



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vesa Esko

SYLINTERIMODUULIN
NOSTOAPUVÄLINEEN SUUNNITTELU

Wärtsilä Oyj Abp

Tekniikka ja liikenne
2015

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Vesa Esko
Opinnäytetyön nimi	Sylinterimoduulin nostoapuvälineen suunnittelu
Vuosi	2015
Kieli	Suomi
Sivumäärä	26
Ohjaaja	Timo Gröndahl

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilä Oyj Abp:n Tools&Device design-osastolle.

Opinnäytetyön tarve tuli esille kun huomattiin, että edellinen työkalu ei toiminut halutulla tavalla, ja uusi työkalu tarvitaan ennen seuraavan moottorin valmistamisen aloitusta.

Työn tarkoituksena oli suunnitella uusi, vanhaan työkaluun nähden eri mekanismilla toimiva nostoapuväline.

Työssä perehdyttiin myös nostoapuvälineiden vaatimiin standardeihin, sekä dokumentointiin.

Lopputuloksena oli tarvittavat 3D-mallit, piirustukset sekä dokumentoinnit työkalun tilaamista varten.

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
Kone- ja tuotantotekniikka

ABSTRACT

Author	Vesa Esko
Title	Design of Lifting Accessories for the Cylinder Module
Year	2015
Language	Finnish
Pages	26
Name of Supervisor	Timo Gröndahl

This thesis was made for Wärtsilä Oyj Abp:s Tools&Device design department.

The need for this thesis was revealed, when it was noticed that tool what was used before, did not work as desired, and a new tool was needed before building the new engine.

The purpose of this thesis was to design a new, better tool, which is working with a different mechanism than the old tool.

Work also focused on lifting devices standards, and documentation.

The result of this thesis was necessary plans, and calculations for lifting accessory ordering.

A new tool will be ordered during autumn 2015.

Keywords cylinder module, lifting accessory, Tools&Device design

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	5
2 WÄRTSILÄ OYJ ABP	6
2.1 Wärtsilä Oyj Abp yleisesti	6
2.2 Tools&Device Design	6
3 NOSTOAPUVÄLINE.....	7
3.1 Rakenne.....	7
3.2 CE-merkintä.....	8
3.2.1 Ey-vaatimustenmukaisuusvakuutus.....	8
3.2.2 Konedirektiivi.....	8
3.3 Varmuuskerroin	8
3.4 Tiedot ja merkinnät	9
3.5 Ohjeet	9
3.6 Käyttö ja tarkoitus	9
3.7 Hankinta.....	10
4 SUUNNITTELU.....	11
4.1 3D-mallinnus yleisesti	11
4.2 Suunnitteluohjelmisto.....	11
4.2.1 Siemens NX8.5.....	11
4.2.2 Teamcenter 9	11
4.3 Esitutkimus	12
4.4 Konseptisuunnittelu.....	13
4.4.1 Asiakastarpeiden tunnistaminen.....	13
4.4.2 Vaatimuslista	13
4.4.3 Luonnosten ideointi	14
4.4.4 Luonnosten arviointi	16
4.4.5 Ratkaisun valinta	17
4.5 Kehittely	18
4.5.1 Systemisuunnittelu	18

4.5.2	Tuotearkkitehtuuri	19
4.5.3	Kehittely	20
4.5.4	Materiaalin valinta	20
4.6	Detaljisuunnittelu	23
4.6.1	Yksityiskohtien viimeistely	23
4.6.2	Piirustukset	23
4.6.3	Kokoonpanopiirustukset	23
4.6.4	Muut tuotedokumentit.....	23
4.6.5	Piirustusten ja dokumenttien tarkistus	24
5	YHTEENVETO.....	25
	LÄHTEET	26
	LIITTEET	

KUVALUETTELO

Kuva 1. Esimerkki Satateräksen valmistamasta nostoapuvälineestä.....	7
Kuva 2. Vanha nostoapuväline.....	12
Kuva 3. Vanha nostoapuväline.....	12
Kuva 4. Nostoapuvälineen tarttujan luonnostelua.....	14
Kuva 5. Kääntökehän sovittamista tarttujaan.....	15
Kuva 6. Nostoapuvälineen rungon luonnostelua.....	15
Kuva 7. Kotelomainen rakenne.....	16
Kuva 8. Kuva AC sähkömoottoriratkaisusta.....	17
Kuva 9. Nostoapuvälineen toimintaa havainnollistava kuva.....	18
Kuva 10. Hitsattu runkokokoonpano.....	19
Kuva 11. Kääntökehä moottoreineen.....	19
Kuva 12. Tarttuja.....	20
Kuva 13. FEM-tarkastelua varten mallinnettu kokoonpano.....	21
Kuva 14. FEM-tarkastelua varten elementteihin jaettu kappale.....	21
Kuva 15. Jännityksien FEM-tarkastelua.....	22
Kuva 16. Fyysisen siirtymän FEM-tarkastelua.....	22
Kuva 17. Kuva valmiista suunnitelmasta.....	25

LIITELUETTELO

Liitteitä ei julkaista salassapitovelvollisuuden vuoksi.

1 JOHDANTO

Työssä tutkittiin mahdollisuuksia diesel- ja kaasumoottorin sylinterimoduulin asentamiseen ja nostamiseen paikoilleen.

Kyseiseen tarkoitukseen on ennestään kehitetty työkalu, joka on osoittautunut epäkäytännölliseksi. Tällä hetkellä käytössä olevassa työkalussa ei ole tarpeellisia säätöjä, mikä aiheuttaa ongelmia asennustilanteessa.

Työn tarkoituksena oli selvittää mahdolliset tuotannossa esiintyvät nostoapuvälineestä johtuvat ongelmat, ja suunnitella uusi paremmin tarkoitustaan vastaava nostoapuväline.

2 WÄRTSILÄ OYJ ABP

2.1 Wärtsilä Oyj Abp yleisesti

Wärtsilä Oyj Abp on suomalainen pörssiyhtiö, joka toimittaa pääasiassa laivamoottoreita, sekä kaasu-, öljy ja monipolttoainemoottorivoimalaitoksia. Wärtsilällä on aikaisemmin ollut myös paperikone-, lukko-, keramiikka-, telakka ja lasiteollisuutta. /1/

Wärtsilän liikevaihto oli vuonna 2014 4 779 miljoonaa euroa. Wärtsilä työllistää maailmanlaajuisesti noin 17 700 työntekijää. /2/

2.2 Tools&Device Design

Tools&Device Design-osasto sijaitsee Wärtsilän Vaasan kaupungin tehtaalla.

Osaston työnkuvana on suunnitella tarvittavat työkalut ja laitteet, mitä tarvitaan tuotannossa.

Osastolla työskentelee 7 työntekijää, joista 6 suunnittelussa, ja yksi työnjohdossa.

Osasto käyttää tarpeen mukaan myös alihankkijoita suunnittelun tukena ja ruuhkahuippujen tasaamisessa.

