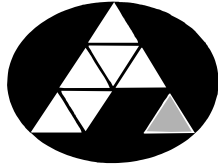


POHJOIS-KARJALAN AMMATTIKORKEAKOULU
Muovitekniikan koulutusohjelma

Toni Karttunen

SAHAN MODERNISOINNIN SUUNNITTELU

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ

Kesäkuu 2012

Muovitekniikan koulutusohjelma

Karjalankatu 3

80200 JOENSUU

p. (013) 260 600

Tekijä(t)

Toni Karttunen

Nimeke

Sahan modernisoinnin suunnittelu

Toimeksiantaja

Exel Composites Oyj

Tiivistelmä

Opinnäytetyöhön aiheen antoi Exel Composites Oyj

Exel Composites Oyj on muovikomposiiteista pultruusioteknologialla tuotteita valmistava yritys. Yritys on kokenut ongelmaksi tehtaallaan pultruusiolinjan sahausyksikössä muodostuvan tuotantopölyn leviämisen työympäristöön ja sen näkymiseen myös tuotteissa. Myös linjalla tuotettavien putkien sahausmittatarkkuuden parantaminen on yksi ongelmakohta.

Aiheena oli siis suunnitella periaatteellisia ratkaisuja ongelmien vähentämiseksi tai niiden kokonaan poistamiseksi. Opinnäytetyön keskeisenä tarkoituksena oli tekijän omaan kokemukseen pohjautuvan tiedon, sekä linjan sahausyksiköstä otettujen valokuvien perusteella suunnitella 3D-ohjelmalla periaatekuva sahausyksiköstä ja siihen tulevista uusista ideoista. Tarkoitus oli suunnitelmien pohjalta kertoa ideoista ja siitä kuinka ne voisivat toimia käytännössä.

Suunnittelu toteutettiin Pro-Engineer Wildfire 4-ohjelmistolla ja siis tekijän oman kokemuksen ja valokuvien perusteella.

Suunnittelun tarkoituksena ei ollut tehdä perinpohjin yksityiskohtaista suunnittelua vaan antaa työn perusteella toimivia ratkaisumalleja ja ideoita tulevaisuutta ja mahdollista tarkempaa mekaniikkasuunnittelua varten.

Kieli
suomi

Sivuja 26
Liitteet 0
Liitesivumäärä 0

Asiasanat

pultruusioteknologia, sahauskikkö



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
June 2012
Degree Programme in Plastics Engineering
Karjalankatu 3
FIN 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-260 600

Author(s)
Toni Karttunen

Title
Designing of saw modernization

Commissioned by
Exel Composites Ltd

Abstract

The topic of this thesis was given by Exel Composites Ltd.

Exel Composites Ltd is a company which is manufacturing products from plastic composites by pultrusion technology. Company has experienced a problem at their factory as pultrusion line cutting unit is producing dust which is spreading on working environment and showing on products too. Also the sawing tolerance of the produced pipes is also a problem.

So, the subject was to design principled solutions to reduce or remove the problems. Fundamental purpose of this thesis was to design principle view of the sawing unit and new ideas related to it, using 3D-software, based on authors' own experience and photographs. The purpose was to express ideas based on the design, and how those could work in practice.

The design was executed using Pro-Engineer Wildfire 4-software and on the grounds of authors' own experience and photos.

The purpose of the design was not to do a thoroughly detailed plan but to give some practical working solutions based on this thesis and also ideas for the future and possible detailed mechanical design.

Language
Finnish

Pages 26
Appendices 0
Pages of Appendices 0

Keywords
Pultrusion technology, cutting unit

Sisältö

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	5
2	EXEL COMPOSITES OYJ.....	6
3	PULTRUUSIO TUOTANTOMENETELMÄNÄ.....	7
4	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	8
5	SUUNNITTELU	10
5.1	SUUNNITTELUN TEORIAA	10
5.1.1	Tuotekehitysprojektin valinta.....	10
5.1.2	Tehtävän määrittely	11
5.1.3	Kehittäminen.....	11
5.1.4	Viimeistely.....	11
5.2	SUUNNITTELUN TAVOITTEET	12
5.3	SUUNNITTELUN HAASTEET	12
5.4	SUUNNITTELU.....	13
5.4.1	Sahayksikön 3D-periaatekuvat	13
5.4.2	Teräkotelo.....	15
5.4.3	Imukaukalo	16
5.4.4	Imukaukalon materiaali	19
5.4.5	Imukaukalon vaihtoehtoja	19
5.4.6	Putkien telineen imuyksikkö.....	20
5.4.7	Kartiomaiset tartuntatarraimet.....	22
6	POHDINTA.....	24
	LÄHTEET.....	26

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli pohtia pultruusiolinjan katkaisupään sahoille pölynpoiston tehostamista sekä mittatarkkuuden parantamista. Työssä suurin keskittymisen kohde oli nimenomaan pölynpoiston tehostaminen. Pölynpoiston tehostamiseksi tutustutaan pultruusiolinjan toimintaan ja kartoitetaan nykyisessä pölynpoistossa esiintyneet puutteet ja ongelmat. Työn aikana otettiin valokuvia sekä mittoja nykyisestä pultruusiolinjan katkaisuyksiköstä. Kuvien ja mittojen pohjalta oli tarkoitus mallintaa ProEngineer-ohjelmalla periaatekuva uudenlaisesta modernimmasta katkaisuyksiköstä joka myöhemmin mahdollisesti pystytään käytännön tasolla toteuttamaan. Lisäksi oli tarkoitus miettiä uudistusten mahdollisia kustannuksia. Työn aiheen antoi Exel Composites Oyj:n Kivaran tehdas, jossa tämän opinnäytetyön tekijä on työskennellyt opinnäytetyön valmistelun ohessa, sekä suorittanut opintoihinsa sisältyvän työharjoittelujakson.

2 EXEL COMPOSITES OYJ

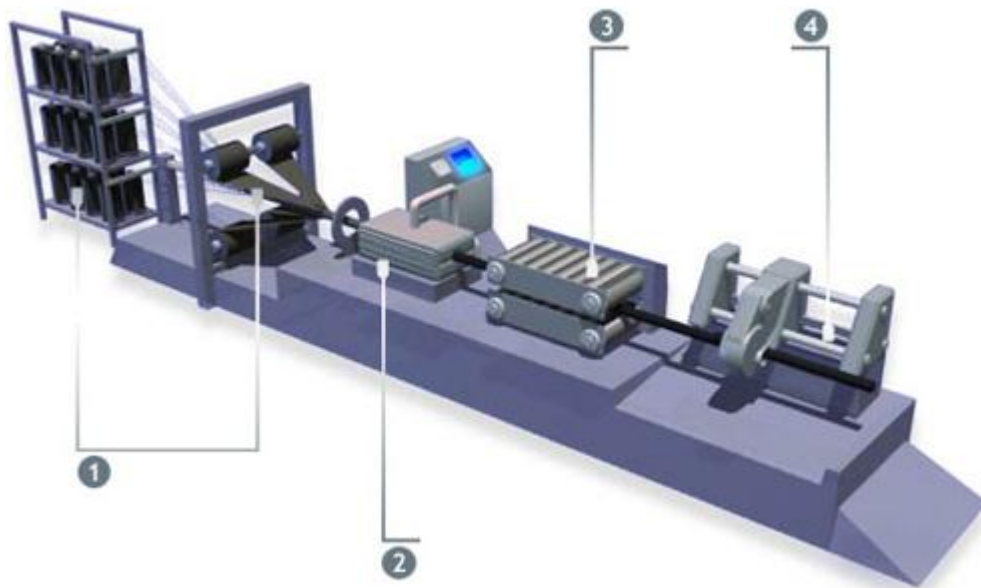
Vuonna 1960 perustettu Exel on globaalisti merkittävä lujitemuovi- ja komposiittituotteiden valmistaja, jonka päätuotteina ovat erilaiset putket ja profiilit eri teollisuuden alojen tarpeisiin. Nykyään Exel Composites Oyj nimellä toimiva pörssiyhtiö keskittyy ainoastaan suunnittelemaan, valmistamaan ja markkinoimaan teknologian tarpeisiin liittyviä komposiittituotteita. Urheiluvälinebisnes jäi liiketoiminta-alueena pois 2000-luvun lopussa huonon kannattavuuden takia, jonka jälkeen yhtiö on käyttänyt voimavaransa komposiittiprofiilien valmistukseen.

