

Teemu Rauhalampi

SYÖTTÖKULJETTIMEN TESTILAITTEISTO

Konetekniikan koulutusohjelma

2019

SYÖTTÖKULJETTIMEN TESTILAITTEISTO

Rauhalampi, Teemu
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Konetekniikan koulutusohjelma
Lokakuu 2019
Sivumäärä: 31
Liitteitä: 4

Asiasanat: leikkuupuimuri, tekninen suunnittelu, testauslaitteet

Työn tarkoitus oli valmistaa testauslaitteistoa vastaamaan Sampo-Rosenlewin vaatimuksia. Tarkoitus oli valmistaa 3D-mallit, piirustukset tarvittavilla mittatiedoilla ja käyttöohjeet laitteistoa varten. Sampo-Rosenlew pyysi uutta kustannustehokkaampaa, yksinkertaisempaa menetelmää takaisinpyöryksen liittyvien osien laaduntarkkailuun ja pöydänkallistusautomaatiikan testaukseen vaadittavat välineet.

Työ aloitettiin keräämällä tietoa laitteiston vaatimuksista, laitteiston valmistuksen mahdollisuuksista, tietoa turvallisuudesta ja suunnittelusta.

Lopputuloksena saatiin 3D-mallit, piirustukset ja käyttöohjeet testauslaitteiston valmistusta ja käyttämistä varten. Laitteisto valmistetaan Sampo-Rosenlewin omalla tehtaalla ja otetaan käyttöön tarvittaessa.

TESTING EQUIPMENT FOR INFEED CONVEYOR

Rauhalammi Teemu

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in mechanical engineering

October 2019

Number of pages: 31

Appendices: 4

Keywords: combine harvester, technical design, testing equipment

The purpose of this thesis was to design testing equipment corresponding to demands of Sampo-Rosenlew. The purpose was to create 3D-models, drawings with required measurement information and manual for operating the equipment. Sampo-Rosenlew inquired for a new more cost effective and simpler method for quality control of infeed conveyor and gear for testing the automatic cutting height controller.

The work was started by collecting information about requirements for the equipment, possibilities how to manufacture the equipment and knowledge about safety and mechanical designing.

The result was 3D-models, required drawings and manuals for manufacturing and using the equipment. The testing equipment will be manufactured in Sampo-Rosenlew's own production unit and will be used when necessary.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	SAMPO-ROSENLEW OY	6
2.1	Sampo-Rosenlewin leikkuupuimureiden historia	6
2.2	Leikkuupuimurimallit	7
2.2.1	Comia-mallisto	7
2.2.2	Verrato V4-malli	8
3	SUUNNITTELU, TUOTEKEHITYS JA LAATU	8
3.1	Suunnittelun ja tuotekehityksen alku	8
3.2	Tuotekehityksen tavoitteet	10
3.3	Laadukas suunnittelu	11
4	LAITE- JA TYÖTURVALLISUUS	13
4.1	Riskin määrittely	13
4.2	Riskin arviointi.....	16
4.2.1	Koneen raja-arvojen määrittäminen	16
4.2.2	Vaarojen tunnistaminen.....	17
5	TESTAUSLAITTEET.....	17
5.1	Lähtökohdat	17
5.2	AHC-käyttöpaneeli	18
5.2.1	Anturoinnin toimintaperiaate.....	18
5.2.2	Rakenteen ja 3D-mallin suunnittelu	19
5.2.3	AHC-paneelin valmistus	20
5.3	Syöttökuljettimen takaisinpyörytyksen kuormituslaite	21
5.3.1	Toimintaperiaate.....	21
5.3.2	Rakenteen ja 3D-mallin suunnittelu	22
5.3.3	Kuormituslaitteen valmistus	24
5.4	Laitekohtainen riskien merkityksen ja suuruuden arviointi	25
6	TAKAISINMAKSUSUUNNITELMA.....	27
7	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	27
8	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Työtehtävässä yrityksen edustaja selosti ongelmat ja lisättävät ominaisuudet työkohteeseen. Tavoitteena on valmistaa uusi leikkuupuimurin takaisinpyöryksen kuormituslaitteisto. Laitteistoon halutut ominaisuudet ovat AHC-testipaneelin rakentaminen ja takaisinpyöryksen jarrutustoiminto, jolla kuormitetaan takaisinpyöryksen akselia syöttökuljettimessa.

Laitteistosta valmistettiin 3D-mallit ja tarvittavat valmistuspiirustukset mittatietoiseen. Laitteiston valmistamiseen on hyödynnetty tyypillisiä konepajateollisuuden laitteita ja materiaaleja.

Tämä työ liittyy yrityksen sisäiseen laaduntarkkailuun ja työvaiheisiin käytettävän ajan vähentämiseen laitteiston avulla, jolla korvataan monotoniset ja kuormittavat työtehtävät.

2 SAMPO-ROSENLEW OY

Sampo-Rosenlew OY on leikkuupuimuri- ja metsäkonevalmistaja, joka toimii pääasiallisesti Porissa. Sampo-Rosenlew on perustettu vuonna 1991 vaikka yhtiön juuret yltävätkin vuoteen 1853, jolloin Oy W. Rosenlew Ab perheyritys aloitti toimintansa. Vuonna 1957 aloitettiin Porin tehtaalla leikkuupuimureiden valmistus. Sampo-Rosenlew työllistää Porissa noin 450 eri alojen ammattilaisia tuotanto-, tuotekehitys- ja palvelutehtävissä. (Sampo-Rosenlew OY:n www-sivut, 2018.)

Vuonna 2016 Sampo-Rosenlew aloitti strategisen yhteistyön intialaisen Mahindra & Mahindran kanssa, myymällä Sampo-Rosenlewistä 35% osuuden, vahvistaakseen mahdollisuuksia kasvattaa leikkuupuimuritoimintaansa Aasiassa, Lähi-Idässä ja Afrikassa. (Sampo-Rosenlew OY:n www-sivut, 2019.)

Vuoden 2018 lopulla Mahindra & Mahindra kasvatti omistusosuuttaan 49,04% asti (Vallin, 2019).

Sampo-Rosenlew Oy:n liikevaihto oli vuonna 2016 52,8 miljoonaa euroa. (Finder.fi www-sivut 2018).

2.1 Sampo-Rosenlewin leikkuupuimureiden historia

Ensimmäisiä käsiikäyttöisiä puimakoneita on valmistettu Porin Konepajalla jo 1860-luvulta lähtien. 1920-luvulla puimakoneelle annettiin tuotenimeksi Sampo, joka on pysynyt yhä osana leikkuupuimurin ja valmistajayrityksen nimeä. Nimi on peräisin vanhasta suomalaisesta kansanrunoudesta, jota Elias Lönnrot keräsi Kalevalaksi ja joka ilmestyi vuonna 1849.

1950-luvun alkupuolella valmistettiin puurunkoisten puimakoneiden rinnalle metallirakenteinen Teräs-Sampo. Puimakonevalmistus päättyi Porin Konepajalla 1960-luvun alussa sadan vuoden jälkeen.

Ensimmäinen leikkuupuimuri säkityslaitteella valmistui vuonna 1957, Sampo 657 LP. Ikääntyessään malli sai lempinimekseen ”Mummu Sampo”.

Muita Sampo-Rosenlewin malleja ilmestyi pitkin vuosisataa; 1961 Sampo 792 LPSS-mallisto, 1965 Sampo 10, 1978 Sampo 500-mallisto ja tunnetumpi Sampo 2055-mallisto.

Vuosisadan vaihtuessa 2000-sarja uudistui ja täydentyi useaan kertaan, myös uusien EU-vaatimuksien mukaisesti. Vuonna 2011 ilmestyi nykyaikainen Comia-mallisto, josta isommat versiot vuonna 2013. Viimeisimpänä uudistuksena on tullut Comia-sarjasta uusi, päivitetynmpi versio Comia 2.0.