3 NOSTOAPUVÄLINE

3.1 Rakenne

Nostoapuvälineellä tarkoitetaan laitetta tai komponenttia, jonka avulla nostettavaan kuormaan voidaan tarttua. Nostoapuväline sijaitsee nostettavan taakan ja nostolaitteen välissä, ja se ei ole nostolaitteen kiinteä osa (**Kuva 1.**) Uusien nostoapuvälineiden rakennetta koskevat vaatimukset on esitetty koneasetuksessa. Koneasetus vaatii, että nostoapuvälineen valmistajan, Euroopan talousalueelle sijoittautuneen edustajan, tai sen, joka kokoaa nostoapuvälineen valmiista komponenteista, on laadittava nostoapuvälineestä vaatimustenmukaisuusvakuutus, ja kiinnitettävä siihen CE-merkintä. /4/



Kuva 1. Esimerkki Satateräksen valmistamasta nostoapuvälineestä. /3/

3.2 CE-merkintä

”CE-merkintä on valmistajan vakuutus siitä, että se täyttää sitä koskevien direktiivien vaatimukset. Merkintä ei ole vapaaehtoinen, vaan se on oltava tuotteissa, jos tuotetta koskeva direktiivi niin vaatii. Muita tuotteita ei saa varustaa CE-merkinnällä. Runsaat 20 direktiiviä edellyttää CE-merkintää. CE-merkintä on oltava mm. koneissa, sähkölaitteissa, leluissa, henkilönsuojaimissa ja painelaitteissa”. /4/

3.2.1 Ey-vaatimustenmukaisuusvakuutus

Laatimalla Ey-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen, valmistaja ottaa vastuun siitä, että laite on sovellettavien vaatimusten mukainen. /4/

3.2.2 Konedirektiivi

Konedirektiivi on laadittu EU:n koneturvallisuuden säännösten yhtenäistämiseksi.

Konedirektiivin tarkoitus on mm. poistaa kaupan esteitä, joita on enemmän aiheutunut eri puolilta maailmaa tulevien laitteiden ja koneiden vuoksi, jolloin ei ole ollut yhtenäistä direktiiviä, minkä mukaan laite on valmistettu.

Suomessa konedirektiivi on astunut voimaan 1994, jolloin Suomi liittyi Euroopan unioniin. /4/

3.3 Varmuuskerroin

Nostoapuvälineellä on tietty varmuuskerroin joka takaa, ettei yllättävissä tilanteissa jouduta välittömään vaaratilanteeseen. Varmuuskertoimella kompensoidaan mm. kulumista, vanhenemisen aiheuttamaa heikentymistä, virheellisen käytön aiheuttamaa rasitusta, sekä taakan virheellistä arviointia laskennassa.

Wärtsilän käytännön mukaan lujuuslaskut lasketaan 3 kertaisella varmuudella murtorajaan verrattuna siten, että jos jokin osista pettää, koko taakka ei saa pudota alas. Myös nostoapuvälineen WWL (working load limit) lasketaan yläkanttiin,

jolloin ei jouduta heti revisioimaan piirustuksia ja laskemaan uudestaan lujuuslaskuja, jos nostettavan kappaleen painoon tulee jostain syystä pieniä muutoksia WLL:n puitteissa. /4/

3.4 Tiedot ja merkinnät

Jokaisessa yksittäisessä nostoketjussa, nostoköydessä tai nostovyössä, joka ei ole kokoonpanon osa, on oltava merkintä, tai jos se ei ole mahdollista, laatta tai kiinteä rengas, josta käyvät ilmi valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan yhteystiedot, sekä asiaa koskevan todistuksen numero.

Edellä mainitusta todistuksesta on käytävä ilmi ainakin seuraavat tiedot:

- Valmistajan ja tarvittaessa tämän valtuutetun edustajan nimi ja osoite
 - Ketjun tai köyden kuvaus, josta käy ilmi nimelliskoko, rakenne, valmistusmateriaali, ja mikä tahansa materiaalille tehty metallurginen erikoiskäsittely.
 - Käytetty testausmenetelmä.
 - Ketjun tai köyden suurin sallittu kuormitus.
- /5/

3.5 Ohjeet

Jokaisen nostoapuvälineen mukana on oltava ohje, jossa on ainakin tiedot valmistajasta, kuvaus nostoapuvälineestä, käyttötarkoitus, kokoonpano-, käyttö- ja huolto-ohjeet, käyttörajoitukset, sekä käytetty staattisen testin kerroin. /5/

3.6 Käyttö ja tarkoitus

Nostoapuvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta on säädetty valtioneuvoston asetus 403/2008. Käyttöasetus edellyttää, että kaikki nostoon käytettävät laitteet ja välineet pidetään säännöllisellä kunnossapidolla turvallisena koko niiden käyttöiän ajan. /5/

3.7 Hankinta

Hankittavien välineiden on oltava valmistusta koskevien säädösten mukaisia, ja käyttötarkoitukseensa soveltuvia. Nostoapuvälineen toimittajalta on saatava suomenkieliset, ja tarvittaessa ruotsinkieliset käyttö- ja kunnossapito-ohjeet. /5/

4 SUUNNITTELU

4.1 3D-mallinnus yleisesti

3D-mallinnus on tietokoneavusteista tuotteen suunnittelua 3D-ympäristössä. 3D-mallinnus antaa paremmat edellytykset tuotteen suunnitteluun, simulointiin ja tarkasteluun verrattuna ennen käytössä olleisiin 2D-suunnittelu ohjelmiin. Tuotteen toiminta on asiaan perehtymättömällekin helppo ymmärtää 3D-mallista, koska tuote vastaa ulkonäöllisesti valmista tuotetta. Näin ollen tuotteiden kehittäminen ja suunnittelu on helppo toteuttaa työn tilaajan kanssa.

4.2 Suunnitteluohjelmisto

4.2.1 Siemens NX8.5

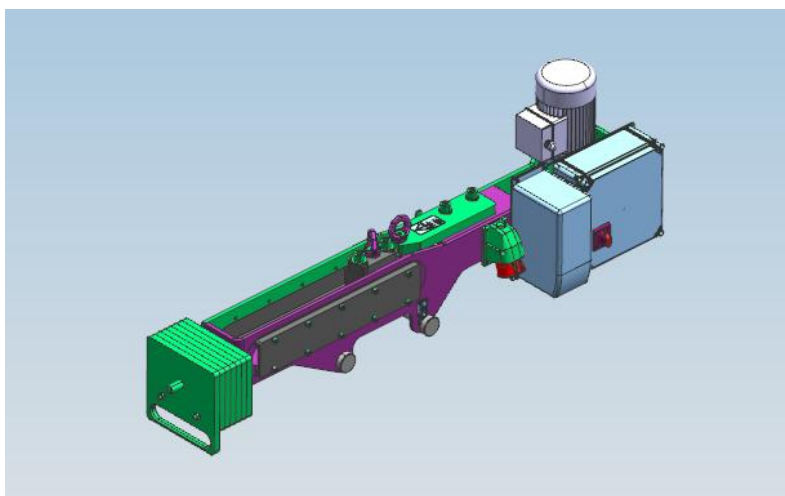
Siemens NX8.5 on parametrinen 3D-suunnitteluohjelmisto, joka toimii saumattomasti yhteen Teamcenterin kanssa.