Exel Composites Oyj:n toimitilat sekä pääkonttori Suomessa sijaitsee Mäntyharjulla Etelä-Savon maakunnassa, sekä Kivaran tehdas Joensuun kiihtelysvaarassa Pohjois-Karjalassa joka on yhtiön tällä hetkellä suurin tuotannollinen yksikkö. Yhtiöllä on yhteensä 9 tuotantolaitosta Saksassa, Kiinassa, Australiassa, Itävallassa, Belgiassa sekä Iso-Britanniassa. Yrityksen liikevaihto vuonna 2010 oli 72,9 milj.€ ja se nousi edellisvuodesta vajaalla kolmella miljoonalla. [1]

3 PULTRUUSIO TUOTANTOMENETELMÄNÄ

Pultruusiossa eli suulakeveto on työmenetelmä jossa Exel Composites Oyj on maailman kärkiluokkaa. Kyseisessä menetelmässä hartsilla kostutettuja lujitteita vedetään lämmitetyn suulakkeen läpi jossa tuotettava kappale saa muotonsa ja kovettuu lämpötilan vaikutuksesta. Suulakkeen läpi tultuaan aihio jäädytetään ilman tai veden avulla jolloin tuote saavuttaa lopulliset mitat ja lujuusarvot. Lopuksi tuote katkaistaan pultruusiolinjan katkaisupäässä ja viimeistellään, eli tehdään ns. laadunvarmistus ja pakkaaminen.

Pultruusiomenetelmällä voidaan valmistaa kappaleita muutaman millimetrin halkaisijaltaan olevista umpitangoista, onttoihin jopa metrin levyisiin kappaleisiin. Suulakevedossa valmistettaville tuotteille ominaista on suuri lujitepitoisuus ja lujitteiden pitkittäissuuntaus joka takaa tuotteille hyvät aksiaaliset mekaaniset ominaisuudet. Suulakevetomenetelmä on tarkoitettu suurien tuotesarjojen valmistukseen. [2]



Kuva 1. Periaatekuva pultruusiotuotantolinjasta (Exel Composites)

4 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Suunnittelu aloitettiin tarkastelemalla nykyisin Exel Composites Oyj:n putkiosastolla käytössä olevia katkaisuyksikön sahoja (kuva 2). Kuten kuvasta voi todeta, nykyisin käytössä oleva saha on pölynpoiston kannalta hyvinkin puutteellinen, koska sahan yhteydessä pölynpoistosta vastaa käytännössä vain sahan teräkotelon takaosaan menevä imuletku ja etuosassa oleva imuletku. Näin ollen pölyn ympäristöön leviämisen estäminen sahauksen yhteydessä ei missään tapauksessa ole riittävä, sillä imuteho ei ole tarpeeksi tehokas, eikä sahayksikön alla ole minkäänlaista suojausta pölyn lattialle putoamisen estämiseksi. Kyseessä olevan sahan yhteyteen olisi siis tarkoitus suunnitella 3D-mallinnuksen avulla toimivampaa ratkaisua pölyn vähentämiseksi sekä sen ympäristöön leviämiseksi.



Kuva 2. Nykyisin käytössä oleva katkaisuyksikkö

Pölynpoiston lisäksi on mietittävä parannusta putken sahausyksikön mittatarkkuuteen sahauksen osalta. Sahattavavien tuotteiden toleranssit ovat melko pieniä ja useimmissa tuotteissa sahausjäljen suoruus on oltava lähes suora. Yleensä yli 1 mm heittoja ei sallita. Sahausjäljen suoruus vaikuttaa

tuotannossa hylättävien kappaleiden määrään, sekä aiheuttaa muuten hyvien tuotteiden jälkikäsittelyä.

Kuvassa 3 ja 4 näkyvät sahausyksikön paininlevyt jotka pitävät sahattavaa tuotetta paikoillaan ja tukevat sitä sahausajan ajan. Kyseiset levyt vaikuttavat myös sahausmittatarkkuuteen.



Kuva 3. Sahan jälkeinen paininlevy



Kuva 4. Ennen sahausta oleva paininlevy

Kuten kuvista voi nähdä, paininlevyt ovat vanhoja eivätkä ne juurikaan tue putken suoruutta sahaushetkellä. Tarkoituksena olisi saada aikaan ratkaisu jossa putkiaihiio tulee sahalle mahdollisimman suorassa linjassa. Lisäksi aihiolle on mietittävä riittävä tuenta, jotta sahaussuoruus olisi mahdollisimman suora niin pysty, kuin sivusuoruuden osaltakin. Edellämainituilla toimenpiteillä saataisiin mahdollisesti pienennettyä tuotteiden susikappaleprosenttia, joka puolestaan vähentäisi mahdollista tuotteiden jälkikäsitteilyä.

5 SUUNNITTELU

5.1 Suunnittelun teoriaa

Tämän opinäytetyön teoriapohjana tekijä on päättänyt käyttää VDI 2222-systemaattista suunnittelumetodia. Suunnittelumetodi on koneensuunnittelun alalla yleisesti käytetty ja selkeä suunnittelun apuväline. VDI 2222-suunnittelemetodi pohjautuu neljään eri vaiheeseen.

1. Tuotekehitysprojektin valinta
2. Tehtävän määrittely
3. Kehittely
4. Viimeistely

Suunnitteluprosessin vaiheisiin jaon syy on selkeyttää suunnittelua ja saada aikaan kaikinpuolin kattava ja hyvä lopputulos. Suunnittelumetodi on periaatteiltaan järkevä ja sitä on vaikea kyseenalaistaa. Sen selkeä askel askeleelta tyyppinen etenemiskaava on myös suunnittelun kannalta tehokas.