(Kotta, 2017.)

2.2 Leikkuupuimurimallit

Sampo-Rosenlewin nykyaikainen puimurituotanto koostuu pääasiallisesti Comia malliston C6, C8, C10 ja C12-malleista. Vastaavasti Sampo-Rosenlew valmistaa kyseisiä malleja myös muille leikkuupuimurivalmistajille, kuten Massey Fergusonille ja John Deerelle. Sampo-Rosenlewin tuottamat mallit John Deerelle ovat W330 ja W440. (Sampo-Rosenlew OY:n www-sivut, 2019.)

2.2.1 Comia-mallisto

Sampo-Rosenlewin Comia-mallistoon kuuluu Comia C6, Comia C8, Comia C10 ja Comia C12 mallit. Kyseistä mallistoa markkinoidaan markkinoiden leveimmällä ja hiljaisimmalla ohjaamalla kokoluokassaan. John Deerelle valmistetaan vastaavia malleja W330 ja W440 nimikkeillä.

Comia-mallistossa käytetään AGCO Power Tier 4f moottoreita, vaihdellen pienimmästä C6-mallin nelisylinterisestä 172-hevosvoimaisesta moottorista suuremman C12-mallin kuusisylinteriseen 300-hevosvoimaiseen moottoriin. Leikkuupöydän leveys Comia C4-C8 malleissa on 3,45 – 5,1 metriä ja C10-C12 malleissa 4,5 – 6,3

metriä. Viljasäiliön koko C4-C8 malleissa on 3700-5200 litraa ja C10-C12 malleissa 6500 ja 7600 litraa.

(Sampo-Rosenlew OY:n www-sivut, 2019.)

2.2.2 Verrato V4-malli

Verrato V4-malli saa nimensä koneistonsa sisältämistä neljästä kohlimesta ja moottorin neljästä sylinteristä.

Verrato-puimurissa on AGCO Power Tier 4f 110 tai 150-hevosvoimainen, nelisylin-
terinen moottori. Leikkuupöydän leveyksinä voidaan valita 3,45, 3,9 tai 4,20 metriä
leveä. Viljasäiliön tilavuus on 3700-4200 litraa.

(Sampo-Rosenlew OY:n www-sivut, 2019.)

3 SUUNNITTELU, TUOTEKEHITYS JA LAATU

3.1 Suunnittelun ja tuotekehityksen alku

”Tuotekehityksellä tarkoitetaan määrätietoista toimintaa uusien tuotteiden ja palveluiden kehittämiseksi tai jo ennestään olemassa olevien tuotteiden tai palveluiden oleellista parantamista.” (Villanen 2016).

Kehittämistoiminnassa tavoitellaan muutosta, jolla saavutetaan parempaa tai tehokkaampaa toimintatapaa verrattuna aikaisempiin. Kehittämistoiminnan lähtökohtana voivat olla nykytilanteen tehostamista, ongelmien ratkomista tai aivan uusi näkökulma. (Toikko & Rantanen 2016, 16.)

Tuotekehitystoiminta on parhaimmassa tapauksessa jatkuva prosessi, jossa tuotteen kehittäminen voi lähteä liikkeelle mistä tahansa kehitysprosessin vaiheesta. Tuotekehitysprosessiin liittyy läheisesti jatkuva arviointi ja kannattamattomien tuotteiden lo-

pettaminen. Yrityksen tuotekehityksen tulisi aina liittyä tiiviisti yrityksen ydintoimintaan, sekä luomaan tuotteeseen lisäarvoa, josta asiakas on valmis maksamaan. (Villanen 2016.)

Perinteisen tuotannollisen työn ja tehokkuuden ajankäytön välinen suhde on suoraviivainen. Ajankäytön ei tarvitse välttämättä sisältää yksittäiseen työtehtävään kulunutta aikaa, vaan pitää myös sisällään, millaisiin erilaisiin toimintoihin työntekijältä kuluu aikaa. Analyysin kohteeksi tällöin voidaan myös ottaa työn keskeytykset, kuten puhelimeen vastaaminen. Työajan seurannan kautta on mahdollista tarkastella, kuinka suuri osa ajankäytöstä kuluu ydintehtäviin ja kuinka paljon kuluu toissijaisiin tehtäviin. (Toikko & Rantanen 2016, 143.)

Kehittämisprosessi voidaan jakaa viideksi tehtäväksi; perustelu, organisointi, toteutus, arviointi ja tulosten levittäminen. Perustelussa keskeisin asia on vastata yksinkertaiseen kysymykseen, miksi jotakin pitää kehittää nyt? Kehittämistoiminnassa lähtökohdiana on usein ongelma tai näkemys paremmasta. Pelkän näkemyksen varaan rakentuva kehittäminen kuitenkin voi johtaa tavoitteen häilymiseen ja paisua suuremmaksi alkuperäisestä tavoitteesta. Pelkästään myös ongelman huomioinnissa saattaa toiminta johdattaa yhä vaikeampiin ongelmiin. Molempien tasapainoinen huomioiminen johdattaakin yleensä parempaan lopputulokseen. (Toikko & Rantanen 2016, 57.)

Organisoinnilla tarkoitetaan käytännön toteutusta, suunnittelua ja valmistumista. Kehittämistoiminnan virallinen luonne syntyy vasta mahdollisen johdon hyväksynnän tai rahoituksen saamisen jälkeen. Keskeinen osa organisointia on toimijoiden määrittely, jotka voivat olla virallisia organisaatioita, järjestöjä tai muita epävirallisempia tahoja, kuten ammattilaisia tai normaaleja kansalaisia. Yleensä kehittämistoiminta lähtee pienemmän ryhmän ideoinnista asian parantamiseksi, mutta mitä mahdollisimman monta toimijaa saadaan mukaan, sitä enemmän saadaan haluttua tietoa erilaisilta ryhmiltä. Keskeisimmät toimijat muodostavat yleensä työryhmän tai projektiryhmän, joka vastaa käytännön toimista. (Toikko & Rantanen 2016, 58-59.)

Toteutus muodostuu ideoinnista ja tärkeysjärjestyksestä, kokeiluista ja mallintamisesta, jonka keskeisimpänä ajatuksena on, miten asetettu tavoite voidaan saavut-

taa. Kehittämistoiminnassa joudutaan jatkuvasti laittamaan asioita tärkeysjärjestykseen. Kaikkea haluttua ei pystytä toteuttamaan. Toteutusta yritetään siis rajaamaan ja määrittelemään mahdollisimman tarkaksi. Ideoinnin ja tärkeysjärjestykseen laittamisen jälkeen voidaan käynnistää kokeilutoiminta tai testaaminen. Kokeileva toiminta on osa kehitystoimintaa, jolla kokeillaan vaiheistamiseksi kutsuttua uutta toimintatapaa tietyn ajanjakson aikana, esimerkiksi neljässä viikon jaksossa. Kokeilun aikana kerätään jatkuvasti tietoa ja palautetta, jolla muutetaan ja kehitetään seuraavan viikon toteutusta. (Toikko & Rantanen 2016, 59-60.)

Arvioinnin tehtävän on suunnata kehittämistoiminnan prosessia. Kehittämisen prosessin perustelua, organisointia ja toteutusta arvioidaan jatkuvasti ja ohjataan tarpeen mukaan. Prosessiarviointia käytetään luomaan näkyvyyttä tavoitteiden ja toimintatapojen muutoksille. Se korostaa onnistumisia ja epäonnistumisia kehittämissuorituksissa sekä sen alakohdissa. Yksinkertaisimmillaan arviointia käytetään määrittelemään, onko kehittäminen saavuttanut asetetut tavoitteet vai ei, minkä osalta ja minkä osalta ei.

