



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mikko Luoma

VALSSIMYLLYN SUUNNITTELU

Tekniikka ja liikenne

2010

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Vaasan ammattikorkeakoulussa tekniikan ja liikenteen yksikössä kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman päättötyönä Nord Mills Oy:lle vuoden 2010 aikana.

Yhdyshenkilönä Nord Mills Oy:ssä toimi toimitusjohtaja Pertti Pirttinen. Vaasan ammattikorkeakoulussa työtä ohjasi lehtori Juha Hantula.

Työn tekovaiheessa saamastani avusta kiitän erityisesti lehtori Juha Hantulaa, toimitusjohtaja Pertti Pirttistä sekä Nord Mills Oy:n työntekijöitä Rauli Karjalaista ja Mika Kielistä. Myös tähän työhön haastatteleman maatalojen isännät ja emännät ansaitsevat lämpimän kiitoksen avusta.

Kauhavalla 30.12.2010

Mikko Luoma

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Mikko Luoma
Opinnäytetyön nimi	Valssimyllyn suunnittelu
Vuosi	2010
Kieli	suomi
Sivumäärä	47 + 6 liitettä
Ohjaaja	Juha Hantula

Työn aiheena oli suunnitella Nord Mills Oy:lle valssimylly, joka on suunnattu nautakarjatiloilta. Valssimylly suunniteltiin täyttämään nykyaikaisten, yhä suurempien nautakarjatilojen tarpeet. Keskeisessä osassa oli myös mahdollisuus päivittää pienempi GW 200-valssimylly uudeksi GW 2500-valssimyllyksi.

Työn alkuvaiheessa tuli kartoittaa valssimyllylle asetettavat vaatimukset ja toiveet. Suunnittelussa käytettiin apuna Autodesk Inventor-ohjelmistoa. 3D-mallinnus perustui Inventorin uuteen Multi-body parts-tekniikkaan. Suunnittelun lähtökohdaksi käytettiin vanhaa GW 200-valssimyllyä. GW 200-valssimyllyn pohjalta suunniteltiin tehokkaampi hihnavetoinen malli, joka sai nimekseen GW 2500-valssimylly.

Suunnittelun loppuvaiheessa GW 2500-valssimyllystä tehtiin prototyyppi, joka testattiin Nord Mills Oy:ssä. Testaus osoitti, että valssimyllyn suunnittelussa oltiin päästy asetettuihin tavoitteisiin. Prototyypin testauksen jälkeen valssimylly viimeisteltiin.

Lopputuloksena saatiin tehokas hihnavetoinen valssimylly, joka testauksien mukaan soveltuu käytettäväksi isoilla nautakarjatiloilta. Tuote täyttää sille asetetut vaatimukset ja on turvallinen käyttää. Tehty tuotekehitystyö antaa hyvät lähtökohdat lähteä muuttamaan isompaa GW 300-valssimyllyä hihnavetoiseksi malliksi.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Kone- ja tuotantotekniikka

ABSTRACT

Author	Mikko Luoma
Title	The Design of a Gristmill
Year	2010
Language	Finnish
Pages	47 + 6 Appendices
Name of Supervisor	Juha Hantula

The subject of this thesis was to design a new gristmill to be used in cattle farms. The purpose was to design a powerful gristmill for modern and large cattle farms. It was also important that the old GW 200 gristmill can be updated to the new GW 2500 gristmill.

The special requirements and wishes were taken into consideration in the beginning of the work. The Autodesk Inventor software was used when planning the gristmill. 3D-modeling was based on the new Multi-body-parts technique. The designed GW 2500 gristmill was based on an old GW 200 gristmill. The GW 2500 is more powerful than GW 200 and it is designed to be belt operated.

The prototype was made at the end of the design. The prototype was made in Nord Mills Oy. It was certain that the requirements were met after the prototype was tested. The finishing was done after the prototype testing.

The result was a powerful belt operated gristmill. The product is suitable for large and modern cattle farms and it meets the requirements and wishes which were set. The product is also safe to use. The result of this thesis is a good basis to develop a bigger belt operated GW 300 gristmill.

Keywords	Gristmill, 3D-product design, Top-Down, Inventor
----------	--

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

LIITELUETTELO

JOHDANTO	9
1.1 Työn tavoitteet.....	9
1.2 Työneteneminen	10
2 NORD MILLS OY	12
2.1 Historia	12
2.2 Nykyhetki	12
3 NAUTAKARJATILAT YLEISESTI.....	14
3.1 Nautakarja.....	14
3.2 Rehutuotanto ja -käyttö maataloilla	15
4 SUUNNITTELUPROSESSIT YLEISESTI.....	16
4.1 Esitutkimus	16
4.2 Luonnostelu	16
4.3 Suunnittelu.....	17
4.4 Tuotanto ja markkinointi	17
5 VALSSIMYLLYN VAATIMUSTEN KARTOITUS	18
5.1 Valssimyllyn tuottavuus	18
5.2 Valssimyllyn käyttöolosuhteet	18
5.3 Tuotettavan rehun laatuvaatimukset.....	18
5.4 Valssimyllyn turvallisuus	19
6 SUUNNITTELUVAIHE	20
6.1 Runko.....	20
6.2 Valssit	22
6.3 Valssien liikevara	23

6.4	Muutososat	24
6.4.1	Moottorin kansi	24
6.4.2	Moottorin korvakkeet.....	26
6.4.3	Hihnavedon suoja.....	28
6.5	Sähkömoottori	30
6.6	Hihnaveto.....	30
6.7	Turvallisuus	31
6.7.1	Koneen raja-arvojen määrittäminen.....	31
6.7.2	Vaaran tunnistaminen.....	32
6.7.3	Riskin suuruuden arviointi	32
6.7.4	Riskin merkityksen arviointi.....	32
7	3D – TUOTESUUNNITTELU.....	34
7.1	Top-Down-tekniikka	34
7.1.1	Skeleton-malli	37
7.1.2	Skeleton-mallista osaksi.....	39
7.1.3	Skeleton-mallista kokoonpanoksi	41
7.1.4	Top-Down-tekniikan soveltaminen ohutlevymallinnuksessa.....	42
8	PROTOVAIHE.....	43
8.1	Prototyypin testauksesta tehdyt havainnot.....	44
8.2	Prototyypin testauksen jälkeiset muutokset	44
9	YHTEENVETO.....	46
	LÄHDELUETTELO.....	47

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

GW 200	kulmavaihteella toteutettu valssimylly
GW 300	samanlainen kuin GW 200, mutta varustettu suuremmilla valsseilla ja moottorilla
GW 2500	hihnavedolla toteutettu valssimylly
RPM	kierroksia minuutissa
SPA	Eräs hihnapyörän profiilin muoto
MULTI-BODY PART	malli, joka sisältää useita tilavuusmalleja
SKELETON-MALLI	tasoista, akseleista ja luonnoksista koostuva kokonaisuus
SOLID	tilavuusmalli
SKETCH	luonnos, hahmotelma

LIITELUETTELO

LIITE 1. Vaatimuslista

LIITE 2. Sähkömoottorin tekniset tiedot

LIITE 3. Hihnapyörien laskenta

LIITE 4. Hihnapyörien tekniset tiedot

LIITE 5. Vaaran tunnistaminen

LIITE 6. Riskin arviointi

JOHDANTO

Maatalouden rakennemuutoksen ja kiristyvän kilpailun lisääntyessä Nord Mills Oy haluaa vastata kysyntään tuomalla markkinoille uudenlaisen, nautakarjatiloiille suunnatun valssimyllyn.

Nord Mills Oy:n tuotevalikoimaan kuuluu ennestään viisi erilaista vasara- ja valssimyllyä. Maatalouden kehitystrendi on kuitenkin jo pidemmän aikaa suuntautunut yhä suurempiin tilakokoihin, joihin Nord Mills Oy:llä ei ole tarjota tarpeeksi tehokasta ja vaatimusten mukaista valssimyllyä.

Työhön kuului uuden valssimyllyn suunnittelua ja mallinnusta. Suunnittelussa käytettiin apuna Autodesk Inventor 2010-suunnitteluohjelmistoa. Vaadittavat laskelmat tehtiin Mathcad-laskentaohjelmistolla. Lopullisessa dokumentoinnissa hyödynnettiin Microsoft Excel-ohjelmistoa.

Valssimyllyn suunnitelun ja 3D-mallinnuksen jälkeen tuotteesta tehtiin tarvittavat työpiirustukset, osaluettelot, kokoonpanokuvat, räjäytyskuvat sekä mainosmateriaali.

1.1 Työn tavoitteet

Viljankäsittelyyn tarkoitetut myllyt ovat Nord Mills Oy:n vanhimpia tuotteita. Maatalousalan messuilla ja asiakaskyselyillä on havaittu, että tämänhetkinen tuotevalikoima ei ole riittävä vastaamaan nykypäivän kysyntään. Tilakokojen kasvun myötä yrityksellä ei ole sopivaa tuotetta kattamaan kaikkien tilojen tarpeita.

Tavoitteena oli suunnitella uudesta valssimyllystä nykypäivän kysyntää vastaava tuote. Lähtökohtana suunnittelulle kuitenkin oli, että uudessa tuotteessa olisi käytetty mahdollisimman paljon samoja komponentteja kuin yrityksen vanhemmissa tuotteissa. Samojen komponenttien käyttö pienentää valmistuskustannuksia, helpottaa valmistusta sekä pienentää varastoja.

Valssimylly suunniteltiin maatalaolosuhteisiin, eli sen käyttöympäristönä on maatilojen eri rakennusten sisätilat. Ulkona myllyä ei ole suunniteltu käytettävän. Eri maatilojen olosuhteet ovat hyvin erilaiset, mikä asetti haastetta suunnittelulle.

Suunnittelussa tuli huomioida valmiin tuotteen mahdollisimman edullinen hinta, helppo valmistettavuus yrityksen omalla konekannalla, pintakäsittely sekä huollon helppous. Tavoitteena oli, että valssimylly on pitkäikäinen ja asiakas voi olla tyytyväinen siihen vielä vuosienkin kuluttua. Tärkeä tavoite oli myös taata eläimille laadukas rehu sekä huolehtia myllyn luotettavuuden kautta rehun jokapäiväinen saanti.

1.2 Työneteneminen

Työ lähti liikkeelle tutustumisella yleisesti maatilojen rehu tuotantoon ja käyttöolosuhteisiin. Valmiin rehun vaatimuksia kartoitettiin haastatteleamalla karjankasvattajia sekä Nord Mills Oy:n toimitusjohtaja Pertti Pirttistä. Myös yrityksen aikaisempaan myllytuotantoon tutustuttiin hyvin varhaisessa vaiheessa. Samalla kartoitettiin yrityksen konekanta ja mahdollisuudet valmistukseen.

Vaatimusten kartoituksen jälkeen alettiin selvittämään uusien osien tarvetta. Uuden tuotteen suunnittelun lähtökohtana oli vanha GW 200-valssimylly, jonka kapasiteetti on 400-1000 kg/h viljan laadusta riippuen.

Varsinainen suunnittelu aloitettiin tekemällä myllyn perusrakenteesta luurankomalli. Luurankomallin teossa otettiin mallia hyväksi todetusta GW 200-valssimyllyn perusrungosta. Varsinaisia 3D-osamalleja ja kokoonpanoa tehtiin rinnakkain luurankomallin kanssa. Tämän mahdollisti Autodesk Inventorin Top-Down-tekniikka.

Muutososien suunnittelu toteutettiin perusrungon valmistumisen jälkeen. Lopulliseksi ratkaisuksi tuli hihnavedolla toteutettu valssimylly, jossa moottori on myllyn sivulla, toisin kuin GW 200-valssimyllyssä. Tämä mahdollisti myllyn kapasiteetin kasvattamisen. Myllyn tuotemerkiksi laitettiin GW 2500. Ostokomponenttien etsiminen ja valinta toteutettiin rinnakkain muutososien

suunnittelun kanssa. Lopuksi tuotteen 3D-mallia viimeisteltiin, eli lisättiin tarvittavat mutterit, pultit, aluslevyt ja värit.

Viimeisenä vaiheena oli valmiin tuotteen dokumentointi, joka käsitti piirustusten, osaluetteloiden ja räjäytyskuvien teon. Myös mainosmateriaalia tuotettiin erilaisia esitteitä ja messuja varten.

2 NORD MILLS OY

Kortesjärvellä sijaitseva Pirttisen kylä omaa pitkät perinteet yrittäjyydestä. Kylässä on toiminut sen olemassaolon ajan useita eri yrityksiä, joten Pirttinen on maakunnassa tunnettu yritteliäisyydestä. Nord Mills Oy on yksi kylän suurimmista yrityksistä.

2.1 Historia

Yritys on perustettu vuonna 1986, jolloin Pertti Pirttinen perusti yrityksen, jonka nimi oli Pertti J. Pirttinen Ky. Toiminta oli aloitettu jo muutama vuosi aikaisemmin omassa autotallissa. Yritystä pyöritettiin alusta lähtien oman maatilatyön ohessa. Ensimmäisiä tuotteita olivat erilaiset kuljettimien osat, mutta tuotanto laajeni hyvin pian viljankäsittelyyn tarkoitettuihin myllyihin. Ensimmäiset varsinaiset tuotantotilat valmistuivat vuonna 1985. Konekanta oli tuolloin hyvin pieni, joten valmistus toteutettiin pääasiassa alihankintana

Omaa yrittäjyyttään Pertti Pirttinen kuvaa lauseella ”Yrittäjäksi synnyttään, ei ryhdytä”. Yritys on kehittynyt tasaisesti koko ajan. Tuotantotiloja on laajennettu neljään otteeseen 2000-luvulla ja yrityksen konekanta on kasvanut tasaisesti. /5/

2.2 Nykyhetki

Yrityksen nykyinen nimi on Nord Mills Oy. Tuotantotiloja on yhteensä n. 1800 m². Yritys työllistää välittömästi oman perheen lisäksi 3 työntekijää sekä välillisesti n. 3 työntekijää. Yrityksen nykyiseen konekantaan kuuluu mm. jyrsimiä, sorveja, hitsauskoneita, levynpyörästysmankeli, hiomakone sekä uusimpana hankintana särmäyspuristin.

Tuotevalikoimaan kuuluu mm. myllyt, erilaiset kuljettimet, siilot, viskat, kylvölaitteet, nurmenhoitokoneet sekä uusimpana alueena erilaiset energia-alan tuotteet. Kaikki tuotteet valmistetaan Nord Mills Oy:n tehtaalla (kuva 1.)



Kuva 1. Nord Mills Oy.