5.1.1 Tuotekehitysprojektin valinta

Tuotekehitysprojektin valinta on ensimmäinen vaihe suunnitteluprosessissa. Tuotekehitys osa-alueen tarkoituksena on selvittää ensisijaisesti tehtävän työn

lähtökohdat, tavoitteet, toteutusedellytykset ja omat kokemukset sekä ideat. Tuotekehitysvaiheessa on myös ensiarvoista miettiä kyseessä olevaa ongelmaa, sekä toimeksiantajan toivomuksia ja odotuksia. Lisäksi on mietittävä mitä mahdollisia ratkaisuja annettuun ongelmaan on olemassa. [3]

5.1.2 Tehtävän määrittely

Tehtävän projektin päätöksen jälkeen on tarkoitus kiteyttää varsinainen suoritettava suunnittelutehtävä. Käytännössä on luotava kokonaiskuva tulevasta suunnitteluprosessista ja siitä mitä se pitää sisällään. Tehtävän määrittelyn saralla mietitään minkä tavoitteen tulevien ratkaisujen on tarkoitus täyttää ja millä ominaisuuksilla ratkaisuja on tarkoitus lähteä toteuttamaan. On myös mietittävä mitkä asiat ovat ehdottomasti poissuljettuja tulevien ratkaisujen osalta. [3]

5.1.3 Kehittäminen

Kehittämissosiossa tehtävään työhön aikaan saadut ratkaisut saavat lopullisen muotonsa ja ne lyödään ns. lukkoon. Kehittämissvaiheessa kaikista ratkaisuista on olemassa tiedot ja luonnokset, millaisia niistä lopullisesti tulee ja näiden ratkaisujen pohjalta tehdään viimeinen vaihe eli työn viimeistely. Kehittämisen vaiheessa työn tekijällä on olemassa kokonaiskuva tulevasta työstä ja millainen siitä lopullisesti valmistuu. [3]

5.1.4 Viimeistely

Viimeistelyvaiheessa tehdystä työstä valmistetaan mahdolliset kokoonpanokuvat ja piirustukset. Niiden pohjalta voidaan alkaa valmistamaan prototyyppiä mikäli sellainen on tarkoitus työn loppuun saattamiseksi tehdä. Mahdollisen prototyypin tarkoituksena on testata suunnitellun tuotteen/kokoonpanon toimivuus. [3]

5.2 Suunnittelun tavoitteet

Sahausyksikön pölynpoiston suunnittelussa on keskeisenä tarkoituksena kehittää mahdollisimman toimiva, mutta hinnaltaan alhainen ratkaisu mahdollisimman tehokkaan pölynpoiston aikaansaamiseksi. Lähtökohtana on mallintaa 3D-ohjelmalla periaatekuva olemassa olevasta sahausyksiköstä ja lisätä siihen mahdollisia toteutettavia ideoita joilla pölynpoisto ja sahauspölyn ympäristöön leviämisen estäminen saataisiin mahdollisimman tehokkaaksi ja kustannuksiltaan kannattavaksi. Mikäli uudet ideat ovat käyttökelpoisia ja kustannuksiltaan järjellisiä, kyseisiä ideoita voidaan alkaa mahdollisesti kokeilemaan käytännössä tulevaisuudessa. Tavoitteena olisi modernisoida koko putkivalmistusyksikön sahausyksiköt tulevina vuosina ja pölynpoiston tehostaminen on osa tulevaisuuden suunnitelmaa saada käytännön tasolla tuotannollinen putkenvalmistusprosessi ympäristöineen kokonaan pölyttömäksi ja siistiksi.

5.3 Suunnittelun haasteet

Pultruusiolinjan sahausyksikön suunnittelussa on siis keskeisenä osana saada aikaan mahdollisimman tehokkaita ratkaisuja teknisesti sekä kustannuksien osalta. Tämä asettaa suunnitteluun merkittäviä haasteita, sillä yleensä kun jotain aletaan uudistamaan, uudistukset tuovat mukanaan investointeja ja investoinnit taas puolestaan lisäävät kustannuksia. Suunnittelussa on otettava huomioon mahdolliset uudet suunniteltavat koneen osat ja niiden valmistusmateriaalit, materiaalien hinnat, asennukset sekä tehokkuus ja tuottavuus pitkällä aikavälillä. Tässä projektissa kaikki edellä mainitut asiat ovat hyvin tärkeässä asemassa.

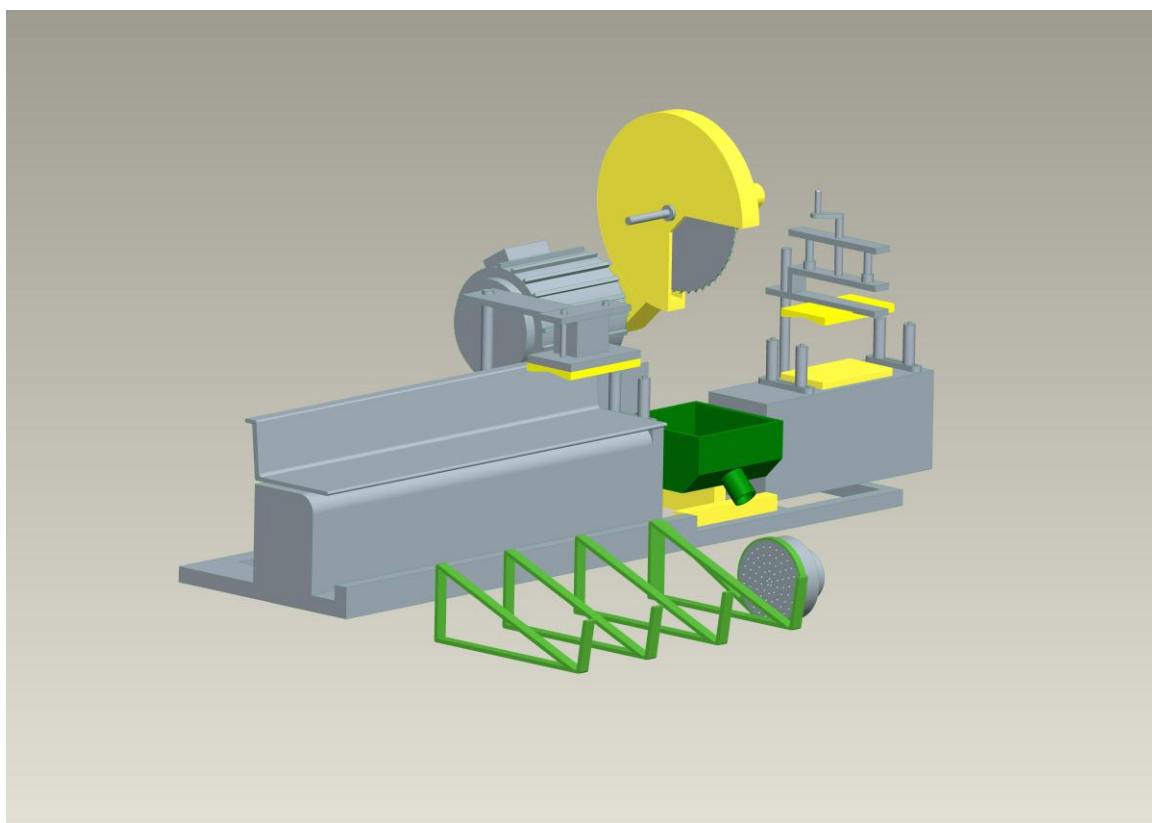
On myös otettava huomioon ympäristö johon suunnittelu keskittyy. Kyseessä olevassa tehdasympäristössä sahausyksikön ympärillä on paljon staattista sähköä muodostavia kohteita, joka aiheuttaa pölyn leviämisen ja hakeutumisen staattisesti varautuneisiin kohteisiin. Myös sahausessa muodostuva pöly on itsessään staattisesti varautunutta. Haasteena on siis miettiä kuinka staattista

varautumista olisi mahdollista vähentää ja kuinka pölyn ympäristöön leviäminen olisi käytännön tasolla estettävissä tehokkaasti.

