



Ohjeistuksen laadinta paperikoneen liikutuslaitteiden suunnitteluun

Antti Mäkelä

Opinnäytetyö, AMK
Toukokuu 2023
Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Mäkelä, Antti

Ohjeistuksen laadinta paperikoneen liikutuslaitteiden suunnitteluun

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2023, 31 sivua

Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö, AMK.

Julkaisun kieli: Suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tilaaja oli Valmet Technologies Oy:n Wet End osasto. Wet end osasto keskittyy paperikoneen viira ja puristinpuolen suunnitteluun. Suunnittelun tukena käytetään useita eri ohjeistuksia, jotka helpottavat suunnittelijan työtä. Osastolla oli havaittu ruuvivaihteella liikuteltavien laitteiden ohjeistuksen olevan nykyiseen tarpeeseen riittämätön ja se sisälsi vanhentunutta tietoa. Opinnäytetyöllä haluttiin uudistaa ohjeistus vastaamaan nykyistä tarvetta, tehostaa ja helpottaa suunnittelijan työtä sekä yhtenäistää suunnitteluosastojen välisiä sisäisiä suunnitteluperiaatteita.

Opinnäytetyötä varten tutkittiin ohje dokumentoinnin perusteita ja ruuvivaihteiden komponenttien toimintaa ja valintaperusteita. Tutkimus toteutettiin kehittämistutkimuksena hyödyntäen tapaustutkimus menetelmän toimintatapoja. Työssä hyödynnettiin monilähteistä aineistoa erilaisien dokumenttien, muistioiden, raporttien ja haastatteluiden muodossa.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin uudistettu ohjeistus toimeksiantajalle, jossa käsiteltiin ruuvivaihdeliikutuslaitteiden eri komponenttivalinnat ja lujuuslaskennalliset mitoitusperiaatteet. Ohjeen vaikutus suunnittelun tehostumiseen tullaan näkemään tulevaisuudessa ohjetta käytettäessä suunnittelun tukena. Kehitysehdoituksia tehtiin ohjeistuksen päivityksen ja ylläpitämisen osalta.

Avainsanat (asiasanat)

Suunnitteluohje, Kehittämistutkimus, Ruuvivaihte, Liikutuslaite

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Mäkelä, Antti

Design guidance for paper machine worm gear actuators

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2023, 31 pages

Degree Programme in Mechanical Engineering. Bachelor's thesis

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The client for the thesis was the Wet End department of Valmet Technologies Oy. Wet end focuses on the design of the wire and press side of the paper machine. The design is supported by several different guidelines that make the designer's work easier. The department had found that the instructions for devices moved by worm gears were insufficiently valid for the current need and contained outdated information. The aim of the thesis was to provide guidelines to meet the current need, to make the designer's work more efficient and easier, and to unify the external and internal design principles of the design departments.

For the thesis, the basics of manual documentation and the function of the components of worm gears were studied. The research was carried out as a development study utilizing the operating methods of the case study method. The work used reliable multi-source material in the form of documents, memos, reports and interviews.

As a result of the thesis, renewed instructions were obtained for the client, which dealt with the different component choices of the worm gear drive devices and the strength calculation design principles. The effect of the guide on the efficiency of designing will be seen in the future when the guide is used by the end user. Development proposals were made in terms of updating and maintaining the guidelines.

Keywords/tags (subjects)

Design guidance, Development research, worm gear, Actuator

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Työn tausta.....	3
2.1	Lähtökohdat ja rajaus.....	3
2.2	Tutkimusasetelma	4
2.3	Toimeksiantaja	5
3	Tietoperusta	6
3.1	Suunnitteluohjeiden laadinta.....	6
3.2	Paperikoneen yleiskatsaus	8
3.3	Liikutuslaitteiden tehtävät	10
3.4	PDM järjestelmä.....	11
3.5	Ruuvivaihteiden toiminta.....	12
4	Työn toteutus	13
4.1	Ohjeiden vaatimusten selvitys	13
4.2	Ohjeistuksen toteutus	13
5	Liikutuslaitteiden suunnitteluperusteet	15
5.1	Laskennallinen tarkastelu.....	15
5.2	Käyttölaitteet ja komponenttien valinta.....	18
6	Tulokset ja jatkotoimenpiteet	23
7	Pohdinta ja johtopäätökset.....	24
	Lähteet	26
	Liitteet	28
	Liite 1. Ohjeistuksen kansilehti.....	28

Kuviot

Kuvio 1.	Valmetin liiketoiminta-alueet (Vuosikatsaus 2021, 10.).....	5
Kuvio 2.	Erilaisia informaatiotuotteita (Uusi standardi tuotteen käyttöohjeille 2020.).....	7
Kuvio 3.	Paperikoneen monitasoviira.	8
Kuvio 4.	Linearpress puristinosa	9
Kuvio 5.	Paperikone linjasto (Paperikoneen kuivatusosa 2022.).....	9
Kuvio 6.	Kulmatelan ruuvivaihdeliikutuslaite	10
Kuvio 7.	Valmetin PDM-järjestelmä.....	11
Kuvio 8.	Säätövaihte (Wormgear style jack n.d.)	12

Kuvio 9. Resultanttivoima esitetty vihreällä yhtenäisellä viivalla.....	16
Kuvio 10. Trapetsiruuviin kohdistuva voima laskettuna.....	16
Kuvio 11. Väliakselin mitoitus Excel laskennalla	17
Kuvio 12. Sähkömoottori koteloituna	19
Kuvio 13. Esimerkki trapetsiruuvin nurjahduspituudesta Euler II mukaan, kahdella eri materiaalilla. (Säätövaihteet n.d.).....	20
Kuvio 14. Säätövaihde, jossa kiinnitettynä sisäiset stopparivastinlevyt ja suojaputki (yläpuoli) ja suojaspiraali (alapuoli)	21
Kuvio 15. Keskeltä laakeroitu väliakseli.	21
Kuvio 16. Absoluuttianturi HP säätövaihteen akselissa. Suojakotelo poistettu.	22
Kuvio 17. Väliakselin keskituen laakerointi ja kytkinpuolikkaat	22

1 Johdanto

Paperikoneessa on useita eri liikuteltavia osia. Toimivan kokonaisuuden aikaansaamiseksi suunnittelijat tekevät useita valintoja halutun lopputuloksen aikaansaamiseksi. Osa näistä valinnoista on rutiininomaisia ja vakiintuneita ratkaisuja eri projektien kesken ja osa uniikkeja projektikohtaisia ratkaisuja. Hyvällä ohjeistuksella voidaan helpottaa ja tehostaa suunnittelijan työtä vakiintuneiden ratkaisujen osalta. Valmetilla viira ja puristinpuoleen keskittyvä Wet End suunnitteluosasto oli havainnut, että ruuvivaihteella olevien liikutuslaitteiden kuten telojen, yläimuyksikön ja kiristimien suunnitteluun tehty ohjeistus oli riittämätön ja osastolla ei ollut yhtenäistä ohjeistusta suunnittelun apuna. Nykyiset ohjeet olivat lähemmäs 10 vuotta vanhat ja ne olivat useassa eri tiedostossa osittain epämääräisessä muodossa, kuten vanhoina mallikuvina ja palaverimuistioina. Huono ohjeistus komponenttien valintojen osalta kuormitti laskentaosastoa, lisäsi ylimääräistä konsultointia suunnittelijoiden välillä ja hidasti projektien suunnittelua nostaten kustannuksia työtuntien kasvaessa. Mallikuvat olivat myös vanhentuneita ja osa tärkeistä tiedoista selvisi vasta niitä katsomalla. Työn tavoitteena oli tehostaa suunnitteluosaston toimintaa uudistamalla ohjeistus vastaamaan nykyistä tilannetta ja helpottaa suunnittelijan työtä tämän avulla.

2 Työn tausta

2.1 Lähtökohdat ja raja

Työn tavoitteena oli yhtenäistää kaikki ruuvivaihteita hyödyntävien liikutuslaitteiden ohjeistus selkeäksi kokonaisuudeksi. Työn sisältö rajautuu Wet End osaston ruuvivaihteella toimiviin liikutuslaitteisiin, käsittäen viiran ja puristimen yleisimmät tapaukset ilman kiristimiä. Eri tiedostoihin ripoteltu tieto kerätään yhteen selkeään ja helppolukaiseen ohjeeseen, jota suunnittelija pystyy noudattamaan. Kaikki ”hiljainen tieto” jota suunnittelijoilla on, kirjataan ohjeisiin suunnittelutyön tasalaatuisuuden parantamiseksi ja nopeuttamiseksi. Ohjeistukseen päivitetään komponenttikatalogit, lisätään vanhasta ohjeesta puuttuvia asioita, kuten tarvittavien lujuuslaskujen tekemiseen liittyvät ohjeet. Tarvittavien mitoituksien tekemiseen tarvittavien ohjelmien käyttöä avataan myös ohjeistuksessa. Tekniikaltaan muuttuneet ratkaisut päivitetään ohjeistukseen. Työn tavoitteena on myös perehtyä ohjeistuksen tekoon ja ohjeistuksen ylläpitämiseen. Suunnitteluohjeen sisältäessä Valmetin teknisiä ratkaisuja, ei tässä työssä tulla esittelemään teknisien ratkaisuiden tarkkoja perusteita, mutta valintaperusteet käsitellään. Työ keskittyy yleisesti komponenttien valintoihin ja suunnitteluohjeistuksen tekemiseen.

2.2 Tutkimusasetelma

Opinnäytetyö toteutetaan kehittämistutkimuksena hyödyntäen tapaustutkimus menetelmän toimintatapoja. Kehittämistutkimuksella poistetaan havaittu ongelma ja kehitetään sitä paremmaksi. Tapaustutkimuksessa hyödynnetään monilähteistä aineistoa erilaisien dokumenttien, muistioiden, raporttien ja haastatteluiden muodossa. Tutkimuksessa pyritään syvälliseen ja kokonaisvaltaiseen ymmärrykseen tutkittavasta kohteesta. Kehittämistutkimuksen tavoitteena on saada lopputulokseksi yksi kaikkien hyväksymä ratkaisu. Ongelmanratkaisuun osallistutaan mukautumalla organisaation tai yrityksen toimintatapoihin ja tuomalla siihen ulkopuolista näkemystä. (Kananen 2012, 36, 53.)

Kehitystyön vaiheita ovat:

- Ongelman määrittely ja tutkiminen
- Syiden ja seurausten analysointi
- Ratkaisun testaaminen
- Ratkaisun muokkaaminen testauksen pohjalta
- Uuden ratkaisun testaus
- Johtopäätökset

(Kananen 2012, 53.)