Yrityksen tulevaisuudennäkymät ovat hyvät. Nykyisin vientiä on mm. Ruotsiin, Norjaan, Latviaan ja Viroon. Tarkoituksena on säilyttää markkina-asema kotimaassa sekä lisätä vientiä ulkomaille. /5/

3 NAUTAKARJATILAT YLEISESTI

Maataloustukea sai Suomessa vuonna 2004 yhteensä 70 000 maatilaa. Vuosien 1995-2004 aikana keskimääräinen vähennys tiloissa on ollut 3,5 % vuosittain. Keskimääräisen vähenemisen kautta voidaan arvioida maatilojen määrän olevan Suomessa vuonna 2013 noin 50 000-53 000.

Maatilojen keskimääräinen koko on kasvanut vuosien 1995-2004 aikana. Alle 20 hehtaarin kokoisten maatilojen määrä on vähentynyt 56 %:sta 43 %:iin. Vastaavasti yli 50 hehtaarin maatilojen määrä on kasvanut 7 %:sta 17 %:iin vuosien 1995-2004 aikana. Kuitenkaan yli 100 hehtaarin tilojen määrä ei ole kasvanut paljon. Niiden osuus vuonna 2003 oli 3 % Suomen maataloista. Huomattavaa kuitenkin on, että suurten tilojen osuus Suomen kokonaispeltoalasta oli noin 10 %. On arvioitu, että maatilojen keskikoko kasvaa vuoteen 2013 mennessä 44 hehtaariin maatilaa kohden.

Eläintilojen vähenemisvauhti on ollut 6-7 %:n luokkaa vuosina 1995-2004. Lypsykarjatilojen määrän on arvioitu olevan noin 9000 vuonna 2013, jos maidon hintaan ei tule suuria muutoksia. Lypsykarjatilojen tilakoko on kuitenkin kasvanut vuosi vuodelta, vaikka tilojen määrä onkin vähentynyt. /3/ /6/

3.1 Nautakarja

Nauta on laiduntava tuotantoeläin. Naudan hyvinvoinnin kannalta on tärkeää, että se saa riittävästi hyvälaatuista rehua. Rehujen laadulle ja naudän ruokinnalle on asetettava sitä suuremmat vaatimukset mitä korkeatuottoisempi nauta on. Paljon huonolaatuista rehua syövä nauta voi tuntea itsensä samaan aikaan sekä kylläiseksi että nälkäiseksi.

Naudalla, kuten muillakin märehijöillä on neljä mahaa. Vastasyntyneellä vasikalla on vain yksi maha. Hyvälaatuisen rehun syöttäminen vasikalle on tärkeää, koska se auttaa vasikkaa kehittymään märehijäksi. Rehun kulkiessa naudän läpi se sulaa vaihe vaiheelta. Sulamaton osa rehusta poistuu elimistöstä lantana. Naudalle annettavan rehun laadusta riippuu, minkä osan nauta pystyy rehusta käyttämään. /1 /4/

3.2 Rehutuotanto ja -käyttö maataloilla

Maataloilla kotieläimille tarjottava ravinto on perinteisesti pyritty turvaamaan tilan omalla rehutuotannolla. Suomi sijaitsee kasvinviljelyn pohjoisrajoilla, mikä asettaa puitteet kasvituotannolle. Perinteisesti viljely on painottunut kotieläimille annettavien rehuosien viljelyyn. Kotimaista rehutuotantoa on täydennetty rehujen- ja rehuosien aineiden tuonnilla. Rehuomavaraisuus on kuitenkin perinteisesti ollut varsin korkealla tasolla.

Rehupolitiikan tavoitteeksi esitettiin jo 1980-luvulla, että Suomen kotieläintuotannossa rehun käyttö perustuisi enemmän kotimaisiin rehuihin. Tätä päätöstä edelsi katsomus, jonka mukaan tuontirehun katsottiin syrjäyttäneen ja yksipuolistaneen kotimaista rehutuotantoa. Poliittika muutettiin siten kotimaisten rehujen sekä tiloilla valmistettujen rehujen käyttöä suosivaksi. Tilan omien rehujen käytön lisääntymiseen vaikuttivat myös hinta, tilojen tasapainoinen kehittäminen sekä tuotannon rajoittaminen. Lisäksi viljelijät kokivat omavaraisuuden lisäämisen tärkeäksi ja toteuttivat sen ensi vaiheessa rehuomavaraisuutta parantamalla. Myös kiristynyt kilpailu on kannustanut viljelijöitä omaan rehutuotantoon ja tätä kautta alempiin kustannuksiin. Rehuosien kustannus muodostaa keskimäärin puolet kaikista kotieläintuotannon kustannuksista.

Tuotantokyvyltään yhä paremman eläimen tehokas hyödyntäminen asettaa kasvavia vaatimuksia rehuille ja ruokinnalle. /7/ /8/

4 SUUNNITTELUPROSESSIT YLEISESTI

Laadukas ja tehokas tuotekehitystoiminta on yksi yrityksen menestymisen tärkeimmistä edellytyksistä. Tuotekehityksen täytyy olla jatkuvaa toimintaa, muuten ennen pitkään tuotteet vanhenevat, myynti vähenee ja viimein loppuu kokonaan. Tuotekehityksen tarkoituksena on kehittää uusi tai parannettu tuote. Tuotekehityksessä pyritään täyttämään asetetut tavoitteet niin hyvin kuin teknisesti ja taloudellisesti on mahdollista. Tuotekehitys on monivaiheinen prosessi, käsittäen mm. esitutkimuksen, luonnostelun, suunnittelun ja viimeistelyn. /2/

4.1 Esitutkimus

Esitutkimuksen tavoitteena on tuotekonseptin selvittäminen, tuotteen spesifointi ja riskien kartoitus tai vähentäminen. Myös tuotantomahdollisuuksien selvittäminen, liiketoimintaedellytysten kartoittaminen sekä teollisuusosoikeuksien tutkimisen suorittaminen on tärkeää. Esitutkimukselle tyypillistä on, että se suoritetaan lyhyessä ajassa pienin kustannuksin. Markkinointi selvittää asiakastarpeita spesifioinnin pohjaksi. On tärkeää, että tuotteen määrittely tehdään asiakaslähtöisesti ja oikein. Esitutkimusvaiheessa etsitään mahdolliset toteutusvaihtoehdot ja esitetään ratkaisukonsepti. Mikäli esitutkimus osoittaa tuotteen tarpeelliseksi ja toteuttamiskelpoiseksi sekä yrityksen resurssit ovat riittävät toteuttamiseen, käynnistetään varsinainen tuotekehitysprosessi. /10/

4.2 Luonnostelu

Luonnosteluvaiheessa markkinoiti jatkaa spesifioinnin, markkinointimahdollisuuksien, menekin sekä kilpailutilanteen ja hintojen selvitystä. Luonnosteluvaiheessa etsitään vaihtoehtoisia ratkaisuluonnoksia kehitettävälle tuotteelle. Tässä vaiheessa ei tehdä yksityiskohtaisia suunnitelmia, vaan suunnittelu on lähinnä suunnan hakemista. Tässä voidaan käyttää apuna erilaisia ideointimenetelmiä. Tuotannon varmistamiseksi on tuotteesta pyrittävä suunnittelemaan asennusystävällinen ja varmistaa, että tuote pystytään

valmistamaan yrityksen konekannalla. Taloushallinnon tehtävänä on asettaa liiketoiminnalliset tavoitteet ja selvittää rahoituksen tarve ja saanti. /10/ /2/

4.3 Suunnittelu

Markkinointi päättää markkinointistrategiat ja päivittää kannattavuuteen ja hinnoitteluun liittyviä tekijöitä. Tuotekehitys viimeistelee laitetta ja laatii tavoittavat dokumentit, kuten piirustukset ja osaluettelot. Prototyypin testaukset suoritetaan kokonaan. Tuotannon sopivuus, eri työvaiheet ja kustannukset tarkistetaan lopullisten suunnitelmien ja dokumenttien pohjalta. Tuotanto kehittää vielä tässä vaiheessa tuotetta omalta osaltaan. Tuotanto toteuttaa sovitut hankinnat. Taloushallinto tarkastaa, että projekti on kannattava.

Seuraavaksi valmistetaan muutaman kappaleen pilottisarja eli ns. 0-sarja. Tuotteessa ja tuotannossa havaitut virheet ja parannusehdotukset korjataan dokumentteihin. Tämän jakeen tehdään hieman isompi ns. 1-sarja. Taloushallinto seuraa investointeja ja arvioi kannattavuutta. /10/ /2/

4.4 Tuotanto ja markkinointi

Markkinointi ensiesittelee tuotteen asiakkaille. Myynti ja myynnin seuranta sekä huoltotoiminnot käynnistyvät. Asiakkaita koulutetaan ja heiltä kerätään palautetta. Tuotekehitys osallistuu koulutuksien pitämiseen, mutta käynnistää samalla jonkin uuden projektin. On tärkeää, että tuotekehitysprojekti päätetään kunnolla, jotta se ei jää kytämään taustalle ja häiritsemään muita töitä. Tuotanto vastaanottaa dokumentit ja viimeistelee tuotannon. Valmistuskustannukset määritetään ja kustannuksia seurataan. Taloushallinto seuraa kustannuksia, myyntiä sekä voittoja ja arvioi niiden pohjalta tulevaa liiketoimintaa. /10/

5 VALSSIMYLLYN VAATIMUSTEN KARTOITUS

Vaatimusten kartoitus aloitettiin toukokuussa 2010 Nord Mills Oy:ssä käymällä läpi messujen ja asiakaskontaktien kautta tullutta palautetta. Paikalla oli Nord Mills Oy:n toimitusjohtaja Pertti Pirttinen ja yrityksen pitkäaikaisin työntekijä Rauli Karjalainen. Pertti Pirttisellä on kokemusta valssimyllyistä sekä niiden valmistajana että käyttäjänä. Myöhemmin toukokuussa kerättiin muutamalta nautakarjatilan omistajalta mielipiteitä ja toiveita valssimyllyn vaatimuksista. Jo alkuvaiheessa kävi ilmi, että suuremmalle ja tuottavammalle valssimyllylle on tarvetta nykypäivän isoilla maataloilla. Valssimyllyn vaatimuksista laadittiin erillinen vaatimuslista (Liite 1.)

5.1 Valssimyllyn tuottavuus

Suunnittelun lähtökohtana oli, että uusi tuote kattaa lähinnä isojen, yli 50 nautaa käsittävien maatilojen tarpeen. Tuotteen perusvaatimuksia oli, että käyttövoima on sähkö ja valssimylly sijoitetaan kiinteästi rakennukseen sisälle. Nord Mills Oy:n muut sisälle sijoitettavat valssimyllyt ovat tuottavuudeltaan korkeintaan 1000 kg/h tuottavia myllyjä, mikä ei ole riittävä kattamaan kysyntää. Suunnittelun tavoitteeksi otettiin siten tuottavuudeltaan n. 1000-2500 kg/h tuottava valssimylly.

5.2 Valssimyllyn käyttöolosuhteet

Maatilojen olosuhteet vaihtelevat Suomessa paljon. Valssimyllyn sijoituspaikkoja maatilalla on useita. Rehun tuotantotiloja on sekä kylmiä että lämpimiä. Sijoituspaikkana voi olla esimerkiksi navetta, kuivaaja, konesuoja tai erillinen rehunvalmistushuone. Valssimyllyn tulle soveltua kaikkiin näihin olosuhteisiin. Pois jätettiin kuitenkin myllyn ulkosijoitus vaihtoehto, koska se ei ole yleistä maataloilla sähkökäyttöisten myllyjen kohdalla.

5.3 Tuotettavan rehun laatuvaatimukset

Riittävä määrä hyvälaatuista rehua on lehmän hyvinvoinnin perusedellytys. Rehun laatu ja ruokinta on sitä tärkeämpää mitä korkeatuottoisempi lehmä on. Rehun sopiva karkeus eli koko pitää olla mitoitettu niin, että rehu ehtii sulaa naudan

mahassa. Jos väkirehun koko jää liian suureksi, sulamaton osa voidaan todeta lehmän ulosteesta.

5.4 Valssimyllyn turvallisuus

Valssimylly on konedirektiivissa annettujen määritelmien mukaan kone, johon pitää soveltaa EU:n alueella voimassa olevia terveys- ja turvallisuusvaatimuksia. Valssimylly pitää täten suunnitella sillä tavalla, että se täyttää konedirektiivin vaatimukset. Valssimyllyistä ei ole olemassa konekohtaista C-tason standardia, joten siihen tulee soveltaa voimassa olevia B-tason standardeja. Tämän tuotteen kohdalla se on tarkoittanut lähinnä SFS-EN ISO 13857-standardin noudattamista. Standardissa määritellään turvaetäisyyksiä yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille. Standardia hyödyntäen valssimyllyyn on suunniteltu suojat, joilla estetään raajojen pääsy vaara-alueille.

6 SUUNNITTELUVAIHE

Valssimyllyn suunnittelun pohjana on käytetty kulmavaihteella toteutettua GW 200-valssimyllyä. Suunniteltu GW 2500-valssimylly sisältää paljon samoja osia kuin GW 200-valssimylly. GW 200-valssimylly on vuosien kokemuksen perusteella osoittautunut toimivaksi ratkaisuksi sekä halvaksi ja helpoksi valmistaa. Suunnitteluperiaatteet ovat täten samat GW 2500-valssimyllyssä.

Muutososat on pyritty toteuttamaan ohutlevyillä, pitäen kuitenkin silmällä kasvaneen tehon tuomaa lujuuden tarvetta. Myllyn kokoamiseen käytetään pulttiliitoksia, mutta tietyt osat liitetään lopussa hitsaamalla. Pulttiliitoksia on kuitenkin suosittu niiden helpon asennuksen ja alhaisen hinnan takia. Pulttiliitokset antavat myös mahdollisuuden purkaa myllyä, jolloin huolto helpottuu.

Tarkoituksena oli, että GW 200-valssimylly voidaan koota lähes valmiiksi, ja päättää vasta sitten tuleeko myllystä GW 200 vai GW 2500. Tämän ajatuksen takana oli varastojen pienentäminen yrityksessä sekä asiakkaan mahdollisuudet päivittää vanha GW 200-valssimylly uuteen GW 2500-malliin omalla maatilalla muutososien avulla.

Pintakäsittely suoritetaan samoin kuin GW 200-valssimyllyssä, eli osat maalataan joka puolelta. Muutososat maalataan mustaksi, toisin kuin GW 200-valssimyllyssä, joka on kauttaaltaan sininen. Musta väri auttaa tunnistamaan muutososat, jolloin asennus ja varastointi tulee selkeämmäksi. Myös asiakkaan on helpompi tunnistaa uudet osat, jos hän haluaa päivittää vanhan myllyn uuteen malliin.