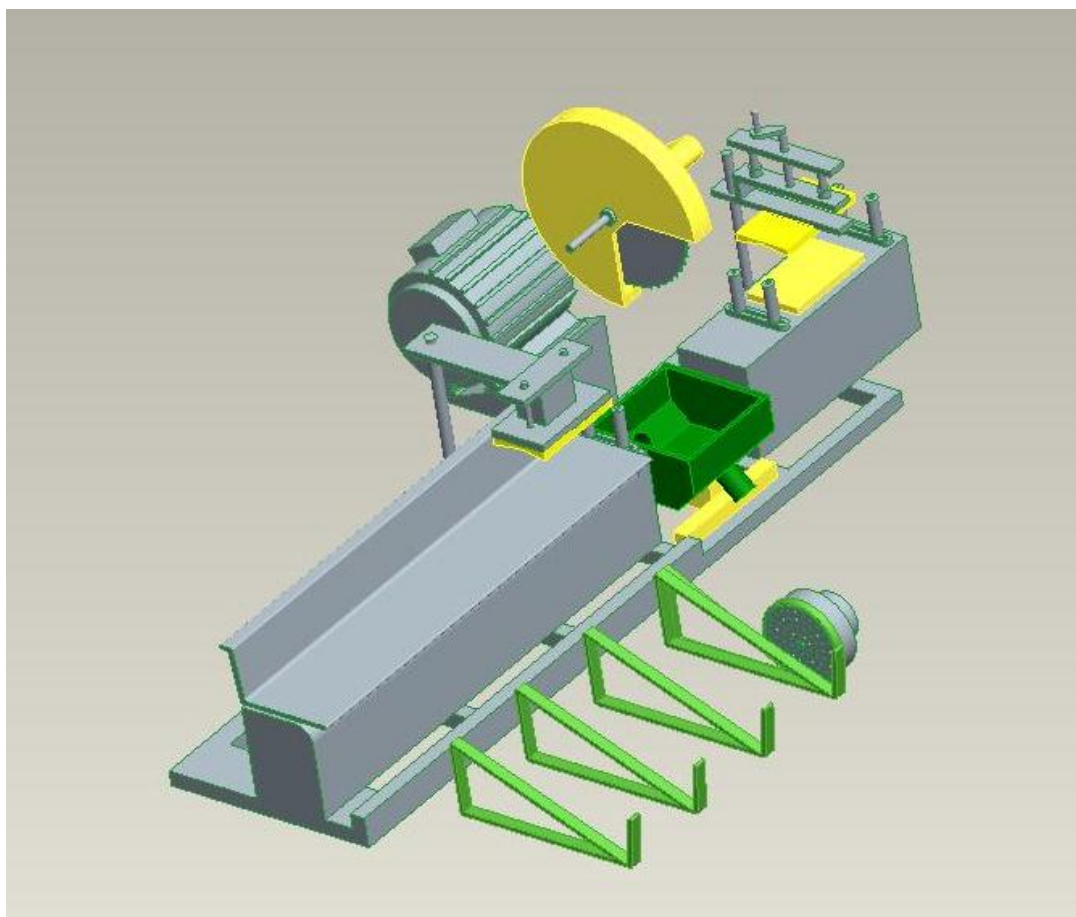
5.4 Suunnittelu

Työssä käsiteltävästä sahausyksiköstä oli siis tarkoitus mallintaa 3D-ohjelmalla periaatekuva joista ilmenee nykyiseen systeemiin tehtäviä parannuksia ja ideoita. Kuvien tarkoituksena on selventää millaisia parannuksia nykyiseen sahasysteemiin olisi vähillä investoinneilla tehtävissä sekä tehostamaan niiden käyttötarkoitusta eli pölynpoistoa sekä mittatarkkuutta.

5.4.1 Sahausyksikön 3D-periaatekuvat



Kuva 5. 3D-malli sahausyksiköstä.



Kuva 6. Sahayksikön periaatekuva ylhäältä kuvattuna

Kuvissa 5 ja 6 siis 3D-mallinnettu periaatekuva sahausyksiköstä ja siihen tulevista uudistuksista. Kuvat ovat hyvin yksinkertaistettuja versioita alkuperäisestä katkaisuyksiköstä, mutta pääperiaatteellisesti parannukset ovat hyvin nähtävissä. Kuvien yksinkertaisuudella on pyritty tekemään niistä mahdollisimman havainnollisia ja niihin onkin mallinnettu ainoastaan sahayksikköön tulevat muutokset muuttamatta pölynpoiston osalta tehtaalla toimivaa imujärjestelmää sekä sahausyksikön ympäröivää tilaa. Alkuperäinen sahausyksikkö (Kuva 7.) sisältää mm. paljon yksityiskohtia kuten sahan tuenta, imuletkuja ja kytkimiä, joita suunnittelun periaatekuvassa ei suunnittelijan mielestä ole tarpeellista ollut mallintaa kuvan selkeyttämiseksi ja sotkuisuuden välttämiseksi. Lisäksi suunnittelussa on todettu kyseisten asioiden pysyvän muuttumattomina. Muuttumattomana pysyy myös sahaa ympäröivä tila.



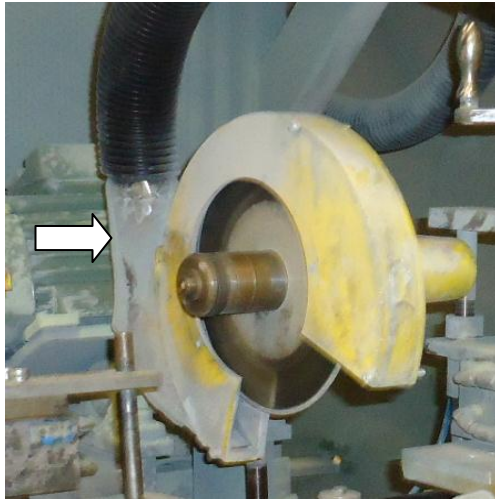
Kuva 7. Alkuperäinen sahayksikkö jossa näkyy ennallaan pysyvä sahan ympäristö

5.4.2 Teräkotelo

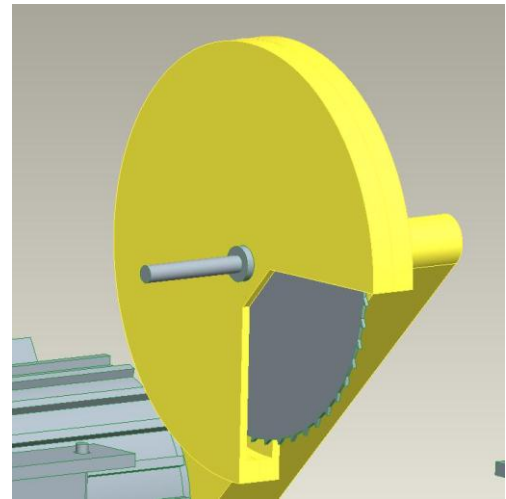
Sahausterää ympäröivä kotelo on suunnittelun osalta otettu huomioon liian avonaisena yksikkönä pölynpoiston kannalta. Nykyisen sahakotelon avoimuus ja sahakotelon takana oleva imu ei estä pölyn leviämistä avonaisen sahakotelon osalta tarpeeksi tehokkaasti (Kuva 8). Suunnittelun osalta sahakotelon takaosassa olevaa imua ei ole tarpeen muuttaa (Kuva 9).



