



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mikko Heikkilä

TYÖKALUSUUNNITTELU

Pumppukotelon haalaus

Tekniikka ja liikenne
2015

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Mikko Heikkilä
Opinnäytetyön nimi	Työkalusuunnittelu
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	33 + 5 liitettä
Ohjaaja	Hannu Hyvärinen

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilän Tutkimus- & Kehityskeskusten tuotesuunnitteluosastolle. Työn tarkoituksena oli suunnitella konsepti erikoistyökalusta uuden moottorityypin huoltamiseen. Uudelle moottorityypille ei ole vielä olemassa kaikkia tarvittavia erikoistyökaluja.

Työn alussa tutustuttiin direktiivien ja standardien muodossa työkaluja ja nostoapuvälineitä koskeviin määräyksiin. Samalla selvitettiin myös työkaluista tehtäviä dokumentteja. Lisäksi perehdyttiin FEM- laskennan perusteisiin, tukemaan suunnittelutyötä.

Työn lopputuloksena saatiin toimiva ja käytännöllinen konsepti työkalusta. Ulkoisesta laskennasta myöhemmin saatavien virallisten tulosten pohjalta voidaan työkalun rakenne viimeistellä lopulliseen muotoon.

ABSTRACT

Author	Mikko Heikkilä
Title	Tool design
Year	2015
Language	Finnish
Pages	33 + 5 Appendices
Name of Supervisor	Hannu Hyvärinen

This thesis was made for Research & Development Center product design unit of Wärtsilä. The objective of the thesis was to design concept for special tool for the new engine type to service. There are no required tools for the new engine, yet.

First information was searched from directives and standards concerning the regulations for the tools and the lifting accessory. At the same time it was found out what documents are needed to make to tools. The FEM calculation basics were also examined, to support the design work.

The thesis resulted in a functional and practical concept of the tool. On the basis of the official results later from external accounting later the construction of the tool can be finalized.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
2	WÄRTSILÄ	9
	2.1 Wärtsilän historia	9
	2.2 Wärtsilä Vaasassa	10
3	TUOTEKEHITYS	11
	3.1 Luonnostelu.....	11
	3.2 Ratkaisun valinta ja kehittäminen	11
4	TYÖKALUSUUNNITTELU	12
	4.1 3D-suunnittelu.....	12
	4.2 Turvallisuus.....	13
	4.2.1 CE-merkintä	13
	4.2.2 Direktiivit	13
	4.2.3 Vaatimustenmukaisuusvastuuvakuutus.....	13
	4.3 FEM-laskenta	14
5	TYÖN TOTEUTUS	17
	5.1 Lähtötilanne	17
	5.2 Eri konseptivaihtoehdot	17
	5.2.1 Ensimmäinen konsepti	17
	5.2.2 Toinen konsepti.....	18
	5.2.3 Kolmas konsepti.....	19
	5.2.4 Neljäs konsepti	20
	5.2.5 Viides konsepti.....	21
	5.3 Lopullinen valinta	22
	5.4 FEM-laskennat	24
	5.4.1 Vasen kisko	24
	5.4.2 Oikeanpuoleinen kisko.....	25
	5.4.3 Jäähdytin	26
	5.5 Muutostarpeet	28
	5.6 Kannatin PTO-akselille.....	29

6	TYÖKALUDOKUMENTIT	31
7	YHTEENVETO	32
	7.1 Työn tulokset	32
	7.2 Jatkokehittely	32
	LÄHTEET.....	33
	LIITTEET	

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1.	Kappaleen sketsi piirrettynä	s.12
Kuvio 2.	Kappale pursotettuna	s.12
Kuvio 3.	Kappale verkotettuna	s.14
Kuvio 4.	Kappale kiinnitettynä ja kuormitukset määritetty	s.15
Kuvio 5.	FEM-laskennan tulokset	s.16
Kuvio 6.	Konseptin ensimmäinen versio	s. 18
Kuvio 7.	Konseptin toinen versio	s.19
Kuvio 8.	Konseptin kolmas versio	s.20
Kuvio 9.	Konseptin neljäs versio	s.21
Kuvio 10.	Konseptin viides versio	s.22
Kuvio 11.	Lopullinen malli	s.23
Kuvio 12.	Lopullinen malli ilman taustaa	s.23
Kuvio 13.	Vasemmanpuoleisen kiskon jännitykset	s.24
Kuvio 14.	Vasemmanpuoleisen kiskon muodonmuutokset.	s.25
Kuvio 15.	Oikeanpuoleisen kiskon jännitykset.	s.26
Kuivo 16.	Oikeanpuoleisen kiskon muodonmuutokset.	s.26
Kuvio 17.	Jäähdyttimen jännitykset	s.27
Kuivo 18	Jäähdyttimen muodonmuutokset.	s.27
Kuvio 19.	Jäähdyttimen muutokset	s.28
Kuvio 20.	Ahtimen kannakkeen muutokset	s.28
Kuvio 21.	PTO- akselin tuki edestä	s.29
Kuvio 22.	PTO- akselin tuki takaa	s.30

LIITELUETTELO**LIITE 1.** Riskianalyysi**LIITE 2.** Vaatimustenmukaisuusvakuutus**LIITE3.** Käyttöohjekirja**LIITE4.** Instruction manual**LIITE5.** Laskentaryhmän tulokset

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Wärtsilän Tutkimus- & Kehityskeskusten tuotesuunnitteluosastolle. Työn aiheena oli suunnitella työkalukonsepti Wärtsilän uuden W31-moottorin pumppukotelon ja PTO -akselin haalaukseen. Työ oli yritykselle tärkeä, koska uudelle moottorityypille ei ollut vielä suunniteltu kaikkia tarvittavia erikoistyökaluja. Työturvallisuuden näkökulmasta erikoistyökalujen olemassaolo on välttämätöntä.

Työn tavoitteena oli suunnitella käyttäjäystävällinen ja turvallinen työkalukonsepti pumppukotelon haalaukseen. Lisäksi tehtiin työkaludokumentointi niiltä osin kuin se oli mahdollista ilman virallisia lujuuslaskelmia. Työkaludokumentit sisältävät käyttöohjekirjan kahdella kielellä, riskianalyysin sekä vaatimustenmukaisuusvakuutuksen kahdella kielellä. Työn aikana tehtiin useampia alustavia variaatioita mahdollisesta työkalukonseptista. Tarkemman tarkastelun jälkeen valittiin paras vaihtoehto jatkokehitykseen. Työkalun ympäristö oli haastava rakenteiden lujuuden ja tilan suhteen. Suunnittelutyö tehtiin NX8.5 3D-suunnitteluohjelmaa ja Teamcenter 9-tiedonhallintajärjestelmää käyttäen.

2 WÄRTSILÄ

Wärtsilä toimittaa merenkulun ja energiamarkkinoiden voimaratkaisuja. Wärtsilä on alallaan kansainvälisesti johtava toimittaja. Liikevaihto vuonna 2014 oli 4 779 miljardia euroa. Wärtsilällä on töissä noin 17 700 henkilö yli 200 toimipisteessä. Wärtsilän liiketoimia ovat Ship Power, Power Plants ja Services. Ship Power tarjoaa tuotteitaan meriteollisuudelle, Power Plants voimalaitoksiin ja Services tukee asiakasta tuotteen koko elinkaaren ajan, huolehtien hyötysuhteesta ja suorituskyvystä. /1/.

2.1 Wärtsilän historia

Wärtsilä perustettiin 1834, Karjalan maaherran annettua luvan sahan rakentamiseen. Saha rakennettiin Tohmajärven kunnassa olevan kosken partaalle. Vuonna 1851 saha korvattiin Wärtsilän rautatehtaalla. Ensimmäiset laivatelakat Wärtsilä hankki omistukseensa vuonna 1935. Tuolloin Wärtsilä osti osakeenemmistön Kone- ja Siltarakennus Oy:stä ja sai hallintaansa Helsingin Hietalahden laivatelakan ja turkulaisen Cricthon-Vulcanin telakan. Vaasaan Wärtsilä laajensi toimintansa vuonna 1936 ostettuaan Onkilahden konepajan. Seuraavana vuonna toiminta laajeni Pietarsaareen. Ensimmäinen dieselmoottori valmistettiin Turussa 1942. Moottori valmistettiin vuonna 1938 Friedrich Krupp Germania Werft AG:n kanssa solmitun lisenssisopimuksen mukaan. /1/.

Vuonna 1974 Turkuun aloitettiin rakentaa uutta telakkaa Pernoon kaupunginosaan. Turun telakka keskittyi uuteen Pernoon telakkaan kokonaisuudessaan vuoteen 1983 mennessä. Vuonna 1986 telakkateollisuuden pitkittynyt kriisi johti Wärtsilän ja Valmetin telakkateollisuuden yhdistämiseen. Yhdistymisen yhteydessä perustettu Wärtsilä Meriteollisuus Oy haetaan konkurssiin lokakuussa 1989. /1/.

Wärtsilä fuusioituu Lohjan kanssa vuonna 1990, uudeksi nimeksi tulee Metra Oy Ab. Seuraavana vuonna Wärtsilä myy 35 % omistusosuutensa Valmet Paperikoneet Oy:stä Valmetille. Vuonna 1997 Metra ja Fincantieri sopivat dieseloimintojensa yhdistämisestä, ja näin syntyy Wärtsilä NSD. Metra ostaa

vuonna 2000 Fincantierin 15,4 % osuuden Wärtsilä NSD:stä, samalla Metrasta tulee Wärtsilä NSD:n ainoa omistaja. Samana vuonna Metran muuttaa nimensä Wärtsiläksi. Wärtsilä ilmoittaa Turun moottorituotannon lopettamisesta vuonna 2004. Vaasaan rakennettiin uusi moottoreiden kokoonpanohalli, logistiikkakeskus sekä koeajo- ja viimeistelytilat vuonna 2007. /1/.

2.2 Wärtsilä Vaasassa

Suomessa Wärtsilä työllistää yli 3600 henkilöä. Vaasa on Wärtsilän suurin toimipaikka Suomessa. Muita toimipaikkoja ovat Helsinki, Turku ja Vuosaari. Vaasan toimitusyksikkö (DCV) valmistaa moottoreita myyville yksiköille, kuten Ship Power ja Power Plants. DCV:n toimintaan kuuluu myös tärkeimpien komponenttien koneistus, sekä generaattoriaggregaattien kokoonpano. Lisäksi Vaasassa on Wärtsilän nelitahtimoottoreiden Tutkimus- & Kehityskeskus. Osa Tutkimus- & Kehityskeskuksen henkilöstöstä sijaitsee Turussa. /1/.