Työssä yhdistyy konkreettinen kehittäminen ohjeistuksen osalta, aineiston analysointi ja sen soveltaminen uuteen työohjeeseen. Aineistoa pitää myös karsia yhtenäisen ohjeistuksen aikaansaamiseksi. Työssä tutkitaan erilaisien komponenttien mitoitusperusteita, mitoitusääntöjä ja esittävät komponenttivalintojen perusteita näiden pohjalta. Työ keskittyy yhden tapauksen eli ruuvivaihteilla tehtävien liikutusten suunnitteluohjeistuksen kehittämiseen.

Tutkimusongelmat voidaan jakaa tutkimuskysymyksiin, joihin halutaan löytää vastaus. Kysymyksillä ohjataan tutkimusta vastaamaan tutkimuksen kannalta olennaisiin ongelma-kohtiin. Kysymyksien avulla voidaan rakentaa tutkimukselle runko, joka helpottaa itse tutkimuksen tekemistä. (Kananen 2012, 13–14, 28.)

Opinnäytetyössä pyritään vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Millainen on hyvä suunnitteluohje?
- Mikä on liiketuslaitteiden tehtävä paperikoneessa?
- Mitkä ovat ruuvivaihdeliiketuslaitteiden komponenttien valintaperusteet?

2.3 Toimeksiantaja

Työn toimeksiantajana oli Valmet Technologies Oy, joka on suomalaisen pörssi-yhtiö Valmet Oyj tytäryhtiö. Valmetin toiminta jakautuu neljään eri liiketoimintalinjaan, jotka ovat; palvelut, sellu ja energia, paperit ja automaatio. Näistä palvelut ovat isoin noin 35 % liikevaihdosta. Valmet toimii 5 eri alueella, jotka ovat kuvattuna kuviossa 1. Erilaisia toimipisteitä sillä on 183 kappaletta, jotka sijaitsevat 34 maassa. Valmet työllistää yli 14 000 ammattilaista ympäri maailman, ja sillä on asiakkaita yli 100 eri maassa. Vuonna 2021 Valmetin liikevaihto oli 3,9 miljardia euroa ja liikevoittoa 399 miljoonaa euroa. (Vuosikatsaus 2021.)



Kuvio 1. Valmetin liiketoiminta-alueet (Vuosikatsaus 2021, 10.)

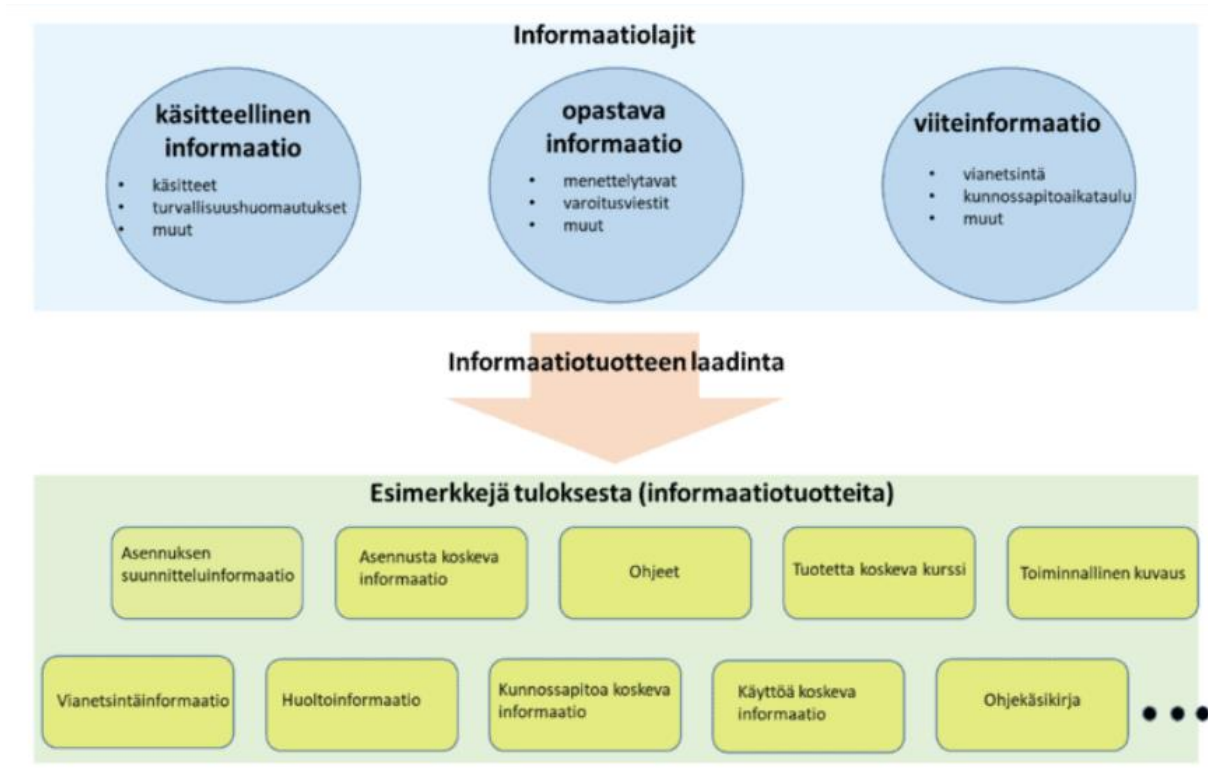
Valmetin strategiana on kehittää ja toimittaa teknologioita ja palveluita ensisijaisesti biopohjaisia raaka-aineita hyödyntävälle teollisuudelle. Visiona on tulla maailmanlaajuisesti alan parhaaksi palveluiden tuottajaksi. (Strategia n.d.)

3 Tietoperusta

3.1 Suunnitteluohjeiden laadinta

Ohjeita on monenlaisiin eri tilanteisiin. Ohjeet voivat olla suosituksia antavia tai sitten käskymuodossa kirjoitettuja määrääviä ohjeita. Kuviossa 2. on kuvattuna erilaisia informaatiolajeja ja niistä koostettavien erilaisien informaatiotuotteiden esimerkkejä. Jokainen informaatiotuote suunnitellaan vastaamaan käyttökohteen tarpeita ja niiden kokonaisuus vaihtelee käyttökohteen mukaan. Ohjeistuksessa on tärkeää, että lukija ymmärtää mitä hänen pitää tehdä, eikä asiat jää epäselväksi. Ohjeessa voidaan myös antaa perusteluita, miksi asia halutaan tehdä tietyllä tavalla. Helppolukuisuuteen voidaan vaikuttaa selkeällä ja hyvin mietityllä otsikoinnilla. (Ohjeita ohjeiden tekijöille n.d.) Sarkkisen (2021) mukaan työterveyslaitoksen kehittämispäällikkö Tiina Heusala toteaa, että ”ohjeen tulee olla saatavilla sillä hetkellä, kun sitä työssä tarvitsee” (Sarkkinen 2021). Kuvien lisääminen tekstiin auttaa hahmotuksessa. Ohjeessa pitää kuitenkin olla tarkkana, että järjestys pysyy järkevänä. Aikajärjestys tai aihepiiri toimii ohjeissa useasti hyvin. Jokaisen otsikon yhteydessä on hyvä kertoa kaikki tärkeät tiedot heti aluksi. (Nykänen 2002 50–51.) Ohjeeseen voidaan tehdä myös luettelot, kuten sisällysluettelo tai luettelo eri työvaiheista. Numerointi helpottaa navigointia ohjeen kohdasta seuraavaan. (SFS-EN IEC IEEE 82079-1, 43–46.)

Hyvä ohjeistus on kirjoitettu käyttäjän näkökulmasta. Ohjeen laatijalla pitää olla kaikki olennaiset tiedot ja vaiheet työstä selvillä. Kirjoittajan on osattava tunnistaa omat itsestäänselvytykset ja purettava ne. Tällaisia saattaa olla esimerkiksi termistö, joita kirjoittaja ei selvennä ohjeessa tai työn pienemmät automaattisilta tuntuvat välivaiheet. Ohjeen tekijän pitää miettiä kirjoituksen aikana käyttäjien taitotasoa ja aihepiirin tunnettavuutta. Loppukäyttäjä voi testata ohjetta ja ehdottaa muutoksia, jos kokee niitä kaipaavan. (Sarkkinen 2021.)



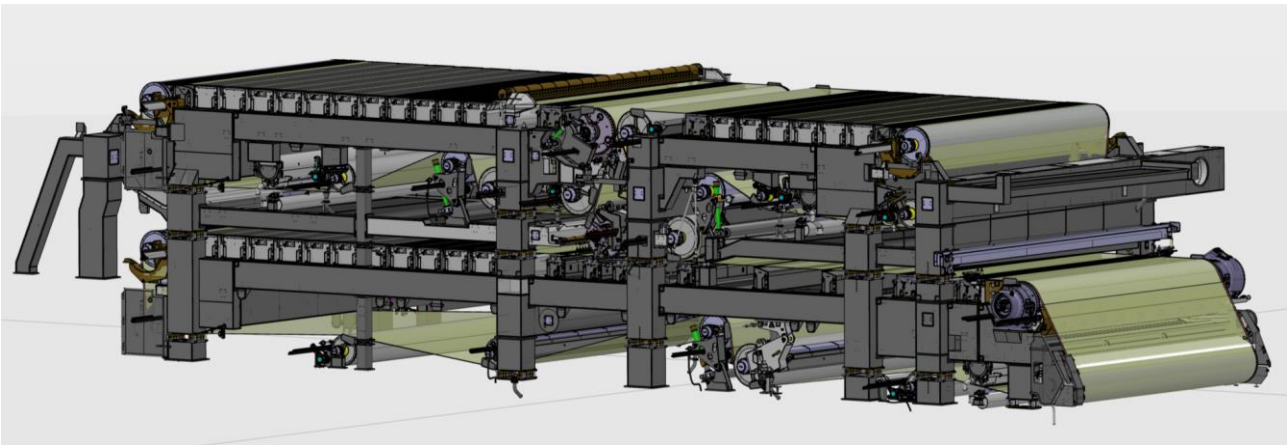
Kuvio 2. Erilaisia informaatiotuotteita (Uusi standardi tuotteen käyttöohjeille 2020.)