6.1 Runko

GW 2500-valssimyllyn perusrunko on lähes sama kuin GW 200-valssimyllyssä. Suunnittelun lähtökohtana oli, että runkoon tulevat muutokset täytyy minimoida. Yritykselle halvempi ratkaisu on pitää vain yhtä runkoa varastossa. Saman rungon käyttö antaa myös mahdollisuuden koota mylly lähes valmiiksi ilman tietoa lopullisesta mallista. Myös mahdollinen vanhan GW 200-valssimyllyn päivitys

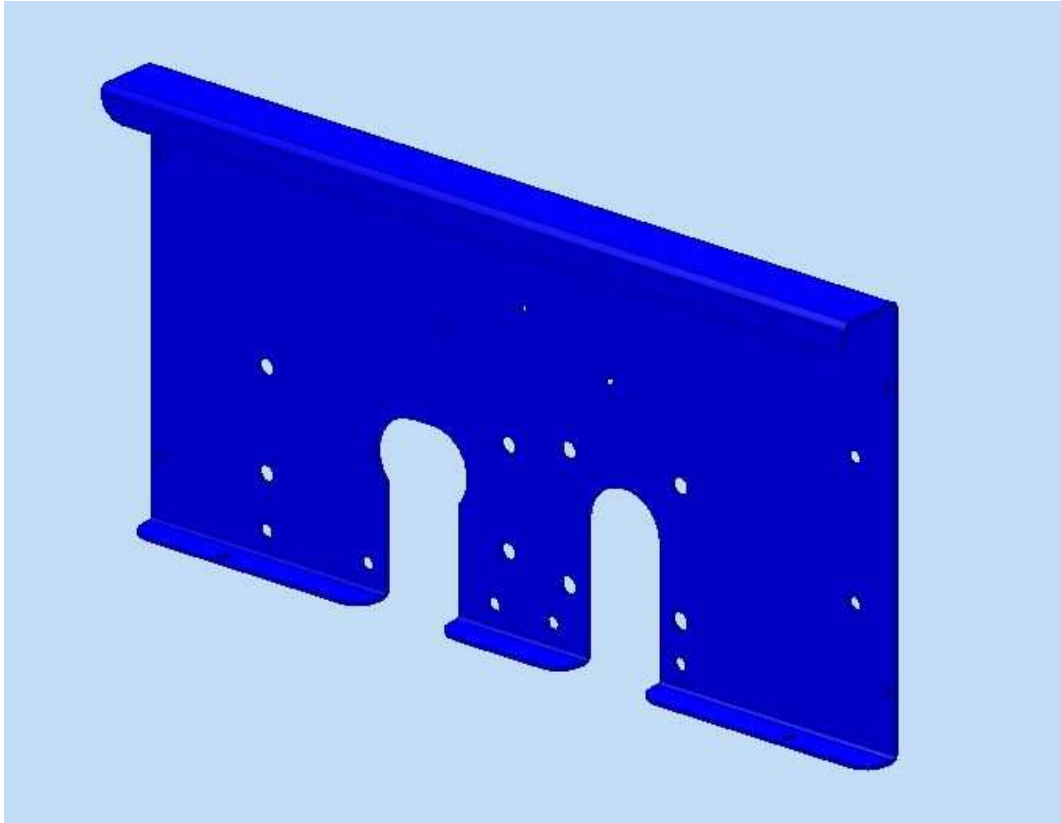
uuteen GW 2500-valssimyllyyn helpottuu, koska runkoon ei tule suuria muutoksia.

Täysin ilman muutoksia runkoa ei voitu toteuttaa. GW 200-valssimyllyssä kulmavaihte ja moottori kiinnitetään suoraan valssiakselille (kuva 2.), mutta hihnavetoisessa mallissa se ei ole mahdollista.



Kuva 2. Kulmavaihteella toteutettu GW 200-valssimylly.

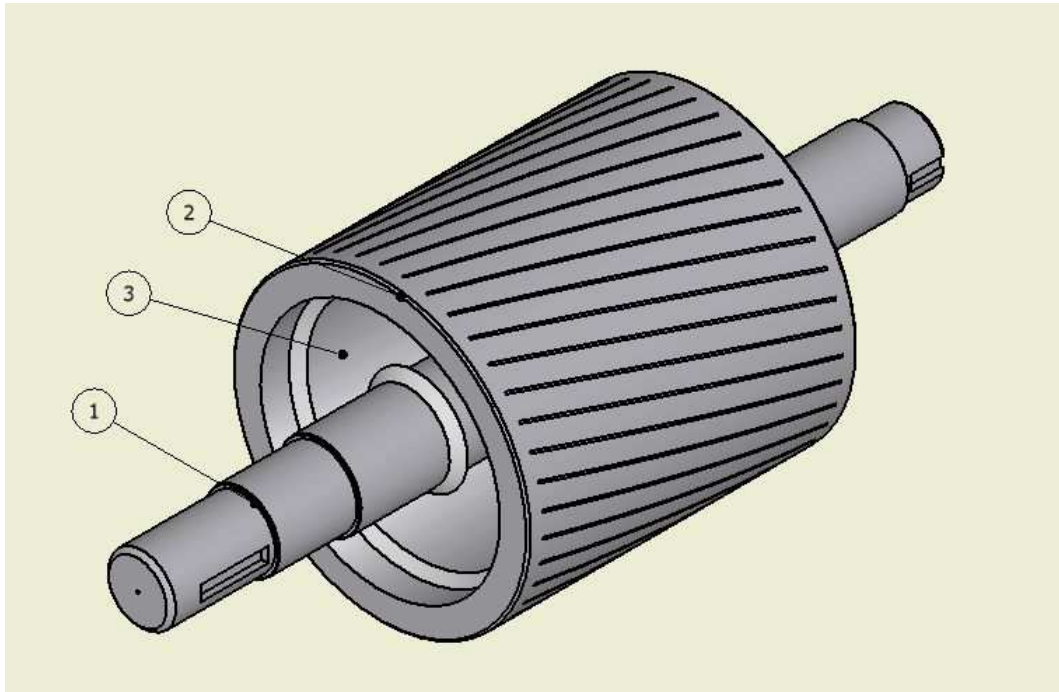
Jotta hihnaveto voidaan toteuttaa, täytyy valssiakselin ja sähkömoottorin akselin olla samansuuntaisia. Tämä asettaa sen rajoituksen, että moottori on pakko sijoittaa jollekin myllyn neljästä sivusta. Ylä- ja alapuolelle sijoittaminen on hankalaa. Syynä tähän on se, että vilja tulee myllyyn yläpuolelta ja valmis rehu poistuu alapuolelta. Moottori oli siis sijoitettava sivulle. Tämä tarkoitti sitä, että runkoon oli porattava kinnitysreijät, joihin moottorin tuet voidaan kiinnittää (kuva 3.) Muita muutoksia runkoon ei tarvinnut tehdä, joten vaatimukset saatiin täytettyä hyvin pienellä muutoksella. Alkuperäisestä rungosta puuttuvat reijät voidaan porata jälkeinpäin pylväsporakoneella.



Kuva 3. Muutettu sivupelti.

6.2 Valssit

Valssien tekoon päätettiin käyttää samoja komponentteja kuin GW 200-valssimyllyn valssien tekoon. Valssi koostuu kahdesta laipasta, rungosta ja akselista (kuva 4.) Valssin runko on koneistettua rakenneputkea, jonka ulkopinnalle jysitään rihlat edistämään viljan kulkua valssien läpi. Laipat on leikattu levystä laser-leikkurilla. Akseli sorvataan pyörötangosta, jonka halkaisija on 55 mm.



Kuva 4. Valssin osat. 1=Valssiakseli, 2=Runko, 3=Laippa

Valssimyllyssä käytettävät valssit eroavat toisistaan hieman. Hihnapyörään kiinnitettävä valssi on nimeltään vetävä valssi. Säätyvä valssi taas on kiinnitetty C-tukiin. Valssien rakenteet ovat hyvin samanlaiset. Erot löytyvät lähinnä akseleiden mitoista. Uudessa GW 2500-valssimyllyssä säätyvän valssin akseli pystyttiin hyödyntämään ilman muutoksia, mutta vetävän valssin akselia täytyi lyhentää 100 mm, jotta hihnavedon suojaus saatiin toteutettua.

6.3 Valssien liikevara

Valssien on pystyttävä liikkumaan etäämmälle toisistaan, jotta ne eivät jumitu paikoilleen jonkin kovan esineen mentyä viljan seassa valssien väliin. Toisaalta kuitenkin valssit eivät saa myötää liikaa, jotta rehun laatu pysyy hyvänä. GW-200 myllyssä valssien liikevara on toteutettu osalla, jota kutsutaan nimellä C-tuki. C-tuki koostuu rungosta, jousesta, kierretangosta, laakerista sekä säätömuttereista (kuva 5.)



Kuva 5. C-tuki valmiiksi koottuna.

C-tukeen ei tarvinnut tehdä muutoksia GW 2500-valssimyllyn takia. Muutoksia alkuperäiseen c-tukeen tehtiin kuitenkin sen huonon särmättävyyden takia. C-tuki on valmistettu 5 mm paksusta teräslevystä, ja sen muoto on hankala särmätä. Särmäyspuristin, ja erityisesti sen työkalu, joutuu kovalle koetukselle kappaletta särmättäessä. C-tukeen lisättiin särmäysvoimia vähentäviä uria. Uusi C-tuki tulee käyttöön sekä GW 2500- että GW 200-mallissa.

6.4 Muutososat

Muutososilla tarkoitetaan tässä yhteydessä osia, joilla mahdollistetaan GW 200-valssimyllyn muuttaminen GW 2500-valssimyllyksi. Osia tuli paljon lisää verrattuna pohjana olleeseen GW 200-malliin. Kulmavaihdetta ja moottoria lukuunottamatta ei kuitenkaan mitään osia voitu jättää pois GW 200-perusrungosta.

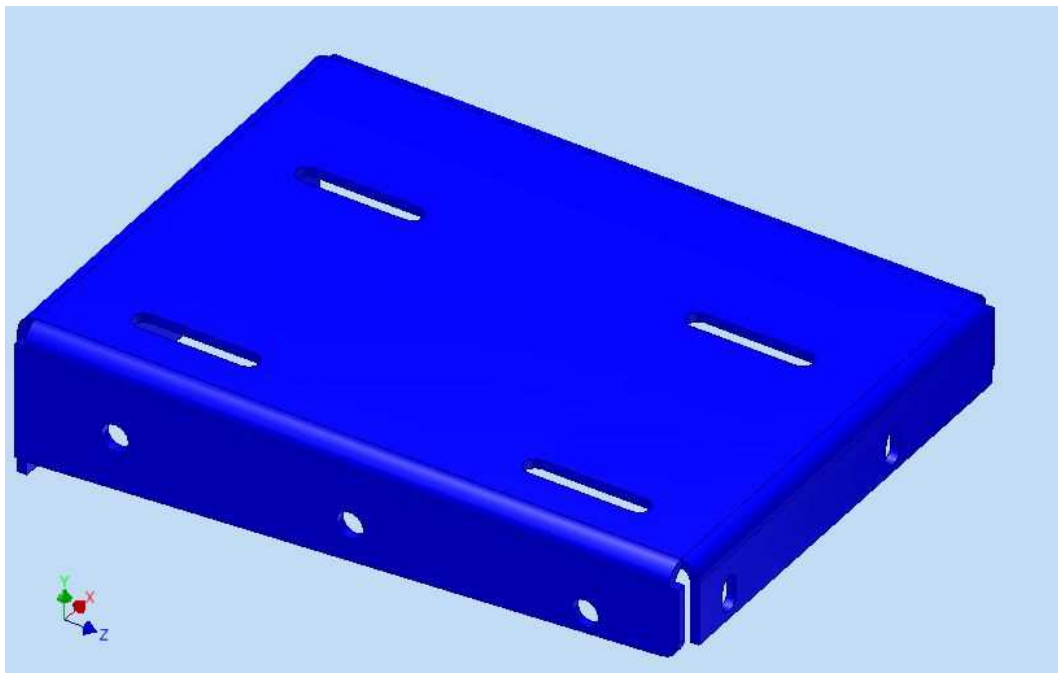
6.4.1 Moottorin kansi

Sähkömoottori suunniteltiin asennettavaksi myllyn vetävän valssin puoleiselle sivulle. Syy valintaan oli hihnojen helppo asettelu. Ratkaisusta johtuen moottori vaati erillisen kannen, jonka päälle se voidaan asentaa.

Moottori olisi voitu asentaa myös erilliseen levyyn sen laipasta, mutta levyn kestävyys ei olisi todennäköisesti ollut riittävä. Myös painopisteen kanssa olisi tullut ongelmia, koska paino olisi tuolloin jakautunut myllyn toiselle puolelle.

Yksi vaihtoehto olisi ollut moottorin kiinnitys sen tassuista suoraan valssimyllyn runkoon. Ongelmaksi muodostui kuitenkin hihnan kireyssäädön toteutus. Myöskään lujuus ei olisi ollut riittävä, joten runkoa olisi pitänyt vahvistaa moottorin kohdalta.

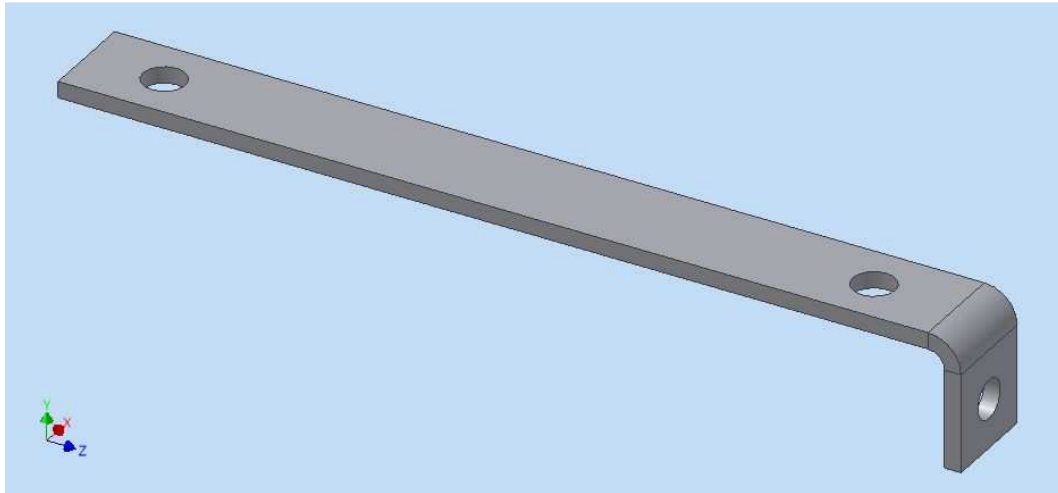
Ratkaisussa oli myös pidettävä silmällä sitä, että GW 200-valssimylly oli pystyttävä muuttamaan GW 2500-valssimyllyksi ilman runkoon tulevia suuria muutoksia. Lopullisen ratkaisun valintaan vaikutti sekä edellä mainittu seikka että hyvät lujuusominaisuudet. Moottorille suunniteltiin erillinen kansi, jonka päälle moottori asetetaan. Kannen profiili on lujuusopillisesti jäykkä ja sen levynpaksuus on 5 mm (kuva 6.)