3 TUOTEKEHITYS

Yrityksen menestyminen riippuu sen kyvystä tunnistaa asiakkaan tarpeet, ja valmistaa asiakkaiden vaatimusten mukaisia tuotteita. Tuotekehitysprosessissa on yksinkertaistettuna kyse tunnettujen ratkaisujen yhdistämisestä uudella tavalla. Uusi teknologia on hyvin harvoin keskeinen osa tuotetta. /3, 9/.

3.1 Luonnostelu

Uutta tuotetta suunniteltaessa ei pidä sulkea pois mitään ratkaisusuuntaa, ennen kuin soveliaain ratkaisuperiaate on selvästi havaittavissa. Suunnittelijan tulee tiedostaa, mitä ominaisuuksia ratkaisulla on oltava ja mitä ei. Luonnosteluvaiheessa esitetään karkeat mallit ratkaisuvaihtoehdoista. Luonnokset arvostellaan vaatimuslistan perusteella. /3, 13/.

3.2 Ratkaisun valinta ja kehittäminen

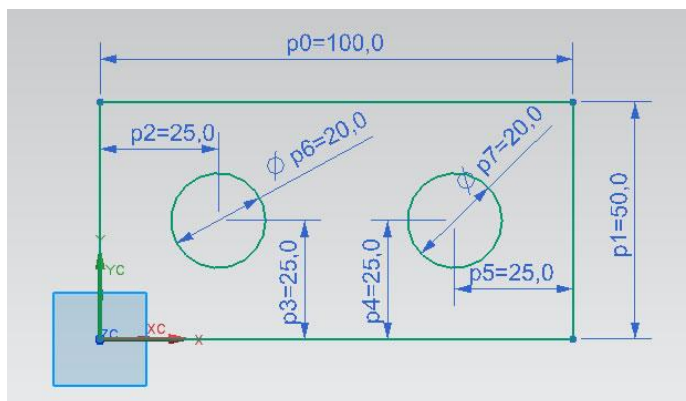
Käytännössä ratkaisuvaihtoehtojen etsimisen lähtökohtana ovat kokemus ja ammattitiedot.

Kehittämävaiheessa parhaaksi valittua luonnosta jatkokehitetään teknisten ja taloudellisten näkökohtien mukaan. Korjaavia toimenpiteitä tulee paljon kehittämissvaiheessa, johtuen analyysin ja synteessin vuoroittaisesta vaihtelusta. Lisäksi materiaalivalinnat ja rakenteiden laskelmat lisäävät tietoa, joka osaltaan vaikuttaa konstruktion. ”Kehitystyön pääsääntöjä ovat yksikäsitteisyys, yksinkertaisuus ja turvallisuus.” Tuotteen käyttäytymisen ennakoinnissa auttaa yksikäsitteisyyden huomiointi. Yksikäsitteisyyden huomiointi vähentää tutkimuksia ja säästää aikaa. Yksinkertainen rakenne tarkoittaa yleensä taloudellisuutta. Vähäinen osien määrä ja niiden yksinkertainen muotoilu helpottaa valmistusta. Turvallisuusasiat velvoittavat selvittämään kuinka kestävä, tapaturma-altis ja luotettava tuote on. /3, 13-14/.

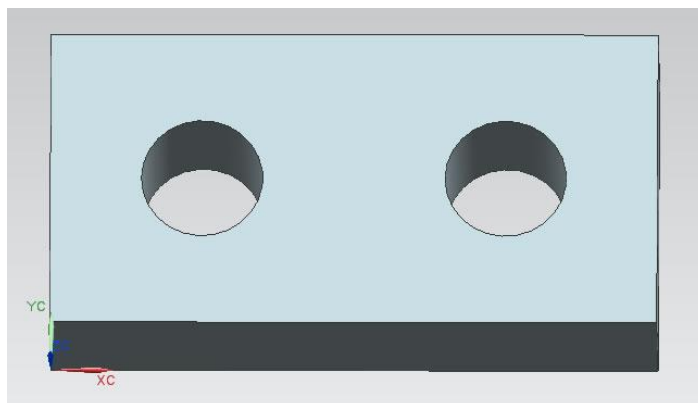
4 TYÖKALUSUUNNITTELU

4.1 3D-suunnittelu

3D- mallinnuksessa on kyse erilaisten mallien kolmiulotteisesta suunnittelusta. Suunnittelijalle tämä merkitsee sitä, että kappaleet ja kokoonpanot näyttävät oikeilta. 3D- mallinnuksen vahvuus on juuri mallin sisältämä tieto sen ulkomuodosta. Lisäksi 3D- malli on esitystapana hyvin selkeä ja havainnollinen. Mallinnuksen alussa suunnittelija tekee luonnoksen eli sketsin. Kuvassa 1 näkyy sketsi kappaleesta. Sketsistä tehdään 3D- malli, pursottamalla luonnos kolmiulotteiseksi. Kuvassa 2 on kappale pursotettuna kolmiulotteiseksi. Kokoonpano rakennetaan liittämällä osamalleja yhteen. Lopuksi jokaisesta osasta ja kokoonpanosta tehdään 2D- piirustukset tarvittavine tuotetietoineen ja osaluetteloineen. /7, 17-26/



Kuvio 1. Kappaleen sketsi piirrettynä.



Kuvio 2. Kappale pursotettuna.

4.2 Turvallisuus

Työkalusuunnittelussa on tärkeää huomioida työkalun turvallinen käyttö. Konesuunnittelua johon myös työkalut luetaan, säädelään paljon erilaisilla lainsäädännöillä. Suunnittelutyötä ohjaa paljon myös direktiivit ja standardit.

4.2.1 CE-merkintä

CE-merkintä on pakollinen mm. kaikilla koneilla, sähkölaitteilla, henkilösuojaimilla ja leluilla. Merkintä on pakollinen, mikäli tuotetta koskeva direktiivi sen vaatii. Reilut kaksikymmentä eri direktiiviä edellyttää CE-merkinnän olemassaoloa. Merkintä on vakuutus tuotteen valmistajalta, että tuote vastaa sille määrättyjä direktiivejä. /4/

4.2.2 Direktiivit

Uusi konedirektiivi 2006/42/EY on astunut voimaan 29.12.2009. Direktiiviä sovelletaan myös nostoapuvälineisiin. Direktiivi määrää, että nostoapuvälineen ja sen osat on mitoitettava väsymis- ja vanhenemisilmiöt huomioiden totuudenmukaiselle työjaksojen määrälle. Direktiivin 2006/42/EY liitteen 1 kohdan 4.1.2.5 mukaan, ”kaikkien niiden metalliosien käyttökerroin, jotka muodostavat raksin tai joita käytetään sen kanssa, valitaan siten, että varmistetaan riittävä turvallisuustaso; tämä käyttökerroin on yleensä 4”. Lisäksi direktiivissä mainitaan, että ”liitteen 1 kohdassa 4.1.2.5 esitettyjä vaatimuksia sovelletaan nostoapuvälineisiin ja niiden komponentteihin.” /5/

4.2.3 Vaatimustenmukaisuusvastuuvakuutus

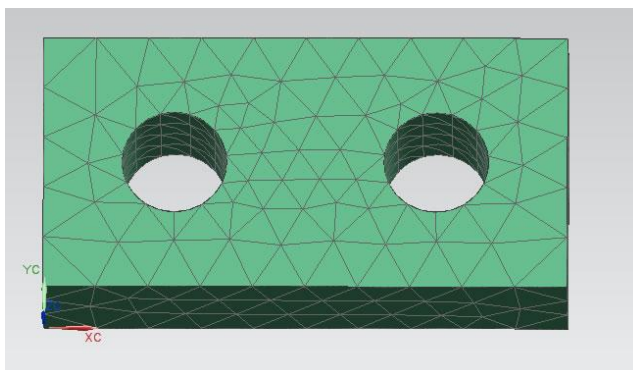
”Direktiivin edellyttämien koneen rakennetta koskevien toimenpiteiden jälkeen valmistajan tai tämän valtuuttaman edustajan on laadittava EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus. Tässä vakuutuksessa on yksilöitävä tarkasti kone, jota se koskee sekä mm. mainittava, mitkä vaatimukset se täyttää. EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus on julkinen koneen mukana toimitettava ja säilytettävä asiakirja, jossa valmistaja vakuuttaa noudattaneensa konedirektiiviä ja mahdollisia muita säädöksiä. Sen jälkeen kun vaatimustenmukaisuus on arvioitu

ja teknisen tiedoston saatavilla oleminen on varmistettu, on valmistajan tai tämän valtuuttaman edustajan laadittava EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus. EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen laatiminen antaa oikeuden CE -merkinnän kiinnittämiseen.” /6/ s.2

4.3 FEM-laskenta

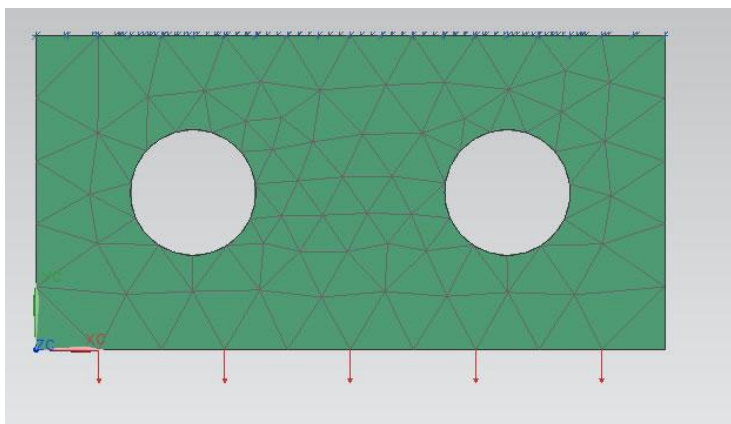
FEM (Finite Element Method) on tullut käyttöön sen jälkeen, kun tietokoneet kehittyivät ja niillä pystyttiin tekemään vähänkin suurempia laskelmia. FEM eli elementtimenetelmä on tullut yleiseksi analysointivälineeksi. Menetelmällä voidaan tehdä likimääräisratkaisuja melkein mistä tahansa, jännitysten laskennasta aina lämpötilajakaumiin. Ennen FEM -menetelmää jännitykset ja muodonmuutokset jouduttiin tutkimaan kokeellisesti. /2, 147-148/.