Standardi on kirjalliseen muotoon tehty julkaisu, jossa voidaan määritellä erilaisia ominaisuuksia ja vaatimuksia esimerkiksi tuotteiden, palveluiden ja järjestelmien toimintaan. Standardit ovat virallisesti hyväksytyjä ohjeistuksia, joiden käyttö on vapaaehtoista. Virallisesti standardoidut asiat ovat yleisesti hyväksytyjä käytäntöjä, ratkaisuja ja vaatimuksia. (Mitä standardi tarkoittaa? n.d.) Standardit lisäävät yhteensopivuutta, turvallisuutta, laatua ja yleistä sujuvuutta. Ne ovat hyvä esimerkki yleisesti käytössä olevista ohjeistuksista, jotka helpottavat niin suunnittelijoiden kuin kuluttajien elämää. (Standardeista on hyötyä meille kaikille n.d.)

Joitain ohjeistuksia on myös standardisoitu ja niiden tekemiseen on luotu standardeja. Käyttöohjeet opastavat erilaisien tuotteiden tai palveluiden käyttöön. Ne sisältävät myös tarvittavat turvallisuutta koskevat tiedot. SFS-EN IEC IEEE 82079-1 standardi keskittyy tuotteille tehtävien käyttöohjeiden laadintaan. Se käsittelee hyvän käyttöohjeen rakennetta ja tarvittavan informaation tehokasta käsittelyä yhdeksi kokonaisuudeksi. (SFS-EN IEC IEEE 82079-1, 9–10.).

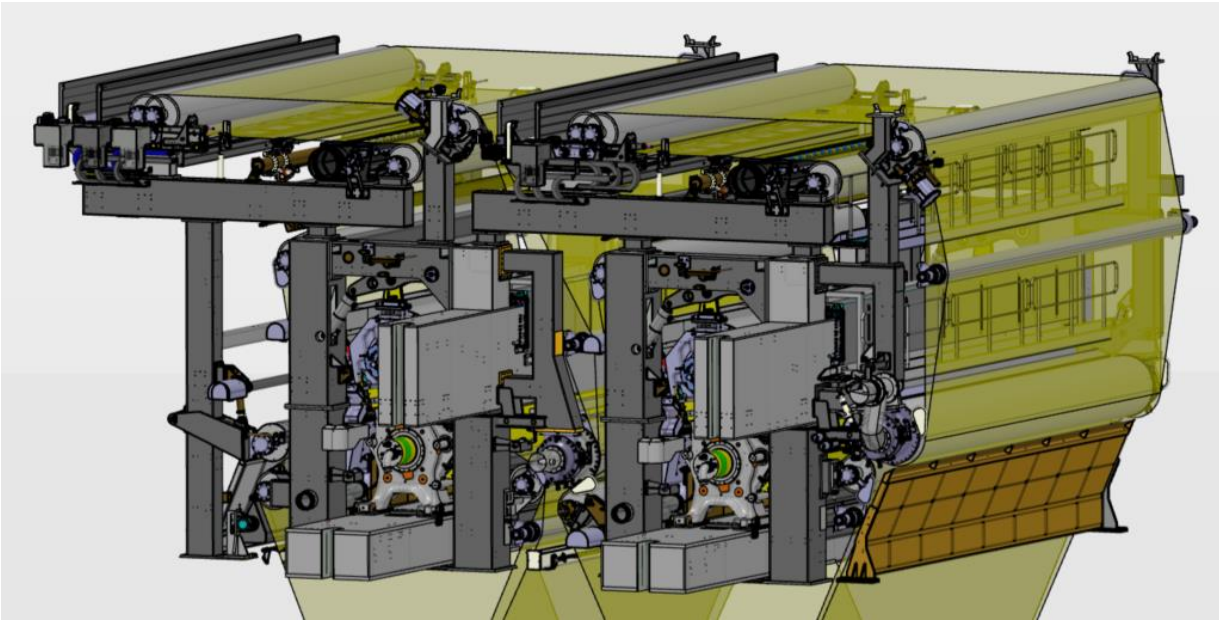
3.2 Paperikoneen yleiskatsaus

Paperin ja kartongin valmistuksessa sekoitetaan raaka-ainekomponentit ensin vesipitoiseksi massaseokseksi. Massaseos levitetään perälaatikon kautta tasaiseksi kerrokseksi paperikoneen viiraosalle, jossa siitä muodostetaan tasainen raina. Viiraosalla massaseoksesta imetään pois vettä sihtinä toimivan viirakudoksen kautta. Imu voi tapahtua yhteen tai kahteen suuntaan riippuen viiraosan tyypistä. Viiratyypit määritellään neljään eri ryhmään rakenteen mukaan. Tasoviira (ks. kuvio 3), hybridiformeri, kitaformeri ja sylinteriformeri. (Yleistä rainanmuodostuksesta 2022.). Eri-laisella viiratyypillä voidaan vaikuttaa paperin ominaisuuksiin, kuten paperin formaatioon, vetolujuussuhteeseen, täyteainejakaumaan ja palstautumislujuuteen. Viiraosa valitaan sopivaksi halutun lopputuotteen ominaisuuksien mukaan. (Viiraosa vaikutukset ominaisuuksiin 2022.)



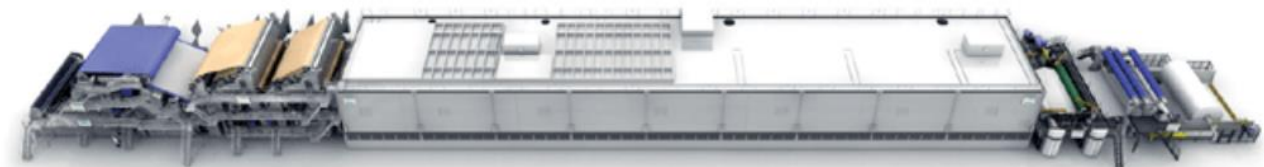
Kuvio 3. Paperikoneen monitasoviira.

Puristinosan (ks. kuvio 4) tehtävä on poistaa vettä rainasta samalla tiivistäen sitä. Veden poisto tapahtuu pääasiassa puristamalla märkää rainaa kahden telan muodostamassa puristinnipissä. Märkäpuristus nostaa rainan kuiva-ainepitoisuutta. Rainan tullessa puristimelle sen kuiva-ainepitoisuus on noin 20 % luokkaa. Poistuessaan pitoisuus on noussut paperilajista riippuen 37–55 % välille. Puristus tapahtuu nousevalla voimalla linjaston edetessä. Liian nopea tai voimakas puristus poistaa rainasta hienoainesta ja saattaa rikkoa rainan kuituja. Puristinosuus vaikuttaa huomattavasti paperin pintaominaisuuksiin ja puristuksesta johtuva paperin tiivistyminen mahdollistaa lujien kuitujen välisten sidosten muodostumisen rainaa kuivattaessa. Puristus voidaan toteuttaa jollain seuraavista tavoista. Puristus puristinhuovan ja sileän telan välissä, kahden puristinhuovan välissä tai huovan ja siirtohihnan välissä. (Paperikoneen puristinosan tehtävät 2022.)



Kuvio 4. Linearpress puristinosa

Paperikoneen kuivatusosassa (ks. kuvio 5) haihdutetaan rainasta pois vesi, joka ei ole poistunut viira tai puristinosuudella. Kuivatusosalle saapuvan rainan veden määrällä on vaikutusta kuivatusosan kapasiteettiin. Yhden prosentin veden nousu veden määrässä vähentää kuivatuskapasiteettia noin viisi prosenttia. (Paperikoneen kuivatusosa 2022.) Erilaisia yleisesti käytössä olevia kuivatusmenetelmiä on sylinterikuivaus, puhalluskuivaus ja säteilykuivaus. Kaikki kuivaustavat poistaa veden paperista haihduttamalla. Eroavaisuus kuivaustavoissa tulee energiantuontitapojen kautta. (Paperikoneen kuivatusosa 2022.) Tämän jälkeen paperille voidaan tehdä jälkikäsitteilyä, mutta tämän työn rajautuessa viira ja puristinosaan ei niistä ole kerrottu tarkemmin.



Viiraosa

Puristinosa

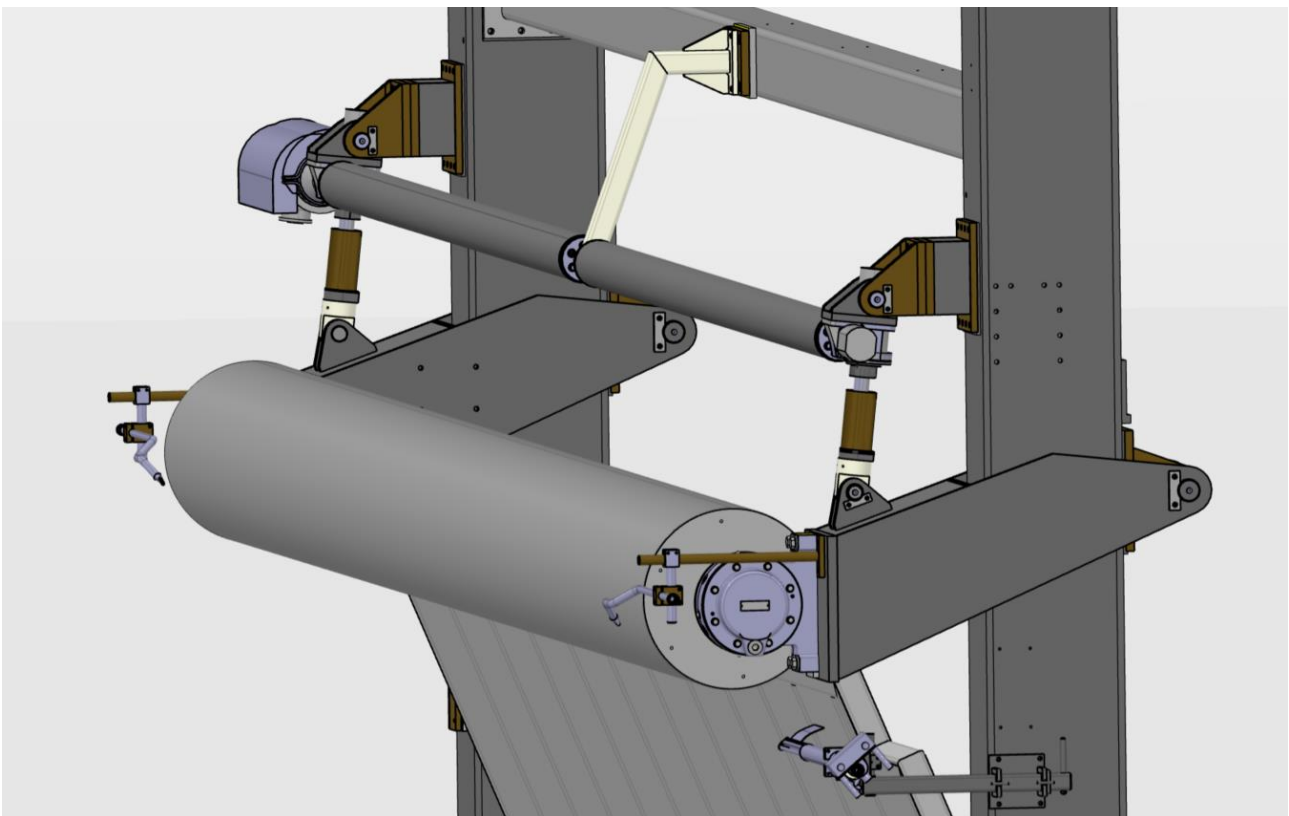
Kuivatusosa

Rullain

Kuvio 5. Paperikone linjasto (Paperikoneen kuivatusosa 2022.)