4.2.2 Teamcenter 9

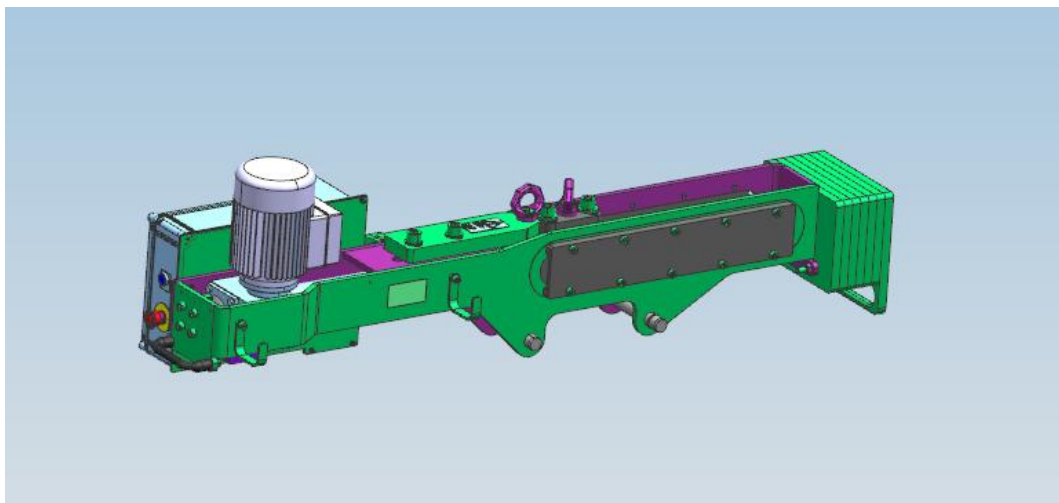
Teamcenter on tuote- ja suunnittelutiedon hallintajärjestelmä, jolla hallitaan kaikki syntyvä tuotetieto tuotekehityksen aikaisesta informaatiosta työkulkuun sekä tarkastus- ja hyväksymisvaiheisiin. Ohjelmiston ominaisuuksiin kuuluvat muun muassa nimikkeiden, tuoterakenteen, yksilörakenteiden, työnkulun, muutosten ja dokumenttien hallinta. /6/

4.3 Esitutkimus

Työssä tutkittiin vanhoja nostoapuvälineitä, niiden säätömahdollisuuksia, ja käyttäjien kokemuksia. Vanhasta nostoapuvälineestä selvisi, että sen käyttö ei ollut tarpeeksi helppoa, ja se ei ollut tarpeeksi hyvin säädettävissä. Kuvista huomaa, että vanha nostoapuväline on vaikeakäyttöinen pituutensa vuoksi. Parempi säädeltävyys tarkoittaisi nostoapuvälineen pituuden ja leveyden lisäämistä, jolloin työkalun käyttö hankaloituisi entisestään (**Kuva 2&3.**)



Kuva 2. Vanha nostoapuväline.



Kuva 3. Vanha nostoapuväline.

4.4 Konseptisuunnittelu

4.4.1 Asiakastarpeiden tunnistaminen

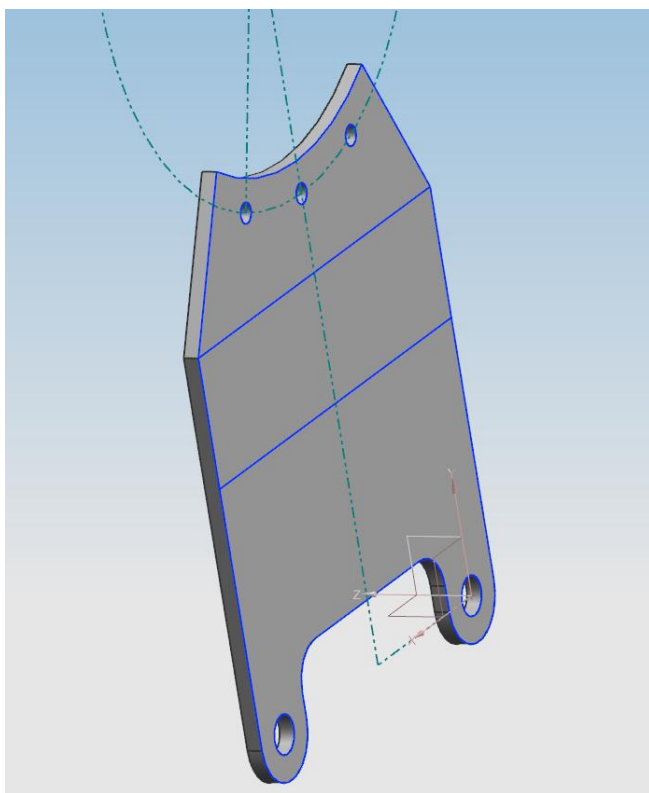
Työ aloitettiin pitämällä johtoryhmän kanssa palaveri, jossa käytiin läpi tarvittavan nostoapuvälineen vaatimukset. Myös kokoonpanolinjan työntekijöiltä kyseltiin kokemuksia, toiveita ja parannusehdotuksia verrattuna vastaaviin työkaluihin.

4.4.2 Vaatimuslista

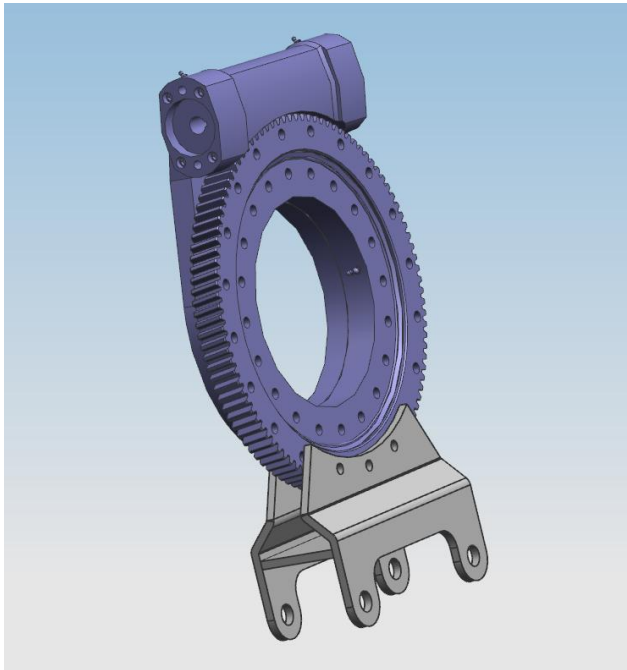
- Nostoapuväline ei saa olla liian korkea, jotta hallin nostureissa riittää nostokorkeus sylinterimoduulin asentamista varten.
- Nostoapuväline ei saa painaa liikaa, koska ylimääräinen paino vaikeuttaa nostoapuvälineen ja sylinterimoduulin käsittelyä. Ylärajaksi nostoapuvälineen painolle asetettiin 400 kg.
- Tuotteen pitää täyttää kaikki nostoapuvälineelle asetetut standardit.
- Samaa nostoapuvälinettä on pystyttävä käyttämään sekä rivi- että v-moottorin sylinterimoduulin asennukseen. Tämä tarkoittaa, että taakan on kierryttävä vähintään 30 astetta mahdollisien valmistuksesta aiheutuvien virheiden kompensoimiseksi.
- Nostoapuvälineessä on oltava painopistesäädöt sekä sivuttais- että pitkittäissuunnassa niin, että painavan sylinterimoduulin asentaminen paikoilleen onnistuu ilman ylimääräistä asettelua.
- Nostoapuvälineen säätöjä on pystyttävä käyttämään samalla, kun käyttäjä ohjaa kattoon asennettua siltanosturia.