Kuva 8. Nykyisen sahausyksikön avoin sahakotelo



Kuva 9. Teräkotelon imu

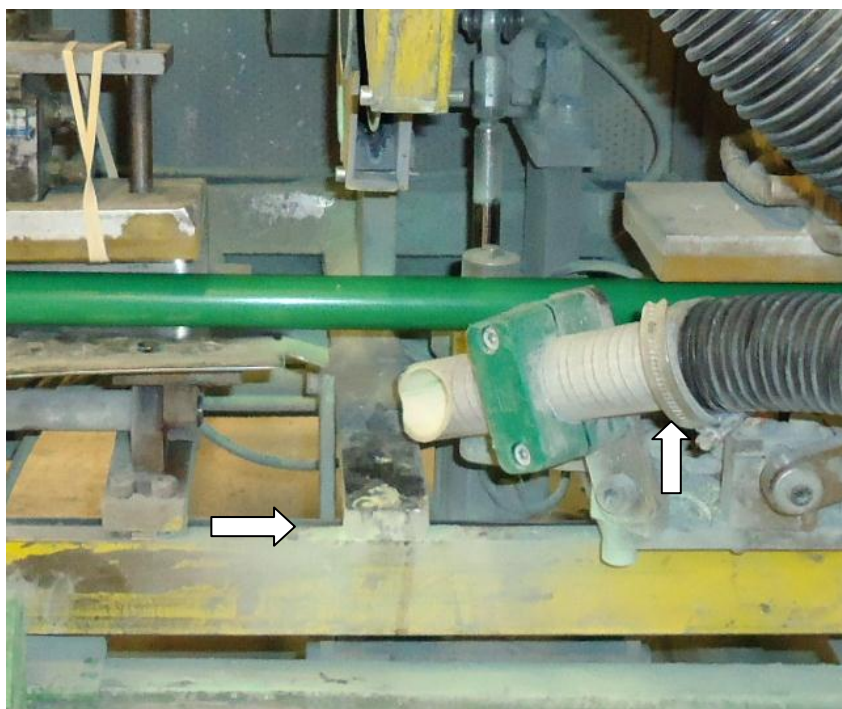


Kuva 10. Idea uudesta teräkotelosta

Suunnittelun osalta on järkevintä pölynpoiston osalta tehdä uudesta sahakotelosta umpinainen (Kuva 10), jolloin pölypartikkelien leviäminen avonaisesta sivusta on tehokkaammin estettävissä. Sahan teräkotelon osalta imu siis pysyy ennallaan eikä myöskään mitoitusta ole tarpeen muuttaa. Tekijän näkökulmasta uuden teräkotelon valmistaminen ei vaatisi kokonaan uuden teräkotelon tekemistä vaan esimerkiksi entisen teräkotelon umpeen hitsaamista levymaisellä kappaleella, jolloin aikaansaatu ratkaisu olisi helposti ja pienellä vaivalla toteutettavissa.

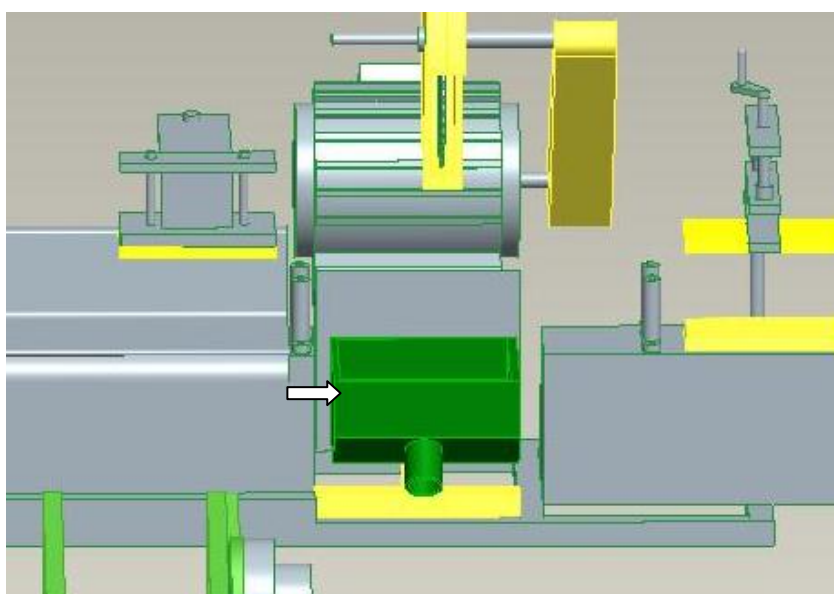
5.4.3 Imukaukalo

Keskeisin muutos sahausyksikön pölynpoiston parantamiseksi liittyy täysin avonaiseen sahausyksikön terän alapuolella olevaan tilaan. Sahausyksikön kyseinen tila on täysin avonainen ja pölyn leviämistä alaspäin lattiatasoon ei ole mitenkään estetty (Kuva 11). Kuvassa on nähtävissä myös tällä hetkellä erittäin puutteellinen imu, joka ei yksinkertaisesti riitä takaamaan riittävää pölynpoistoa. Suunnittelussa on siis otettu huomioon kyseinen asia ja pyritty suunnittelemaan ratkaisu jolla pölyn leviäminen lattiatasolle ja lähiympäristöön olisi mahdollista estää tai ainakin vähentää sitä.

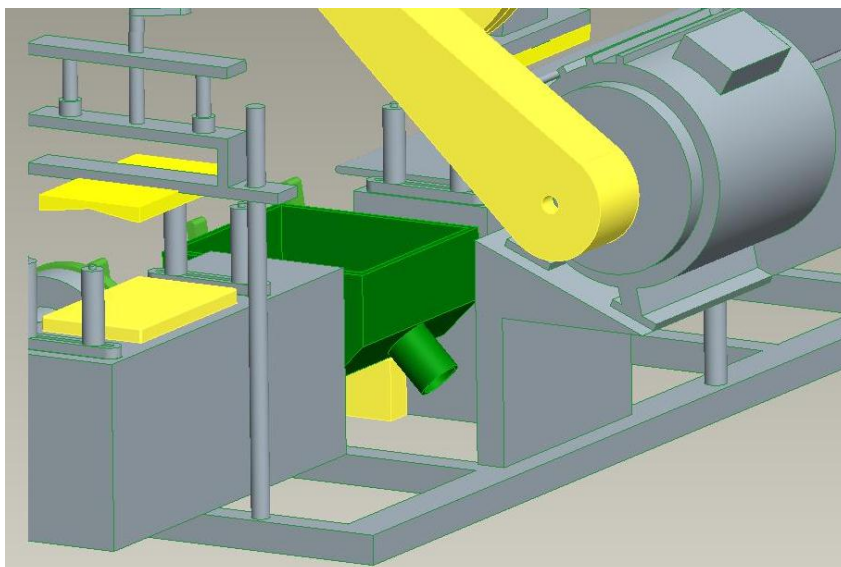


Kuva 11. Profiilin sahauskohdan alle jäävä avoin tila ja puutteellinen imujärjestelmä

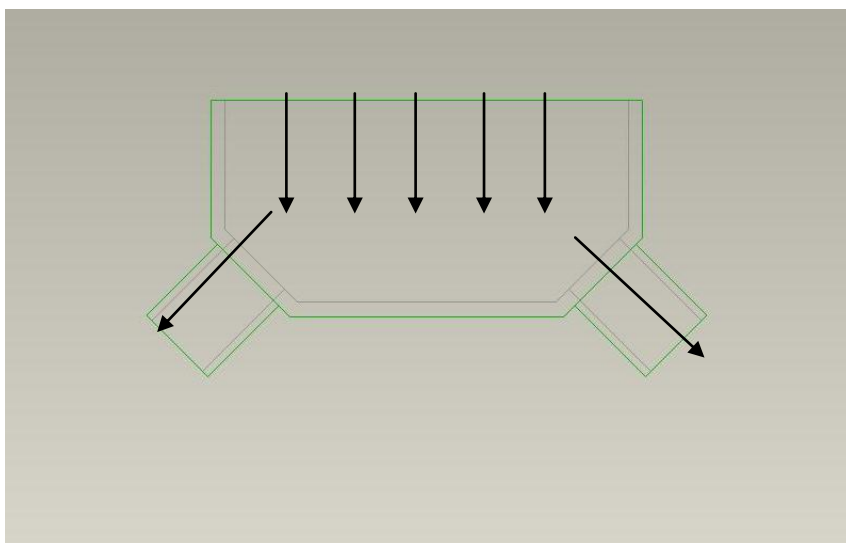
Suunnitelmana on siis lisätä linjalta tulevan putkiaihion ja nykyisen imun tilalle kaukalomainen rakenne (Kuva 12). Kaukalomaisen rakenteen tarkoituksena on käytännössä siirtää nykyinen imuletku alemmas ja enemmän pystyasentoon, jonka lisäksi sahausyksikön moottorin puoleiselle yksikköpuolelle tulisi lisäksi yksi imukanava (Kuva 13.)