3.3 Liikutuslaitteiden tehtävät

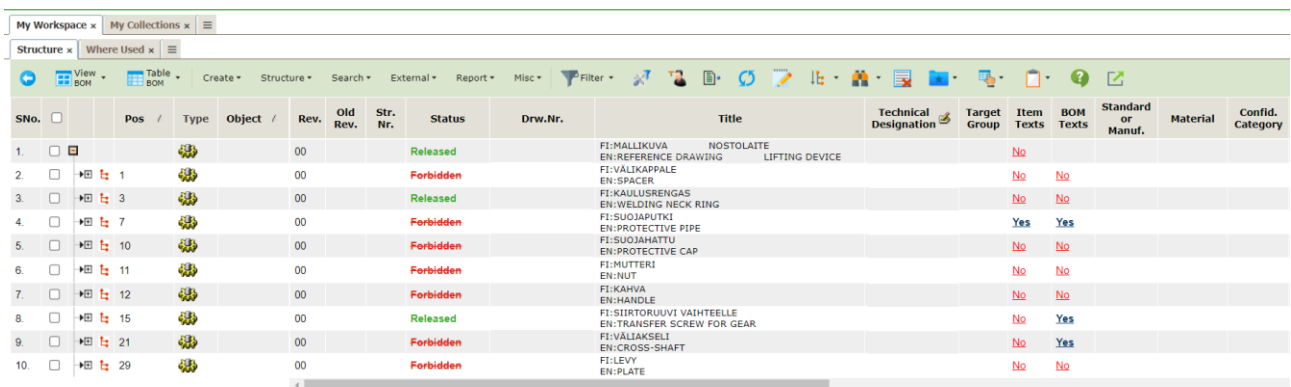
Paperikoneessa liikutuslaitteiden tehtäviä on monia. Liikutuslaitteilla voidaan ohjata siirto- tai kulmateloja, ylämuyksikköä tai erilaisia kiristimiä. Kuviossa 6. esitetty esimerkki telan liikutuslaitteiden koonpanosta. Liikutuslaitteilla voidaan säätää viiran ja huovan kireyttä, muuttaa ylämuyksikön paikoitusta, telojen asentoa sekä puristusvoimaa ja helpottaa huoltojen tekemistä. Tyypillisesti liikutuslaitteilla on kaksi asentoa, huolto- ja ajoasento. Huoltoasennossa ruuvivaihteen trapetsiruuvi on ajettuna suunniteltuun ääriasentoon vaihteen sisään. Huoltoasentoa käytetään huollon, koneen säätämisen ja kudosten vaihdon aikana. Paperikonetta käynnistettäessä liikutuslaitteita säädetään haluttujen parametrien aikaansaamiseksi. Liikutuslaitteiden säätötarkkuus käyttöpuolen (KP) ja hoitopuolen (HP) suhteen on tarkkaa. Epätasaisesti kiristetty huopa tai kudus voi aiheuttaa turhia katkoksia tuotantoon ja vähentää komponenttien käyttöikää. (Salminen 2023.)



Kuvio 6. Kulmatelan ruuvivaihdeliikutuslaite

3.4 PDM järjestelmä

PDM tulee sanoista Product data management ja suomeksi se tunnetaan tuotetiedonhallintana. PDM-järjestelmä keskittää tuotteisiin liittyvät tiedot ja prosessit ja auttaa niiden hallinnassa. Yritykset käyttävät PDM-järjestelmää muun muassa tuoteversioiden seuraamiseen, muutosten hallintaan, materiaaliluetteloiden luomiseen. (Product data management (PDM) n.d.) Kuviossa 7. on kuvattu nostolaitekokonaisuus Valmetin PDM järjestelmässä. Kuvio on kuvattu ylimmältä tasolta, joten jokaisen tason tarkat tiedot ovat piilossa.



SNo.	Pos	Type	Object	Rev.	Old Rev.	Str. Nr.	Status	Drw.Nr.	Title	Technical Designation	Target Group	Item Texts	BOM Texts	Standard or Manuf.	Material	Confid. Category
1.				00			Released		FI:MALLIKUVA NOSTOLAITTE EN:REFERENCE DRAWING LIFTING DEVICE			No				
2.	1			00			Forbidden		FI:VALIKAPPALE EN:SPACER			No	No			
3.	3			00			Released		FI:KALJUSRENGAS EN:WELDING NECK RING			No	No			
4.	7			00			Forbidden		FI:SUOJAPUTKI EN:PROTECTIVE PIPE			Yes	Yes			
5.	10			00			Forbidden		FI:SUOJAHATTU EN:PROTECTIVE CAP			No	No			
6.	11			00			Forbidden		FI:MUTTERI EN:NUT			No	No			
7.	12			00			Forbidden		FI:KARVIA EN:HANDLE			No	No			
8.	15			00			Released		FI:SIIRTORUUVI VAIHTEELLE EN:TRANSFER SCREW FOR GEAR			No	Yes			
9.	21			00			Forbidden		FI:VÄLIKSELI EN:CROSS-SHAFT			No	Yes			
10.	29			00			Forbidden		FI:LEVY EN:PLATE			No	No			

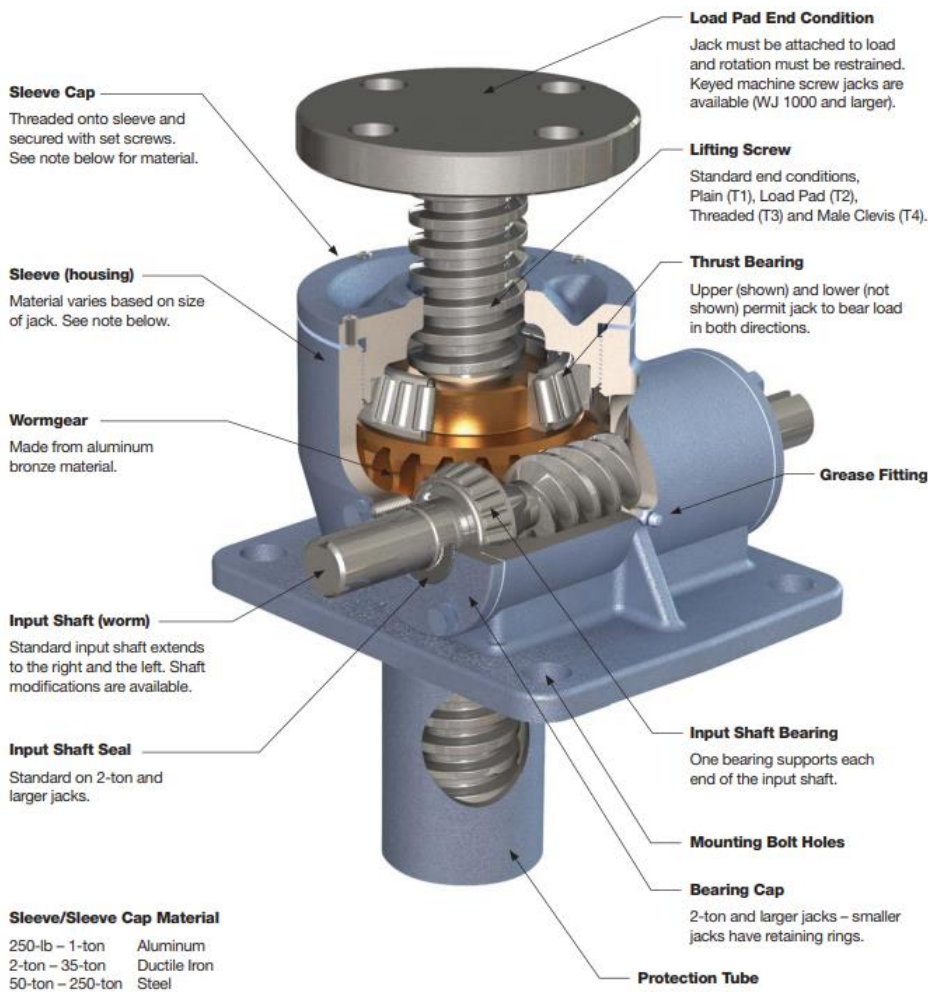
Kuvio 7.Valmetin PDM-järjestelmä.

Järjestelmässä materiaalit ja komponentit voidaan järjestää, luokitella ja niihin voidaan määrittää erilaisia attribuutteja. Tämä auttaa samanlaisien komponenttien ja materiaalien määrittelyssä ja osaluettelon tekemisessä. Tuotteiden määrittelyksen tekeminen auttaa välttämään samankaltaisten tuotteiden uudelleenluontia järjestelmän sisällä. (Product Data Management n.d.)

Valmet käyttää PDM-järjestelmää muun muassa tuotteidensa ja kokoonpanojen hallintaan. Järjestelmään on syötetty kaikki tiedot koskien 3D-mallien tuotenumeroita, piirustuksien numeroita ja dokumentteja. Järjestelmästä löytyy tuotteiden materiaaliluettelot, revisionumerot, tiedot toimittajista ja mahdolliset kuvat tuotteista.

3.5 Ruuvivaihteiden toiminta

Liiketuslaitteiden toiminnassa ruuvivaihteilla tarkoitetaan trapetsiruuvia hyödyntävää säätövaihdetta. Säätövaihte muuttaa moottorilta saadun pyörivän liikkeen lineaariseksi liikkeeksi. Liikkeen muutos tapahtuu kierukkavaihteen avulla. Moottorin akselilla oleva kierukkaruuvi siirtää liikkeen paikalleen laakeroidulle kierukkapyörälle, joka pyöriessään liikuttaa trapetsiruuvia. Toimintaa koonpanoa avattu kuviossa 8. (What Type Of Gears Are Commonly Used? n.d.)



Kuvio 8. Säätövaihte (Wormgear style jack n.d.)