Tulosten levittämistä kutsutaan myös juurruttamiseksi ja valtavirtaistamiseksi. Levittämistä pystytään edistämään esimerkiksi tuotteistamalla, joka tarkoittaa työmenetelmän tai työprosessin mallintamista. Hyvin mallinnettu menetelmä edistää asian ymmärtämistä. Keskeinen osa mallinnusta on palveluun tai tuotteeseen yhdistettävä tarina. Tarina kertoo, mihin tarkoitukseen palvelu tai tuote on luotu ja millaisia hyötyjä sillä saavutetaan. (Toikko & Rantanen 2016, 62-63.)

3.2 Tuotekehityksen tavoitteet

Kehityksellä pyritään toimintatavan tai toimintarakenteen parantamiseen. Kohteena voi olla yksittäinen työntekijä, yksinkertainen prosessi tai koko yrityksen toimintatavat. Useimmiten kehittäminen tarkoittaa hankeperusteista toimintaa. Hankkeelle asetetaan tavoitteet, jotka halutaan saavuttaa tietyssä ajassa ja määritetään toimintatavat. Kehittämisellä voidaan kuitenkin keskittyä myös organisaation jokapäiväiseen toimintaan, kuten laatutyöhön. (Toikko & Rantanen, 2016, 15.)

Kehittämistoiminnan perusteluksi valitaan usein ulkoiset tai sisäiset tekijät. Yleisimmin pääsyynä on muuttunut toimintaympäristö, joka voi kuvata nykypäivän markkinatilannetta tai uudenlaisia, kustannustehokkaita toimintatapoja. (Toikko & Rantanen, 2016, 18.)

Tuotteen elämänkaari voidaan lajitella yksittäisiin prosesseihin, joista jokaisesta syntyy kustannuksia ennen kuin tuotteesta saadaan hyötyä. Kustannustekijöiden määrä koostuu erilaisista asioista, kuten työstä, toimitiloista, laitteista ja materiaaleista. Lopullista kustannusta voidaan pienentää tuotannon määrää pienentämättä kohottamalla tuottavuutta. Kehittelemällä vanhasta käytännöstä uuden, nykyaikaisemman version, pystytään vaikuttamaan kyseisen käytännön aiheuttamiin loppukustannuksiin. (Kangasharju 2008, 9.)

Kustannuksiin yksi vaikuttavimmista asioista on siis tuottavuus, koska uusilla innovaatioilla ja teknologioilla pystytään leikkaamaan vaadittavaa aikaa ja materiaalia tuotteen loppukustannuksesta. Uusien ja vanhojen ratkaisujen tuottavuuden tarkastelu on helppoa laskemalla muutosta ajan kuluessa. Huomattavasti aikaa säästänyt menetelmä vapauttaa mahdollisesti jopa kymmeniä ihmistyövuosia erilaisiin työtehtäviin aikaa vievien tehtävien sijaan, joissa vanhalla menetelmällä olisi kulunut enemmän aikaa. (Kangasharju 2008, 14.)

3.3 Laadukas suunnittelu

Suunnittelutyön kannalta laatu voidaan määritellä kahdenlaiseen kategoriaan, vaikka laadulla onkin monia muita tarkoituksia. Nämä ovat tuote- ja tuotantoperusteiset kategoriat.

Tuoteperusteisilla määritelmillä tarkoitetaan tuotteen omia ominaisuuksia. Näitä ovat nopeus, käyttöikä, tehokkuus jne. Eri tuotteiden laatuerot syntyvät verrattavien ominaisuuksien eroista tuotteiden välillä. Esimerkiksi vanhanaikainen, hidas auto on epälaadukkaampi kuin uusi ja nopeampi auto. Tässä tilanteessa tarkastellaan nopeutta laadun mittarina, vaikka laatua voidaan mitata myös kokonaisuudessa. Tämän kaltaisessa

laatuvertailussa yleensä yhdistetään tuotteen hinta ja kustannukset, jolloin korkeampi laatu tarkoittaa korkeampia kustannuksia.

Tuotantoperusteiset määritelmät tarkoittavat vaatimusten täyttämistä ja täyttymistä. Laadun mittarina käytetään sopimusten, määritelmien ja vaatimusten noudattamista ja valmistusvirheiden estämistä. Laadulla itsessään tarkoitetaan tuotteen kykyä täyttää vaatimukset, eli toisin sanoen paras mahdollinen tuote on virheetön tuote. Tässä tilanteessa laatua pystytään mittaamaan yksiselitteisesti asetettujen vaatimusten perusteella. (Anttila, 2016.)

Suunnittelutyössä tuoteperusteiset ja tuotantoperusteiset laadun määritelmät vaikuttavat käytettäviin menetelmiin ja vaatimuksiin lopputuotteelle. Suunnittelutyötä toteutettaessa perusajatuksena voidaan käyttää kolmea ryhmää, käyttökohteeseen sopivuutta, teknologista tasapainoa ja viimeisintä tekniikkaa.

Käyttökohteeseen sopivuudella tarkoitetaan lopputuotteen toiminnallisuutta sille suunnitellussa tehtävässä. Esimerkiksi herätyskello joka näyttää ajan, mutta siitä puuttuu taustavalaistus jonka takia aikaa ei näe yöllä. Tähän välitön parannus on parantaa sopivuutta yöajalle.

Käyttökohteen mukaisesti valitut komponentit määrittelevät teknologisen tasapainon. Kulutusta ja kestävyyttä vaadittavalle tuotteelle valitaan vaatimukset täyttävät oikeanlaiset ja samankaltaiset ominaisuuksiltaan olevat komponentit. Tällä valintatavalla luodaan kestävää laatua ja yhtenäisyyttä esimerkiksi laitteen koko käyttöiän kanssa.

Viimeisimmällä tekniikalla valmistetut tuotteet ovat yleisesti parempilaatuisia ja kustannustehokkaampia kuin vanhentuneella tekniikalla valmistetut vastaavat tuotteet.

Suunnitellun laitteen tai tuotteen ensimmäiset versiot harvoin ovat hyviä ja vaativat aina parannuksia. Huomioimalla kuitenkin edellä mainitut asiat pystytään nostamaan lopputuotteen laatua heti ensimmäisistä prototyypeistä lähtien.

(Gunsteren, 2013. 20-22.)

4 LAITE- JA TYÖTURVALLISUUS

Suomen lainsäädännössä määrätään työnantajan velvollisuudet liittyen tehtäviin toimenpiteisiin työntekijöiden ja työyhteisön turvallisuuden parantamiseksi ja ylläpitämiseksi. Työnantajan on suunniteltava, valittava, mitoitettava ja toteutettava tarvittavat toimenpiteet työturvallisuuden ja työolosuhteiden parantamiseksi.

Velvollisuuteen kuuluu vaara- ja haittatekijöiden syntymisen estäminen ja niiden poistaminen. Jos kuitenkin edellä mainitut toimenpiteet eivät ole mahdollisia, pitää pyrkiä korvaamaan vaaraa tai haittaa aiheuttavat vähemmän vaarallisilla tai vähemmän haitallisilla ratkaisuilla.

Yleisesti vaikuttavat työsuojelutoimenpiteet toteutetaan ennen yksilöllisiä toimenpiteitä. Tekniikan ja muiden hyödynnettävien keinojen kehittyminen pitää ottaa huomioon työturvallisuuden ylläpitämiseksi ja parantamiseksi.

Työnantajan velvollisuus on huolehtia, että koko organisaation kaikissa osissa otetaan huomioon turvallisuutta ja terveellisyttä koskeviin toimenpiteisiin. (Työturvallisuuslaki 2002/738, 2 luku 8§.)

4.1 Riskin määrittely

Riskin määritelmä on vahingon esiintymistodennäköisyyden ja kyseisen vahingon vakavuuden yhdistelmä (SFS-EN ISO 12100, 14).