Kuva 12. Sahan alle tuleva kaukalorakenne edestä



Kuva 13. Imukaukalon moottoripuoleinen imukanava



Kuva 14. Läpileikkaus imukaukalosta sivusta

Kuva 14 kertoo läpileikkauksena pölyn mahdollisen virtauksen uuden suunnitelman mukaisesti. Lisäksi kun huomioidaan imuyksikkö sahan teräkotelon takana, imu saadaan näin riittäväksi imun tapahduttua kolmesta eri suunnasta. Lisäksi kaukalomainen rakenne estää pölyn leviämisen lattialle ja yhdistettynä se kolmesta eri suunnasta pölyä imevään imujärjestelmään saadaan pölynpoisto sahausken aikana mahdollisimman tehokkaaksi.

5.4.4 Imukaukalon materiaali

Imukaukalon valmistuksessa käytettävä materiaali on harkittava tarkkaan sillä kyseessä on likaisessa ympäristössä toimiva kohde. Kyseinen kohde on tarkoitus valmistaa muovista ja muovilaatujen suhteen on olemassa monia eri vaihtoehtoja. On kuitenkin otettava huomioon kyseessä olevan tuotteen käyttötarkoitus, ympäristö sekä tärkeimpänä hinta. Tarkoitus olisi saada toimiva tuote valmistettua mahdollisimman pienin materiaalikustannuksin.

Muovilaaduista HD-polyeteeni on halvan hintansa, kevyen rakenteensa sekä kemiallisen kestävyytensä ansiosta mainio vaihtoehto valmistettavaan kohteeseen. Lisäksi kyseinen muovilaatu omaa pienen kitkakertoimen ja kosteuden imeytyminen on käytännössä olematon [4].

HD-polyeteeni olisi mielestäni siis toimiva ratkaisu kyseisen koneenoson valmistamiseen. Kyseessä on myös teknisesti yksinkertainen symmetrinen osa, joten sen valmistaminen sekä valmistuskustannukset että materiaalikustannukset ollaan voitu minimoida suunnittelemalla yksinkertainen lisäosa olemassa olevaan sahausyksikköön.

5.4.5 Imukaukalon vaihtoehtoja

Suunniteltu imukaukalo on vain yksi suunnitelluista vaihtoehtoista pölynpoiston kannalta parannettavassa sahausyksikössä. Ideoita sahan yhteydessä olevaan pölynpoistoon oli monia, mutta päätyminen työssä esitettävään yksinkertaiseen ratkaisuun on tekijän mielestä paras ja toimivin.

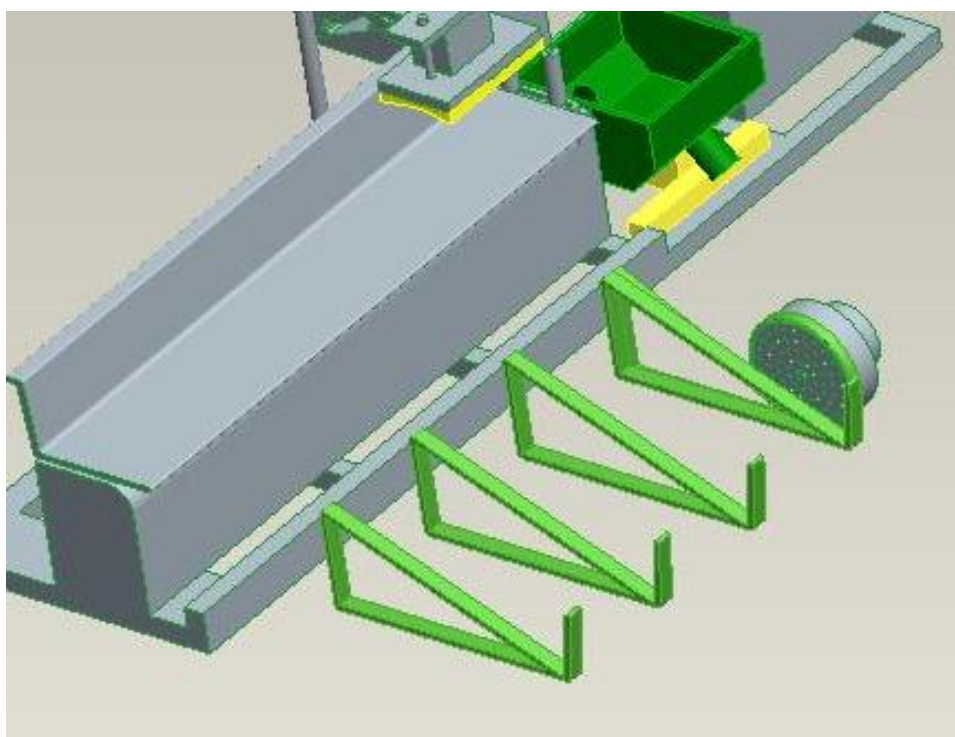
Muissa ideoissa mm. nykyisin käytössä olevien imuputkien tilalle laitettavat halkaisijaltaan paksummat teollisuusputket olisivat voineet toimia, mutta tekijän mielestä sahan ympäristö olisi jäänyt liian avonaiseksi. Myös ionisointipuhaltimen käyttöä pohdittiin, mutta sekin idea hylättiin toimimattomana. Teollisuudessa staattinen sähkövaraus on usein ongelma ja sitä esiintyy tavallisimmin kohteissa, joissa on kuljettimia tai liukupintoja. Työssä esiintyvä ympäristö on hyvä esimerkki tällaisesta staattisesti varautuneesta

yksiköstä. Metallit ovat mahdollisia saada varauksettomiksi maadoittamalla mutta muovit taas tuovat sen suhteen haasteen. Tätä varten ionisoinnilla voitaisiin pyrkiä saamaan aikaan varaukseton tila, jossa ionisoitu ilma sitoisi pölyn itseensä ja näin estäisi sen hakeutumisen staattisesti varautuneisiin kohteisiin.[5] Kyseessä on kuitenkin sellainen työympäristö joka vaatisi useampia ionisaattoreita, jotta ne voitaisiin tarkasti kohdistaa tarpeellisiin kohteisiin pölyn sitomiseksi. Tämä taas toisi eteen suuret kustannukset joten kyseisestä ideasta luovuttiin.

Imukaukalo on siis tekijän mielestä paras vaihtoehto pölyn imemiseksi monesta eri suunnasta ja sen leviämisen minimoiminen lattiatasolle.