Kierukkavaihteen etuna on sen itselukittuvuus, joka tarkoittaa, että vaihte ei voi pyöriä ilman että kierukkaruuvia pyöritetään. Vaihteella saavutetaan myös suuri välityssuhde, korkea tarkkuus liiku-

tuksessa ja hiljainen käyttööni. Vaihte alentaa ulos tulevaa pyörimisnopeutta ja nostaa vääntömomenttia. Suuri välityssuhde myös mahdollistaa pienemmän moottorin käytön, vaaditun noston toteuttamiseen. (Worm gears explained n.d.)

Ruuvivaihteratkaisu on hyvä raskaisiin nostotöihin, jossa tarvitaan tarkkuutta. Vaihteesta on olemassa useampia erilaisia variaatioita ja se voidaan asentaa joko liikuttamaan trapetsiruuvia tai liikuttaa kiinteässä trapetsiruuvissa. Nostovoimaltaan vaihteita on yleisesti saatavilla pienemmistä alle 10 kN nimelliskuormituksen vaihteista aina isompiin 1000 kN vaihteisiin. (Säätövaihteet n.d.)

4 Työn toteutus

4.1 Ohjeiden vaatimusten selvitys

Ohjeistuksen tekeminen aloitettiin palaverilla työn ohjaajan kanssa. Palaverissa käytiin läpi vanhan ohjeistuksen ongelmakohtia ja haluttuja muutoksia. Uuden ohjeen tarkoituksena on helpottaa suunnittelijoiden työtä erilaisien komponenttien valinnassa ja opastaa tekemään lujuuslaskennallisesti oikeita valintoja. Ohjeistuksesta piti karsia pois kaikki vanhentunut tieto ja tuoda uusia asioita päivittyneen tekniikan vuoksi. Ohjeistuksen tietoperusteinen rajaus tuli kokonaisuudessa yritykseltä. Valmetin ohjeistuksen olleessa suunnattu aiheesta tietämystä omaaville ammattilaisille, voitiin käyttää kattavasti alan termistöä. Uudesta ohjeistuksesta haluttiin myös helppolukuisempi ja visuaalisempi ja tämä otettiin huomioon ohjetta tehtäessä. Valmetilla ei ole käytössä omaa suunnitteluohjeistus standardia tai mallia, joten ohjeistusta laadittiin osin yrityksen ja opinäytetyön tekijän omien vaatimusten ja näkemyksien mukaan. Ohjeistus päädyttiin tekemään Word-dokumenttiin. Käyttö ja huolto-ohjeisiin Valmetilla noudatetaan konedirektiiviä, painelaitedirektiiviä, suunnitteluperiaatteiden riskinarviointiin ja pienentämiseen keskittyvää standardia. Lisäksi ohjeita löytyy erilaisiin toimintatapoihin ja työkalujen käyttöön.

4.2 Ohjeistuksen toteutus

Ohjeistuksen etenemistä, muotoa ja tiedon oikeellisuutta seurattiin viikoittaisissa palavereissa. Työn ohjaajalla oli myös pääsy uuden ohjeistuksen pohjaan ja oikeus kommentointiin koko työn ajan. Näin ohjaajan oli helppo seurata ohjeen edistymistä. Ohjeistuksen vaatimusten ollessa sel-

villä, aloitettiin vanhan ohjeistuksen läpikäyminen. Uusi ohjeistus luotiin omaan OneDrive kansioon, joka sijaitsi Valmetin tietokannassa. Uuden ohjeistuksen muodoksi haluttiin Word-tiedostomuoto, koska se oli havaittu toimivaksi Valmetin muissa ohjeissa. Ohjeen pituus ja käsiteltävät asiat puolsivat myös raportti tyylisen ohjeen puolelle. Ohjeistus luotiin ottaen mallia JAMKin raportointimallin pohjasta. Ohjeistukseen tehtiin kansilehti (ks. liite 1) sekä sisällysluettelot otsikoille, kuvioille ja taulukoille. Lähdeluettelo ja liitteet jätettiin ohjeista pois tarpeettomina.

Vanhan ohjeistuksen olleessa IMB Notes kannassa, käytiin se läpi ja kopioitiin paikkaansa pitävät asiat uuteen Word pohjaan. Vanhaan ohjeistukseen oli linkitetty myös useita eri muistioita ja ohjeistuksia aiheesta. Näistä tiedostoista tuotiin tärkeiksi arvioidut tiedot uuteen ohjeistukseen. Ohjeistuksessa käsiteltäviä asioista oli mietitty jo ennen opinnäytetyön aloitusta erilaisissa sähköposti ketjuissa. Tiedon kerääminen näiden asioiden pohjalta oli helppoa, kaiken tarvittavan tiedon ollessa samassa viestiketjussa. Viestiketjut kirjoitettiin puhtaaksi varmistettua tiedon oikeellisuus ja paikkansapitävyys.

Tietoa hankittiin myös haastattelujen kautta. Ruuvivaihteita käytetään paperikoneen eri rakenneryhmässä ja ohjeistusta haluttiin yhtenäistää näiden suunnitteluosastojen välillä. Haastateltavat oli pitkään Valmetilla työskennelleitä pääsuunnittelijoita tai suunnittelupäälliköitä, joilla oli aiheesta paljon tietämystä. Haastatteluita järjestettiin Teams palvelun kautta. Palaveriin osallistui 2–4 haastateltavaa ja työn ohjaajat. Haastatteluita järjestettiin osastoittain siten, että viira-, puristin- ja laskeosastolle järjestettiin oma haastattelutilaisuus, joihin oli varattu yksi tunti aikaa. Haastatteluiden pilkkominen pienempiin osiin helpotti myös haastatteluiden sovittamista kaikkien aikatauluihin. Pienemmissä ryhmissä jokainen sain helpommin sanottua oman mielipiteensä asiaan, ja kaikilla oli parempi mahdollisuus vaikuttaa lopputulokseen.

Haastatteluissa käytiin läpi isoimmat muutokset ohjeistukseen. Haastateltaville oli ilmoitettu etukäteen palaverin teema ja annettu pääsy uuteen ohjeistus pohjaan. Haastatteluissa ohjeistus käytiin läpi otsikko järjestyksessä ja jokaisen kohdalla oli käsiteltävästä asiasta avointa keskustelua. Haastattelut tallennettiin, joka helpotti itse haastatteluun keskittymistä ja läpikäyntiä. Aikaa ei kulu lunut asioiden kirjaamiseen haastattelun aikana, vaan tarvittavat asiat pystyttiin merkkamaan ly-

hyesti ylös ja tarkistamaan tarvittaessa videolta. Tallennuksesta oli myös helppo kirjoittaa yksityiskohtaisia ohjeita eri ohjelmien käyttöön. Lyhyempiä haastatteluja käytiin tarvittaessa Teams puhe-
luina ja viesteinä sekä sähköposteilla.

Kaikki liikutuslaitteissa käytetyt komponentit on kirjattu Valmetin PDM-järjestelmään, joita ylläpidetään ja päivitetään komponenttien muuttuessa. Suunnitteluohjeistuksen päivityksen ohessa kaikki PDM-tunnukset tarkistettiin moottorien, vaihteiden ja kytkimien osalta ja ne kerättiin yhteen Excel tiedostoon, jolloin niiden päivitys on helppoa tarvittaessa. Iso osa tunnuksista oli ”Expiring” tilassa, joka tarkoittaa, että tunnuksella järjestelmästä löytyvä komponentti on vanhentumassa tai siihen on tulossa jotain muutoksia. Jos selitteessä oli mainittu korvaava tunnus, päivitettiin se listaan vanhentuneen tilalle. Moottorit listattiin koon perusteella ja ne väri koodattiin periaatteella vihreä, keltainen, punainen riippuen PDM statuksesta. Kytkimille tehtiin valintataulukot moottorin ja vaihteen välille, sekä vaihteen ja väliakselin välille.

Kaikki suunnitteluohjeen liitteet, kuten komponenttien esitteet, katalogit ja laskentapohjat nimettiin selkeästi ja säilöttiin yhteen kansioon. Viittaukset liitteisiin tehdään ohjeistuksessa tiedostonimellä. Ohjeeseen tuodut kuvaajat linkitetään suoraan Excelin ja Wordin välillä siten, että Excel tiedostoa päivittäessä uudet tiedot päivittyvät myös ohjeeseen.

5 Liikutuslaitteiden suunnitteluperusteet

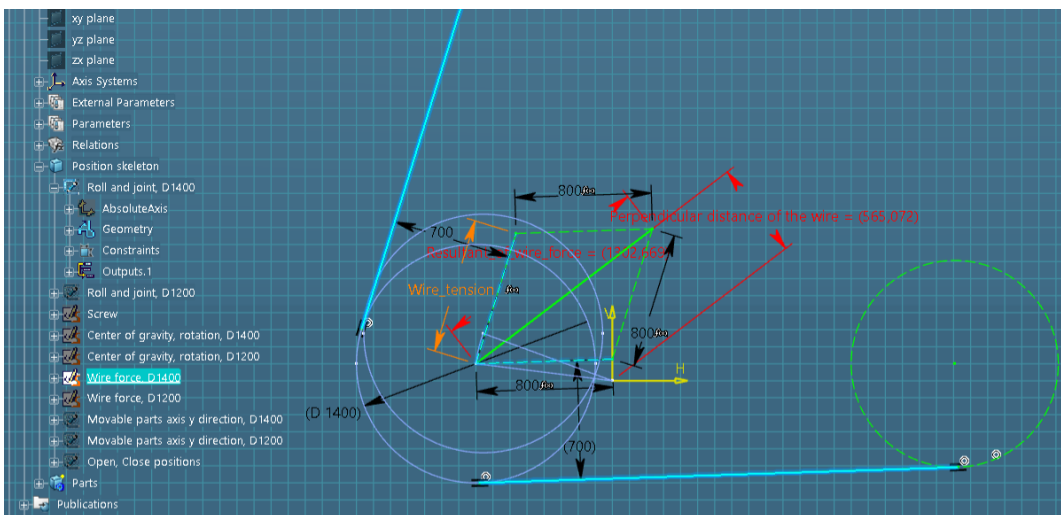
5.1 Laskennallinen tarkastelu

Oikean kokonaisuuden aikaansaamiseksi on tärkeää osata valita oikeat komponentit. Vaihteen kokuokan määrittämiseen vaikuttaa trapetsiruuviin kohdistuva voima. Mitoitus tehdään aina suurimman mahdollisen kuorman perusteella. Suurimman voiman selvittämiseksi voima lasketaan useassa eri liikutuslaitteen asennossa. Mitoituksessa pitää huomioida, että valittu kokoonpano jaksaa laskea ja nostaa kuorman.