Suomen standardoimisliiton SFS-EN ISO 12100-standardissa käydään läpi koneturvallisuuden yleisiä suunnitteluperiaatteita, riskin arviointia ja myös riskin pienentämistä.

”Tehdäkseen riskin arvioinnin ja riskin pienentämisen suunnittelijan on toteutettava seuraavat toimenpiteet osoitetussa järjestyksessä (ks. kuva 1):

- A. määritettävä koneen raja-arvot, joihin sisältyvät tarkoitettu käyttö sekä kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö

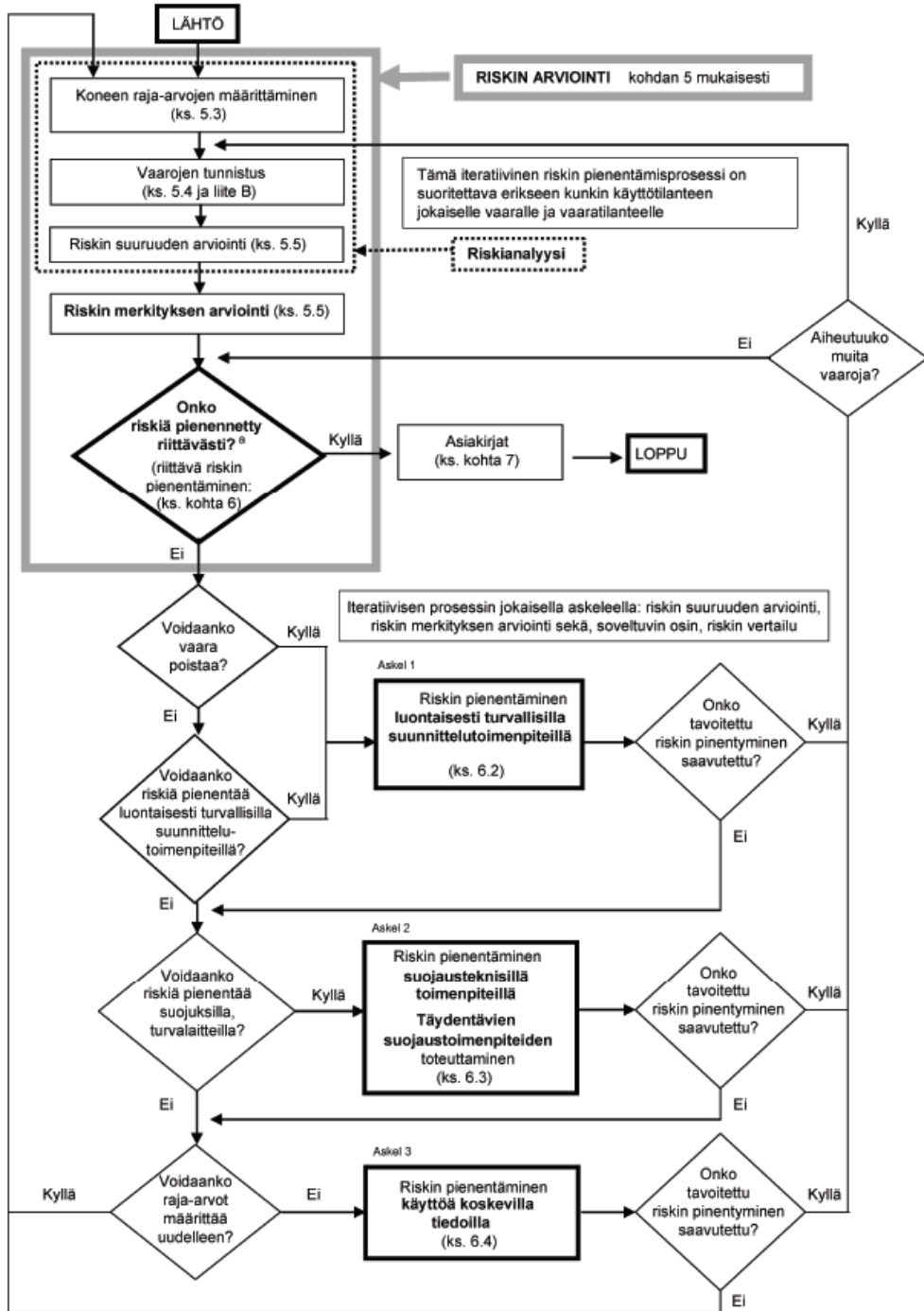
- B. tunnistettava vaarat ja niihin liittyvät vaaratilanteet
- C. arvioitava riskin suuruus kunkin tunnistetun vaaran ja vaaratilanteen osalta
- D. arvioitava riskin merkitys ja tehtävä päätökset riskin pienentämisen tarpeesta
- E. poistettava vaara tai pienennettävä vaaraa liittyvää riskiä suojaustoimenpiteiden avulla” (SFS-EN ISO 12100, 28).

Riskin arviointi on vaiheittain kulkeva prosessi, jotka mahdollistavat järjestelmällisen koneisiin ja laitteisiin liittyvien riskien analysoinnin ja niiden arvioinnin.

Riskin arviointia seuraa mahdollisesti riskin pienentäminen tai riskin poistaminen. Riskitekijät halutaan aina poistaa, jos vain mahdollista tai pienentää riittävällä suojaustoimenpiteillä, jotka koostuvat suuremmasta kokonaisuudesta turvallisuutta edistävästä menetelmästä ja suojalaitteista.

Standardin määräysten tavoitteena on suurin mahdollinen riskien pienentäminen iteratiivisella prosessilla hyödyntäen saatavilla olevaa teknologiaa parhaalla mahdollisella tavalla. Seuraavat neljä asiaa ovat kuitenkin pakko ottaa huomioon tämän prosessin toteuttamiseksi:

- A. koneen turvallisuus kaikkien elinkaaren vaiheiden aikana
 - B. koneen kyky suorittaa toimintonsa
 - C. koneen käytettävyys ja
 - D. koneen valmistus-, käyttö- ja purkukustannukset (SFS-EN ISO 12100, 26, 28.)
- Kuvassa 1 nähdään iteratiivinen riskien pienentämisprosessi.



^a Kun kysymys tulee vastaan ensimmäisen kerran, siihen vastataan alustavan riskin arvioinnin tulosten perusteella.

Kuva 1 Iteratiivinen riskin pienentämisen prosessi (SFS-EN ISO 12100 2010, 30).

4.2 Riskin arviointi

“Riskin arviointiin kuuluu:

A. riskianalyysi, joka sisältää

- 1 koneen raja-arvojen määrittäminen
- 2 vaaran tunnistaminen
- 3 riskien suuruuden arviointi ja

B. riskin merkityksen arviointi” (SFS-EN ISO 12100, 36).

Riskianalyysin avulla saadaan tietoja, joita käytetään riskin suuruuden arvioinnissa. Arvioinnin jälkeen tehdään päätös siitä, pitääkö riskiä pienentää vai ei. Päätösten tukena on oltava vaaroihin liittyvä riskin laadullinen tai tarvittaessa määrällinen arvio.

Standardi määrittelee riskin arviointia varten tarvittavat tiedot, jotka ovat koneen kuvaukseen liittyviä tietoja, säädöksiin, standardeihin ja muihin asiakirjoihin liittyviä tietoja, käyttökokemuksiin liittyviä tietoja ja asiaankuuluvat ergonomiset periaatteet. (SFS-EN ISO 12100, 34, 36.)

4.2.1 Koneen raja-arvojen määrittäminen

Riskien arvioiminen aloitetaan koneen raja-arvojen määrittämisellä. Koneen-, tai koneyhdistelmän ominaisuudet, suoritusarvot, liittyvät ihmiset, ympäristö ja tuotteet on tunnistettava raja-arvojen mukaan, jotka ovat käyttörajat, tilarajat ja aikarajat.