5.4.6 Putkien telineen imuyksikkö

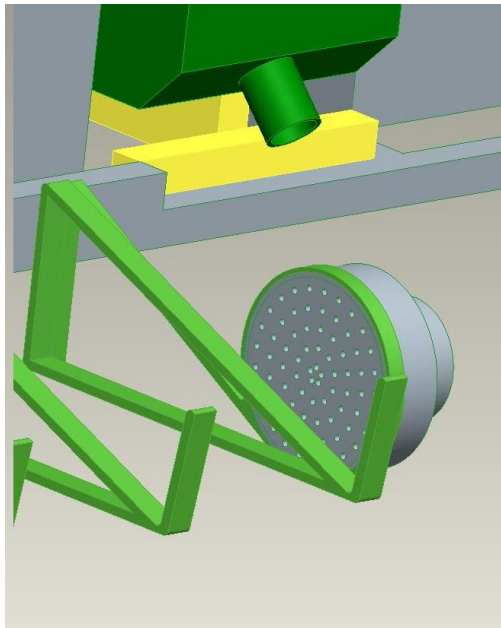
Sahauksen jälkeen linjalta tulevat putket putoavat kallistuvan kourun avulla telineisiin (Kuva 15), jonka jälkeen putket tarkistetaan ja pakataan asiakkaalle lähtevään pakkaukseen. Telineiden yhteyteen on suunniteltu imuyksikkö joka mahdollistaa putkien sisäpuolelle sahauksen yhteydessä imeytyvän ja muodostuvan pölyn vähentämisen tai jopa kokonaan poistamisen.



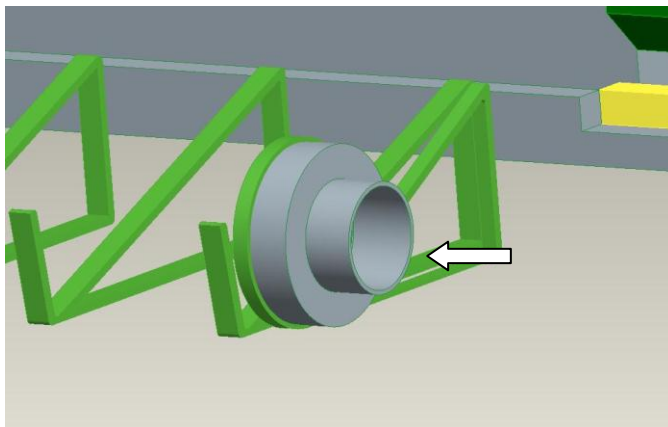
Kuva 15. Valmiiden putkien telineraudat

Kuvassa näkyville telineraudoille putket kasaantuvat sahauksen jälkeen pinoon josta ne koneenkäyttäjä manuaalisesti poistaa, tarkistaa ja pakkaa. Ongelmana on kuitenkin ollut putkien sisäpintaan jäävä pöly jota on tähän mennessä ollut hankala poistaa. Ratkaisuna voisi käyttää telineiden päähän tulevaa imuysikköä, joka koostuu kotelomaisesta rakenteesta ja reikälevystä, jonka kautta imu tapahtuu (Kuva 16). Yksikköön tulee suora kytkentä keskusimujärjestelmään paksulla ns. haitariletkulla (Kuva 17).

Imuysikön tehokas toiminta perustuu useamman putken yhtäaikaiseen puhdistukseen. Putket putoavat telinesiin päällekkäin jolloin monen putken yhtäaikainen pölyttömäksi imeminen on mahdollista. Imujärjestelmä toimii samalla periaatteella kuin sahan yhteydessä olevat imuysiköt eli se on automatisoitu käynnistämään imu samaan aikaan sahan terän kanssa.



Kuva 16. Telineiden yhteyteen tuleva imuysikkö



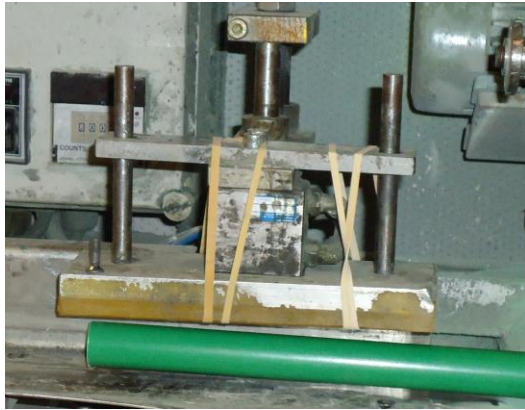
Kuva 17. Imuysikköön tulevan haitariletkun paikka

Ratkaisu on kaiken kaikkiaan toimiva mikäli imu saadaan tarpeeksi tehokkaaksi. Ainoa ongelma voi muodostua putkien pituuden suhteen. Yleisemmin ajettavat tuotteet ovat pituudeltaan 1-2 m pitkiä, mutta myös paljon pidempiä putkia ajetaan yleisesti. Yli 2 metrin pituus on siis ongelma putkien sisäisen pölynpoiston kannalta, koska niin tehokasta imutehoa on vaikea saavuttaa millään tavalla. Mutta kokonaisuutena pölynpoistoa saataisiin tällä keinolla ainakin yleisimmin valmistettujen putkien osalta parannettua.

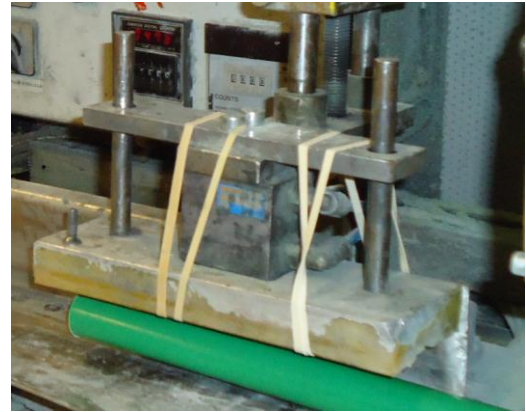
Yli 2 m pitkien putkien pituus koitui ongelmaksi myös toisessa ideassa mitä työn suorituksen aikana mietittiin. Putkien sahauspituuden määrittelyssä käytetään joissakin tuotannoissa ns. stopparia, joka kääntyy putken päätä vasten sahaushetkellä pitäen aihion paikallaan sopivassa sahauspituudessa. Stopparin yhteyteen pohdittiin paineilmapuhallusta, joka puhaltaisi sahan käynnistyessä ilmaa putken sisälle poistaen putken sisälle sahaushetkellä muodostuvan ja sinne jäävän pölyn. Kuitenkin ongelmaksi muodostui se, että paineilmalla puhaltamalla pöly voisi levitä myös sahan etuosaan putkiahion sisälle ja jopa muodon antavaan tuurnaon ja muottiin saakka riippuen tietysti puhallusvoimakkuudesta.

5.4.7 Kartiomaiset tartuntatarraimet

Suunnittelussa putkilinjan sahauspuoruuden ja mittatarkkuuden osalta keskityttiin sahan yhteydessä oleviin tartuntatarrainten ominaisuuksien parantamiseen. Nykyisin käytössä olevat tartuntatarraimet ovat vanhoja ja kuluneita, sekä mekaanisesti huonosti toimivia niin sahan jälkeinen tarrain (Kuvat 18 ja 19) kuin myös sahaa ennen oleva tarrain (Kuva 20). Tartuntatarrainten parantamisessa pyrittiin juurikin sahausmittatarkkuuden parantamiseen. Tarrainten materiaali ja mitat pysyvät ennallaan mutta tarrainten muoto on tarkoitus muuttaa. Myös tarrainten mekaaninen toiminta pysyy ennallaan.