FEM -menetelmässä rakenne koostuu pienistä osista eli elementeistä. Elementit kytketään toisiinsa nurkkapisteistään, joista käytetään myös nimitystä solmupiste. Elementtien muotoa voidaan muuttaa yhdistelemällä niitä tai muuttamalla elementtiverkon tiheyttä. Lisäksi rakenteen eri kohtiin voidaan tehdä erilaisia verkotuksia. Kuvassa 3 on esimerkki kappaleen verkotuksesta. Solmupisteiden siirtymää selvitetään jäykkyyso-matriisin avulla. Jäykkyyso-matriisi koostuu solmupisteiden paikkojen ja materiaalin ominaisuuksien lisäksi kuormituksesta. Tietokoneen käyttö on välttämätöntä, sillä järjestelmä edellyttää jopa tuhansien yhtälöiden ja yhtälöryhmien ratkaisemista. /2, 148-149/.



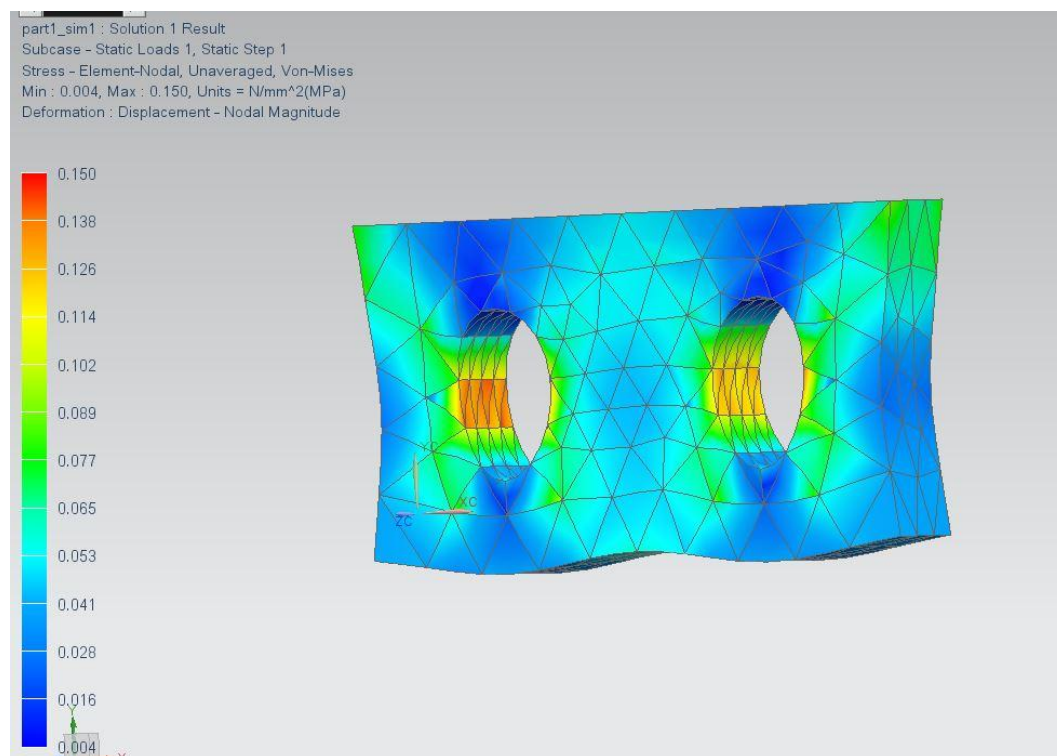
Kuvio 3. Kappale verkotettuna.

Laskennassa rakenne pidetään mahdollisimman yksinkertaisena niiltä osin miltä se ei vaikuta suuresti analyysiin. Yksinkertaistetulla rakenteella säästetään huomattavasti aikaa laskennassa sekä mallinnusvaiheessa. Elementtiverkkoa muodostettaessa on ensin mietittävä, kuinka rakenne jaetaan elementteihin ja mikä on sopiva elementtityyppi. Elementtiverkko tulee olla tiheä niissä kohdissa, joista tarvitaan kaikkein tarkimmat tulokset, koska tulokset saadaan yleensä vain elementin keskipisteestä. Rakenteeseen muodostetaan reunaehdot tuennan mukaan. Kappale täytyy aina tukea, ettei se pääse liikkumaan. Tuennat tulee olla mahdollisimman totuuden mukaisia, eli vastata kappaleen todellisia kiinnitystapoja ja kohtia. Solmupisteille tehdään kiinnityksiä, nämä estävät solmupisteiden siirtymisen ei haluttuun suuntaan. ”Esimerkiksi palkin päässä oleva niveltuki kiinnittää rakenteen siirtymät, mutta ei kiertymää, joten tuen kohdalla olevasta solmupisteestä on kiinnitettävä siirtymät.” Väärin määritetyt reunaehdot on yleisin syy saada virheellisiä tuloksia FEM -laskennasta. Reunaehtoja määritettäessä onkin syytä olla erityisen tarkka. Pienetkin eroavaisuudet todellisista poikkeamista saattaa aiheuttaa suuria heittoja tuloksiin. Toinen haastava kohta mallinnuksessa on kuormitukset. Kuormitukset voidaan syöttää elementtimalliin joko elementille tai solmupisteisiin. Yleensä kuormitukset syötetään piste-, viiva-, tai pintakuormina. Analyysiohjelmalle täytyy määrittää materiaalin ominaisuudet ja elementtien ominaisuudet, kuten poikkipintasuureet. Kuvassa 4 kappale on kiinnitetty sen yläpinnalta, ja kappaleen alapintaan on määritetty kuorma. /2, 149-151/.



Kuvio 4. Kappale kiinnitettyinä ja kuormitukset määritettynä.

Analyysi suoritetaan, kun malli on määritetty. Laskenta-aika riippuu mallin koosta, se voi kestää muutamista sekunneista jopa tunteihin. Luonteeltaan analyysi on normaalisti staattinen ja lineaarinen. Tämä tarkoittaa sitä, että jännitysten täytyy pysyä materiaalin suhteellisuusrajan alapuolella. Analyysin jälkeen tuloksia tarkastellaan jälkikäsitteilyllä. Jännitykset ja muodonmuutokset ovat yleisimpiä kohtia, joihin kiinnitetään huomiota. Nykyään jännitykset näytetään väripintoina. Solmupisteiden siirtymisen avulla voidaan näyttää muodonmuutokset. Kuvassa 5 on FEM- laskenna tulokset esimerkkikappaleesta. Vaikka FEM -laskennan avulla on hyvin vaivatonta tehdä lujuusanalyysi, on sillä myös virheiden tekeminen helppoa. Tästä syystä on FEM -laskennan tulokset aina varmistettava jollain toisella menetelmällä. /2, 151/.



Kuvio 5. FEM-laskennan tulokset.

5 TYÖN TOTEUTUS

5.1 Lähtötilanne

Työn tavoitteena oli suunnitella konsepti työkalusta, jolla pumppukotelo ja PTO – akseli (Power Take Out) saadaan haalattua. Ideaalitulanteessa samalla työkalulla pitäisi onnistua myös pumppujen haalaus. Pumppukotelon paino, 628 kg asetti omat haasteensa työlle.

Aloituskeskustelussa käytiin läpi työvaiheita ja haasteita, joita Vaskiluodon moottorilaboratorion henkilöstö oli pumppukotelon haalauksessa kohdannut. Vaskiluodon moottorilaboratoriossa oli tehty aikaisemmin vastaava työ ilman erikoistyökaluja. Pumppukotelo haalattiin ainoastaan ketjupaljoja apuna käyttäen. Pumppukotelon haalauksessa ei välttämättä ollut kiinnitetty riittävä huomiota taljojen kiinnityspisteiden tukevuuteen. Aloituskeskustelun jälkeen käytiin tutustumassa Vaskiluodossa W8V31-moottoriin, johon tämä kyseinen työ oli suoritettu. Samalla pohdittiin erilaisia versioita työkalun konseptista.

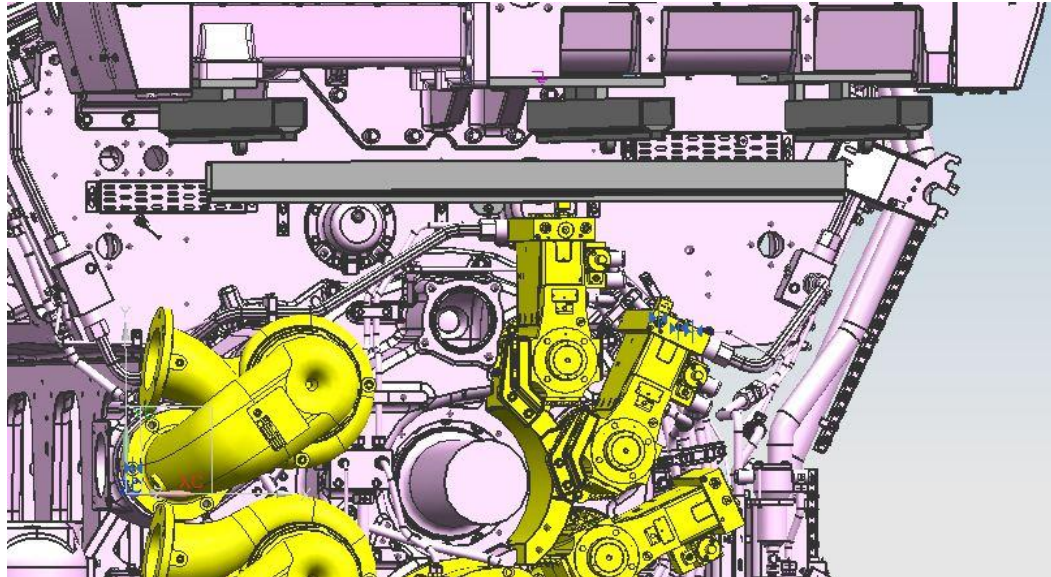
5.2 Eri konseptivaihtoehdot

Ensimmäisenä tehtiin muutamia alustavia 3D-malleja eri variaatiosta. Tämän jälkeen pidettiin uusi kokous, jossa jokaisen vaihtoehdon hyvät ja huonot puolet käytiin läpi. Lopuksi valittiin paras vaihtoehto jatkokehitykseen.