Käyttörajoihin lukeutuu käyttötarkoitus ja ennakoitavissa oleva mahdollinen väärinkäyttö ja koneen erilaisten toimintatapojen ja käyttäjien puuttuminen koneen toimintaan, myös toimintahäiriöissä.

Tilarajoissa huomioidaan koneeseen liittyvien liikkeiden laajuus, koneen kanssa työskentelevien vaatima tila niin huolto- kuin käyttötoiminnan aikana, ihmisen vuorovaikeus ja koneen tehonsyöttöön kuuluvat asiat.

Aikarajoissa tarkastellaan koneen eri osien arvioitua elinikää huomioiden tarkoitettu käyttö sekä kohtuudella ennakoitavissa oleva mahdollinen väärinkäyttö ja suositellut huoltoväliajat. (SFS-EN ISO 12100, 36-38.)

4.2.2 Vaarojen tunnistaminen

Toisena osana riskien arviointia tulee kohtuudella ennaltaehkäistävien vaarojen, vaaratilanteiden ja vaaratapahtumien tunnistaminen koko koneen elinkaaren aikana. Elinkaareen kuuluu kuljetus, kokoonpano, asennus, käyttöönotto, käyttö, purkaminen, käytöstä poisto sekä romuttaminen.

Vaarojen tunnistamisen jälkeen suoritetaan tarvittavat toimenpiteet niiden poistamiseksi kokonaan tai pienentämiseksi. Vaarojen tunnistamisen suorittamiseksi on välttämätöntä selvittää kaikki suoritettavat toiminnot ja tehtävät, joita koneen käyttäjän tai sen vuorovaikutuksessa olevien henkilöiden on tarkoitus suorittaa huomioiden koneen eri osat, mekanismit, toiminnot, materiaalit ja ympäristö, jossa konetta voidaan käyttää. Suunnittelijan on osattava tunnistaa vaarat huomioiden ihmisten vuorovaikutuksen koneen koko elinkaaren ajan sekä koneen erilaiset toimintatilat, niin normaalitilanteessa kuin häiriötilanteessa. (SFS-EN ISO 12100, 38, 40.)

5 TESTAUSLAITTEET

5.1 Lähtökohdat

Sampo-Rosenlewin opinnäytetyön tehtävänannossa määriteltiin laitteen halutut ominaisuudet, joiden perusteella suunnittelu- ja kehitystyö aloitettiin. Leikkuupöydän kuormituslaitteen lisäksi määriteltiin halutut ominaisuudet AHC-paneelilta. Opinnäytetyöohjaajan kanssa keskusteltiin yrityksen sisäisistä valmistusmahdollisuuksista, olemassa olevien osien hyötykäytöstä ja aikataulusta.

Sampo-Rosenlewillä on hyvät valmiudet konepajatoimintaan ja modernit koneet laitteiden valmistusta varten. Kuormituslaitteen rakenne tulee olemaan lähes kokonaan hitsattavaa materiaalia ja olemassa olevia puimurin kokoonpanossa käytettäviä osia. Hyvään suunnittelu- ja valmistustapaan kuuluu jo olemassa olevien materiaalien ja valmiin suunnittelutyön hyödyntämistä uusien laitteiden ja osien valmistusta varten.

5.2 AHC-käyttöpaneeli

5.2.1 Anturoinnin toimintaperiaate

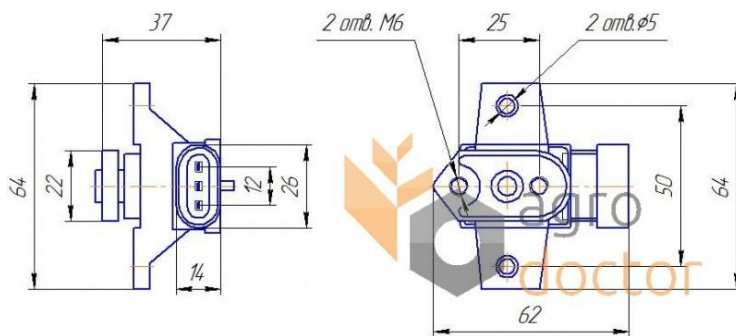
AHC on lyhenne sanoista Automatic Header Control, joka tarkoittaa pöydänkallistus-automatiikkaa. AHC-anturi on kulma-anturi, jonka toiminta perustuu sen sisältämän rautaytimen ja käämin resistanssiin. Anturin niveltä liikuteltaessa sähkömagneettinen kenttä ja resistanssi muuttuvat. Resistanssin arvo antaa ajotietokoneelle tiedon missä asennossa anturi on.

Anturin ohjauksella simuloidaan tilannetta, jossa pellolla olisi korkeuseroja verrattuna leikkuupöydän vasempaan tai oikeaan puoleen. Leikkuupöytä korjaa anturin antaman signaalin perusteella puintikulmaa hydraulisyylinterien avulla, jolloin vasen tai oikeanpuolinen kylki vaihtaa asentoa. Saavuttaessaan kuitenkin maksimaalisen säätökulman, leikkuupöytä pystyy myös nostamaan itseään, jolloin molemmat, oikea ja vasen puoli, nousevat ylöspäin.

Aikaisempi simulointi on onnistunut yksinkertaisella laitteella, mutta tällä laitteella pystytään simuloimaan realistisempaa tilannetta, jossa anturit ovat oikeasti toiminnassa. Kulman korkeudensäätö pitää pystyä tarkistamaan ja toteamaan sen olevan haluttujen raja-arvojen sisällä. Ilman kulmankorkeussäätöä, puimurilla lievästi rinteisen pellon puiminen olisi haastavaa.

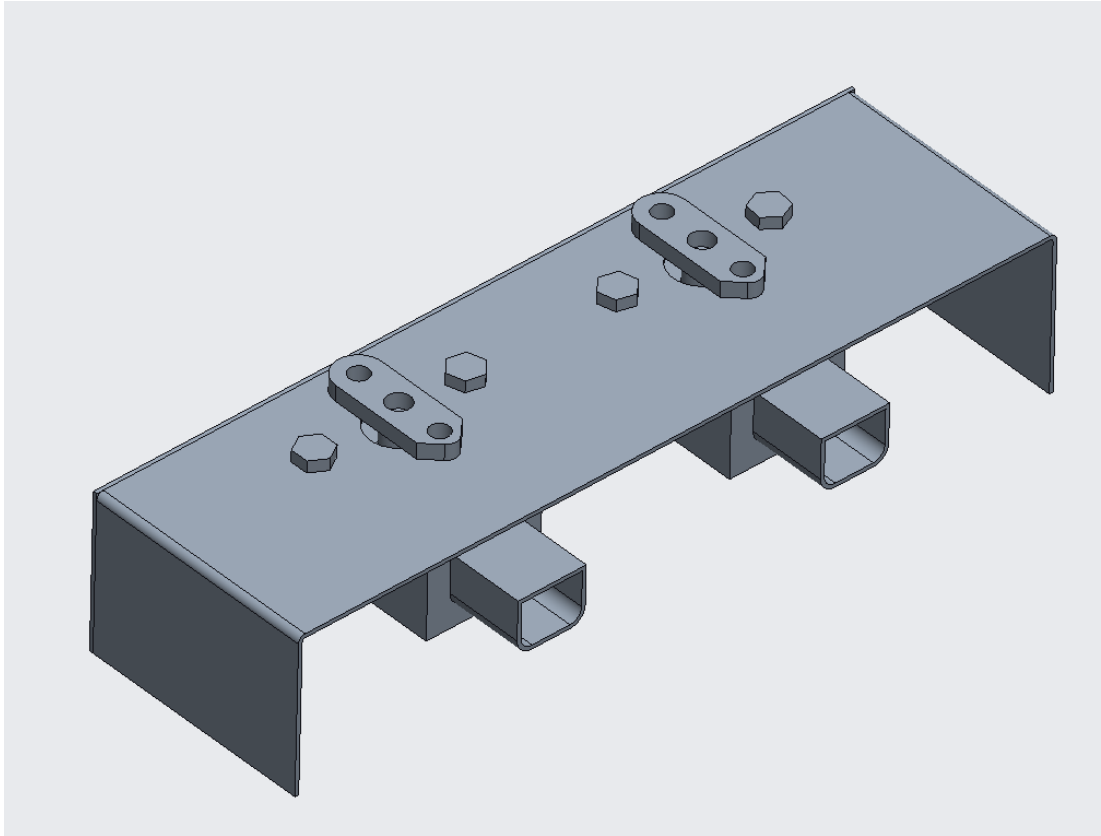
5.2.2 Rakenteen ja 3D-mallin suunnittelu