Kuva 18. Sahan jälkeinen vanha tarrain

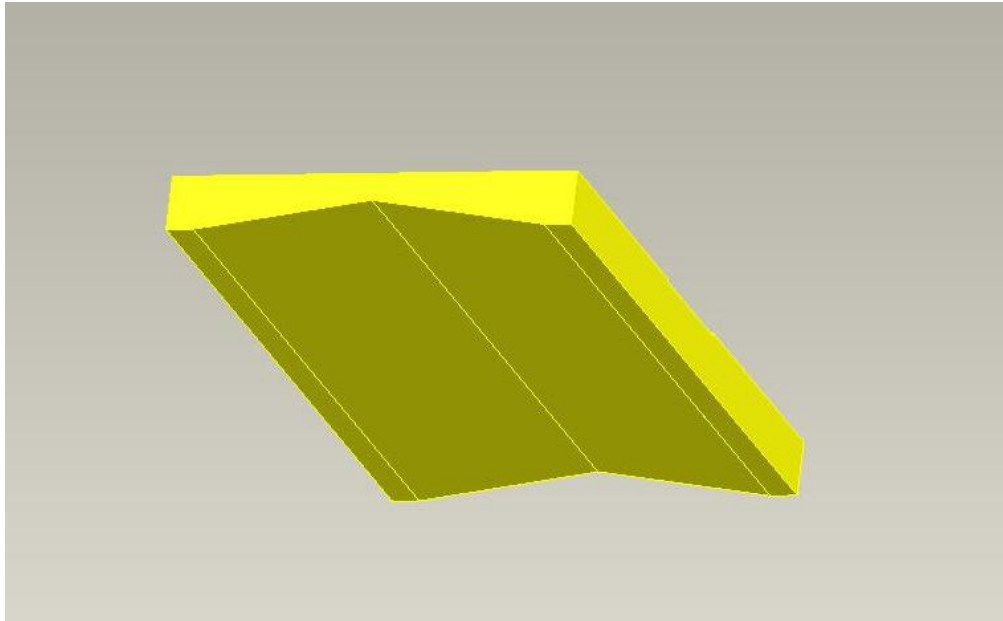


Kuva 19. Sahan jälkeinen tarrain sivusta



Kuva 20. Sahausta ennen oleva tarrain

Kuvista on tulkittavissa tarrainten kuluminen ja pitkä käyttöikä. Ratkaisuna on esittää tarraimiin uudenmallinen tartuntapinta (Kuva 21). Suunniteltu kartiomainen tartuntapinta estää putkea liikkumasta sahauksen aikana sivusuuntaisesti ja takaa myös pystysuoruuden. Näin ollen sahausjäljestä saadaan mahdollisimman suora. Kartiomainen tartuntapinta on myös käypä eri halkaisijaltaan oleville tuotteille. Uuden suunnittelun on tarkoitus korvata edellisissä kuvissa nähdyt kellertävät tarraimen osat. Tarraimien osalta harkinnassa oli myös jokaiselle putkelle erikseen mitoitettut tarrainosat. Eli, jokaisen putken halkaisijaa vastaavat ylä –ja alaosa jotka vaihdettaisiin tuotteen vaihtumisen yhteydessä. Vastakappaleet puristaisivat putken symmetrisesti väliinsä jolloin putken liikkuminen sahaushetkellä olisi käytännössä mahdotonta. Kuitenkin kyseinen keino toisi suuret kustannukset, koska tarrainlevyjä täytyisi valmistaa suuri määrä, sekä niiden vaihtamiseen työn ohessa kuluva aika, joka hidastaisi itse tuotteiden valmistusprosessia.



Kuva 21. Uuden mallinen kartiomainen tarrainpinta

6 POHDINTA

Tämän insinööriyön tarkoituksena oli siis kehitellä ja pohtia menetelmiä ja ideoita joilla pultruusiolinjan sahausyksikön toimintaa voitaisiin tehostaa pölynpoiston parantamisen ja sahauksen mittatarkkuuden osalta. Tarkoituksena oli ottaa valokuvia kyseisistä käytössä olevista ratkaisuista ja miettiä niiden pohjalta mitä parannettavaa on ja sen pohjalta mallintaa 3D-ohjelmistolla mahdollisesti toimivia ratkaisuja pölynpoiston tehostamiseksi ja mittatarkkuuden parantamiseksi. 3D-suunnittelu valokuvien pohjalta soveltui käytännössä parhaaksi mahdolliseksi tavaksi suunnitella tarvittavia uudistuksia. 3D-kuvista on hyvin nähtävissä perusidea kokonaisuutena tarvittavien parannusehdotuksien osalta.

Aikaisempaa suunnittelukokemusta tämän tyyppisestä, näin laajasta suunnittelusta tekijällä ei ollut joka teki työstä erityisen haastavan. Tekijän kokemus myös 3D-suunnitteluohjelmistojen käytöstä oli suhteellisen suppea joka myös vaikutti osaltaan työn aikaansaannoksiin. Myös työssä kohteena olevan sahausyksikön alkuperäisten piirustusten puuttuminen hankaloitti suunnittelua todella paljon. Vaikkakin suunnittelun päämääränä ei ollutkaan

saada aikaan syventävää mittatarkkaa suunnitelmaa, silti työ olisi voinut olla monin verroin parempi, mikäli alkuperäiset piirustukset ja suunnittelu olisi ollut jollain tavalla paperiversiona nähtävissä. Myöskin työhön alunperin suunniteltu kustannuslaskelma jäi toteuttamatta työn muutenkin laajan aiheen vuoksi. Kyse oli kuitenkin pääasiassa periaatteellisesta mekaanisesta suunnittelusta josta käy ilmi mahdolliset toimivat uudistukset. Tekijän näkökanta on, että kustannuslaskelmaa tarvitaan vasta perusteellisen suunnittelun jälkeen, mikäli ideoita on tarkoitus jossain vaiheessa käytännössä toteuttaa.

Kaiken kaikkiaan työ oli tekijälleen opettavainen joskin se perustui pääasiassa tekijän omaan tietämykseen ja visuaalisiin kokemuksiin. Työssä epäonnistuneimpana asiana tekijä pitää aikataulun suunnittelun pettämistä. Työ vei tekijältään huomattavasti enemmän aikaa kun oli alunperin suunniteltu. Tekijän puutteellinen taito ProEngineer-ohjelmiston suhteen aiheutti aikataulun venymistä kaikkein eniten. Kuitenkin työ myös opetti mallintamisesta ja suunnittelusta tekijälleen paljon.

Kokonaisuutena työn tekemiseen voi olla tyytyväinen pitkäksi venyneestä aikataulusta huolimatta. Sisältö olisi voinut olla vielä hieman laajempi, mutta uskon että työstä kuitenkin on saatavilla käyttökelpoisia ideoita pienillä investoinneilla todellisen käytön tarpeisiin tulevaisuudessa.

LÄHTEET

1. Exel Composites, 2010 <http://www.exelcomposites.com/>
2. Exel Composites, 2010
<http://www.exelcomposites.com/English/Investor/fi/Yritystieto/Teknologiat/tabid/8646/language/en-US/Default.aspx>
3. Keski-Pohjanmaan ammattikorkeakoulu
http://ylivieska.cop.fi/sjkkurssit/Koneensuunnittelu/sis%C3%A4lt%C3%B6/systemaattinen/systemaattinen_suunnittelumetodi_kok.htm (25.5.2012)
4. Esko Valtanen 2008, Tekniikan taulukkokirja 16.painos s. 962 – 996.
5. Projecta 2012,
<http://www.projecta.fi/Webroot/1004628/News.aspx?id=1006090&newsitem=366>