4.4.3 Luonnosten ideointi

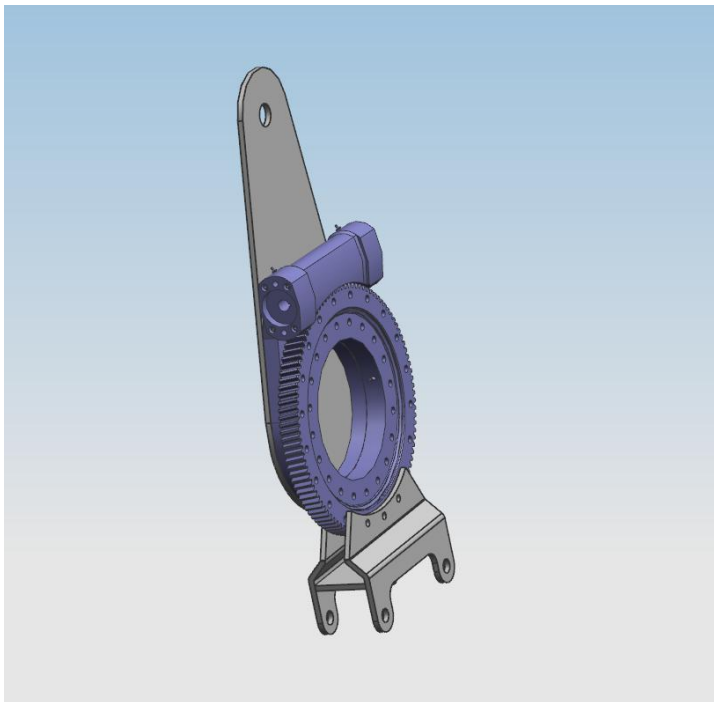
Luonnoksia lähdettiin ideoimaan vanhan työkalun perusteella, sekä johtoportaalta tulleiden ideoiden perusteella. Joissain osissa pystyttiin käyttämään jo olemassa olevia toiminnallisia piirteitä (**Kuva 4.**) Kääntökehää pystyi myös luonnostelemaan karkeasti jo alkuvaiheissa komponenttikirjastosta ladatun mallin avulla (**Kuva 5.**) Kääntökehän avulla oli helppoa ryhtyä suunnittelemaan varsinaista runkoa, joka on kriittinen komponentti nostoapuvälineen keston kannalta (**Kuva 6.**)



Kuva 4. Nostoapuvälineen tarttujan luonnostelua.



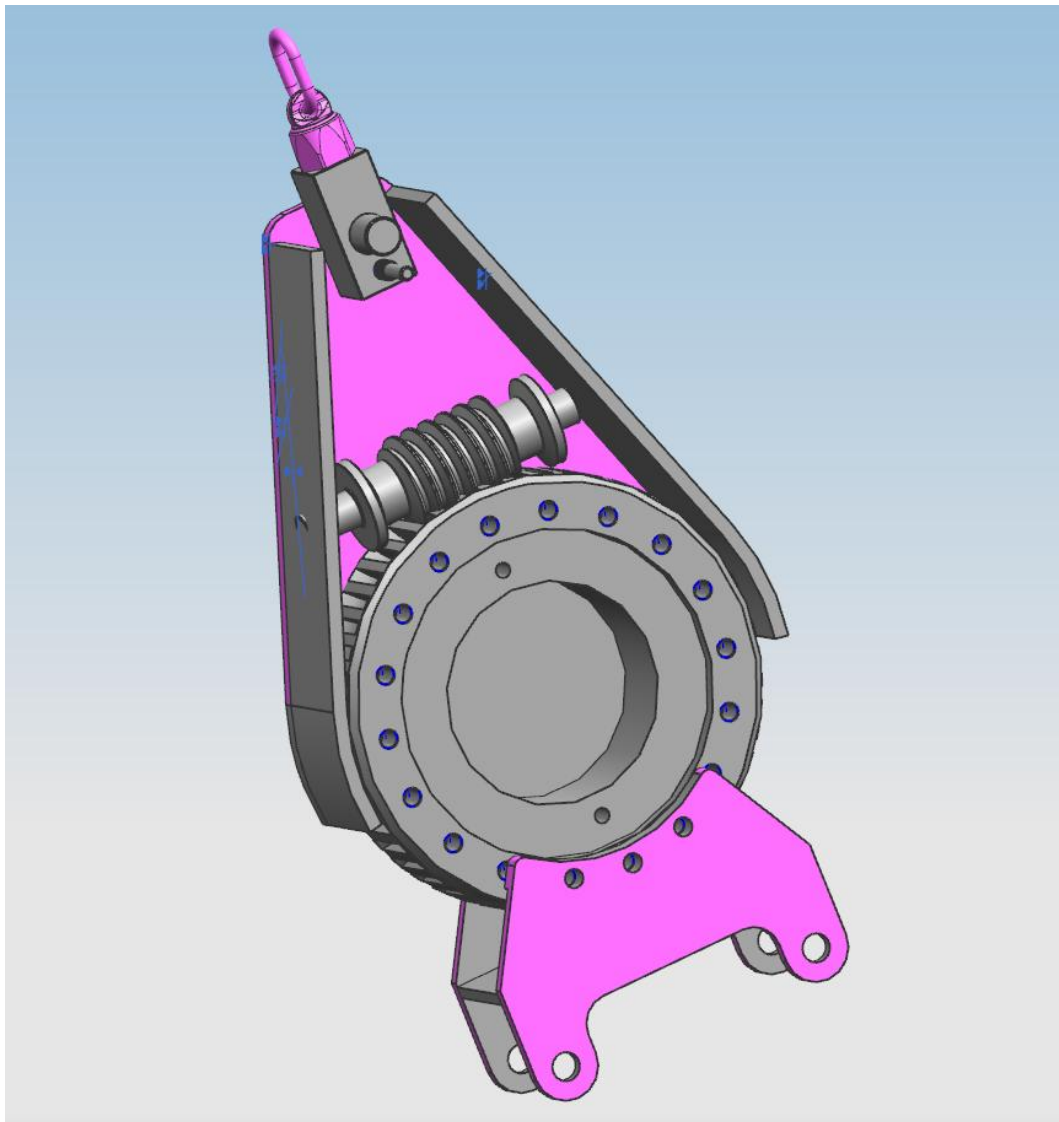
Kuva 5. Kääntökehän sovittamista tarttujaan.



Kuva 6. Nostoapuvälineen rungon luonnostelua.

4.4.4 Luonnosten arviointi

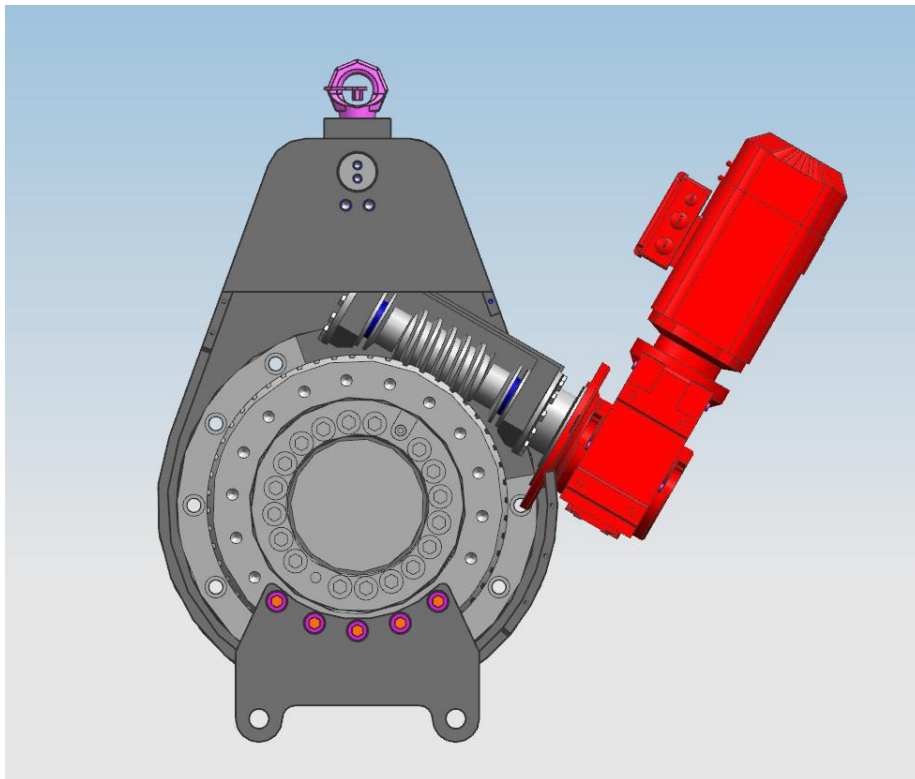
Luonnosten arvioinnissa päädyttiin nopeasti kääntökehätyyliseen kotelomaiseen ratkaisuun, koska levystä taivutettu yksipuolinen rakenne ei olisi ollut lujuusominaisuuksiensa vuoksi kannattava ratkaisu (**Kuva 7.**)