AHC-anturin koteloinnin suunnittelu aloitetaan etsimällä leikkuupuimurissa olevan anturin tyyppi. Anturin tyyppimalli on Claas Sensor 011780.0. Jälleenmyyjän verkkosivuilta löytyy anturista kaikki tarvittava tieto, jolla suunnittelutyötä voidaan lähteä toteuttamaan. Anturi koostuu muovikuoresta, elektronisista komponenteista sekä pistokepaikasta ajotietokonetta varten.



Kuva 2 AHC-anturin piirustus mittatiedoilla (Agrodoctor 2019).

Kotelointia suunnitellessa huomioidaan halutut ominaisuudet. Koteloinnin pitää suojata anturin muovista runkoa ja olla mahdollisimman vakaa kiinnityspiste antureille, jotta niiden niveliä pystytään liikuttamaan vaivatta.



Kuva 3 AHC-anturin kotelo (Liite 1).

5.2.3 AHC-paneelin valmistus

Sampo-Rosenlewin valmistusmenetelmiä ja materiaaleja hyödyntäen AHC-käyttöpaneeli valmistetaan yhden millimetrin vahvuisesta ohutlevystä, johon porataan anturien asennusta varten vaadittavat reiät. Levy taivutetaan kotelomaiseen muotoon ja hitsataan liitoskohdista kiinni.

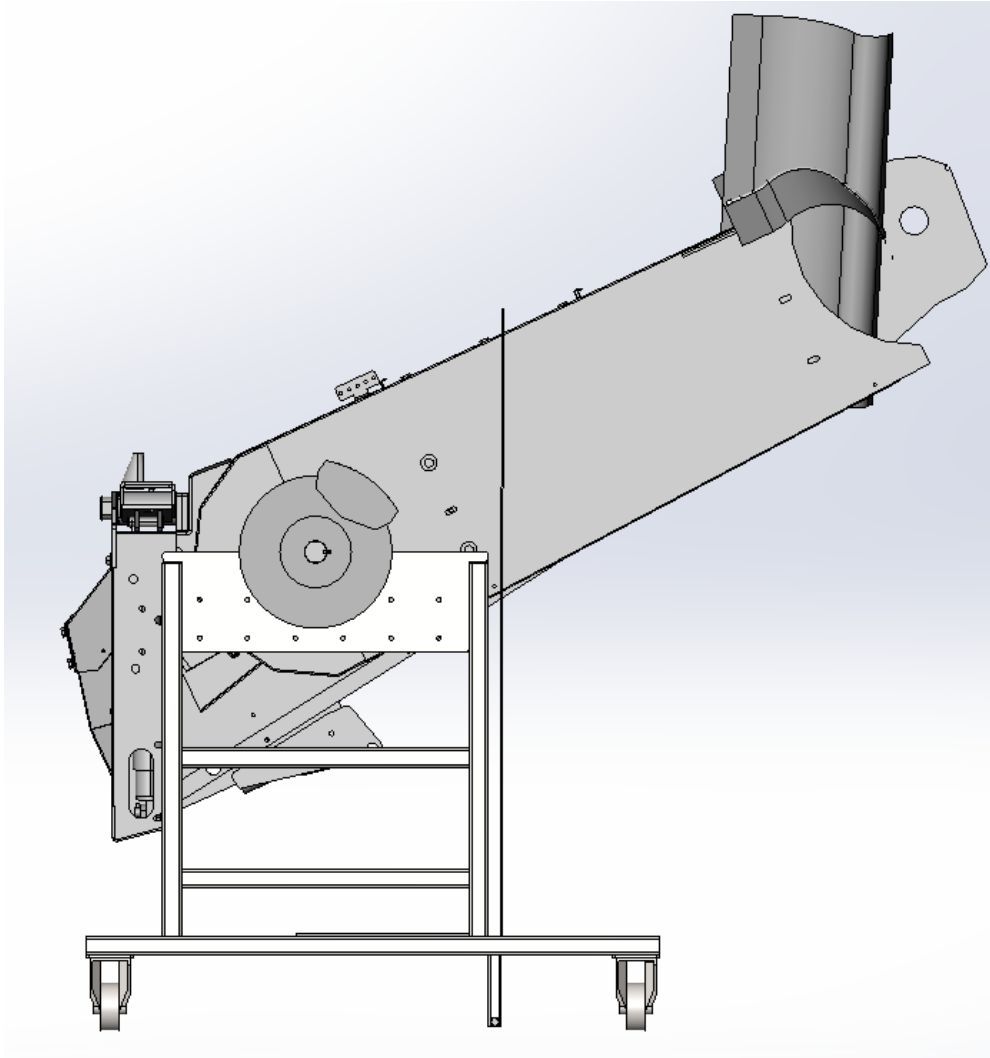
Anturissa on neljä kiinnitysreikää, joista kahdesta sivummaisesta reiästä kiinnitetään anturi levyyn, kun taas toisesta kahdesta ohjataan vipua vasemmalle tai oikealle. AHC-antureihin asennetaan valmiina oleva johtosarja, joka kiinnitetään leikkuupöydän pikaliittäimeen. AHC-paneelin integroimista olemassa olevaan laitteistoon toteutetaan, jos mahdollista.

5.3 Syöttökuljettimen takaisinpyöryksen kuormituslaite

5.3.1 Toimintaperiaate

Syöttökuljettimen normaalina käyttövoimana on leikkuupuimurin moottori, josta hihnojen ja pyörien välityksellä johdetaan voima syöttökuljettimelle ja leikkuupöydälle, mutta takaisinpyörystä käytetään hydraulisesti. Takaisinpyörystä tarvitaan, kun leikkuupöydän ruuvi tai syöttökuljetin tukkiutuu olkimassasta ja pysäyttää puinnin kokonaan. Tällöin takaisinpyörystä käytetään liiallisen materiaalin poistamiseen. Laitetta käytetään leikkuupuimurin laaduntarkkailuun. Takaisinpyörystä ohjaava hydraulimoottori on 200-kuutioinen, jolloin vääntömomentiksi saadaan leikkuupöydän maksimipaineen 200 bar kanssa teoreettisesti 640 Nm.

Kuormituslaitteen jarrutusominaisuuden avulla syöttökuljettimen takaisinpyöryksen liikettä hidastetaan tasaisesti pysähdykseen saakka ja samalla tarkkaillaan hidastuksesta aiheutuvia tapahtumia. Kokonaan pysäytettynä pystytään toteamaan, löytyykö syöttökuljettimen takaisinpyöryksestä laadullisia poikkeamia.



Kuva 4 Kuormituslaite liitettynä syöttökuljettimeen (Liite 2).

5.3.2 Rakenteen ja 3D-mallin suunnittelu

Käytettäväksi suunnittelutyökaluksi valittiin Dassault Systèmesin valmistama SolidWorks 2018, joka on parametrinen 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelmisto. Ohjelmistosta käytettiin opiskelijaversiota, joka sisältää esim. mekaanisten kuormitusten simuloinnin ja levyosien suunnitteluun tarkoitetun työkalupakin.