5.2.1 Ensimmäinen konsepti

Ensimmäiseen versioon hahmoteltiin kolme moottorin pituussuunnassa kulkevaa kisko. Näistä vasemmanpuoleinen kiinnitetään matalapainejäähdyttimeen vesiputkien kiinnitysreikiin. Keskimäinen ja oikeanpuoleinen kisko kiinnitetään ahtimen kannattimessa oleviin kierrereikiin. Lisäksi mallissa oli mukana yksi kisko moottorin poikkisuunnassa. Poikittainen kisko kiinnitetään kaikkiin kolmeen pitkittäiseen kiskoon. Tällä rakenteella pystyttäisiin haalaamaan kaikki pumppukotelossa olevat pumput, sekä itse pumppukotelo ja PTO -akseli. Tämä

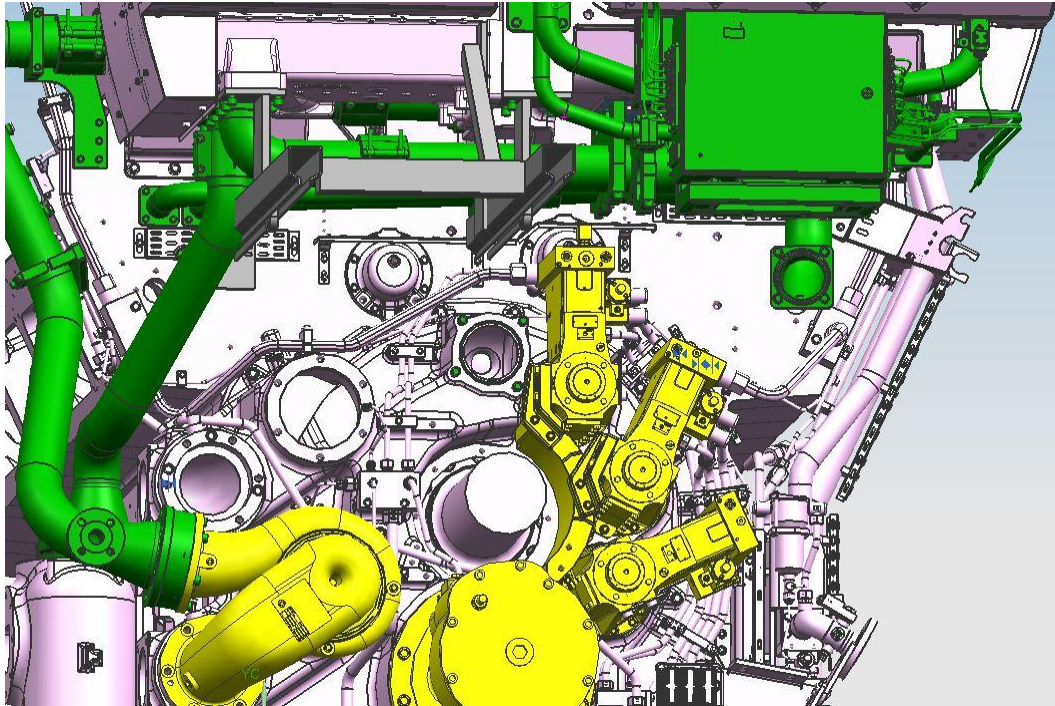
konsepti hylättiin hyvin alkuvaiheessa liian työlään asentamisen johdosta. Kiskorakennelman asennus edellyttäisi kaikkien vesi- ja öljyputkien purkamisen moottorin päädyistä ja ahtimen alta. Kuvassa 6 näkyy kyseinen malli.



Kuvio 6. 1.Versio.

5.2.2 Toinen konsepti

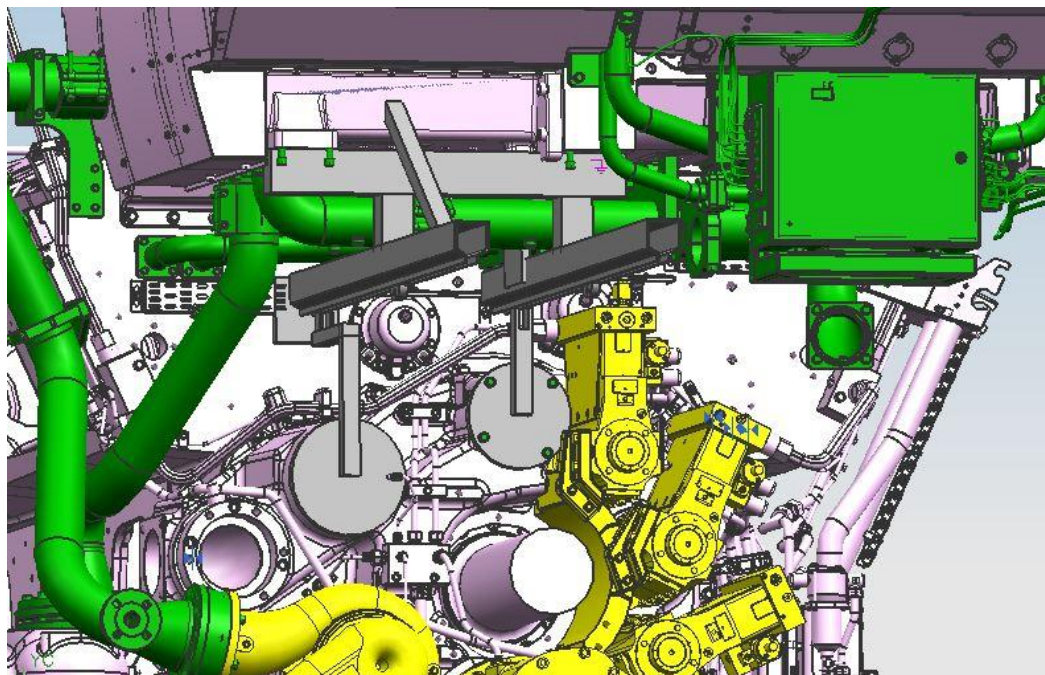
Toiseen versioon suunniteltiin kaksi kiskoja. Vasemmanpuoleinen kisko kiinnitetään kiskon puolesta välistä matalapainejäähdyttimen uloimman vesiputken kiinnitysreikiin. Kiskon toinen pää tuetaan moottorilohkoon. Toinen kisko kiinnitetään ahtimen kannattimeen keskelle moottoria kampiakselinlinjalle. Kiskojen väliin kiinnitetään palkki, jonka vinotuki kiinnitetään jäähdyttimeen. Tällainen konsepti edellyttää etummaisesta vesiputken irrottamista jäähdyttimen ja ahtimen kannattimen väliltä. Lisäksi tarvitaan muutos termostaattikotelolta jäähdyttimelle tulevaan vesiputkeen. Tämän rakenteen etu ensimmäiseen versioon verrattuna on huomattavasti vähäisempi purkamisen tarve. Kuvassa 7 esitetty malli.



Kuvio 7. 2.Versio.

5.2.3 Kolmas konsepti

Kolmas versio pohjautuu edellä esitettyyn versioon kaksi. Tässä vaihtoehdossa oikeanpuoleinen kisko on samassa kohtaa kuin edellisessäkin versiossa moottorin keskilinjalla. Luonnokseen suunniteltiin poikittainen kannatinpalkki, joka kiinnitetään jäähdyttimen uloimman vesiputken tilalle. Palkki toimii molempien kiskojen kannattimena ja kiinnityskohtana kiskojen puolivälissä. Tämäkin siis edellyttää etummaisen vesiputken irrotusta. Vasemmanpuoleista kiskoa siirrettiin hieman oikealle vesipumpun akselin keskilinjalle. Näin vältetään turhalta vesiputken uudelleensuunnittelulta. Lisäksi kiskon siirto helpottaa pumppukotelon kannakerautojen suunnittelussa. Kuvassa 8 on esitelty edellä mainittu konsepti, kuvassa näkyy myös luonnos kannatinraudoista.

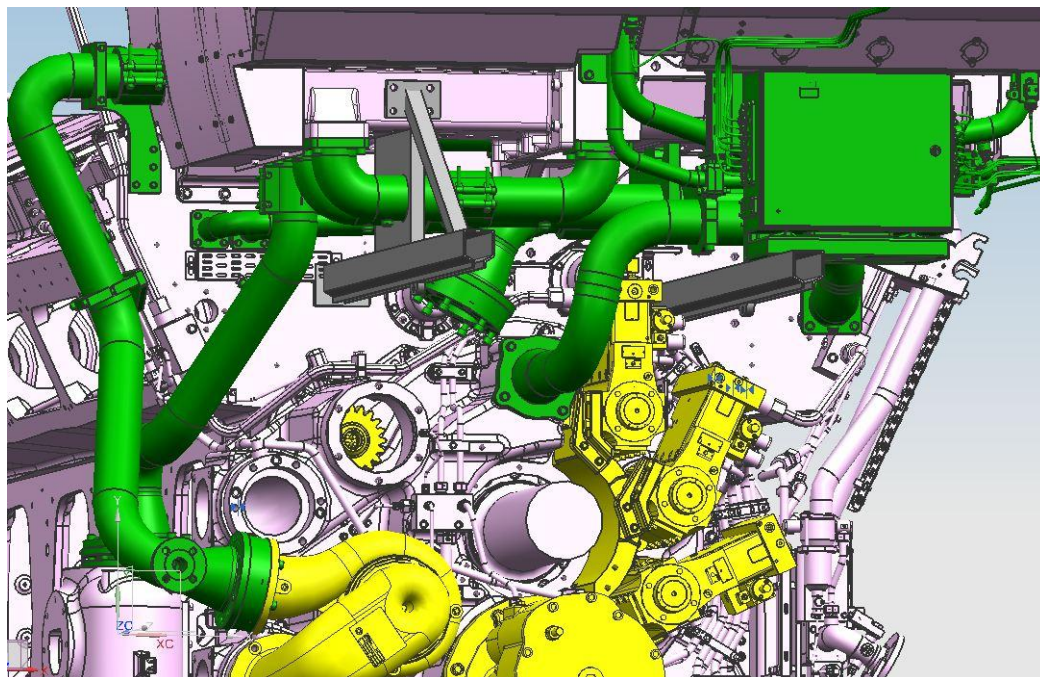


Kuvio 8. 3.Versio.

5.2.4 Neljäs konsepti

Neljättä versiota lähdettiin suunnittelemaan sillä ajatuksella, ettei mitään tarvitse purkaa työkalun asennuksen johdosta. Vasemmanpuoleinen kisko on samassa kohdassa kuin versiossa kolme, mutta sen kiinnitystapa on erilainen. Kisko kiinnitetään moottoriin lisättävään putkikannattimeen, tämä edellyttää muutosta ulkoisen toimittajan toimittamaan jäähdyttimeen. Molempien kiskojen toinen pää kiinnitetään lohkokon. Oikeanpuoleista kiskoa siirrettiin kolmanteen versioon verrattuna oikealle päin sähkökeskuksen alle. Kiskon siirto mahdollistaa myös kahden alimman polttoainepumpun haalauksen samalla työkalulla. Kisko kiinnitetään sähkökeskuksen kannattimeen, jota joudutaan todennäköisesti vahvistamaan. Kuvassa 9 on esitetty malli luonnoksesta.