Kuva 7. Kotelomainen rakenne.

4.4.5 Ratkaisun valinta

Ratkaisuksi valittiin kääntökehätyylinen kotelorunkoinen ratkaisu, koska muut konseptit eivät olleet tarpeeksi kompaktin kokoisia ja helppokäyttöisiä. Myös rakenteellisesti tarkasteltuna kotelotyylinen ratkaisu on hyvä, koska jännitykset on helppo kohdistaa pois keston kannalta kriittisiltä osilta. Myös turvallisuusseikkojen kannalta tämä ratkaisu oli paras, koska pyöriviin osiin ei pääse vahingossakaan käsiksi. Voimanlähteeksi valittiin servomoottori ja vaihteisto, koska tarpeeksi tehokas AC sähkömoottori kasvoi fyysisiltä mitoiltaan kannattamattoman kokoiseksi (**Kuva 8.**)

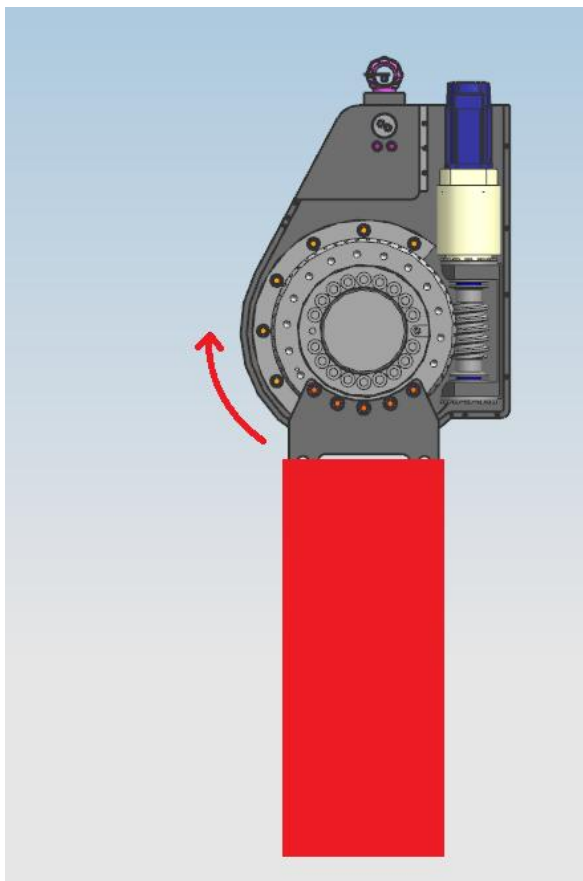


Kuva 8. Kuva AC sähkömoottoriratkaisusta.

4.5 Kehittely

4.5.1 Systemisuunnittelu

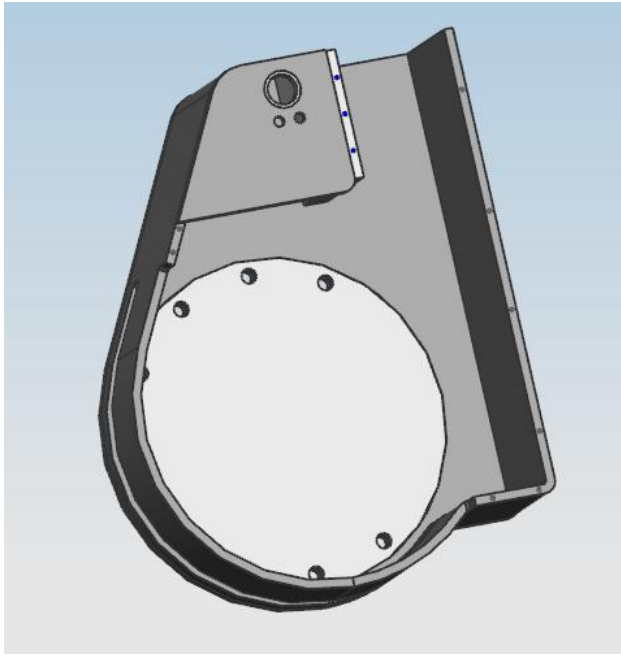
Nostoapuvälineen rakenne päätettiin toteuttaa hitsatulla levyrungolla. Kuvassa näkyvä servomoottori pyörittää kääntökehää, joka pyörittää tarttujaa johon taakka on kiinnitetty. Taakka kiinnitetään nostoapuvälineen tarttujaan kahdella tapilla, jotka lukitaan paikalleen sokalla. Sivuttaissuunnan painopistesäätö toteutetaan ruuvikäytöllä (**Kuva 9.**) Taakan kiertymisen on rajoitettu rajakytkimillä 30 asteeseen, jotta taakkaa kääntämällä ei pystytä vahingoittamaan nostoapuvälineen runkoa, tai muita kriittisiä komponentteja.



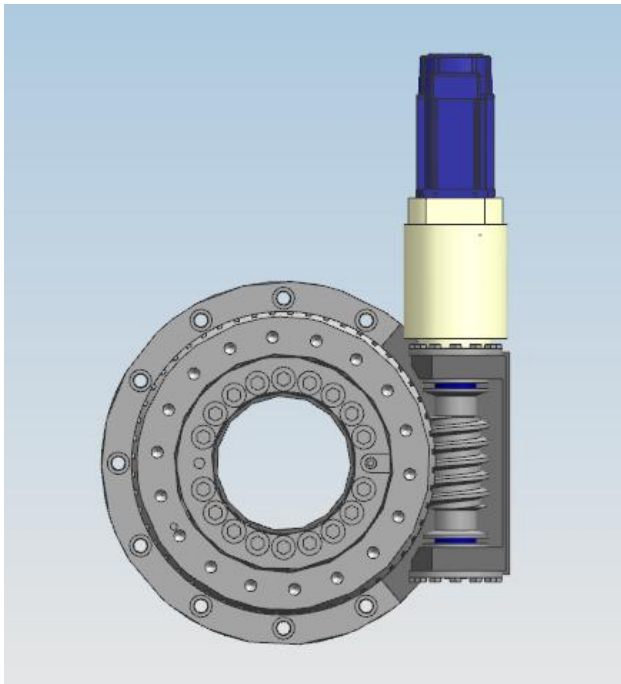
Kuva 9. Nostoapuvälineen toimintaa havainnollistava kuva.