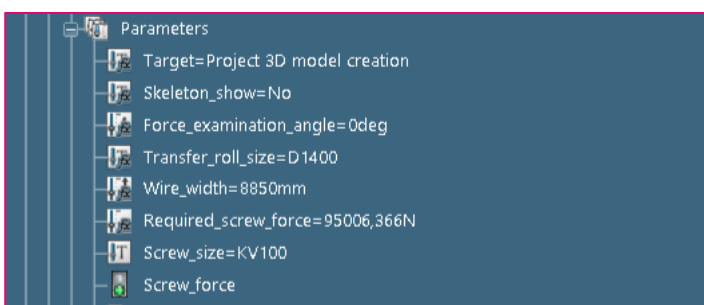
Valmetilla on kolme eri tapaa laskea tarvittavia voimia. Catia V6 laskentapohja, Mathcad-laskenta ja Sylinteri.exe -ohjelma. Näistä laskentatavoista päädyttiin tekemään Catia V6 laskentapohjasta

ensisijainen laskentatapa. Syynä Catian valitsemiseen oli laskennan tuloksena syntyvä dokumentointi, joka oli selkeästi parhain verrattuna kahteen muuhun laskentatapaan. Jatkossa Mathcad ja Sylinteri.exe toimivat vaihtoehtoisena laskentatapana esimerkiksi laskemisen tarkistuksessa.

Voima lasketaan aina projektikohtaisesti Catia V6 laskentapohjassa. Laskentaa varten laskentapohjaan syötetään tarvittava liikerata, tarvittava trapetsiruuvin pituus, liikuteltavat massat ja massakeskipisteet. Massakeskipisteet ja massat katsotaan vanhoista vastaavista referenssiprojekteista. Laskentapohja laskee kuviossa 9. vihreällä viivalla esitetyn resultanttivoiman annettujen arvojen perusteella ja antaa ruuviin kohdistuvan voiman. Laskentapohjassa oleva liikennevalo kertoo, onko valittu ruuvi tarpeeksi kestävä ja ilmoittaa tarvittavan voiman Newtonina. Catia V6 laskentapohjasta tehtiin kuvallinen askel askeleelta toimiva laskentaohje, joka lisättiin suunnitteluohjeistukseen.



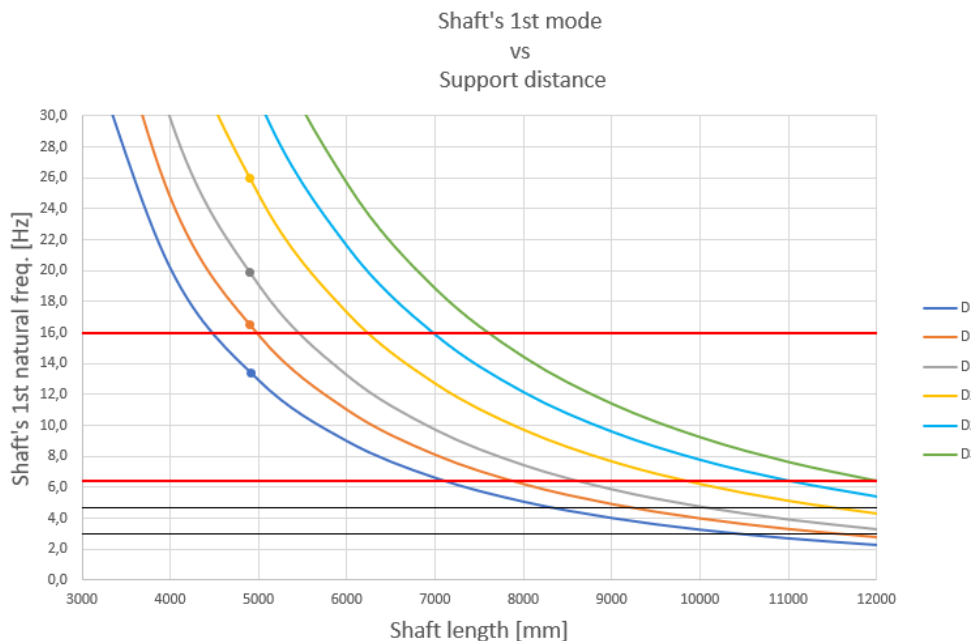
Kuvio 9. Resultanttivoima esitetty vihreällä yhtenäisellä viivalla.



Kuvio 10. Trapetsiruuviin kohdistuva voima laskettuna.

Vaihteet yhdistävä väliakseli mitoitetaan ominaistajuudeltaan ylikriittisiksi. Tämä tarkoittaa sitä, että väliakselin ominaistajuus on suurempi kuin lähimmän telan pyörimistaajuus, mikä estää väliakselin värähtelyn telaa ajettaessa. Telojen pyörimistaajuudet ovat noin 4-14Hz alueella ajonopeuden ollessa 600–1500 m/min välillä. Jos väliakselin alin ominaistajuus ei yksiosaisena ole riittävän korkea tai akselin halkaisija kasvaa määritellyn maksimin yli, akseli on välilaakeroitava. Tällöin on tarkistettava, että vaihteen ja välilaakerin välisen akselin ominaistajuus on riittävän korkea. Jos kumpikaan edellä mainituista tapauksista ei johda haluttuun lopputulokseen, voidaan väliakseli mitoittaa alikriittiseksi, eli ominaistajuudeltaan lähimmän telan pyörimistaajuutta alemmas.

Mitoitus tapahtui ennen manuaalisesti hyödyntäen väliakseleista ja teloista tehtyjä pyörimistaajuutta kuvaavia pisteiviiva diagrammeja. Mitoituksen nopeuttamiseksi on tehty Excel laskentapohja. Excel pohjaan syötetään lähimmän telan halkaisija ja minimi- ja maksiminopeus ja väliakselin pyörimisnopeus ja tukipisteiden väli. Tämän jälkeen taulukko ilmoittaa sopivat halkaisijat väliakselille. Taulukko kertoo telan pyörimistaajuuden ja rajaa sen punaisilla viivoilla. Pisteet eri halkaisijoille kertoo väliakselin taajuuden. Kuviossa 11. tummansininen halkaisijaltaan pienin akseli jää telan taajuusalueelle, muut halkaisijat ovat taajuudeltaan sopivia.



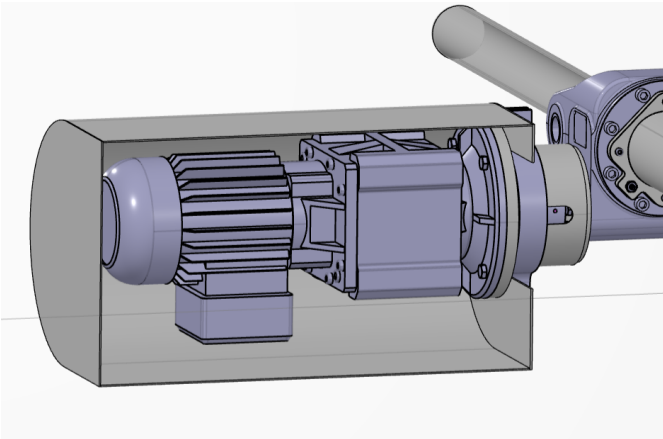
Kuvio 11. Väliakselin mitoitus Excel laskennalla

5.2 Käyttölaitteet ja komponenttien valinta

Liikutuslaitetekonaisuuksia suunnitellessa tehdään useita eri laite- ja komponenttivalintoja. Pääkomponentit ovat pääasiassa tilattu eri valmistajilta standardiosina tai mittatilaustyönä. Kestävän ratkaisun varmistamiseksi vaativassa paperikoneympäristössä on kaikki osat valmistettu ruostumattomasta tai haponkestävästä teräksestä. Valmetin paperikoneprojekteja toteutetaan ympäri maailmaa ja tämän takia liikutuslaitteiden komponentteja tuotetaan myös eri puolilla maailmaa, pääosin Euroopassa ja Kiinassa. Liikutuslaitteen kokonaisuus koostuu seuraavanlaisista osista:

- Moottori
- Säätväivahde
- Trapetsiruuvi
- Vaihteen stopparit
- Suojaspiraali
- Väliakseli / tahdistusakseli
- Suojaputki
- Absoluuttianturi

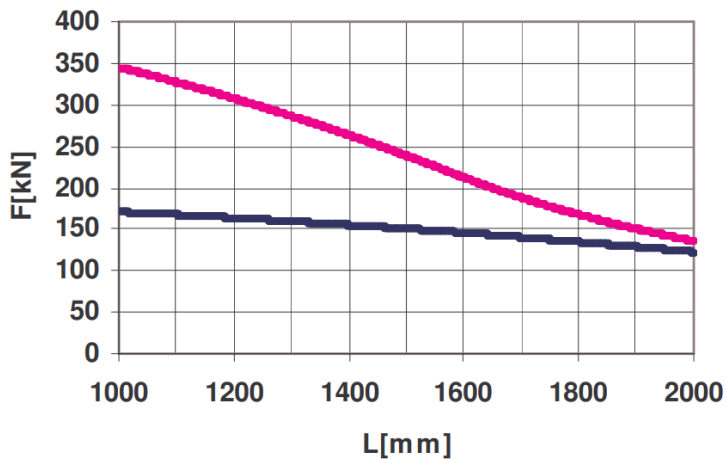
Oikeanlaisien käyttölaitteiden valitsemiseen tarvitaan tieto käytettävän moottorin tyypistä ja nostettavan kuorman aiheuttamasta voimasta. Moottorien osalta toimittajia on useita riippuen voimanlähteestä. Moottorin koon määrittää nostotyöhön tarvittava teho. Valmetilla on jokaiselle eri moottorityypille oma toimittaja. Eniten liikutuslaitteissa käytetään sähkövaihdemoottoreita. Hydraulimoottoreista on käytössä ”Low Speed High Torque” hydraulimoottori. Paineilmamoottori on liikutuslaitteissa selkeästi vähiten käytössä. Moottori tulee aina suojata asianmukaisesti moottorinsuojalla tai kotelolla (ks. kuvio 12). Suojausta tehdessä pitää moottorille jättää tilaa tuulettimen ja suojakotelon välille riittävän ilmavirran varmistamiseksi. Tapauksissa, joissa liikutuslaitteiden käyttö on jaksoittaista ja liikutusväli lyhyt voidaan käyttää tuulettamatonta moottoria. Tällöin moottorin suojalle ei ole tarvetta.