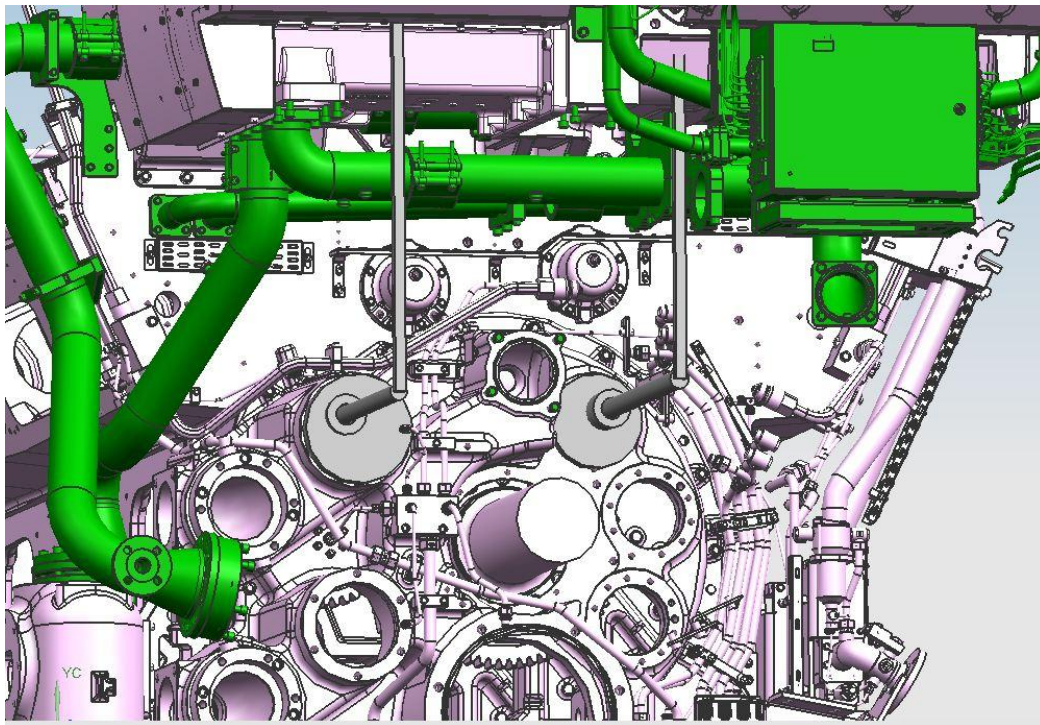
Tämä versio sai hyvän kannatuksen lopullista valintaa tehtäessä. Tässä vaiheessa tuli kuitenkin esiin epäily jäähdyttimen tukevuudesta. Mikäli jäähdyttimen runkoa ei voitaisi käyttää kiinnityspisteenä kiskoille, sulki se pois kaikki neljä edellä esitettyä mallia.



Kuvio 9. 4.Versio.

5.2.5 Viides konsepti

Viides luonnos eroaa täysin edellä esitetyistä neljästä ensimmäisestä mallista. Tässä rakenteessa ei käytetä ollenkaan kiskoja. Kiskot on korvattu paksuilla liukutangoilla. Tangot kiinnitetään lohkon tasopintaan ja toisesta päästä ne tuetaan ylhäältäpäin. Vasen tanko kiinnitetään ylemmän vesipumpun reiän kohdalta lohkoon ja oikeanpuoleinen tanko vastaavasti ylimmän polttoainepumpun kohdalta. Tankojen kohdalle pumppujen tilalle kiinnitetään levyt, joissa on ohjausputket ja liukupinnat. Pumppukotelo haalataan näiden tankojen varassa. Konseptin etuja ovat yksinkertainen rakenne ja helppokäyttöisyys. Haittapuolia on tankojen vahvuudesta johtuva paino. Lisäksi tällainen konstruktio soveltuu ainoastaan pumppukotelon haalaukseen, pumppujen haalaus vaatisi omat työkalunsa. Kuvassa10 näkyy karkea malli rakenteesta.



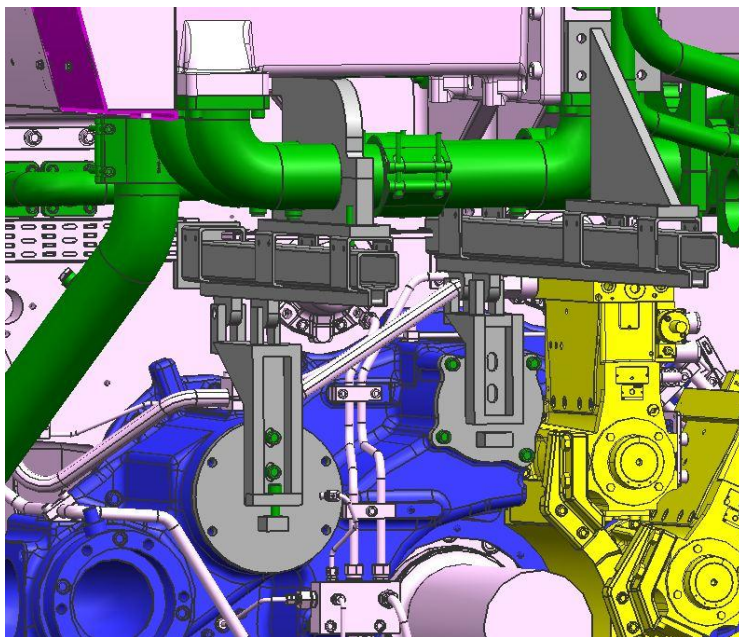
Kuvio 10. 5.Versio.

5.3 Lopullinen valinta

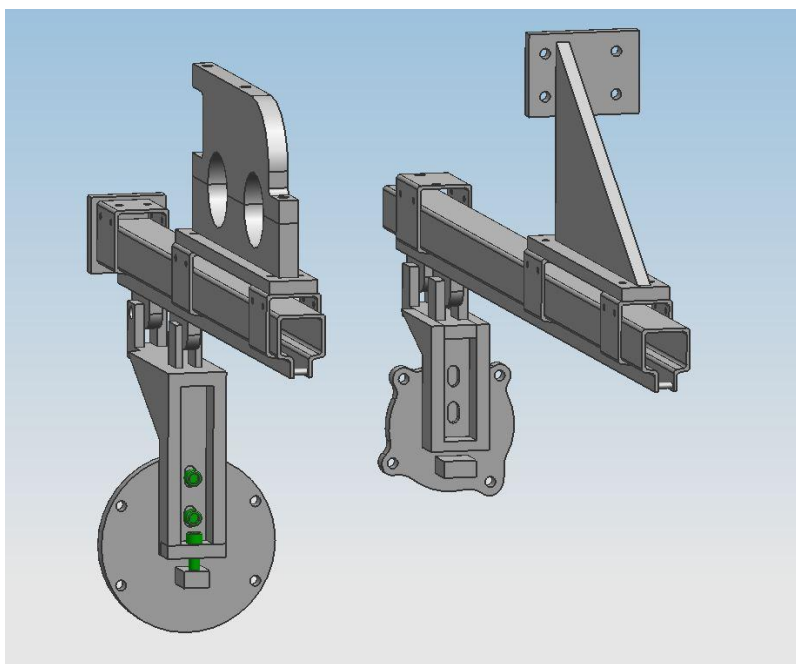
Lopullinen konsepti on yhdistelmä kolmannelta ja neljänneltä konseptista. Ennen lopullista päätöstä tutkittiin vielä jäähdyttimen rungon tukevuutta kiinnityspisteinä. Jäähdyttimen rungosta tehtiin suuntaa antava FEM -laskenta, jossa tarkasteltiin kannakkeen ja jäähdyttimen kiinnityksen kestävyyttä. Tulosten perusteella tehtiin päätös jatkaa lopulliseksi konseptiksi valitun version kehittelyä. Jäähdyttimen FEM -laskennasta tarkemmin kappaleessa 5.4.3.

Lopullisessa konseptissa vasemmanpuoleinen kisko kiinnitetään kiskon etupäästä jäähdyttimen vesiputkille lisättävään kannattimeen. Kiskon toinen pää kiinnitetään moottorilohkoon lisättävään kannattimeen. Kiinnityspisteet edellyttävät jäähdyttimen pohjaan valumuutosta, sillä kannattimelle on saatava kaksi M16-kierreareikää. Lisäksi työkalun asennus edellyttää kaapelikiskojen irrottamista lohkon päädystä. Oikeanpuoleinen kisko kiinnitetään takapästä ahtimen öljyputkien kannattimeen. Kiskon etupää kiinnitetään kolmiokannattimeen. Kolmiotuki kiinnitetään ahtimen kannattimeen, kannattimeen tarvitaan koneistusmuutos, kolmen kierreareian lisäämiseen. Pumppukoteloon kiskot

kiinnitetään kannatinraudoilla, vasemmanpuoleinen ylemmän vesipumpun kohdalta ja oikeanpuoleinen öljyputken laipan kohdalta. Kuvissa 11 näkyy työkalu asennettuna moottoriin ja kuvassa 12 työkalu ilman taustamallia. Tarkemmin työkalun käytöstä ja asennuksesta kerrotaan käyttöohjekirjassa, (LIITE 3).



Kuvio 11. Lopullinen malli.