Kuva 6. Moottorin kansi. Profiili on särmätty 5 mm paksusta levystä.

Kannessa on paikka 5,5 kw:n kokoiselle sähkömoottorille. Hihnan kireyden säätö tapahtuu moottoria siirtämällä, joten kannessa on 70 mm pitkät urat säädön mahdollistamiseksi. Kiristäminen tapahtuu kiertämällä kannen päädyssä olevia

ruuveja, jotka puolestaan siirtävät kannen alapuolella olevia taivutettuja lattarautoja, joissa moottori on kiinni pulteilla (kuva 7.)



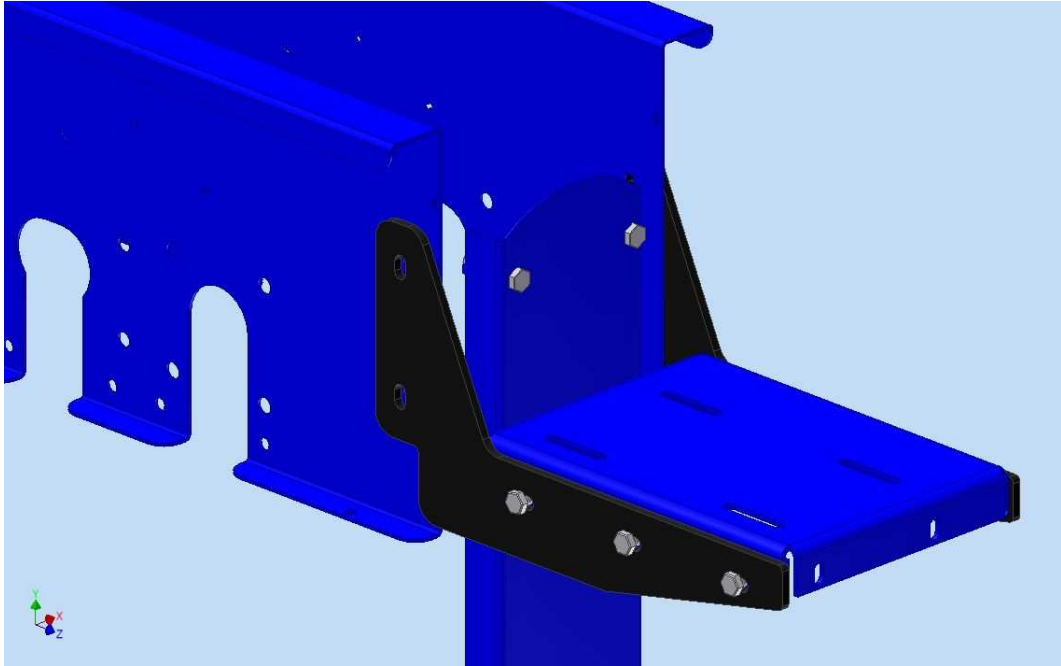
Kuva 7. Moottorin säätölatta.

Alunperin säätölatta suunniteltiin pelkästään suorasta lattaraudasta, johon on hitsattu kierretanko. Kuitenkin jo 3D-mallin kokoonpanoa tehtäessä huomattiin, että se ei ole hyvä ratkaisu. Kierretangot tulivat 7 cm yli kannen päädystä, kun hinnan säätövara oli lopussa. Ratkaisu oli typerän näköinen ja lisäksi vaarallinen, koska käyttäjä saattaisi lyödä jalkansa kierretankoihin.

6.4.2 Moottorin korvakkeet

Moottorin kansi tulee kiinni myllyn jalkaan samoilla M12-pulteilla kuin jalka tulee runkoon. Runko ei kuitenkaan ole riittävän vahva kannattelemaan 30 cm:n päässä rungosta olevaa 41 kg:n painoista sähkömoottoria. Käytön aikana mylly tärisee aina jonkin verran, mikä aiheuttaa myös osien väsymistä. Lisäksi kireällä olevat hihnat tekevät momenttia moottoriin, josta se siirtyy kannen kautta runkoon.

Kannelle oli suunniteltava erilliset vahvikkeet molemmin puolin, jotta voimat saadaan välitettyä runkoon laajemmalle alueelle. Myös moottorin kansi tarvitsee jäykistystä sen vahvasta rakenteesta huolimatta. Voimien siirtämiseksi suunniteltiin korvakkeet, jotka siirtävät voimaa runkoon ja tukevat kantta (kuva 8.)



Kuva 8. Moottorin korvakkeet asennettuna.

Korvakkeet leikataan laserilla 8 mm paksusta levystä. Liitokset toteutetaan pultiliitoksin. Rakenne on kestävä sen pyöreiden muotojen sekä levyn paksuuden ansiosta. Korvakkeet kiinnitetään runkoon pulteilla, jotka menevät rungon sisällä olevaan lattarautaan, johon on laitettu hitsausmutterit (kuva 9.) Lattaraudan tarkoituksena on tasata runkoon tulevia kiinnitysvoimia ja muuttaa pulttien leikkausliitosta kitkaliitoksen suuntaan. Kitkaliitos pienentää rungon repeämisriskiä.

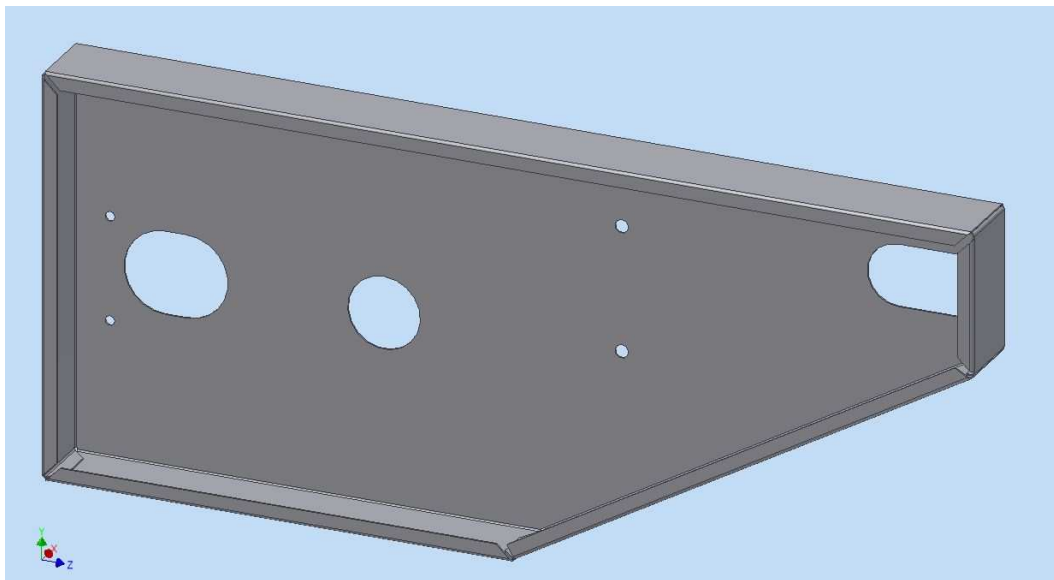


Kuva 9. Moottorin kiinnityslatta.

6.4.3 Hihnavedon suoja

Hihnavedon suojan suunnittelu oli haastavaa. Suojan oli katettava koko hihnan alue, kiinnitys tuli olla yksinkertainen, kestävä ja suojan tuli olla helposti valmistettavissa. Lopullisessa ratkaisussa valmistettavuudesta oli pakko hieman tinkiä, mutta muuten hihnasuojan rakenne oli onnistunut.

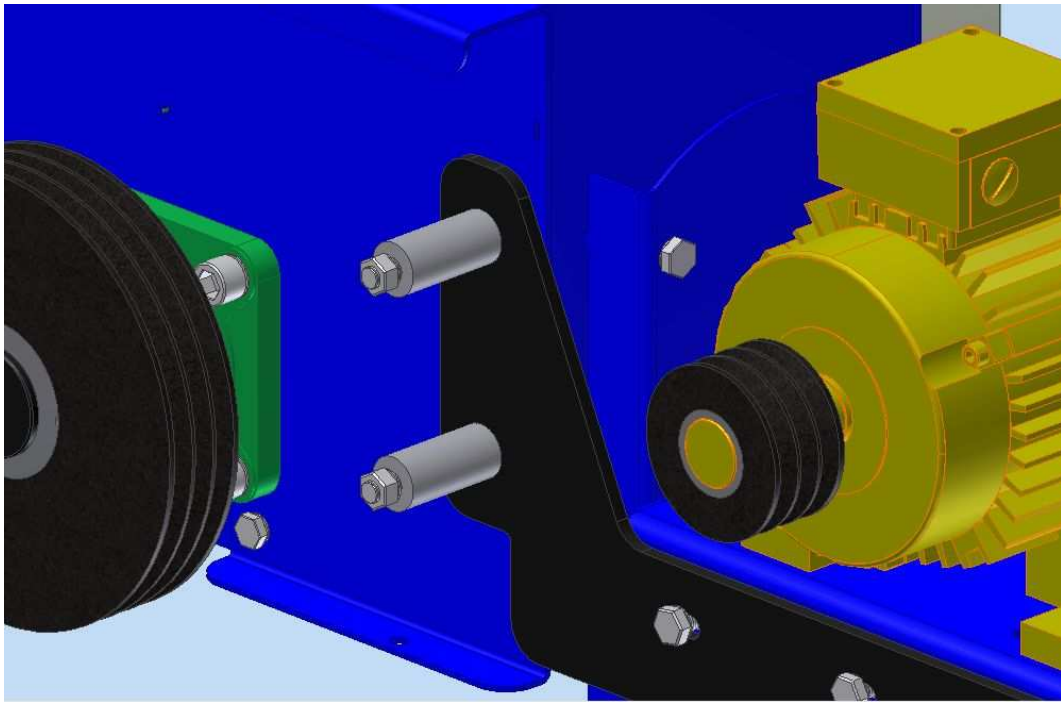
Ratkaisuvaihtoehtoja mietittiin paljon. Ehdolla oli erilaisia ohutlevyratkaisuja, mutta monen ratkaisun kohdalla lopulta todettiin, että valmistaminen tulee liian hankalaksi. Profiilit muodostuivat ideoinnissa yleensä liian monimutkaisiksi. Yksi vahva ajatus oli käyttää pyöreitä profiileja hihnapyörien kohdalla, mutta valmistaminen oman yrityksen työvälineillä ei olisi onnistunut. Myöskään hihnapyörien suuret kokoerot eivät tukeneet tätä ratkaisua. Lopulliseksi ratkaisuksi muodostui kulmikas suoja, joka pystytään valmistamaan särmäämällä (kuva 10.) Profiilin särmääminen tosin kestää kauan, koska särmättäviä kohtia on paljon. Useista särmäyksistä on kuitenkin myös hyötyä. Särmäykset jäykistävät profiilia, jolloin lopputuloksena on tukeva ohutlevystä valmistettu hihnasuoja.



Kuva 10. Hihnavetosuoja.

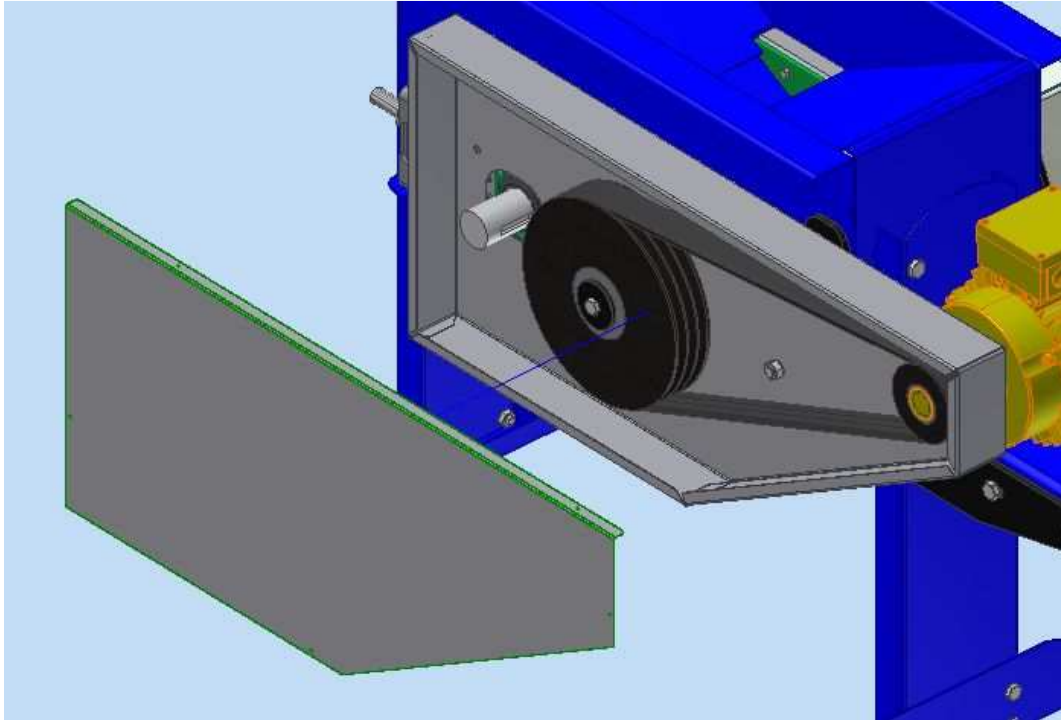
Myös kiinnityksen suunnittelussa oli haastetta. Kiinnityksen tuli olla helppo toteuttaa ja suojan piti pysyä tukevasti paikoillaan. Yksi vaihtoehto oli kiinnittää suoja c-tuen ja moottorin korvakkeen taakse, jolloin suoja voidaan kiinnittää

suoraan runkoon. Ratkaisussa kuitenkin oli se ongelma, että myllyn runko ja sähkömoottori ovat eri tasossa. Suojaan olisi myös pitänyt tehdä kolot moottorin korvakkeille ja sähkömoottorille. Kinnitys päätettiin toteuttaa poraamalla c-tukeen kaksi kiinnitysreikää, joista suoja voidaan pultata kiinni. Hihnasuojan moottorin puoleinen kiinnitys toteutetaan sorvaamalla pyörötangosta kaksi holkkia, joiden avulla tuki voidaan kiinnittää runkoon samoilla pulteilla kuin moottorin korvake (kuva 11.)



Kuva 11. Hihnasuojan kiinnitys runkoon.

Hihnasuojan päälle asetetaan kansi (kuva 12.) Kansi estää raajojen ja vieraiden esineiden pääsyn hihnojen ja hihnapyörien alueelle. Kannellinen versio mahdollistaa myös hihnojen vaihdon irrottamatta koko suojaa.