Suunnittelutyö aloitettiin päättämällä mitä valmiita komponentteja voitaisiin käyttää haluttujen toimintaominaisuuksien saavuttamiseksi. Laitteen pääkomponenteiksi leikkuupuumurista valittiin jarrulevy ja jarrusatula. Laitteen rungon materiaaliksi valittiin suurimmaksi osaksi rakenneteräslaatua olevaa 40x40x3 RHS-putkea. RHS-lyhenne tulee sanoista Rectangular Hollow Sections eli poikkileikkaukseltaan suorakaiteista

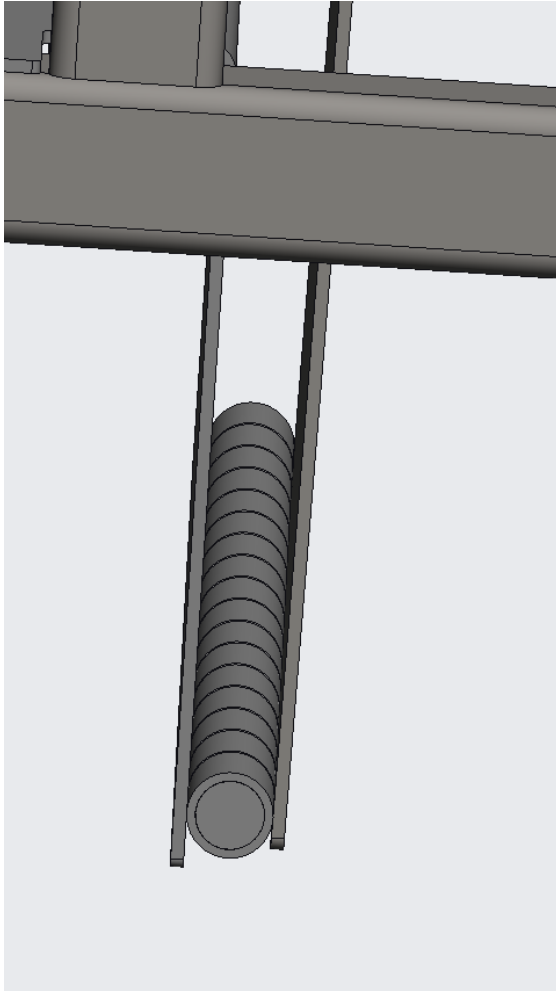
putkea. Putken valmistuksessa käytettyjä tavallisimpia teräslaatuja ovat S235JR ja S355J2H. Putkessa S-kirjaimen jälkeen tuleva numerosarja viittaa teräksen laatuun, jossa S-kirjain tarkoittaa rakenneterästä ja numerosarja ilmoittaa teräslaadun myötölujuuden, eli kuinka paljon painetta teräs kestää per neliömillimetri ennen kuin teräksen rakenne alkaa muovautua rasituksesta.

(SFS-EN 10219-1, 10.)

Laitteen suuren painon takia päätettiin laitteen runkoon kiinnittää neljä kappaletta pyöriä. Pyöriksi valittiin 125mm halkaisijalla ja 140kg kantavuudella varustetut pyörät. Rakenteen suunnittelussa huomioitiin myös mahdollinen kuorma, joka renkaille tulee takaisinpyörytyksen jarrutusilanteessa pyörittäen koko laitetta akselinsa ympäri.

Runkorakenne on pysynyt samankaltaisena koko suunnittelutyön ajan. Vaihtoehtoisia menetelmiä rungon vakauttamiselle ja paikalla pitämiseen on ollut monia, joista valittiin leikkuupuimurin omalla painollaan tuettava malli. Leikkuupuimuri ajetaan laitteen rungosta taitettavan tukilevyn päälle, joka pitää laitteen vakaana käytön ajan.

Rungon alaosaan liitetään taivutettu teräslevy, jonka avulla luodaan liitos tukilevyn ja rungon välillä. Tämä liitos toimii saranamaisesti nostessa ja laskiessa tukilevyä puimurin päälle ajoa varten. Rungon teräslevyyn ja tukilevyyn hitsataan holkkeja, jotka toimivat saranamekanismina. Lopullinen saranamekanismi saadaan, kun holkit kohdistetaan ja lävistetään pyörötangolla.



Kuva 5 Saranat ja lukitusakseli.

Rakenteesta laadittiin valmistusta varten tarvittavat mekaaniset piirustukset. Piirustuksiin sisältyvät osaluettelot, valmistusmitat, hitsaus- ja taivutusmerkinnät. Piirustuksia valmistettaessa noudatettiin samankaltaisuutta eri piirustusten välillä. Yksinkertaisuus ja samankaltaisuus helpottavat piirustusten lukemista.

5.3.3 Kuormituslaitteen valmistus

Kuormituslaitteessa on neljä erilaista osaa, joiden valmistus vaatii laserleikkurin tai vastaavan metallilevyjen leikkaukseen tarkoitetun järjestelmän. Leikattavien teräslevyjen vahvuus vaihtelee yhdestä kolmeentoista millimetriin. Tämä vaihtelu pitää huomioida työkoneen tai –järjestelmän asetuksissa ja käyttää asianmukaisia materiaaleja.



Kuva 6 Takaisinpyörityksen kuormituslaite tukilevy yläasennossa.

5.4 Laitekohtainen riskien merkityksen ja suuruuden arviointi

Suunnittelutyöhön liittyvien työturvallisuuden standardien ja suunnitellun rakenteen avulla arvioidaan mahdolliset riskit. Suurimmat riskitekijät ovat arvioinnin tarkastelun jälkeen laitteen kiinnitykseen ja toimintaan liittyvät.

Laitteen riskitekijät, jotka eivät liity laitteen käyttäjiin, voidaan jakaa kahteen ryhmään; liikkuvien ja kiinteiden osien riskit. Liikkuviin osiin kuuluu laitteen akselisto kokonaisuudessaan sekä jarrutusmekanismi. Kiinteisiin osiin kuuluu laitteen runko.

Suunnittelutyössä on jo huomioitu koneturvallisuus ja suunniteltu alustavia suojalaitteita, joilla estetään pääsy mahdollisiin tapaturmaan johtaviin riskialttiisiin kohteisiin.

Akseliston riskit ovat syöttökuljettimen akselin väärään suuntaan ajaminen ja liikkuvien osien kontakti muiden kanssa. Syöttökuljettimen väärään suuntaan ajaminen on suurin yksittäinen riski. Tässä tilanteessa hydraulimoottori ei pyöritä enää syöttökuljettimen akselia suunniteltuun suuntaan, vaan leikkuupuimurin oma polttomoottori lähtee pyörittämään akselia väärään suuntaan, jolloin akseliin kohdistuva vääntö kasvaa huomattavasti suuremmaksi, yli laitteen mekaanisen rakenteen kestävyysrajojen. Tarkalla ohjeistuksella ja huomaavaisuudella pystytään estämään tätä vahinkoa tapahtumasta.

Pyörivien mekaanisten osien kosketusmahdollisuus on estetty päälle asetettavalla suojalaitteistolla. Laitteen käyttäjän pitää kuitenkin huolehtia, että suojaverkko on asetettu oikein koko akseliston päälle, peittäen kaikki pyörivät osat ennen laitteen käyttämistä. Laitteessa ei ole mahdollisuutta estää käyttöä, vaikka suojaverkkoa ei olisi asetettu oikein. Käyttäjien asianomaisen perehdytyksen avulla minimoidaan riskit, joita ei voida suojaustoimenpiteillä poistaa.

Kiinteiden osien riskiä on minimoitu tekemällä kuormituslaitteesta mahdollisimman leveä. Tällä minimoidaan laitteen kaatumismahdollisuus ja tuodaan vakautta laitteen liikuttamiseen myös epätasaisilla pinnoilla.