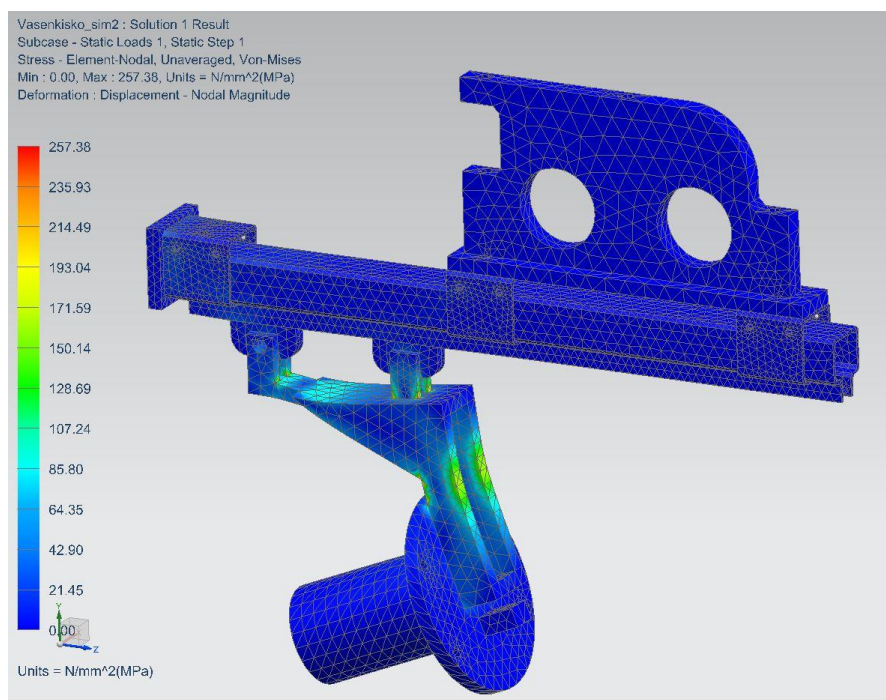
Kuvio 12. Lopullinen malli ilman taustaa.

5.4 FEM-laskennat

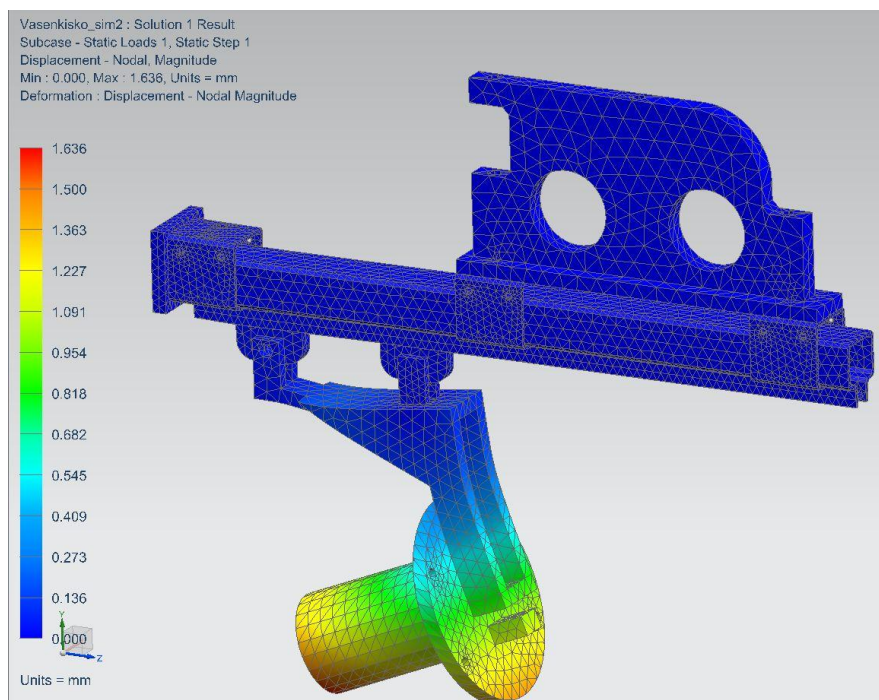
Malleista tehtiin karkeat FEM- laskennat, joista nähtiin suuntaa antavasti rakenteen lujuus. Laskennan tuloksista tarkasteltiin rakenteeseen kohdistuvia jännityksiä sekä kuorman aiheuttamia muodonmuutoksia. FEM -laskennan avulla pystyttiin haarukoimaan myös käytettäviä materiaaleja. Työkalu on tarkoitettu valmistamaan S355-teräksestä. Lopullien FEM- laskennan suorittaa ulkopuolinen toimittaja.

5.4.1 Vasen kisko

Kuvassa 13 näkyy FEM- laskennasta saadut jännitykset vasemmanpuoleisen kiskon osalta. Laskennassa kisko on kiinnitetty putkikannattimen yläpinnasta ja lohkon pintaan tulevasta tuesta. Malliin on lisäksi mallinnettu ylimääräinen lieriö kuvaamaan pumppukotelon aiheuttamaa kuormaa. Suurin rakenteeseen kohdistuva jännitys $257,35 \text{ N/mm}^2$ jää alle materiaalin myötörajan 355 N/mm^2 . Kuvissa 13 ja 14 on esitetty rakenteen muodonmuutokset kärjistetyksi. Kuvassa 14 näkyy, että suurin muodonmuutos on noin 1,6 mm.



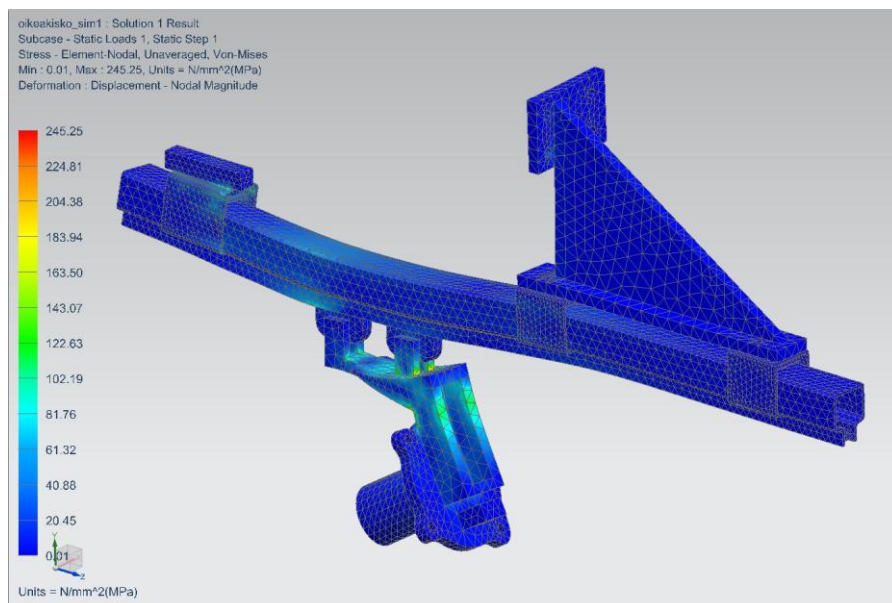
Kuvio 13. Vasemmanpuoleisen kiskon jännitykset.



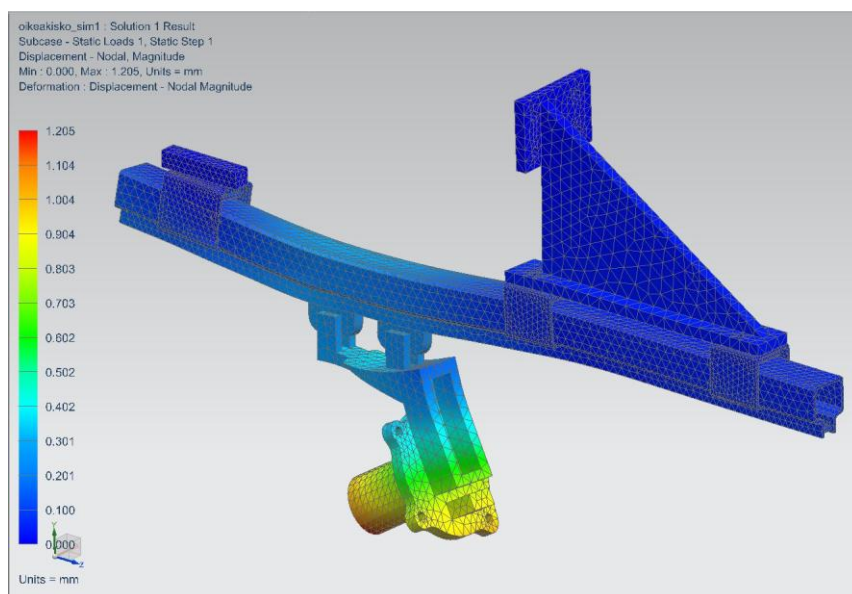
Kuvio 14. Vasemmanpuoleisen kiskon muodonmuutokset.

5.4.2 Oikeanpuoleinen kisko

Oikeanpuoleiselle kiskolle tehtiin vastaavat FEM- laskennat. FEM- laskennassa malli kiinnitettiin kolmiotuen yläpäässä olevasta laipan pinnasta. Toiseen päähän kiskoa mallinnettiin öljyputkien kannaketta mukaileva osa, josta malli kiinnitettiin laskennan 3D-maailmassa. Pumppukoteloon tulevaan kannakkeeseen mallinnettiin lieriö kuvaamaan pumppukotelon aiheuttamaa kuormaa. Kuvissa 15 ja 16 on esitetty oikeanpuoleisen kiskon jännitykset ja muodonmuutokset.



Kuvio 15. Oikeanpuoleisen kiskon jännitykset.



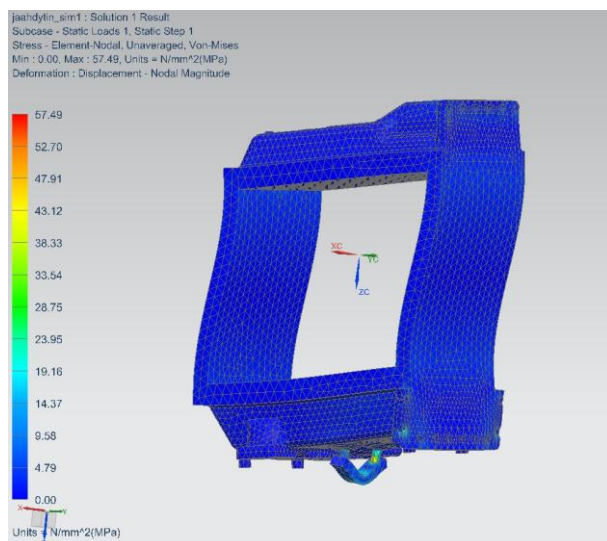
Kuvio 16. Oikeanpuoleisen kiskon muodonmuutokset.