Kuva 12. Kansi asetetaan hihnasuojan päälle.

6.5 Sähkömoottori

Sähkömoottorin valinnassa käytettiin hyväksi kokemuseräistä tietoa yrityksen muista valssimyllyistä. GW 200- ja GW 300-valssimyllyissä käytetään sähkömoottoria, jonka teho on 4 kW. Kyseisissä malleissa rehua saadaan 400-1000 kg/h, viljan laadusta riippuen. GW 200-valssimyllyssä on samat valssit kuin GW 2500-valssimyllyssä.

GW 2500-valssimyllyn tuottavuudelle on asetettu vaatimus 1000-2500 kg/h, joten myllyyn päätettiin valita Siemensin valmistama moottori, jonka teho on 5,5 kW (Liite 2.) Valinta oli alustava, koska todellinen tehontarve paljastuu vasta protovaiheessa.

6.6 Hihnaveto

Sähkömoottorista saatava 5,5 kw:n teho on siirrettävä valsseille hihnojen välityksellä. Sähkömoottorin kierrosluku on 1455 rpm 4-napaisessa moottorissa.

Valsseille tarvittavan kierrosluvun on oltava 500 rpm kapasiteetin saavuttamiseksi. Valmistajan vaatimuksena oli, että hihnaprofiilina käytetään SPA-profiilia, koska se on havaittu toimivaksi ja kestäväksi ratkaisuksi.

Kiilapyörien koot oli valittava siten, että sähkömoottorin 1455 rpm alennetaan valsseille kierroslukuun 500 rpm. Valinta suoritettiin laskemalla kiilapyörien koot kierrosnopeuksien mukaan (Liite 3.) Saatujen arvojen avulla valittiin standardikokoiset kiilapyörät (Liite 4.)

6.7 Turvallisuus

Valssimyllyssä on liikkuvia osia, joihin kohdistuu erilaisia riskejä. Konedirektiivin vaatimukseen kuuluu, että suoritetaan riskin arviointi, jotta koneeseen sovellettavat terveyst- ja turvallisuusvaatimukset voidaan määrittää. Riskin arvioinnin tulokset on otettava huomioon koneen suunnittelussa ja rakentamisessa. /9/ Riskin arvioinnissa käytettiin apuna standardia SFS-EN ISO 14121.

6.7.1 Koneen raja-arvojen määrittäminen

Normaalissa toimintatilanteessa valssimyllyn pyörivien valssien läpi menee viljaa, joka murskautuu rehuksi. Koneen toimintaan ei tarvitse puuttua, kun kone käy normaalisti. Mahdollinen vikatilanne syntyy, kun valssien väliin menee jokin vieras esine, ja valssi jää jumiin. Esine on tällöin irrotettava valssien välistä, jotta toiminta voi jatkuu.

Konetta käytetään maataloilla, joissa on paljon erilaisia käyttäjiä. Käyttäjän lisäksi valssimyllyn ympärillä voi liikkua ulkopuolista työvoimaa tai lapsia. Käyttöhenkilöstön koulutus perustuu vain käyttöoppaaseen. Koneen asentamista sähköverkkoon ei saa suorittaa ilman vaadittua koulutusta. Kunnossapidosta kuitenkin vastaa pääasiassa käyttäjä.

Kuluvia osia valssimyllyssä ovat valssit, laakerit, hihnat ja sähkömoottori. Laakereiden käyttöikä vaihtelee olosuhteiden ja kuormituksen mukaan. Hihnat ovat valssimyllyn kuluvien osa. Hihnojen käyttöikä riippuu paljon kuormituksesta

ja niiden säädöstä. Valssien käyttöikä riippuu paljolti valssattavan viljan laadusta. Sähkömoottori vikaantuu todennäköisimmin tilanteissa, joissa valssit pysähtyvät äkillisesti. Myös huonot käyttö-olosuhteet pienentävät moottorin ikää.

6.7.2 Vaaran tunnistaminen

Vaarojen tunnistamiseen tehtiin erillinen lomake. Vaaroja arvioitiin koneen elinkaaren eri vaiheissa (Taulukko 1.) Lomakkeessa arviointiin miten erilaisia vaaroja saattaa syntyä erilaisissa tilanteissa ja mikä vaikutus niillä on tapahtuessaan (Liite 5.)

Taulukko 1. Vaarojen arvioinnin vaiheet.

Kohta	Elinkaaren vaihe
1	Kuljetus, kokoonpano, asennus
2	Käyttöönotto
3	Käyttö
4	Käytöstä poisto, purku, hävittäminen

6.7.3 Riskin suuruuden arviointi

Tunnistetuille vaaroille suoritettiin suuruuden arviointi. Suuruutta arviointiin ottamalla huomioon mahdollisen vamman vakavuus ja esiintymistodennäköisyys. Riskiä pyrittiin pienentämään hyväksyttävälle tasolle. Arvioinnissa otettiin myös huomioon mahdollinen suojalaitteiden ohitus käyttäjän toimesta. Riskin arviointi suoritettiin erillisellä lomakkeella (Liite 6.)

6.7.4 Riskin merkityksen arviointi

Riskin suuruuden arvioinnissa esiin tulleet epäkohdat saatettiin hyväksyttävälle tasolle pienin korjauksin. Täysin riskittömäksi myllyä ei tietenkään voitu tehdä. Suojaustoimenpiteistä huolimatta on aina perinpohjaisenkin tarkastelun jälkeen

olemassa ns. jäännösriski. Kuitenkin voidaan todeta, että suunniteltu GW 2500-valssimylly on riittävän turvallinen käyttää ja se täyttää tältä osin konedirektiivin vaatimukset.

7 3D – TUOTESUUNNITTELU

Työhön kuului paljon 3D-mallinnusta. 3D-mallinnus on hyvä suunnittelun apuväline, jolla näkee komponenttien yhteensopivuuden helpommin kuin 2D-ohjelmilla. Valmiit 3D-kokoonpanot vähentävät prototyyppien määrää ja muutoksia, koska suunnittelun tuotos on selvästi esillä tietokoneella.

Piirustusten, räjäytyskuvien, kokoonpanojen ja osaluetteloiden tekeminen onnistuu helposti 3D-ohjelmistolla. 3D-malleista saa myös tehtyä hienoja kuvia ja animaatioita, esimerkiksi mainoksiin ja esitteisiin. Lujuuslaskelmat ja mekanismien tarkastelut onnistuvat myös 3D-maailmassa. Valmistusta helpottamaan on kehitetty myös 3D-CAM-ohjelmointi, jolla 3D-malli saadaan käännettyä ohjelmaksi työstökeskuksiin.

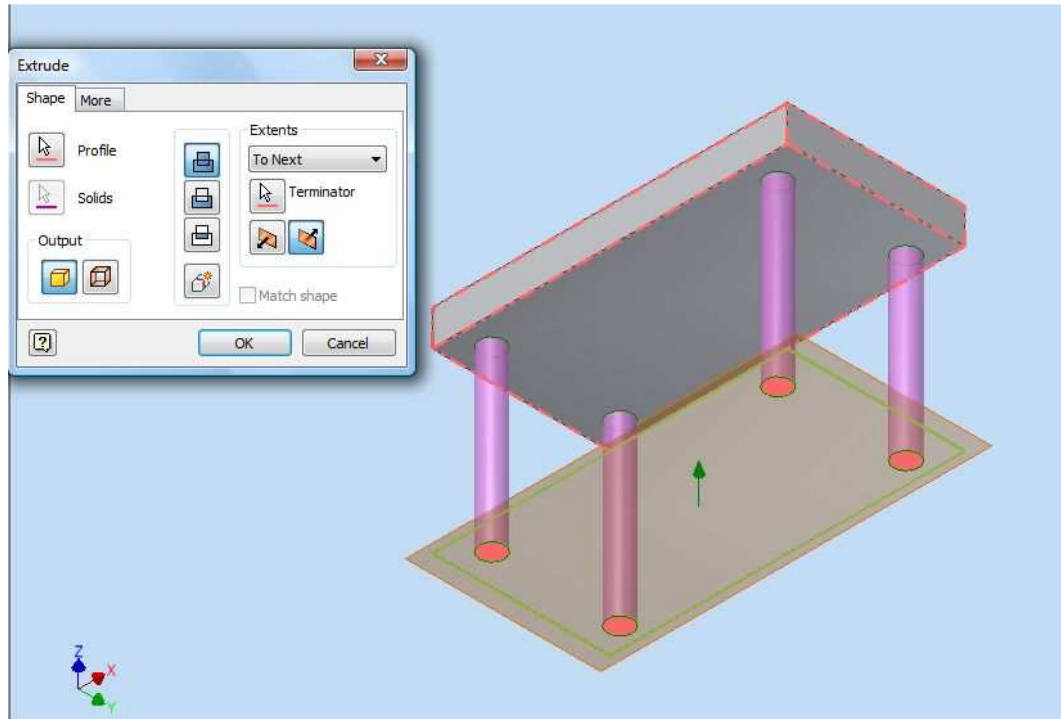
7.1 Top-Down-tekniikka

Mallintamiseen käytettiin Autodesk-Inventor 2010-ohjelmistoa. Autodesk Inventorin nykyinen Top-Down-tekniikka tuli vasta viimeisimpään 2010-versioon. Top-Down-tekniikan hyödyntäminen Inventorissa on ollut mahdollista aikaisemmissakin versioissa, mutta nykyinen multi-body parts-tekniikka on tullut käyttöön vasta 2010-versiossa.

Top-Down termillä tarkoitetaan usein lopputuloksesta alkuun kulkevaa ratkaisutapaa. Vastakohtana Top-Down-tekniikalle on Bottom-Up-tekniikka, joka on perinteisempi 3D-mallinnuksessa. 3D-mallinnuksessa Bottom-Up tekniikalla tarkoitetaan käytännössä sitä, että ensin tehdään osat ja sen jälkeen suoritetaan niiden kokoonpano. Top-Down-tekniikassa taas lähdetään liikkeelle halutusta lopputuloksesta.

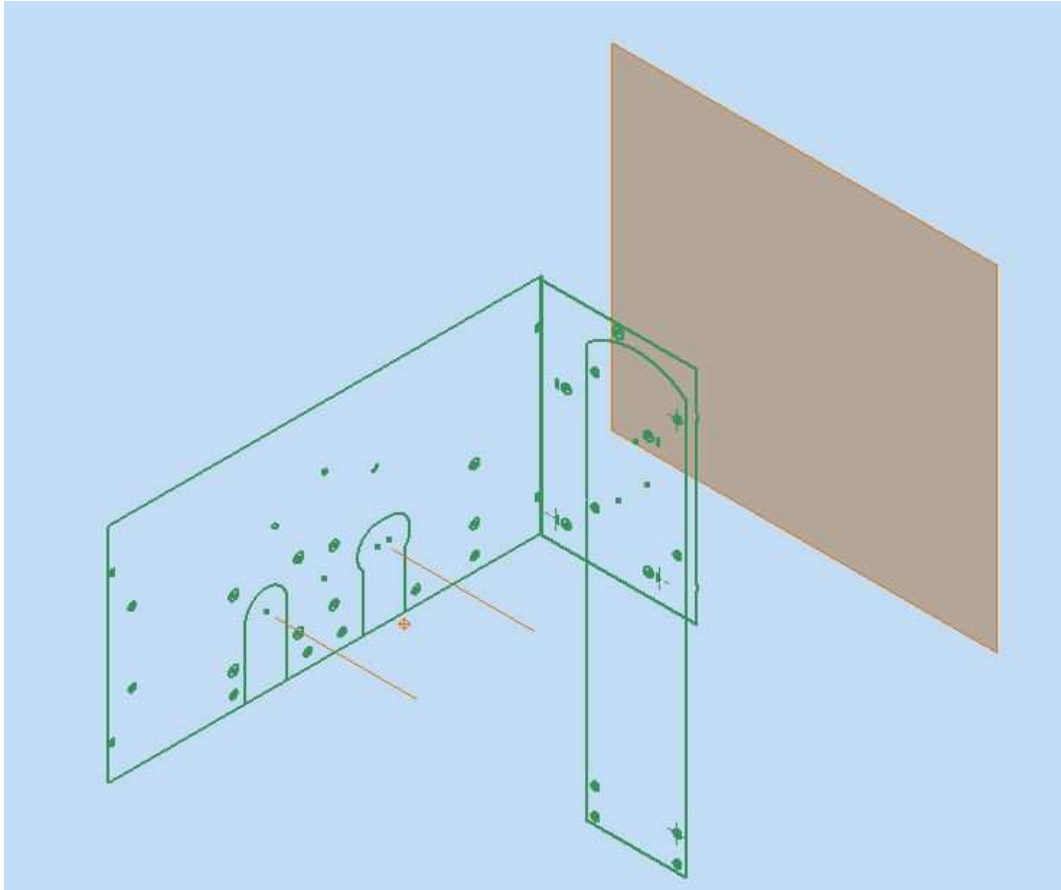
Yksi mahdollisuus käyttää Top-Down-tekniikkaa on mallintaminen kokoonpanossa. Samassa kokoonpanossa mallinnetaan tarvittavat osat käyttäen apuna kokoonpanon muita osia. Tätä tekniikkaa kutsutaan Inventorissa multi-body parts-tekniikaksi. Osia mallinnettaessa voidaan valita esimerkiksi pursotuspituus toisen osan seinämään asti (kuva 13.) Kun seinämän paikka muuttuu, pursotus seuraa perässä. Geometriaa voidaan myös projisoida osasta

toiseen. Esimerkiksi kiilapyörän reijän profiilin voi kopioida suoraan akseliin. Kiilapyörän reijän koon muuttuessa muutos päivittyy akseliin automaattisesti.



Kuva 13. Mallintaminen kokoonpanossa.

Autodesk Inventor-ohjelmistossa on myös mahdollista käyttää ns. skeleton-mallia. Skeleton-malli voi sisältää mm. viivoja, akseleita ja tasoja (kuva 14.) Skeleton-malliin tehdään luonnoksia tuotteesta, jolloin luonnoksia voidaan käyttää osien tekoon ja kokoonpanon paikoittamiseen. Osat ja kokoonpanot noudattavat skeleton-mallia, joten muutokset päivittyvät automaattisesti skeleton-mallista osiin ja kokoonpanoihin.



Kuva 14. Skeleton-malli voi sisältää mm. viivoja, akseleita ja tasoja.

