haettu 6. 3 2024 osoitteesta <https://www.ssab.com/fi-fi/ssab-konserni/tietoja-ssabsta/ssab-lyhyesti/teraskielen-aakkoset>
- Wikipedia. (11. 11 2015). *Moduuli*. Noudettu osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Moduuli>

Wistbacka, J. (ei pvm). SCRIB, Taulukkokokoelma statiikka. 52. Haettu 14. 3 2024 osoitteesta
<https://www.scribd.com/document/483818874/Taulukkokokoelma-staikka-pdf>

Yritystoiminta: Kapasiteetti ja toiminta-aste. (ei pvm). Haettu 6. 3 2024 osoitteesta
<https://www.osaavayrittaja.fi/kannattavuuslaskenta/kapasiteetti-ja-toiminta-aste>