Työturvallisuutta edistävien varusteiden käyttö vähentää tai poistaa kokonaan tapaturmien määrän. Määrätyt suojavarusteet kuormituslaitteen käytössä ovat tyypilliset konepajateollisuudessa saatavilla olevat varusteet, eli suojahanskat, kuulonsuojaimet, turvakengät ja suojalasit. Oikein käytettynä varusteet vähentävät tai poistavat kokonaan työtapaturmia aiheuttavia riskejä.

Käyttöohjeiden merkitys työturvallisuuden kannalta on myös merkittävä. Selkeästi ohjeistettua prosessia on helpompi noudattaa samalla kun mikään ei jää arvailun varaan. Selkokieliisyys ja yksinkertainen kuvaus työvaiheista on kirjattuna työhön liitettyyn käyttöohjeisiin. (Liite 3.)

6 TAKAISINMAKSUSUUNNITELMA

Takaisinmaksuajan laskemista varten luotiin Excel-taulukkolaskentapohja, johon oikeat arvot syöttämällä saadaan arvioitu päivämäärä, jolloin laite on säästänyt omien kustannustensa verran rahaa.

Esimerkiksi, jos vuodessa on 251 työpäivää, joina jokaisena päivänä kuluu kaksi tuntia perinteisellä tavalla kuormituksen testaamiseen 35 euron tuntihinnalla, yhteiskustannukset ovat vuodessa 17570 euroa. Kuormituslaitetta käytettäessä työtuntien määrä laskee yhteen, jolloin vuosikustannukset puolittuvat 8785 euroon. Kuormituslaitteen valmistushinnaksi oletetaan 1600 euroa. Näillä arvoilla kuormituslaite kustantaa itsensä takaisin 148 päivässä. (Liite 4.)

7 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tuloksena saatiin 3D-malli sekä piirustukset kuormituslaitteesta ja AHC-paneelistä. Käyttöohjeet tehtiin myös alustavasti selittämään, miten laite toimii teoriassa valmistuksen jälkeen.

Johtopäätöksinä voidaan todeta, että ennen suunnittelutyön aloittamista on hyvä olla kerättyä perustietoa. Tähän kuuluu mm. mitä ollaan suunnittelemassa, mihin tarkoitukseen ja miten. Ennen suunnittelun aloittamista kannattaa kerätä mahdollisimman paljon alustavaa tietoa laitteeseen tai tuotteeseen liittyen.

Uuden tuotteen kehittäminen alusta on hankalaa ja on myös hyvä saada muidenkin henkilöiden näkökulmia omien näkemyksien lisäksi.

Työturvallisuus on yksi merkittävistä asioista, joka vaikuttaa laitteiston sekä tuotteiden suunnitteluun ja valmistukseen. Nämä seikat pitää ottaa huomioon ennen tuotantovaiheeseen pääsyä. Lisälaitteistolla voidaan myös jälkikäteen tehdä laitteista turvallisempia.

Suunnitellun laitteen ensimmäinen prototyyppi ei todennäköisesti tule olemaan viimeinen, vaan tarvittavia muokkauksia tehdään sitä mukaan, kun niitä huomataan.

8 YHTEENVETO

Uuden tuotteen suunnitteleminen alusta tuotantoon asti on monimuotoinen sekä monivaiheinen prosessi. Uuden tuotteen luomiselle kaikista tärkein on tarpeen ja käytön toteaminen. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tuotetta tai laitteistoa ei voida luoda olemattomalle tarpeelle.

Työturvallisuus ja työntekijöiden hyvinvoinnin kehittäminen ovat yrityksissä erittäin tärkeää. Monotonisia ja kuormittavia työtehtäviä korvataan automatisoinnilla ja erilaisilla laitteilla. Niitä työtehtäviä, joita ei voida korvata edellä mainituilla menetelmillä, pyritään helpottamaan apuvälineillä ja henkilöstöhallinnalla.

Työmäärä Sampo-Rosenlewille suunnitelluilla laitteilla oli suuri. Kokemattomalle suunnittelijalle yksinkertaiseltakin vaikuttavat projektit ovat työläitä.

Käytännössä mitä pidemmälle työtä tehdessä on edetty, sitä enemmän henkilökohtaisesti oppii teoriaa sekä käytäntöä tuotteiden ja laitteiden suunnittelussa, kuin myös valmistuksessa. Pienetkin yksityiskohdat merkitsevät paljon ja vaikuttavat kokonaiskuvaan joko negatiivisesti tai positiivisesti.

Opinnäytetyöstä jäi lopullisten tuotteiden valmistuksen ja käytön seuranta, jolloin jää epäselväksi tarvitseeko laitteet vielä muokkauksia tai toimivatko ne yleisesti halutulla tavalla. Pääsääntöisesti alustavat ohjeistukset ja valmistusohjeet kuitenkin löytyvät.

LÄHTEET

Agrodoctorin www-sivut. Viitattu 20.9.2019. <https://agrodoctor.eu/>

Anttila, J. 2016. Mitä laatu on? SFS:n uutiskirje, 15.2.2016. Viitattu 18.9.2019. <https://www.sfs.fi/>

Dassault Systemesin SolidWorks www-sivut. 2019. Viitattu 12.6.2018. <https://www.solidworks.com/>

Finder.fi www-sivut. 2018. Viitattu 27.12.2018 <https://www.finder.fi/Maatalouskooneet+maataloustarvikkeet/Sampo-Rosenlew+Oy/Pori/yhteystiedot/220735>

Gunsteren, L. A. 2013. Quality in Design and Execution of Engineering Practice. Amsterdam: IOS Press.

ISO/IEC IEC 60204-1:2005. Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arvionti ja riskin pienentäminen. 2010. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 1.7.2019. <http://www.sfs.fi>

Kangasharju, A. 2008, A. 2008. Tuottavuus osana tuloksellisuutta. Helsinki: Suomen kuntaliitto

Kotta, K. 2017. 60 vuotta kotimaista puimurintuotantoa – Porilaisista Comioihin. Viitattu 18.4.2019. <https://www.koneviesti.fi/weteraani/tilaajille-7.140698?aId=1.215229>

Nordlund, V., Suontausta, J., Seppälä, S., & Döfnäs, K. 2007. 50-vuotta suomalaista leikkuupuimurivalmistusta. Pori: Kehitys Oy.

Sampo-Rosenlew Oy:n Comia combine harvesters-esitevihkonen. Viitattu 27.6.2018

Sampo-Rosenlew Oy:n Verrato V4-esitevihkonen. Viitattu 27.6.2018

Sampo-Rosenlew Oy:n www-sivut. 2018. Viitattu 27.12.2018. <http://www.sampo-rosenlew.fi/>

SFS-EN 10219-1:2006. Kylmämuovatut hitsatut seostamattomista teräksistä ja hieno-raeteräksistä valmistetut rakenneputket. Osa 1: Tekniset toimitusehdot. 2006. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Helsinki: SFS. Viitattu 5.8.2019. <http://www.sfs.fi>

Toikko, Timo; Rantanen, Teemu 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampere: Tampere University Press

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738 muutoksineen

Vallin, H. 2018. Mahindra kasvattaa omistusosuuttaan Sampo Rosenlewistä – Intialaisjätti omistaa porilaisyrityksestä pian liki puolet. Viitattu 12.4.2019. <https://www.satakunnankansa.fi/a/201367667>

Villanen, Jaana 2016. Tuotteista tähtituotteita. Helsinki: Kauppakamari

LIITTEET

LIITE 1 AHC-käyttöpaneelin 3D-malli ja piirustukset

LIITE 2 Takaisinpyöriksen kuormituslaitteen 3D-malli ja piirustukset

LIITE 3 Käyttöohjeet

LIITE 4 Kuormituslaitteen kustannuslaskelmat