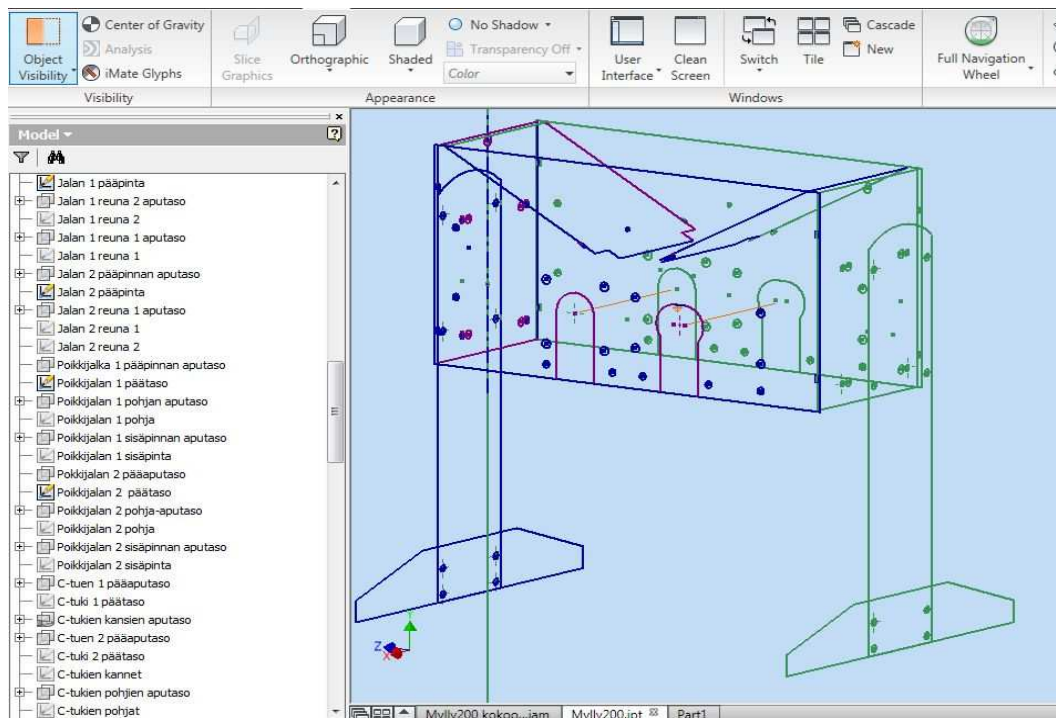
Top-Down-tekniikassa on myös mahdollista käyttää parametreja ja relaatioita. Esimerkiksi pituudet, leveydet, halkaisijat ja etäisyydet voidaan syöttää parametreina. Parametreista on mahdollista tehdä relaatioita, jolloin malliin saadaan lisää muunneltavuutta. Esimerkiksi akselin reijän halkaisija voidaan määrittellä relaatiolla, joka johdetaan reikään tulevasta akselistä.

Top-Down-tekniikka on tehokas tapa toteuttaa 3D-mallinnusta, mutta se voi olla myös työlästä. Lopputulos on kuitenkin paljon joustavampi kuin käytettäessä perinteistä Bottom-Up-tekniikkaa. Menetelmä vaikuttaa työläältä suunnittelun alkuvaiheessa, mutta suunnittelun loppuvaiheessa tulevat muutokset ovat huomattavasti helpommin ja nopeammin toteutettavissa. Menetelmästä on etua yksittäisessäkin projektissa, mutta suurempi hyöty saavutetaan pidemmissä projekteissa, joissa tuotetta päivitetään useasti. Menetelmän hyödyt korostuvat monimutkaisissa rakenteissa.

Top-Down-tekniikassa ohjausmallin kunnollinen suunnittelu ja toteutus on tärkeää. Tekniikka vaatii paljon harjoittelua, koska hyvien ohjausmallien teko on vaikeaa. Ohjausmallista tulee helposti väärin rakennettu ja sekava, jolloin se menettää merkityksensä. Eri tasojen, akselien, osien, sketchien ja parametrien selkeä nimeäminen on erityisen tärkeää. Ristiviittausten tekeminen ohjausmallissa on erittäin helppoa, mutta varsinkin kokemattomien tulee välttää sitä viimeiseen asti. Huolimattomasti tehdyt ristiviittaukset aiheuttavat suunnattomia ongelmia tilanteissa, joissa ohjausmallia pitää muuttaa.

7.1.1 Skeleton-malli

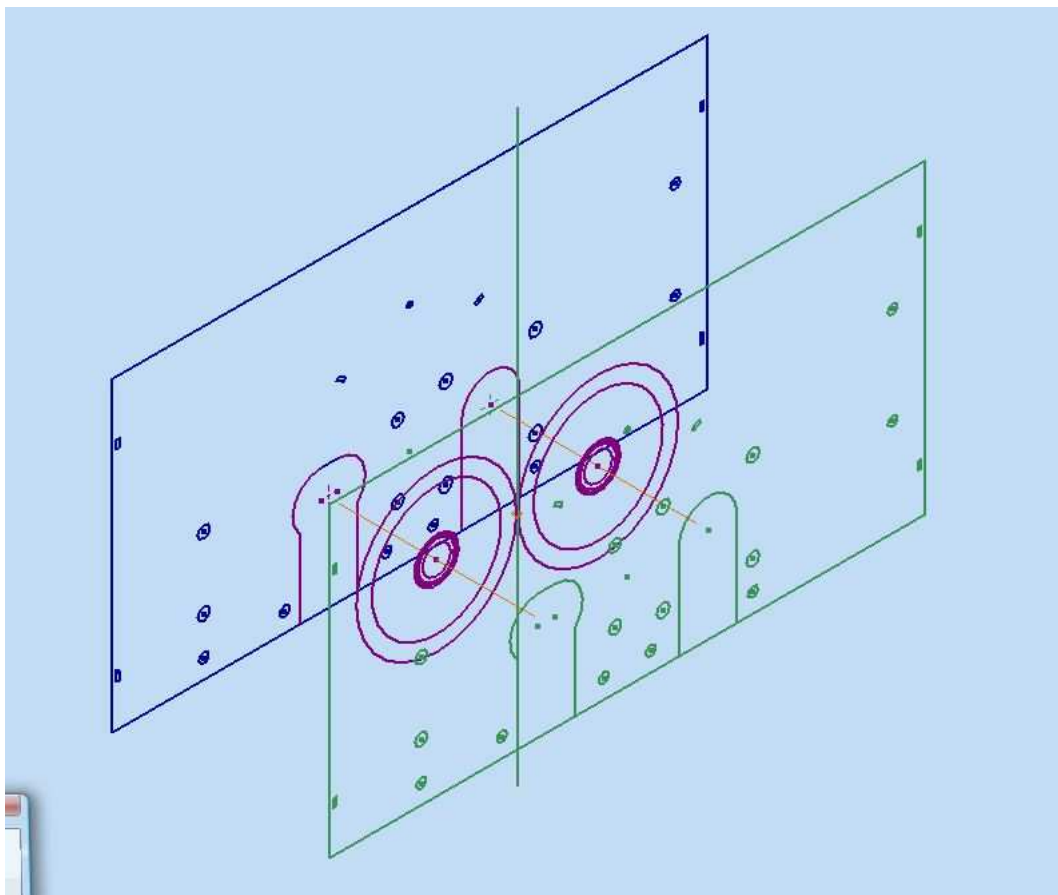
Valssimylly suunniteltiin käyttämällä apuna skeleton-mallia, jota voidaan kutsua myös nimellä ohjausmalli. Skeleton-malli luodaan Inventorissa samalla tavoin kuin mikä tahansa muu osa. Valssimyllyn kaikki pääpiirteet piirrettiin samaan skeleton-malliin (kuva 15.) Malliin sisällytettiin aputasoja, sketchejä ja apuakseleita. Kaikki piirteet nimettiin selkeästi mallipuhun, mikä helpotti tarvittavan piirteen löytämistä muutostilanteissa (kuva 15.)



Kuva 15. Valssimyllyn skeleton ja nimetyt piirteet.

Ohjausmallin tekeminen aloitettiin myllyn tärkeimmistä ja keskeisimmistä komponenteista, eli valsseista. Koko ohjausmalli on rakennettu valssien ympärille. Valssien profiilia varten tehtiin aputaso ja apuakseli. Aputaso ja -akseli määritettiin mallin keskipisteen ja perustasojen avulla. Tasoja tehtäessä kannattaa yleensä viitata perustasoihin, koska näin vältetään yleensä ristiviittauksilta. Myös akseleita luotaessa suunta kannattaa yleensä ottaa mallin perusakseleista.

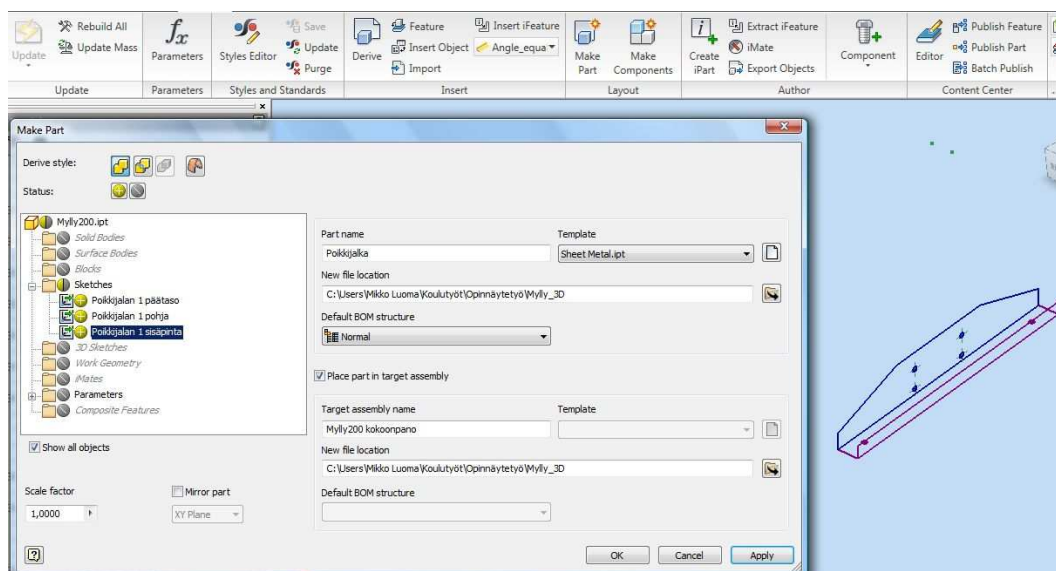
Valssien määrittelyn jälkeen ohjausmallissa lähdettiin luontevasti suunnittelemaan komponentteja valssien ympärille. Valssien määrittelyn jälkeen, esimerkiksi rungon etäisyys ja profiili oli helppo tehdä, koska valssien sijainti oli koko ajan näkyvässä (kuva 16.) Suunnittelu eteni loogisessa järjestyksessä. Edellisen osan jälkeen suunniteltiin sen jatkoksi uusi osa, jotta myllylle asetettavat vaatimukset täyttyisivät. Ohjausmallin lähtökohdan valinta oli onnistunut, koska mallia alettiin rakentaa myllyn pääosien ympärille.



Kuva 16. Runkopeltien suunnittelu valssien ympärille.

7.1.2 Skeleton-mallista osaksi

Osien teko ohjausmallista onnistuu Make Part-toiminnolla (kuva 17.). Make Part-toimintoa kannattaa käyttää kun käsitellään yksittäistä osaa. Osaan halutut sketchit valitaan ohjausmallista siirrettäväksi osan tiedostoon. Mukaan voidaan ottaa mm. solideja, pintoja, piirteitä ja parametreja. Halutut siirrot listataan Make Part-toiminnossa ja osalle annetaan nimi. Valssimyllyn tapauksessa useimmat osat olivat ohutlevystä tehtyjä, joten alavetovalikosta valittiin Sheet Metal.ipt. Kaikki valitut siirrot päivittyvät uuteen tiedostoon automaattisesti. Siirron jälkeen uutta tiedostoa voidaan muokata samoin keinoin kuin perinteisessä 3D-mallinnuksessa.

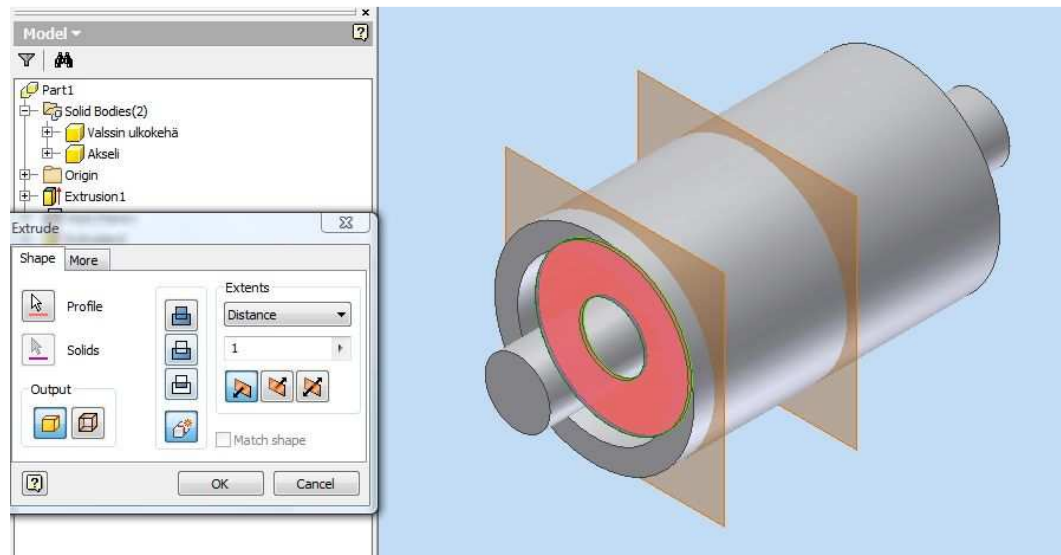


Kuva 17. Skeleton-mallista osaksi Make Part-toiminnolla.

Toinen mahdollisuus siirtyä skeleton-mallista osaksi on käyttää Make Components-toimintoa. Make Components-toimintoa kannattaa käyttää, kun kysessä on komponentti, joka koostuu useasta osasta. Make Components-toiminto ei onnistu ohutlevymallinnuksessa, mutta solid-mallinnuksessa sitä on mahdollista käyttää.