4.5.2 Tuotearkkitehtuuri

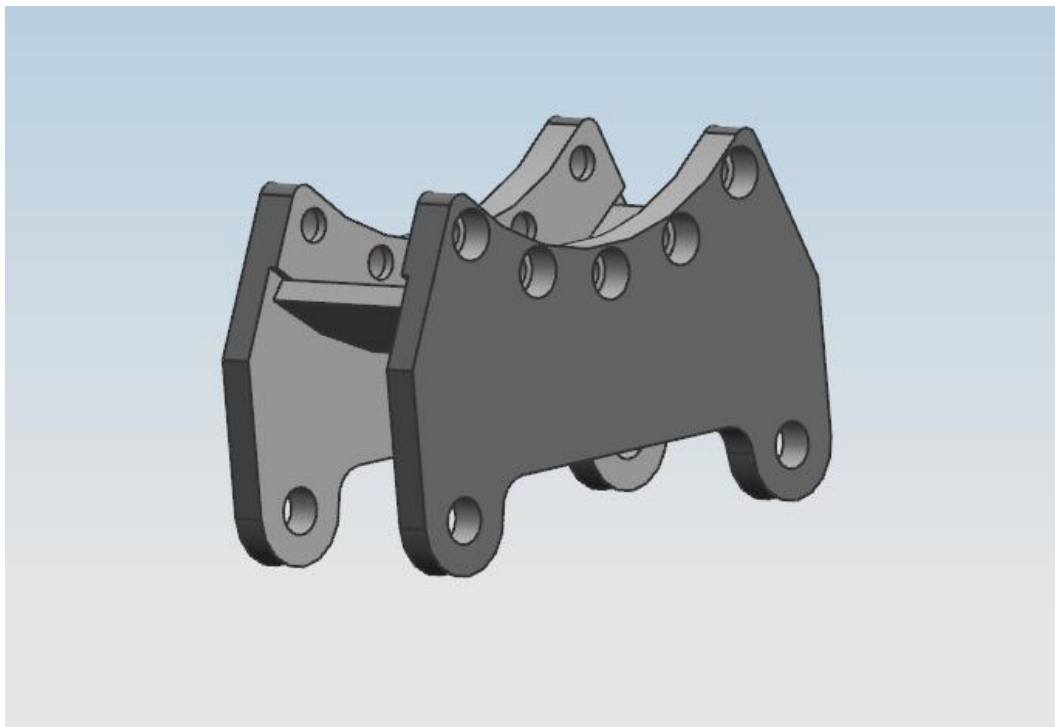
Tuotteessa on kolme pääkomponenttia: hitsattu runko alikokoonpano (**Kuva 10.**), kääntökehä moottoreineen (**Kuva 11.**) sekä tarttuja (**Kuva 12.**)



Kuva 10. Hitsattu runkokokoonpano.



Kuva 11. Kääntökehä moottoreineen.



Kuva 12. Tarttuja.

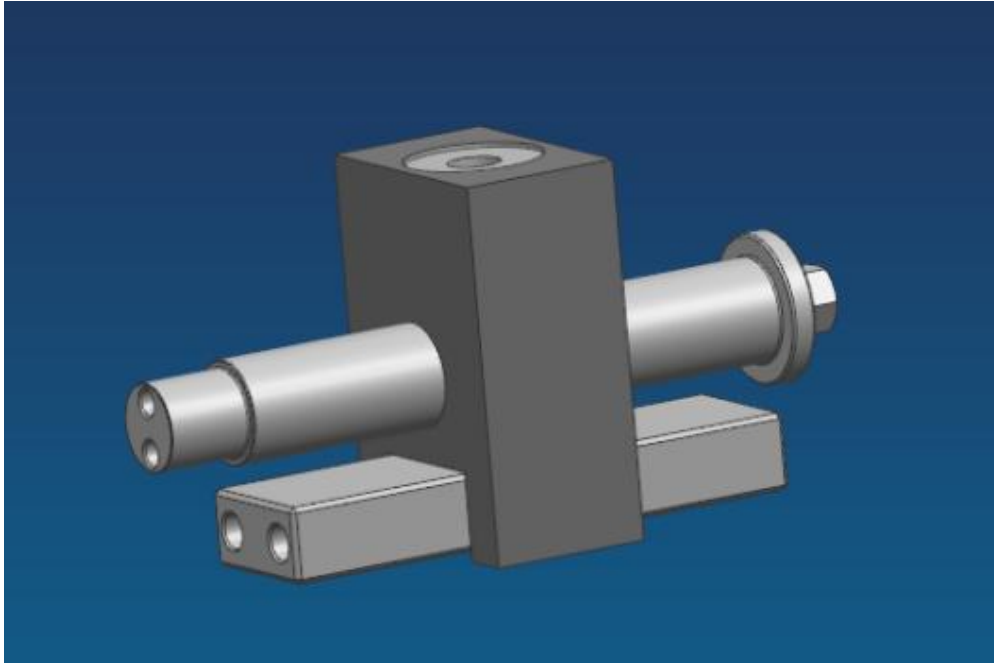
4.5.3 Kehittely

Tuotteen kallein yksittäinen osa on kääntökehä, joka joudutaan teettämään hammaspyöräkäyttöihin ja hammaspyörien koneistukseen erikoistuneella konepajalla. Kääntökehästä lähetettiin karkea malli .stp-tiedostona, jota muokattiin tarkoitukseensa sopivaksi. Tämän jälkeen kääntökehän malli lähetettiin sopivaksi muokattuna takaisin valmistajalle.