5.4.3 Jäähdytin

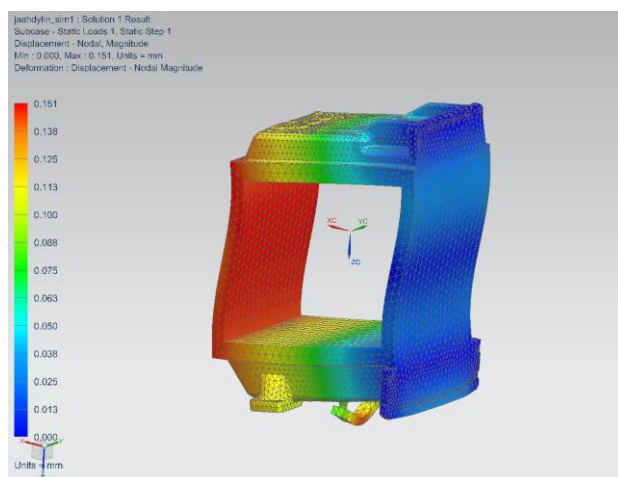
Koska jäähdyttimen pohjan lujuutta epäiltiin, päätettiin sille myös tehdä oma suuntaa antava FEM- laskenta. FEM- laskennassa malli kiinnitettiin, kuten se oikeastikin moottoriin kiinnitetään. Lisäksi jäähdyttimen 3D- mallin pohjaan mallinnettiin siihen lisättävien kierreareikien kohdalle kurmaa kuvaava kappale.

FEM- laskennan tulokset on esitettyä kuvissa 17 ja 18. Vaikka tulokset ovat suuntaa antavia, pystyttiin niiden avulla kuitenkin päättämään että jäädytyn kestäisi työkalun ja kuorman siihen kohdistavat voimat.

Jäädyttimen pohjasta teetettiin myös alustavat laskelmat laskentaryhmältä. Laskentaryhmän tulokset vahvisti, että jäädyttimen pohja kestäisi siihen kohdistuvan kuorman. Laskentaryhmän tulokset liitteessä 5. Jäädyttimen valurungon materiaaliin on kuitenkin syytä kiinnittää huomiota jatkossa. Mikäli materiaalia muutetaan on syytä tarkistella lujuuksia uudelleen. Laskentaryhmän laskelmissa käytettiin materiaalina GJS-450 pallografiittivalurautaa.



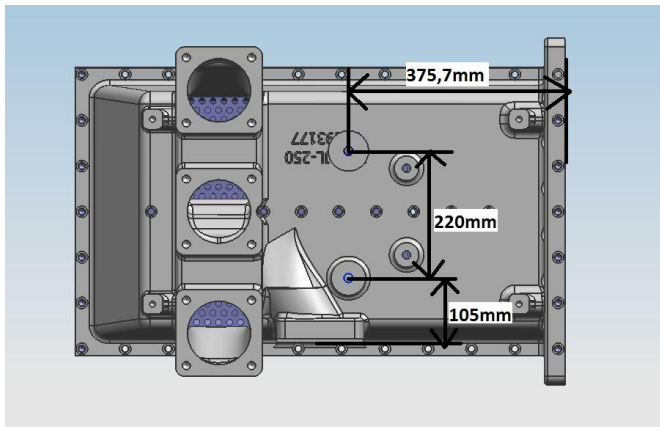
Kuvio 17. Jäädyttimen jännitykset.



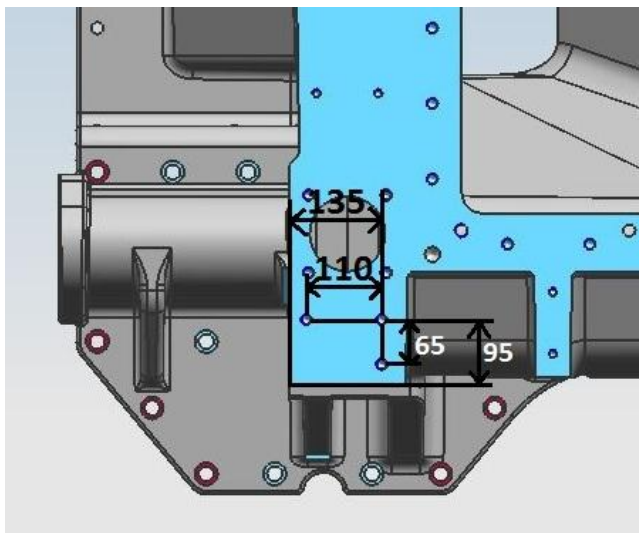
Kuvio 18. Jäädyttimen muodonmuutokset.

5.5 Muutostarpeet

Työkalun asennus edellyttää kahta muutosta moottorin osiin. Toinen muutos koskee ulkoisen toimittajan jäähdytintä. Jäähdyttimen pohjan valuun on lisättävä kaksi uloketta joihin koneistetaan M16 kierre reiät putkikannakkeen kiinnittämistä varten. Ahtimen kannattimeen on koneistettava kolme M16 kierre reikää. Kuvissa 19 ja 20 on havainnollistettu muutos tarpeet.



Kuvio 19. Jäähdyttimen muutokset.

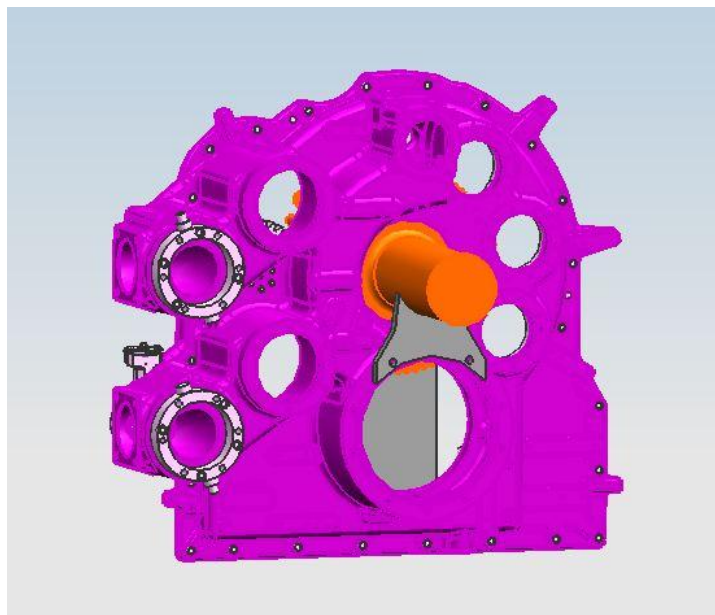


Kuvio 20. Ahtimen kannattimen muutokset.

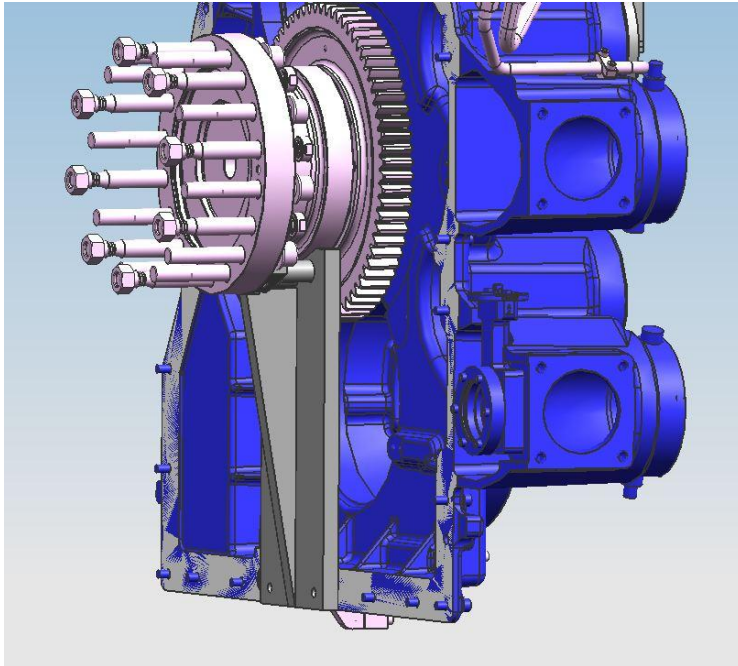
5.6 Kannatin PTO-akselille

Asiakkaan niin halutessaan, joihinkin moottoreihin lisätään PTO- akseli moottorin vapaaseen päätyyn. PTO- akselia käytetään voiman ulosottoon moottorista, esimerkiksi ulkoisen pumpun pyörittämiseen. Tällöin voi huollon yhteydessä tulla tarve haalata myös PTO- akseli ulos moottorista. Kuvissa 21 ja 22 on esitetty 3D-mallit työkalusta, jolla PTO- akseli voidaan haalata pumppukotelon yhteydessä. PTO- akselia kannatellaan edestä tuella, joka kiinnitetään öljypumpun kiinnitysreikiin. Kuvassa 21 on esitetty tuki. PTO- akselin liikkuminen akselin pituussuunnassa estetään pumppukotelon sisälle asennettavalla tuella, joka samalla kannattelee akselin toista päätä. Kuvassa 22 on esitetty malli sisälle asennettavasta tuesta.

PTO- akseli on kiinnitetty kampiakseliin kartiosovitusruuveilla Tästä syystä moottoreissa, joissa on kyseinen PTO- akseli, joudutaan pumppukotelo ensin haalaamaan ulos moottorista. Tämän jälkeen voidaan irrottaa sovitusruuvit. Kun sovitusruuvit on irrotettu, tuodaan pumppukotelo takaisin moottorin lähelle ja otetaan PTO- akseli kuvissa 21 ja 22 esitetyn työkalun avulla kannatuksiin.



Kuvio 21. PTO-akselin tuki edestä.



Kuvio 22. PTO-akselin tuki takaa.

6 TYÖKALUDOKUMENTIT

Konseptin mallin valmistuttua, työkalusta tehtiin työkaludokumentointi. Työkaludokumentit sisältävät riskianalyysin, käyttöohjekirjan kahdella kielellä sekä vaatimustenmukaisuusvakuutuksen. Työkaludokumenttien alkuperäiset versiot tehdään aina englannin kielellä. Käännökset dokumenteista tehdään käyttäjän kielellä, tässä tapauksessa suomeksi.

Riskianalyysi tehtiin jo työn alkuvaiheessa, sen tarkoituksena on kartoittaa työkalun käyttöön liittyviä mahdollisia riskitekijöitä. Näitä esiin tulleita riskitekijöitä pyrittiin minimoimaan ja poistamaan suunnitteluvaiheessa. Käyttöohjekirjat tehtiin Wärtsilän sisäisen ohjeistuksen mukaisesti. Käyttöohjekirjassa on kuvattu yksiselitteisesti työkalun turvallinen ja oikeaoppinen käyttö. Viimeisenä tehtiin vaatimustenmukaisuusvakuutus, jota ilman työkaluun ei voi kiinnittää CE- merkintää. CE- merkin kiinnittää työkalun valmistaja itse.