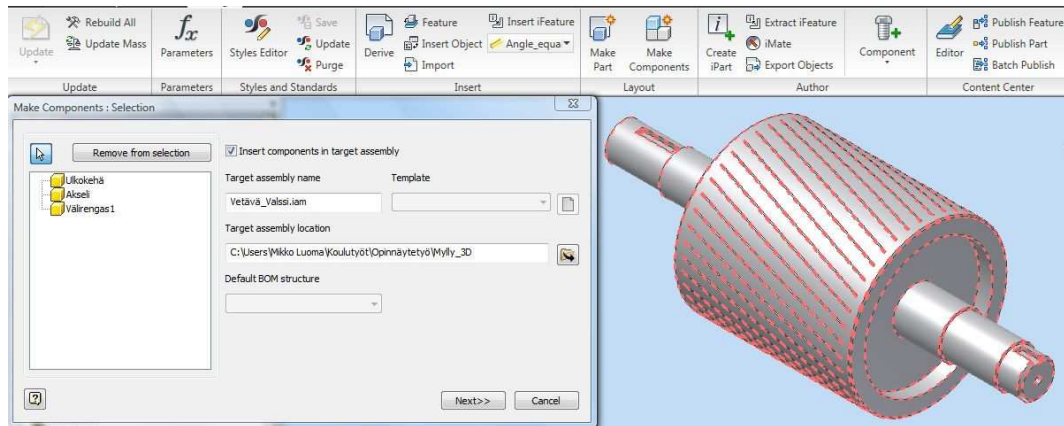
Jotta Make Components-toimintoa voidaan käyttää, on mallinnus tehtävä tietyllä tekniikalla. Ideana on, että kokoonpano mallinnetaan yhteen part-tiedostoon.

Kokoonpanoa mallinnettaessa määritetään piirteen tekemisen yhteydessä joka osa uudeksi solid-kokonaisuudeksi (kuva 18.) Esimerkiksi kolmesta osasta valmistettava valssi rakentuu kolmesta eri solid-piirteestä. Solidit kannattaa nimetä kuvaavasti.



Kuva 18. Pursotuksen yhteydessä valitaan uuden osan luonti, tai vanhan osan pursottaminen.

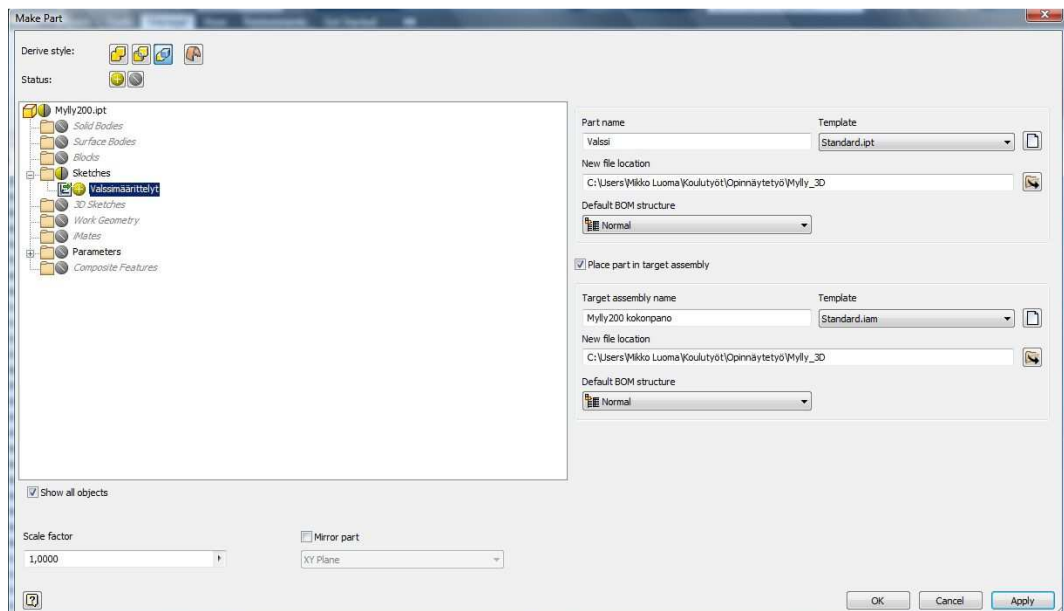
Kun malli on rakennettu edellä mainitun menetelmän mukaisesti eri solid-osista, voidaan käyttää Make Components-toimintoa. Esimerkiksi kolmesta osasta koostuvan valssin yksittäisestä part-tiedostosta saadaan Make Components-toiminnolla kolme eri osaa. Make Components-toiminnossa valitaan eri solid-rakenteet tiedostojen luontia varten (kuva 19.) Lopputuloksena saadaan luodut osat ja niiden kokoonpano. Toiminto on erityisen kätevä alikokoonpanoja tehtäessä.



Kuva 19. Make Components-toiminossa valitaan halutut solid-rakenteet, jotka muutetaan osiksi.

7.1.3 Skeleton-mallista kokoonpanoksi

Kokoonpanon teko skeleton-mallista on erittäin yksinkertaista. Kun käytetään Make Part-toimintoa, voidaan valita halutaanko osa esittää jossakin kokoonpanossa, vai luodaanko kokonaan uusi kokoonpano (kuva 20.) Osat paikoittuvat oikeille paikoilleen suoraan ohjausmallin mukaan. Haluttaessa muutoksia kokoonpanoon kannattaa muuttaa ohjausmallia.



Kuva 20. Kokoonpanon luonti Make Part-toiminnossa.

Make Components-toiminnoissa pystyy myös luomaan kokoonpanot. Make Components-toiminnoissa osat ovat ikään kuin jo valmiiksi mallinnettu kokoonpanoon. Kokoonpanoihin voi liittää myös osia perinteisellä kokoonpanon tekniikalla, eli käyttämällä rajoitteita.

7.1.4 Top-Down-tekniikan soveltaminen ohutlevymallinnuksessa

Autodesk Inventor 2010-ohjelmistossa Top-Down-suunnittelu perustuu hyvin pitkälti solidien käyttöön. Ohutlevymallinnukseen panostaminen on jätetty vähemmälle, joten menetelmää ei pysty täysin soveltamaan tehtäessä ohutlevymalleja.

Ohutlevypiirteiden muuttaminen solideiksi ei ole mahdollista. Ohjausmalliin pystyy kyllä mallintamaan ohutlevy-piirteitä, mutta esimerkiksi Make Components-toiminto ei ole mahdollinen, koska erillisiä solid-piirteitä ei ohutlevypiirteistä voi tehdä. Make Part-toiminto tosin on mahdollinen.

Valssimyllyn ohjausmallissa käytettiin apuna sketchejä, apuakseleita ja tasoja, mutta ei 3D-piirteitä johtuen tuotteen ohutlevyrakenteesta. Osia tehtäessä ohjausmallin avulla käytettiin Make Part-toimintoa, mutta toiminnoissa siirrettiin yleensä pelkkiä sketchejä. 3D-piirteiden luonti suoritettiin osan tasolla. Ohjausmallissa olisi ollut mahdollista käyttää 3D-piirteitä, mutta kaikkia asioita ei haluttu sitoa ohjausmalliin. Joitakin asioita on hyvä jättää osan tasolle, jotta muokattavuus helpottuu.

8 PROTOVAIHE

Suunnitellusta GW 2500-valssimyllystä tehtiin prototyyppi (kuva 21.) Prototyyppi valmistettiin samoilla menetelmillä ja samoja alihankkijoita käyttäen kuin yrityksen muut tuotteet. Valmistuksen yhteydessä kiinnitettiin huomiota valmistuksen sujuvuuteen ja kustannustehokkuuteen. Tuotteen valmistaminen onnistui suunnitelluilla työmenetelmillä ja –koneilla. Hihnasuojan pokkauskohtiin tehtiin protovaiheessa valmistusta nopeuttava rei'itys.



Kuva 21. GW 2500-valssimyllyn prototyyppi.

Prototyyppi testattiin Nord Mills Oy:n tiloissa. Testaukseen käytettiin kauraa, jonka kosteus oli noin 15 %:n luokkaa. Valssien yläpuolelta kaadettiin kauraa valssien väliin ja alapuolelta valmis rehu kerättiin muoviseen laatikkoon. Testauksen aikana ajettiin n. 100 kg raakakauraa valmiiksi rehuksi.

8.1 Prototyypin testauksesta tehdyt havainnot

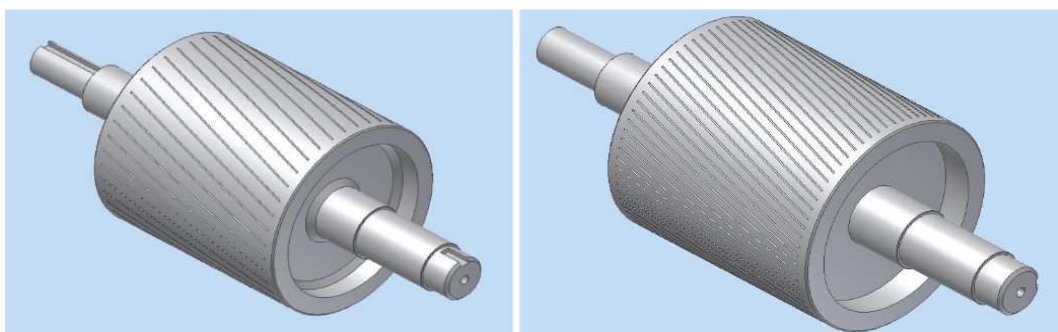
Ensimmäinen havaito testatusta prototyypistä oli, että valssit eivät vedä viljaa tarpeeksi nopeasti valssien väliin. GW 200- ja GW 2500-valssimyllyissä on käytetty samoja valsseja, mutta alkuperäisen GW 200-valssimyllyn pyörimisnopeus on paljon pienempi kuin GW 2500-valssimyllyssä. Havaintona siis oli, että juuri samanlaisten valssien käyttö ei ole suotavaa suunnitellussa valssimyllyssä.

Toinen havainto valsseista oli pyörimisnopeuden kasvusta johtuva värinä. Havaittu värinä oli kuitenkin hyvin pientä, joten se ei sinänsä ole suuri huolenaihe tässä mallissa. Johtopäätöksenä kuitenkin oli, että jos isompi GW 300-valssimylly tullaan joskus muuttamaan hihnakäyttöiseksi, niin valssien tasapainotus on välttämätön.

Hihnavedosta tai sähkömoottorista ei löytynyt virheitä prototyypin testauksen aikana. Muutenkin kaikki muut asiat, valsseja lukuunottamatta näytti olevan kunnossa. Lopullinen toiminta paljastuu kuitenkin vasta todellisessa käytössä. Valssimyllyä tehdään muutama kappale eri tiloille ja niiden toimintaa tarkkaillaan säännöllisesti.

8.2 Prototyypin testauksen jälkeiset muutokset

Valsseihin tehtiin hieman muutoksia prototyypin testauksen jälkeen. Testauksessa valssit eivät vetäneet viljaa tarpeeksi nopeasti, joten rihlojen määrää valssin pinnalla päätettiin lisätä (kuva 22.)



Kuva 22. Vasemmalla alkuperäinen ja oikealla paranneltu valssi.

Tärinä oli valssimyllyssä hyväksyttävällä tasolla, mutta tärinän pienentämisen keinoja mietitiin tulevaisuuden tuotekehityksen kannalta. Valssit on saatava tasapainoon, jotta tärinä saadaan hallintaan. Yksi keino tasapainotukseen on valssin sisäpinnan sorvaaminen. Perusteellisempaa tasapainotusta varten on tulevaisuudessa mietittävä jokin erillinen teline tai kone, jolla valssin painojakaumaa voidaan tutkia.

9 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön aihe saatiin 12.2.2010. Varsinainen työn tekeminen aloitettiin toukokuussa 2010. Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin valssimyllyn vaatimusten kartoituksella. Suunniteltu valssimylly perustuu pääosin kartoitettuihin vaatimuksiin ja toiveisiin. Uutta valssimyllyä suunniteltaessa on tiedusteltu mielipiteitä ja parannusehdotuksia sekä valssimyllyjen käyttäjiltä että yrityksen työntekijöiltä.

Valssimyllyn suunnittelussa käytettiin apuna Autodesk Inventor-ohjelmistoa. 3D-mallinnus perustui Autodesk Inventorin uuteen Multi-body parts-tekniikkaan. Suunnittelun loppuvaiheessa suunnitellusta GW 2500-valssimyllystä tehtiin prototyyppi. Prototyypin avulla pystyttiin varmistamaan tuotteen toimivuudesta ja valmistettavuudesta. Prototyypistä saadut kokemukset olivat erittäin positiiviset, mutta valssimyllyn todellinen toimivuus paljastuu vasta asiakkaan käytössä.

Työssä suunniteltu valssimylly täyttää sille asetetut vaatimukset ja toiveet. Valssimyllystä tuli valmistettavuudeltaan hyvä ja se sopii yrityksen muihin tuotteisiin. Tavoitteena ollut GW 200-valssimyllyn päivittäminen GW 2500-valssimyllyksi tuli myös mahdolliseksi suunnittelun avulla. Yksi tavoite oli tehdä valssimyllystä turvallinen. Tähän tavoitteeseen päästiin riskin arvioinnilla. Valssimyllystä tuli kaikenkaikkiaan onnistunut tuote nykyajan maatilakäyttöön.

Tämä opinnäytetyö antaa hyvän lähtökohdan GW 300-valssimyllyn kapasiteetin kasvattamiseksi. Edelleen kasvavat tilakoot asettavat vaatimuksia yhä tehokkaampien tuotteiden valmistukseen. Näihin vaatimuksiin vastaaminen Nord Mills Oy:ssä onnistuu tulevaisuudessa GW 300-valssimyllyn muutoksella. Tulevaisuuden tuotekehitykselle luotiin erinomaiset lähtökohdat suunnitteleamalla GW 2500-valssimylly.

LÄHDELUETTELO

- /1/ Aspila, Pentti & Kaustell, Kaisa & Mälkiä, Pirjo & Rautala, Helena & Salmela, Pirjo & Suvitie, Marjatta (1994). Lypsylehmän ruokinta. Kokemäki. SPOY.
- /2/ Jokinen, Tapani (1987). Tuotekehitys. 6. painos. Helsinki. Hakapaino Oy.
- /3/ Lehtonen, Heikki & Pyykkönen, Perttu (2005). Maatalouden rakennekehitysnäkymät vuoteen 2013. Helsinki. MTT Taloustutkimus.
- /4/ Mälkiä, Pirjo & Ahlfors, Kirsi & Teräväinen, Hanne (1999). Tuotantoeläinten hyvinvointi. Kokemäki. SPOY
- /5/ Pirttinen, Pertti. Toimitusjohtaja. 2010. Haastattelu.
- /6/ Poutiainen, Esko & Haavisto, Heikki & Autio, Veikko & Ihamuotila, Risto & Salminen, Jouko & Uronen, Reijo (1986). Uusi maatila tieto. Suomen maatalouden mahdollisuudet. Osa 1. Helsinki. Kirjayhtymä Oy.
- /7/ Poutiainen, Esko & Haavisto, Heikki & Autio, Veikko & Ihamuotila, Risto & Salminen, Jouko & Uronen, Reijo (1986). Uusi maatila tieto. Toimiva ja tuottava maatila. Osa 2. Helsinki. Kirjayhtymä Oy.
- /8/ Poutiainen, Esko & Haavisto, Heikki & Autio, Veikko & Ihamuotila, Risto & Salminen, Jouko & Uronen, Reijo (1986). Uusi maatila tieto. Maatilan talous ja tekniikka. Osa 3. Helsinki. Kirjayhtymä Oy.
- /9/Sunquist, Matti (2009). Uusi konedirektiivi 2006/42/EY ja koneen valmistajan tehtävät (2009). [viitattu 31.10.2010] Saatavilla internetissä:
<URL:http://www.metsta.fi/ipubs/docs/machinery/articles/2009_nro_003.pdf>.
- /10/ Välimaa, Veikko & Kankkunen, Matti & Lagerroos, Olle & Lehtinen, Markku (1994). Tuotekehitys. Asiakastarpeesta tuotteeksi. 13. painos. Helsinki. Painatuskeskus Oy.