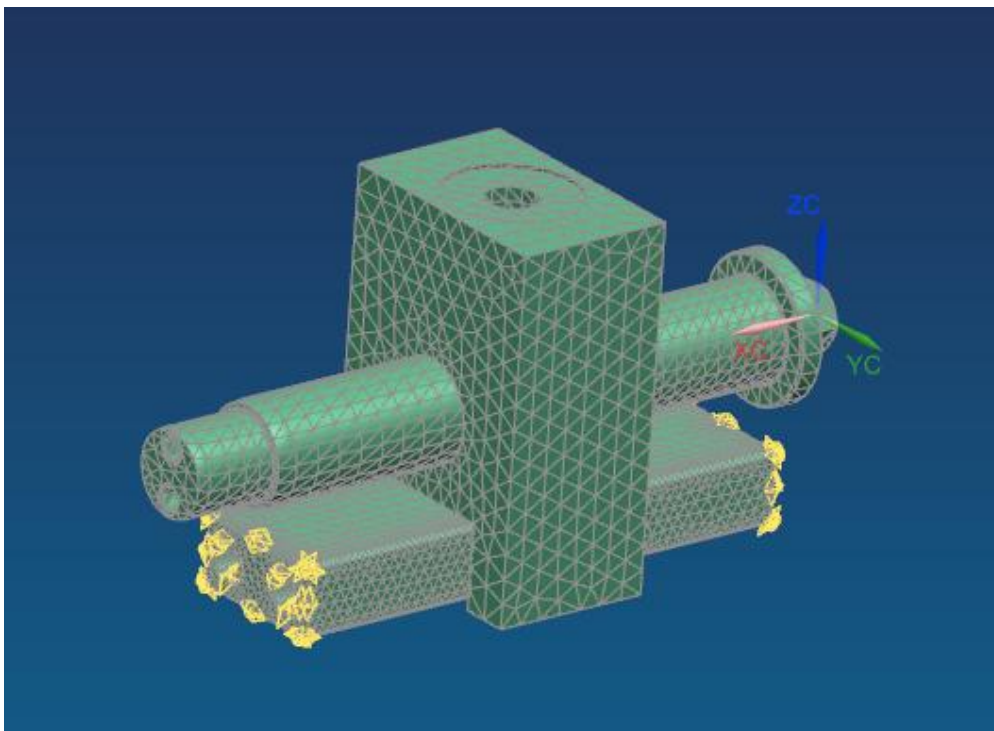
4.5.4 Materiaalin valinta

Tuotteen runko ja tarttuja valmistetaan S355-levystä sopivien valmistusominaisuuksiensa vuoksi. Kääntökehän kierukka valmistetaan 20NiCrMo5 teräksestä ja itse kääntölaakeri 42CrMo4-teräksestä. Kääntökehän materiaalivalinta on suoritettu toimittajan toimesta. Joitain kriittisiä osia tarkasteltiin karkeasti FEM-menetelmällä mm. materiaalin valinta varten (**Kuva 13.**) FEM-menetelmässä kappale jaetaan kolmion muotoisiin elementteihin (**Kuva14.**), joiden jännityksiä ja fyysistä siirtymää tarkkaillaan. 42CrMo4 materiaalin myötöraja on 800MPa, joten kuvasta (**Kuva 15.**) voidaan päätellä

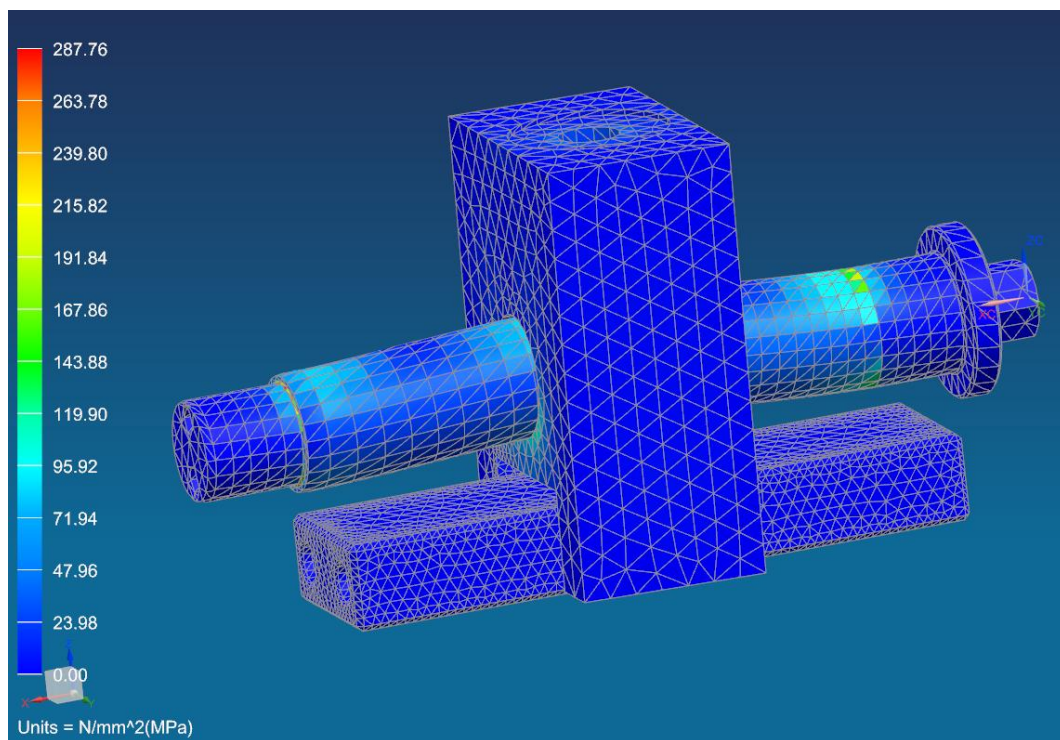
kappaleen kestävästi hyvin suoraa nostoa. Suurin fyysinen siirtymä kappaleessa oli 0.0978mm, joten tämäkin oli sallituissa rajoissa (**Kuva16.**)



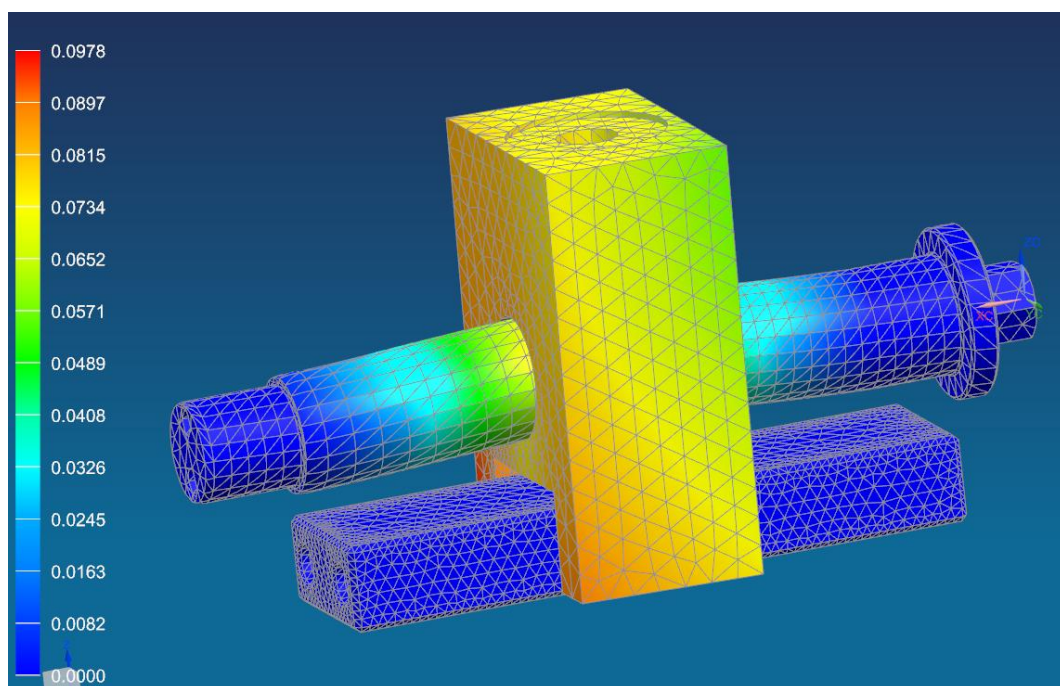
Kuva 13. FEM-tarkastelua varten mallinnettu kokoonpano.



Kuva 14. FEM-tarkastelua varten elementteihin jaettu kappale.



Kuva 15. Jännityksien FEM-tarkastelua



Kuva 16. Fyysisen siirtymän FEM-tarkastelua

4.6 Detaljisuunnittelu

4.6.1 Yksityiskohtien viimeistely

Suunnittelun muuten ollessa valmiina, jouduttiin vielä tekemään joitain muutoksia tuotteen designiin mm. turvallisuuseikkojen ja valmistettavuuden takia. Huomioonotettava seikka on esimerkiksi työkalun hyvä kotelointi, jotta kukaan ei pysty missään tapauksessa tartuttamaan vaatteitaan tai raajojaan liikkuviin osiin, mistä voi olla seurauksena vakavat vammat.

4.6.2 Piirustukset

Nostoapuvälineestä tehtiin valmistusta varten piirustukset. Piirustukset täytyi tehdä siten, että nostoapuvälineen valmistaja pystyy tekemään työkalun täysin vaatimusten mukaisesti, jolloin vältetään valmistusvirheiden aiheuttamilta vaaratilanteilta.