Kuvio 12. Sähkömoottori koteloituna

Moottori valitaan siten, että se pystyy nostamaan maksimissaan kahden vaihteen yhteenlasketun nimelliskuorman. Moottorista tehdään järjestelmän pullonkaula, eikä moottorilla ole mahdollista rikkoa vaihteita tai trapetsiruuveja. Sähkömoottorin momenttia ohjataan taajuusmuuttajalla, paineilma ja hydraulimoottoreita käytettäessä ohjaus tehdään paineenrajoittimilla, jolloin maksimimomentti voidaan rajata niin, että ylitystä ei normaaliajossa tapahdu. Käynnistystilanteessa sallitaan momentin ylitys hetkellisesti starttikitkojen voittamiseksi, mutta käynnistyksen jälkeen momentti tulee rajautua nostovaihteen ajonaikaisen maksimimomentin suuruiseksi. Momenttirajalla eliminoidaan mekaanisten osien ylikuormittuminen häiriötilanteissa.

Säätövaihteelle toimittajia on kaksi. Euroopan ja Kiinan projekteihin lokalisoidut toimittajat. Vaihteet koostuvat ruostumattomasta teräsestä valmistetusta vaihteen rungosta ja rungon läpi kulkevasta duplex teräksisestä trapetsiruuvista. Vaihde on huoltovapaa, itsepidättävä, välyksettömästi laakeroitu kartiorullalaakerein ja aksiaalikuulalaakerein. Korvakiinnikkeissä on itsevoitelevat pronssi-laakerit. Toimittajan toimesta on vaihteelle ilmoitettu nimelliskuorma ja -momentit, välityssuhde, maksimi moottorin teho sekä mitat ja paino. Trapetsiruuvin nurjahdus on laskettu Euler II mukaan ja eri vaihdekoolle on piirretty kuvion 13. mukainen kuvaaja. (Säätövaihteet n.d.)



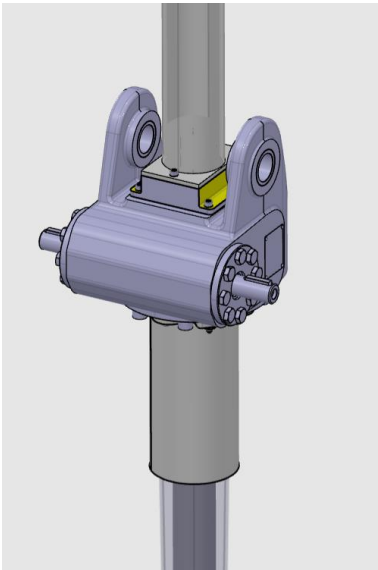
Kuvio 13. Esimerkki trapetsiruuvien nurjahduspituudesta Euler II mukaan, kahdella eri materiaalilla. (Säätövaihteet n.d.)

Vaihteeseen kiinnitetään duplex-teräksestä valmistetut sisäiset stopparit ja niiden vastinlevyt, jotka esitetty kuviossa 14. Stopparien tarkoitus on toimia mekaanisena varmistuksena, jolloin häiriötilanteessa voimat ei kohdistu vaihteen runkoon. Stopparien ottaessa kiinni, moottorin kuormitus kasvaa yli sille asetetun maksimirajan ja moottorit sammuvat.

Trapetsiruuvi ja ruuvien pään kiinnityssilmukka valmistetaan yhtenäisestä duplex-terästangosta. Tapauksissa, joissa silmukka on huomattavasti ruuvia isompi, voidaan silmukka ja ruuvi valmistaa osissa. Tällöin silmukan ja ruuvien välille tehdään kierreltiitos, joka mitoitetaan tasalujaksi trapetsiruuvien kanssa. Kierre lukitaan pienellä pienahitsillä, jolloin silmukka ei löysty vaihdetta ajettaessa. Kierreltiitoksen mitoitus perustuu VDI 2230 Standardiin, joka käsittelee pulttiliitosten mitoitusta (VDI 2230 Calculation of Bolted Joint n.d.). Trapetsiruuvien pituus vaihtelee käyttökohteittain ja ruuvien pituus pitää aina laskea erikseen. Pituuteen vaikuttaa liikutuslaitteen paikoitus paperikoneessa, haluttu liikituksen pituus, suojaetäisyydet eri komponentteihin ja säätövara stoppareihin.

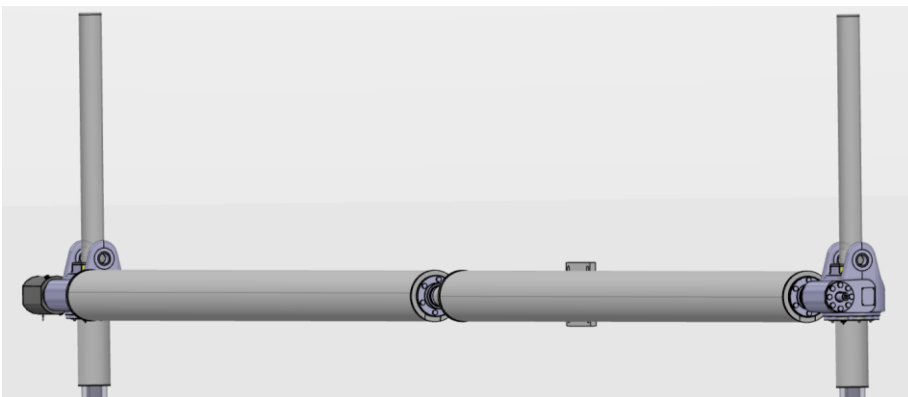
Trapetsiruuvien suojausena toimii suojaspiraali ja suojaputki, joka on valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Suojaspiraali asennetaan trapetsiruuvien ympärille ruuvien pään ja vaihteen välille, kapeampi pää alaspäin muodostaen laskevan portaan spiraalista. Spiraali pystyy mukautumaan ruuvien muuttuvaan pituuteen sitä ajettaessa. Ruuvien toiseen päähän asennetaan suojaputki, joka sulkee sisäänsä vaihteesta ulos tulevan ruuvien pään. Suojaimien tehtävänä on pitää trapetsiruuvi

puhtaana, estää ulkopuoliset häiriöt ja veden pääsy ruuviin ja vaihteen sisään. Suojainten pituus vaihtelee hieman toimittajan mukaan. Oikea pituus valitaan toimittajan ohjeiden mukaisesti.



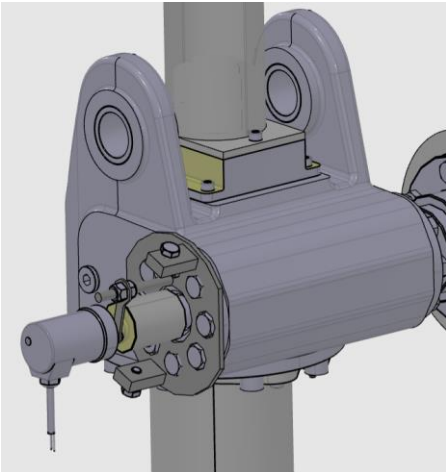
Kuvio 14. Säätvövaihte, jossa kiinnitettynä sisäiset stopparivastinlevyt ja suojaputki (yläpuoli) ja suojaspiraali (alapuoli)

Vaihteita ollessa kaksi kappaletta ja moottoreita vain yksi käytetään väliakselia yhdistämään vaihteet. Väliakseli tahdistaa käyttöpuolen ja hoitopuolen nostolaitteet, jolloin liikutus on yhdenmu-
kaista molemmilla puolilla paperikonetta. Valinta tehdään laskennallisesti ominaistaaajuuden pe-
rusteella.



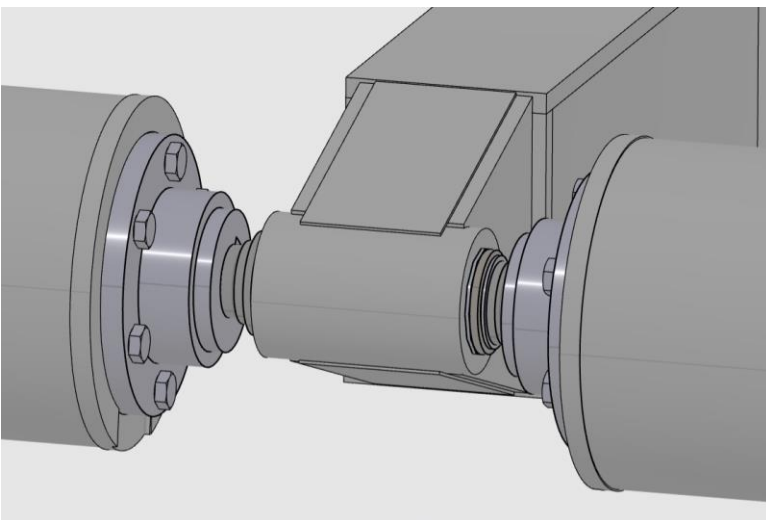
Kuvio 15. Keskeltä laakeroitu väliakseli.

Hoitopuolelle säätövaihteen akselin yhteyteen asennetaan absoluuttianturi kuvion 16. mukaisella tavalla. Anturi mittaa asentoa ja toimii väliakselin pyörintävahtina. Pyörintätiedon puuttuessa nosto pysähtyy. Tällä varmistetaan molempien puolien yhtäaikaisten nostaminen ja eliminoidaan laitteiston rikkoutumisen riski. Anturin päälle asennetaan suojaksi suojakotelo.



Kuvio 16. Absoluuttianturi HP säätövaihteen akselissa suojakotelo poistettuna

Väliakselin, vaihteen ja moottorin liitoskohdissa käytetään kytkinpuolikkaita (ks. kuvio 17). Kytkimien valintaa vaikuttaa säätövaihteen koko ja nostettava massa. Kytkimien valinta tehdään Excel taulukon mukaan eri komponenttien välille. Taulukoissa esitetty pareina kytkinpuolikkaat väliakselin ja säätövaihteen välille sekä moottorin ja säätövaihteen välille.



Kuvio 17. Väliakselin keskituen laakerointi ja kytkinpuolikkaat

6 Tulokset ja jatkotoimenpiteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää hyvän ohjeistuksen perusteita ja ruuvivaihdeliikutuslaitteiden komponenttien valintaperusteita ja laatia näiden pohjalta suunnitteluohjeistus Valmetin Wet End osastolle.

Suunnitteluohjeen tekemiseen hyödynnettiin opinnäytetyön tietoperustaa sopivan ohjemuodon löytämiseen. Tietoperustasta saatiin hyvää näkökulmaa ja se helpotti oikeanlaisen kirjoitusmuodon löytämisessä ohjeiden kirjoittamiseen. Suunnitteluohjeet olivat kuitenkin epävirallisempi yrityksen sisäinen ohje, joten se voitiin toteuttaa vapaammalla tyylillä. Ohjeistuksessa vanha rakenne muutettiin kronologisempaan muotoon ja otsikoinnilla saatiin tärkeät työvaiheet esille sisällysluetteloon. Ohjeistuksessa käytettiin pääotsikkoa, jota seurasi tarvittaessa alaotsikot. Vanhat tiedot poistettiin ohjeistuksesta kokonaan ja uudet tarvittavat tiedot esimerkiksi sisäisien stopparien osalta saatiin ohjeisiin. Ohjeistuksen rakenne on suunniteltu siten, että tiedot mainitaan vain yhden kerran ohjeistuksessa. Tämä poistaa päivityksiä tehtäessä virheellisen tiedon jäämisen vaaran, eikä vanhentunutta tietoa jää vahingossa ohjeistukseen.