LIITE 1

Kohde: GW 2500 valssimylly				
Muutos pvm	Päätunnus, numero	KV,VV, T	VAATIMUS	Toiv. tärkeys
	Kä1	KV	Sovelluttava hernepitoisen viljan käsittelyyn	
	Kä2	KV	Säädettävä valssiakseli	
	Ge1	KV	Valssien työleveys 220 mm	
	Ge2	KV	Vassien halkaisija 200 mm	
	Vo1	VV	Teho > 1000 kg/h	
	En1	KV	Sähkökäyttöinen	
	Va1	KV	Pystytään valmistamaan yrityksessä	
	Va2	T	Mahdollisimman paljon samoja osia kuin GW 200 myllyssä	
	As1	KV	Vaoidaan asentaa latiaan kiinni	
	Kä3	VV	Automatisointi mahdollisuus	
	Hu1	T	Huoltovapaa	
	Ku1	VV	Pystytään kulettamaan Fin-lavalla	
	Tu1	VV	Liikkuvat osat suojattu	
	Va3	T	Helppo kokoonpano	
	As2	VV	Voidaan varustaa kuten muutkin yrityksen valssimyllyt	
	Kä4	VV	Valmis rehu eläimille sopivaa	
	Ku2	VV	Kestävä rakenne	
	Va3	KV	GW 200 mylly voidaan päivittää GW 2500 myllyksi	

LIITE 2

1LA7130-4AA

Producer: SIEMENS

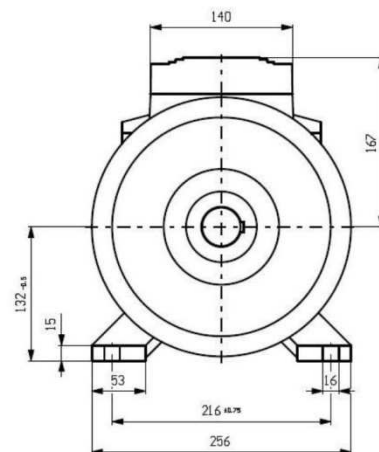
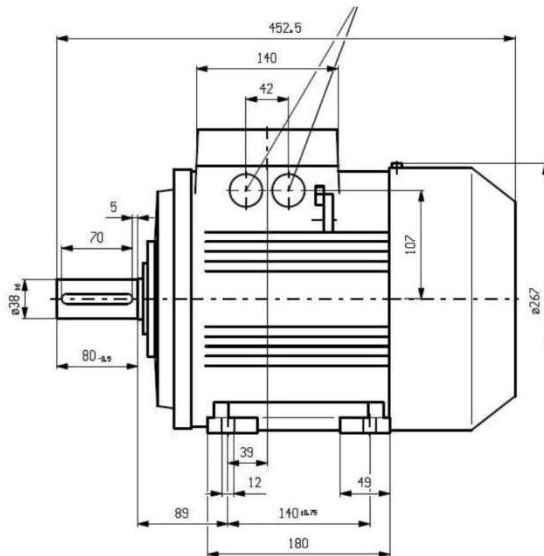
Delivery term (days):1	Guarantee period:12 months
------------------------	----------------------------

Product specifications

power (kW)	5,50
speed (rpm)	1 455
efficiency (CEMEP)	EFF2
number of poles (pole)	4
motor housing	Aluminium
protection	IP55
motor frame size	132S
insulation class	F
basic voltage (V)	400/690V D/Y 50Hz; 460V D 60Hz
rated current (A)	11,4/6,61
output torque (Nm)	36,10
weight (kg)	41
ATEX certification	NE
motor load	S1
bearings DE/NDE	6208 2ZC3 / 6208 2ZC3



1LA.. / 1LG.. motors



KIILAHIHNAKÄYTÖN SUUNNITTELU

Laskelmat Tekniikan taulukkokirjan mukaan

Valmistajan toivomuksesta käytetään hihnaprofilia SPA, joka on todettu käytännössä toimivaksi ratkaisuksi

Käytetyt lyhenteet

i = välityssuhde

v = hihnanopeus

d1 = hihnapyörän 1 jakohalkaisija

d2 = hihnapyörän 2 jakohalkaisija

n1 = hihnapyörän 1 kierrosluku

n2 = hihnapyörän 2 kierrosluku

a = akseliväli

TBL = hihnan laskentapituus

k = käyttökerroin

Ptsk = tehonsiirtokyky

Ps = suunnitteluteho

Pm = moottorin teho

Pl = lisäteho

Pk = kokonaisteho hihnaa kohden

G = kosketuskulmakerroin

G1 = kosketuskulmakertoimen apuarvo

Lähtöarvot :

$$a := 540\text{mm}$$

$$n1 := 1455\text{rpm}$$

$$n2 := 500\text{rpm}$$

$$d1 := 90\text{mm}$$

$$Pm := 5.5\text{kW}$$

$$v := \frac{d1 \cdot n1}{19100} = 0.00071796 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$d2 := \frac{v \cdot 19100}{n2} = 261.9 \cdot \text{mm}$$

Jotta valssin nopeus 500 rpm saavutetaan, valitaan pienempi standardikoko jakohalkaisijaksi eli 250 mm.

$$\underline{d1} := 90\text{mm} \quad \underline{d2} := 250\text{mm}$$

$$TBL := 2 \cdot a + 1.57 \cdot (d2 + d1) + \frac{(d2 - d1)^2}{4 \cdot a} = 1626 \cdot \text{mm}$$

VAADITTAVIEN HIHNOJEN LUKUMÄÄRÄ

Käyttökerroin hihnalle taulukosta 1 on 1.6

$$k := 1.6$$

$$P_s := k \cdot P_m = 8.8 \cdot \text{kW}$$

Valitaan taulukosta A tehonsiirtokyky hihnaa kohden pienemmän hihnapyörän halkaisijan ja nopeuden mukaan. Käytetään pyörän jakohalkaisijana 100 mm ja nopeutena 1500 rpm.

$$P_{tsk} := 2.82 \text{ kW} \quad (\text{Taulukosta})$$

$$i := \frac{n_1}{n_2} = 2.91$$

Lisäteho hihnaa kohden saadaan taulukosta B välityssuhteen avulla

$$P_l := 0.55 \text{ kW}$$

Käyttöiän oletetaan olevan yli 25000 h, joten iän tuoma lisäteho voidaan unohtaa.

$$G_l := \frac{d_2 - d_1}{a} = 0.296$$

Kosketuskulmakerroin G saadaan taulukosta G

$$G := 0.96 \quad (\text{Taulukosta})$$

Hihnan pituuden kerroin jätetään huomioimatta

$$P_k := (P_{tsk} + P_l) \cdot G = 3.235 \cdot \text{kW}$$

Hihnaa kohden tulee siis 3.2kW suuruinen teho

$$\text{Hihnamäärä} := \frac{P_s}{P_k} = 2.72$$

Valitaan siis seuraava ylempi hihnalukumäärä, eli 3 hihnaa. Lopullisiksi hihnapyöräksi valitaan 3-uraset SPA pyörät jakohalkaisijoitaan 90 mm ja 250 mm.

LIITE 4

Tekniset tiedot

Standardien ISO 4183 ja DIN 2211 mukaiset kiilahihnapyörät.

$B = E(n-1) + 2F$
 $n =$ urien lukumäärä
 Kaikki mitat mm:einä.

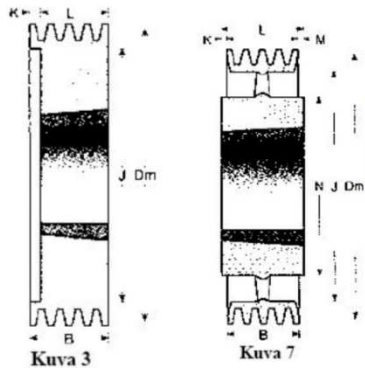
Materiaali: GG 20-25
 Epäkeskeisyys: DIN 2211 osa 1
 Aksiaalipoikk.: DIN 2211 osa 1
 Pinnankarkeus: ISO 254
 Tasapainotus: VDI 2060 dynaam. Q 6,3 (tai til.muk.)

Kiilaura: DIN 6885-BS 4235 sekä BS 46, vakiotoleranssi P9
 Poraus: Vakiotoleranssi H7

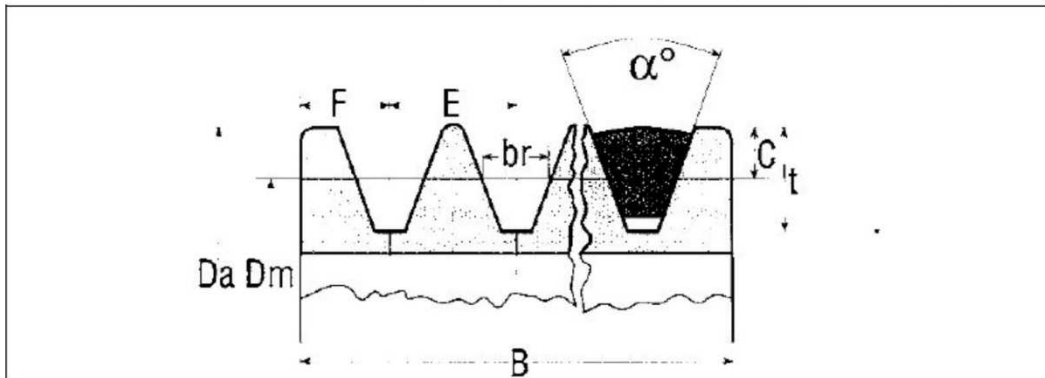
Varamme oikeuden mitta- ja materiaalitietojen muutoksiin.

SPA

Jakohalkaisija Dm	Uria	Holkien koko	Max. poraus	Kuva nro.	B	J	K	L	M	N	Paino	Items
90	1	1210	32	1	20	-	-	25	5	80	0,7	113640
	2	1610	42	3	35	60	10	25	-	-	0,7	113574
	3	1610	42	3	50	60	23,5	26,5	-	-	1,0	113510
	4	1610	42	3	65	60	40	25	-	-	1,2	113451
250	1	2012	50	7	20	215	-	32	12	112	2,9	113604
	2	2517	65	7	35	215	-	45	10	124	4,8	113538
	3	2517	65	8	50	215	2,5	45	2,5	124	5,9	113474
	4	3020	75	6	65	215	7	51	7	159	8,0	113415
	5	3020	75	6	80	215	14,5	51	14,5	159	9,0	113360



Profiili	Dm	a°	br	E	F	C	t
SPZ	≤80	34	8,5	12	8	2,00	11
	>80	38					
SPA	≤118	34	11	15	10	2,80	13,80
	>118	38					
SPB	≤190	34	14	19	12,5	3,50	17,50
	>190	38					
SPC	≤315	34	19	25,5	17,0	4,8	23,80
	>315	38					



		Vaaran tunnistaminen			
Kone		Valssimylly		Menetelmä	Tarkistuslista
				Analyyysin tekijä	Mikko Luoma
Lähteaineisto :		Suunnitteluasiakirjat		Versio	1
		Käyttötoiminta		Päiväys	26.10.2010
Laajuus : Koneen koko elinkaari		Valssaus			
Vilite nro				Onnettomuuskatsaus	
	Vaara vyöhyke	Tehtävä/toiminta	Vaara	Vaaratilanne	Vaarallinen tapahtuma
1	Kuljetus	Kuljetus käyttöpaikalle	Myllyn kaatuminen	Myllyn siirtäminen	Alle jääminen
2	Kuljetus	Läistäminen rekkaan	Myllyn kaatuminen	Myllyn rostit	Alle jääminen
3	Asennus	Säiköistäminen	Sähkö	Väärä kytkentä	Sähköiskun saaminen
4	Käyttöönotto	Myllyn käynnistäminen	Liikkuvat osat	Virheellinen kokoonpano	Sinoutuminen
5	Käyttö	Vieraan esineen poisto	Pyörivät osat	Virheellinen toiminta	Litistytminen (Käden)
6	Käyttö	Huoltaminen	Pyörivät osat	Suojien poisto	Litistytminen (Käden)
7	Käyttö	Huoltaminen	Liikkuvat osat	Suojien poisto	Sinoutuminen
8	Käyttö	Liikkuminen koneen ympärillä	Terävät kulmat	Huolimaton liikkuminen	Koskettaminen teräviin reunoihin

LIITE 6

Käyttäjä/tehtävä	Vaara	Alustava arviointi		Riskin pienentämisen menetelmät		Jälkiarviointi		Riskitaso	Tila
		Vakavuus	Riskitaso	Vakavuus	Riskitaso	Vakavuus	Riskitaso		
Kuultava käyttöpaikalle	Kaatuminen	Vähäinen	Keskimääräinen	Myllyn kiinnittäminen lavaan	Keskimääräinen	Vähäinen	Merkityksen	Valmis	
Kuultava käyttöpaikalle	Tippuminen	Kohtalainen	Keskimääräinen	Myllyn kiinnittäminen lavaan	Keskimääräinen	Kohtalainen	Pieni	Valmis	
Sähköistämisen	Sähkö	Vaikea	Pieni	Ammattilaisen käyttäminen	Pieni	Vaikea	Merkityksen	Valmis	
Myllyn ensikäynnistys	Liikkuvat osat	Kohtalainen	Keskimääräinen	Koeajo tehtaalta	Keskimääräinen	Kohtalainen	Merkityksen	Valmis	
Vieraan esineen poisto	Pyörivät osat	Vaikea	Keskimääräinen	Suojan käyttö ja vaaran merkitseminen	Keskimääräinen	Vaikea	Pieni	Valmis	
Huollaminen	Pyörivät osat	Vaikea	Keskimääräinen	Käyttöohjeistus, tarrat	Keskimääräinen	Vaikea	Keskimääräinen	Jatkuu	
Huollaminen	Liikkuvat osat	Kohtalainen	Pieni	Käyttöohjeistus, tarrat	Pieni	Kohtalainen	Pieni	Valmis	
Myllyn ympärillä liikkuminen	Terävät kuumat	Kohtalainen	Keskimääräinen	Terävien reunojen pyörästäminen	Keskimääräinen	Pieni	Keskimääräinen	Valmis	