4.6.3 Kokoonpanopiirustukset

Nostoapuvälineestä tehtiin pääkokoonpanopiirustus, sekä yksi alikokoonpanopiirustus, joka toimitettiin hammaspyörävalmistajan toimesta.

Kokoonpanopiirustuksessa on osaluettelo, mistä valmistaja pystyy katsomaan, kuinka työkalu tullaan kokoamaan. Kokoonpanopiirustuksessa on myös osaluettelo, josta valmistaja näkee, mitä osia pitää valmistaa, ja mitä tilata.

Piirustusten ja kokoonpanopiirustusten tukena käytettiin Aimo Peren Koneenpiirustus 1&2 kirjaa. /7/

4.6.4 Muut tuotedokumentit

Muita dokumentteja nostoapuvälineestä ovat CE-merkintä, Ey:n vaatimustenmukaisuusvakuutus, riskianalyysi, lujoustarkastelut ja laskut, sekä käyttöohjeet.

4.6.5 Piirustusten ja dokumenttien tarkistus

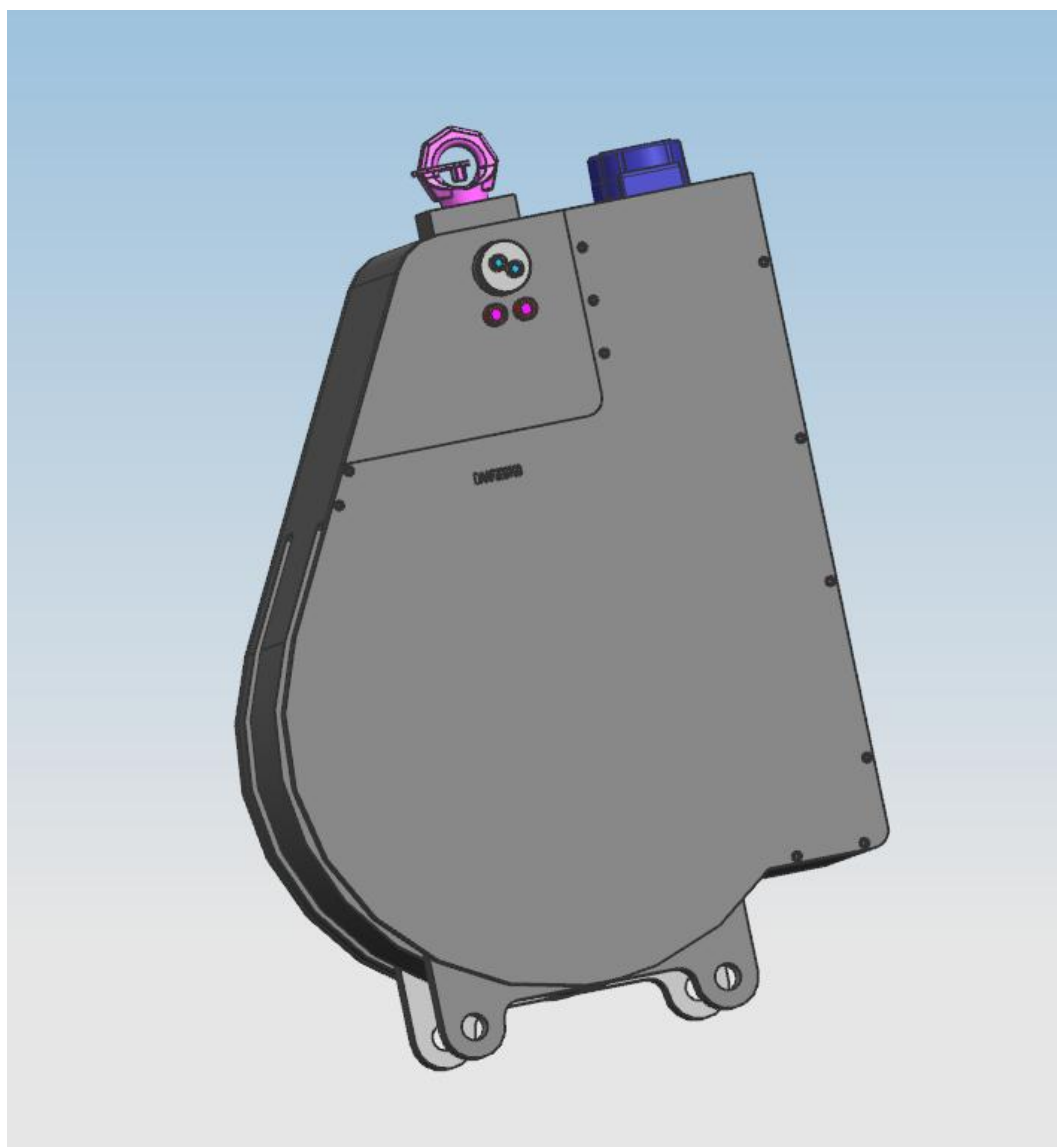
Piirustuksien tarkistamisen periaatteena on, että kun piirustukset ovat valmiina, ne annetaan toiselle suunnittelijalle tarkistettavaksi. Kun piirustukset on tarkistettu, ne annetaan hyväksyjälle, jonka jälkeen piirustukset ovat valmiina siirrettäväksi järjestelmään. Tällä menetelmällä minimoidaan inhimillisten virheiden määrä valmistuspiirustuksissa.

Lujuuslaskut, riskianalyysi, Ey:n vaatimustenmukaisuusvakuutus ja käyttöohjeet teetettiin alihankkijalla, jolloin tehtäväksi jäi vain niiden tarkastaminen sekä Wärtsilän omaan järjestelmään siirtäminen.

5 YHTEENVETO

Työn lopputuloksena saatiin kattavat 3D-mallit (**Kuva 13.**), valmistuspiirustukset, ja tuotedokumentit nostoapuvälineen tilaamiseksi.

Työ sujui joitain vastoinkäymisiä lukuunottamatta hyvin. Suurimmat ongelmat aiheutti ostokomponenttien mitoitus ja tilaaminen, koska kyselyihin vastaaminen kesti toimittajalta usein päiviä, tai jopa viikkoja. Myöskään kaikista komponenteista ei ollut 3D-malleja saatavilla, joka vaikeutti tiettyjen paikkojen mitoittamista.



Kuva 17. Kuva valmiista suunnitelmasta.

LÄHTEET

- /1/ Wärtsilä Oyj Abp. Historia. Viitattu 12.1.2015
<http://www.wartsila.com/fi/about/yhtio-johto/Historia>
- /2/ Wärtsilä Oyj Abp, Yhtiörakenne. Viitattu 12.1.2015
<http://www.wartsila.com/fi/about/yhtio-johto/yhtiorakenne>
- /3/ Satateräs Oy, galleria. Viitattu 18.3.2015
<http://www.satateras.fi/galleria/index.php?albumID=5&page=3>
- /4/Suomen standardisoimisliitto ry. CE-merkintä. Viitattu 16.1.2015
http://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/ce-merkinta
- /5/ Työsuojeluhallinto. Viitattu 16.1.2015
http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2011/tso_12.pdf
- /6/Siemens, products. Viitattu 20.1.2015
http://www.plm.automation.siemens.com/en_us/products/nx/index.shtml?stc=wwiia420155
- /7/ Pere, A. 2012. Koneenpiirustus 1&2. Espoo. Kirpe Oy