Ohjeistuksen ollessa ajan tasalla ja helposti luettavassa muodossa tarvitsee huolehtia siitä, että se myös pysyy sellaisena. Ohjeistus julkaistaan pdf-tiedostomuodossa luettavaksi Valmetin sisäiseen kantaan. Ohjeistuksen kansilehteen kirjataan ohjeen päivityksestä vastaavan henkilön yhteystiedot, ohjeistuksen luontipäivä ja viimeisimmän tehdyn päivityksen päivämäärä liitteen 1. mukaisesti. Ohjepohjasta luotiin tyhjä versio tulevia ohjeita varten. Mahdollisiin tulevaisuuden ohjeisiin voidaan käyttää uudistetun suunnitteluohjeen pohjaa. Saman pohjan käyttäminen luo yhdenmukaisuutta sisäisiin ohjeistuksiin ja luo selkeän ohjemallin saman tyyppisille ohjeille. Tutkimuksen pohjalta tehtiin kehitysehdotuksia ohjeistuksen ylläpitämiseen ja päivittämiseen, mutta kehitysehdotuksien toimivuus nähdään vasta päivityksiä tehtäessä. Kehitysehdotukset tehtiin nykyisen ylläpitojärjestelmän pohjalta ja näin varmistettiin kehitysehdotuksien toimivuus. Ohjeistusta testautettiin henkilöillä, jotka eivät olleet mukana ohjeistuksen suunnittelussa. Ohjeistuksen tulokset työn tehostumiseen tullaan näkemään myöhemmin, ohjeistusta käytettäessä useampaan kertaan suunnittelun tukena.

Ohjeistuksesta jäi puuttumaan osa Valmetin käyttämien moottorien PDM-numero taulukot. Tämä johtui siitä, että taulukoita oltiin päivittämässä parhaillaan ja ohjeistukseen ei haluttu mitään vanhentunutta. Taulukoiden lisäys päätettiin tehdä ohjeistuksen ensimmäisessä päivityksessä. Vanhat numerot kuitenkin tarkistettiin ja niistä tehtiin uudet Excel taulukot, joka sisälsi kaikki ohjeistuksessa mainitut PDM-numerot. Taulukoiden linkitys tulee myös tehdä Excelin ja Wordin välillä, kun tiedostot on varastoitu haluttuun paikkaa helpomman päivityksen aikaansaamiseksi. Ohjeistuksen kääntäminen englanniksi toteutetaan myös ennen seuraavaa päivitystä.

7 Pohdinta ja johtopäätökset

Haasteena opinnäytetyössä oli oikeanlaisen dokumentointityylin löytäminen. Aiheen ollessa vieras tekijälle, työ aloitettiin tutustumalla erilaisiin dokumentteihin ja keräämällä ainestoa ohjeistukseen. Dokumentoinnin tyyli muuttui useampaan otteeseen työn edetessä ennen lopullisen tyylin löytämistä. Haastatteluista olisi voinut sopia useampia heti työn aloitukseen, joka olisi helpottanut ohjeistuksessa käytettävän materiaalin karsimista. Haastatteluiden pohjalta saatiin hyvin varmistettua tietojen oikeellisuus ja suunnitteluosastojen yhtenäistäminen onnistui useamman palaverin jälkeen.

Opinnäytetyön eettinen tarkastelu perustuu enemmän tiedon hallinnan eettisyyteen. Opinnäytetyössä toimeksiantajan kilpailukyvyyn säilyttämiseksi kirjoitettiin salassapitosopimukset ennen työn aloittamista ja valmis opinnäytetyö käytiin ohjaajan kanssa läpi ennen palauttamista arkaluontoisien tietojen poistamiseksi. Tästä syystä komponenttivalmistajien nimet ja materiaalien tarkat nimikkeet on jätetty pois. Opinnäytetyön aineisto pidettiin toimeksiantajalta lainaksi saadussa tietokoneessa ja tietokannoissa, eikä arkaluontoisia tietoja käsitelty muilla laitteilla tai niitä tallennettu ulkopuolisiin pilvipalveluihin. Haastatteluihin osallistuvilla henkilöillä kerrottiin etukäteen haastattelun aihe ja saatuja tutkimustuloksia käsiteltiin sekä ohjeistuksessa että opinnäytetyössä anonyymisti. Henkilölähteiltä saatiin lupa lähteen käyttöön. Tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin parantamaan riittävän isolla otannalla ja haastatteluihin osallistuneiden taustan kartoituksella.

Tietoperustan lähteinä käytettiin tunnettuja verkkojulkaisuja, standardia ja kirjallisuutta lähdekriittisyys huomioiden, tietoja plagioimatta tai kopioimatta. Samaa tietoa etsittiin useammasta lähteestä. Ohjeistukseen tietoa etsittiin myös laskentaraporteista ja tavarantoimittajien katalogeista, joilla on valmistettu useita toimivia kokoonpanoja.

Työ vastasi tutkimuksen kohteena olleisiin tutkimuskysymyksiin ja opinnäytetyön toimeksiantaja oli tyytyväinen opinnäytetyön tuloksena saatuun suunnitteluohjeeseen. Vastaavanlaisia vanhentu-
neita ohjeistuksia voidaan myös tulevaisuudessa toteuttaa opinnäytetöinä. Tutkimusta voisi tule-
vaisuudessa tehdä myös ohjeistuksien vaikutuksista työn tehostamisen näkökulmasta.

Lähteet

Black, A. Wormgear explained. N.d. Artikkele Machinery lubrication kotisivulla. Viitattu 13.12.2022
<https://www.machinerylubrication.com/Read/1080/worm-gears>

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Mitä standardi tarkoittaa. N.d. Artikkele SFS.fi sivulla. Viitattu 15.12.2022.
<https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

Nykänen, O. 2002. Toimivaa tekstiä. Tekniikan akateemisten liitto.

Ohjeita ohjeiden tekijöille. N.d. Julkaisu kotimaisten kielten keskuksen sivuilla. Viitattu 5.12.2022
https://www.kotus.fi/ohjeet/hyvan_virkakielen_ohjeita/millaisia_ovat_toimivat_ohjeet_ja_kysymykset/ohjeita_ohjeiden_tekijoille

Product data management (PDM). N.d. Autodesk kotisivut. Viitattu 6.2.2023
<https://www.autodesk.com/solutions/pdm-product-data-management>

Product Data Management. N.d. NPD solution kotisivut. Viitattu 10.2.2023
<http://www.npd-solutions.com/pdm.html>

Salminen, M. 2023. Senior Development Engineer. Valmet Oy. Haastattelu 25.1.2023

Sarkkinen, M. 2021. Millainen on hyvä ohje? Artikkele Työterveyslaitoksen verkkolehden sivuilla. Viitattu 5.12.2022
<https://www.ttl.fi/tyopiste/millainen-on-hyva-ohje-kaheksan-vinkkia-ohjeiden-tekemiseen-tyopaikalla>

SFS-EN IEC IEEE 82079. 2020. Tuotteiden käyttöohjeiden laatiminen. Osa 1: Periaatteet ja yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 5.5.2020. Viitattu 15.12.2022.
<https://janet.finna.fi/> , SFS Online

Standardeista on hyötyä meille kaikille. N.d. Artikkele SFS.fi sivulla. Viitattu 15.12.2022.
<https://sfs.fi/standardeista/standardien-hyodyt/>

Strategia. N.d. Yritysesittely Valmetin kotisivuilta. Viitattu 1.12.2022 <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/strategia/>

Säätövaihteet. N.d. Valmetille toimitettu vaihdekatalogi.

Uusi standardi tuotteen käyttöohjeille. 2020. Seskon kotisivut. Viitattu 15.12.2022
<https://sesko.fi/uusi-standardi-tuotteen-kayttoohjeille/>

Vuosikatsaus 2021. 2021. Valmetin vuosikatsaus 2021. Viitattu 1.12.2022 <https://www.valmet.com/globalassets/investors/reports--presentations/annual-reports/2021/valmet-vuosikatsaus-2021.pdf>

Viiraosa vaikutukset ominaisuuksiin. N.d. Knowpap oppimisympäristö v.23.0. Prowledge Oy. Viitattu 12.12.2022

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper technology/paper machine/wire section/3 characteristics/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper%20technology/paper%20machine/wire%20section/3%20characteristics/frame.htm)

Paperikoneen kuivatusosa. N.d. Knowpap oppimisympäristö v.23.0. Prowledge Oy. Viitattu 12.12.2022

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper technology/paper machine/drying section/1 introduction/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper%20technology/paper%20machine/drying%20section/1%20introduction/frame.htm)

Paperikoneen puristinosan tehtävät. N.d. Knowpap oppimisympäristö v.23.0. Prowledge Oy. Viitattu 12.12.2022

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper technology/paper machine/press section/1 introduction/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper%20technology/paper%20machine/press%20section/1%20introduction/frame.htm)

VDI 2230 Calculation of Bolted Joint. N.d. Artikkelin Bossardin sivuilla. Viitattu 12.1.2023

<https://www.bossard.com/global-en/assembly-technology-expert/expert-design/calculation-of-bolted-joint/>

Yleistä rainanmuodostuksesta. N.d. Knowpap oppimisympäristö v.23.0. Prowledge Oy. Viitattu 12.12.2022

[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper technology/paper machine/forming/1 forming/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper%20technology/paper%20machine/forming/1%20forming/frame.htm)

What Type of Gears Are Commonly Used? N.d. Viitattu 13.12.2022

<https://www.dekmake.com/fi/mink%C3%A4-tyyppisi%C3%A4-vaihteita-yleens%C3%A4-k%C3%A4ytet%C3%A4nC3%A4n/>

Wormgear style jack. N.d. Joyce Dayton kotisivut. Viitattu 13.12.2022

<https://joycedayton.com/technical-help/drawings-illustrations>

Liitteet

Liite 1. Ohjeistuksen kansilehti



Pääotsikko

Alaotsikko

Viimeisin päivitys: xx.xx.xxxx

Tätä ohjeistusta ylläpitää:

xxxxx xxxxx

-@valmet.com

Luontipäivä: xx.xx.xxxx