Asiakkaalle toimitetaan työkalun mukana käyttöohjekirja ja vaatimustenmukaisuusvakuutus. Riskianalyysi ja lujuuslaskelmat jäävät valmistajan arkistoitavaksi, mahdollisia onnettomuustutkintoja varten. Kaikki työkaludokumentit ovat liitteenä.

7 YHTEENVETO

7.1 Työn tulokset

Opinnäytetyön tuloksena saatiin toimeksiannon mukaisesti selvitettyä toimiva konsepti työkalusta. Työn aikana pohdittiin useita eri vaihtoehtoja työkalun konseptista, lisäksi selvitettiin työkaluympäristön rakenteellisia lujuuksia. Työn alkuvaiheessa pohdittiin myös erilaisia tapoja suorittaa haalaustyö turvallisesti. Aikataulullisesti työ oli haastava.


7.2 Jatkokehittely


Jatkokehitystoimenpiteitä on työkalukonseptin virallisen lujuuslaskennan teettäminen laskentaryhmässä. Lopullisen laskennan valmistuttua voidaan rakenteeseen tehdä tarvittaessa muutoksia. Mallin viimeistelyn jälkeen tehdään osista valmistus- ja kokoonpanopiirustukset. Lisäksi tarvittavat muutospyyntö tulee tehdä.

LÄHTEET

- /1/ Wärtsilä Internet Viitattu 6.4.2015
- /2/ Hietikko, E. 2004. Palkki lujuuslaskennan perusteet. Helsinki. Otava. 147-151
- /3/ Björk, T. Hautala, P. Huhtala, K. Kivioja, S. Kleimola, M. Lavi, M. Martikka, H. Miettinen, J. Ranta, A. Rinkinen, J. & Salonen, P. 2014 Koneenosien suunnittelu uud. painos Helsinki. Sanoma Pro. 9-14
- /4/ www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/ce-merkinta/ Viitattu 18.4.2015
- /5/ [http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/machinery/guide-appl-2006-42-ec-2nd-201006_fi.pdf/](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/mechanical/files/machinery/guide-appl-2006-42-ec-2nd-201006_fi.pdf) Viitattu 18.4.2015
- /6/ [http://www.metsta.fi/www/koneturvallisuuden_teemasivut/artikkelit/2009_nro_005.pdf/](http://www.metsta.fi/www/koneturvallisuuden_teemasivut/artikkelit/2009_nro_005.pdf) Viitattu 19.4.2015
- /7/ Tuhola, E & Viitanen, K 3D- mallintaminen suunnittelun apuvälineenä Tampere Tammertekniikka. 17-26

Riskianalyysi

		Käyttörajoitukset		Made by	mhe040 Heikkilä
				Date	17.3.2015
				Current version	
				Part. N°	PAAF326940 / -
Kuvaus koneen rajoituksista					
<p>Pumppukotelon haalaus työkalu PAAF326940-. Käytetään W31-sarjan moottoreiden pumppukotelon haalaamiseen ahdin modulin alta. Mahdollista myös haalata, voiteludijy pumppu, vesi pumput sekä PTO- akseli. Ei voi kuljettaa kaikkia edellä mainittuja osia yhtäaikaan, huomioitava maksimi kokonais kuorma. Ei voi käyttää muuhun kuin edellä mainittuihin töihin</p>					
Käytön rajoitukset					
<p>Nostoapuvälinettä voi käyttää vain asiaan perehdytetty henkilö joka on omaksunut nostoapuvälineen mukana tulevat käyttöohjeet. Tulee varmistaa laitteen huolellinen asennus. On kuitenkin mahdollista, että henkilö päätyy taakan alle, joten puristuminen mahdollinen.</p>					
Tila rajoitukset					
<p>Työkalun asennus ahdin modulin alle hankalaa, ahtaiden työtilojen ja ylöspäin tapahtuvan asennuksen johdosta.</p>					
Aika rajoitukset					
<p>Laitteen tarkoitettu käyttöikä on 20.000 jaksoa.</p>					
Muut rajoitukset					

		Vaaran tunnistus - Yleiskatsaus		Made by	mhe040 Heikkilä	
				Date	17.3.2015	
				Current version		
				Part. N°	PAAF326940 / -	
No.	Tyyppi tai ryhmä	Alkuperä	Mahdollinenseuraamus / Vaara	Alekklausuuli ISO 12100-1:2005 tai ISO 12100-2:2005	Direktiivi 2006/42/EY	
				ISO 12100-1	ISO 12100-2	Liite I
1	Mekaaniset vaarat	Putoavat esineet	Puristuminen	4.2.1;4.2.2; 4.10	4.2.1; 4.2.2; 4.3 a); 4.3 b); 4.6; 4.10; 5.1; 5.2; 5.3; 5.5.2; 5.5.4; 5.5.6; 6.1; 6.3; 6.4; 6.5	1.3; 1.3.7; 1.4; 3.4; 4;
2	Mekaaniset vaarat	Liikkuvan kone-elimien lähestyminen kiinteää osaa	Puristuminen	4.2.1;4.2.2; 4.10	4.2.1; 4.2.2; 4.3 a); 4.3 b); 4.6; 4.10; 5.1; 5.2; 5.3; 5.5.2; 5.5.4; 5.5.6; 6.1; 6.3; 6.4; 6.5	1.1.5; 1.3; 1.3.7; 1.4; 3.4; 4;
3	Ergonomiasta johtuvat vaarat	Päseminen	Epämukavuus	4.9	4.2.1; 4.7; 4.8; 4.11.1; 4.11.8; 5.5.3; 5.5.6; 5.2.1; 5.3.2.1	1.1.2 d); 1.1.2 e); 1.1.5; 1.1.6; 1.1.7; 1.2.2; 2.2
4	Mekaaniset vaarat	Kiihtyminen, hidastuminen (liike-energia)	Paiskautuneeksi tuleminen	4.2.1;4.2.2; 4.10	4.2.1; 4.2.2; 4.3 a); 4.3 b); 4.6; 4.10; 5.1; 5.2; 5.3; 5.5.2; 5.5.4; 5.5.6; 6.1; 6.3; 6.4; 6.5	1.3; 1.3.7; 1.4; 3.4; 4;
5	Mekaaniset vaarat	Kulmikkaat osat	Takertuminen	4.2.1;4.2.2; 4.10	4.2.1; 4.2.2; 4.3 a); 4.3 b); 4.6; 4.10; 5.1; 5.2; 5.3; 5.5.2; 5.5.4; 5.5.6; 6.1; 6.3; 6.4; 6.5	1.3; 1.3.7; 1.4; 3.4; 4;
6	Mekaaniset vaarat	Kulmikkaat osat	Liukastuminen, kompastuminen tai putoaminen	4.2.1;4.2.2; 4.10	4.2.1; 4.2.2; 4.3 a); 4.3 b); 4.6; 4.10; 5.1; 5.2; 5.3; 5.5.2; 5.5.4; 5.5.6; 6.1; 6.3; 6.4; 6.5	1.3; 1.3.7; 1.4; 3.4; 4;

Menetelmä:		Riski kaavio - ISO/TR 14121-2			
Ref. No.	Vaara-alue	Tehtävä / toiminta	Onnettomuus skenaario		
			Vaara	Vaara tilanne	Vaara tapahtuma
1	Kuorman alla	Käyttötoiminta	Puristuminen	Koneella ajaminen	Esineiden putoaminen tai sinkoutuminen
Huomautuksia:					
Taakan tippuminen taakan irtoamisen takia.					


Menetelmä:		Riski kaavio - ISO/TR 14121-2			
Ref. No.	Vaara-alue	Tehtävä / toiminta	Onnettomuus skenaario		
			Vaara	Vaara tilanne	Vaara tapahtuma
2	Lähellä työkalua	Käyttötoiminta	Puristuminen	Koneella ajaminen	Hallitsemattomat liikkeet
Huomautuksia:					
Pumppukotelon ja/tai pumppujen yllättävä heilahtelu haalauksen aikana.					

Menetelmä:		Riski kaavio - ISO/TR 14121-2			
Ref. No.	Vaara-alue	Tehtävä / toiminta	Onnettomuus skenaario		
			Vaara	Vaara tilanne	Vaara tapahtuma
3	Lähellä työkalua	Käyttötoiminta	Epämukavuus	Työkappaleen kiinni puristaminen tai kiinnittäminen	Vakavuuden menetys
Huomautuksia:					
Työkalun kiinnitys ahdin modulin alle.					

Menetelmä:		Riski kaavio - ISO/TR 14121-2			
Ref. No.	Vaara-alue	Tehtävä / toiminta	Onnettomuus skenaario		
			Vaara	Vaara tilanne	Vaara tapahtuma
4	Lähellä työkalua	Käyttötoiminta	Paiskautuneeksi tuleminen	Koneella ajaminen	Hallitsemattomat liikkeet (mukaan lukien nopeuden muutos)
Huomautuksia:					
Taakan heilahtelu liikutettaessa.					

Menetelmä:		Riski kaavio - ISO/TR 14121-2			
Ref. No.	Vaara-alue	Tehtävä / toiminta	Onnettomuus skenaario		
			Vaara	Vaara tilanne	Vaara tapahtuma
5	Lähellä työkalua	Käyttötoiminta	Takertuminen	Koneella ajaminen	Koskettaminen teräviin reunoihin ja kulmiin tai ulkoneuviin osiin
Huomautuksia:					
Työhanskan ja/tai työasun kiinni jääminen nostettavaan kappaleeseen/nostotyökaluun.					
Menetelmä:		Riski kaavio - ISO/TR 14121-2			
Ref. No.	Vaara-alue	Tehtävä / toiminta	Onnettomuus skenaario		
			Vaara	Vaara tilanne	Vaara tapahtuma
6	Työasemalla	Asetusten teko opettamalla / ohjelmointi tai ohjelmointi ja / tai prosessin	Liukastuminen, kompastuminen tai putoaminen	Työkappaleen kiinni puristuminen tai kiinnittäminen	Vaikeat ympäristöolosuhteet
Huomautuksia:					
Pääseminen moottorin päälle ja nostoapuväliseen asennuspaikalle.					

WÄRTSILÄ		Riskien arviointi & vähennys					Made by	mhe040 Heikki Iia							
							Date	17.3.2015							
							Current version								
							Part. N°	PAAF328940 / -							
Riskien arviointi (arviointi ja tarkastelu) ja riskin vähentäminen															
Ref. No.	Vaara	Vaara tapahtuma	Riskien arviointi (alustava arviointi)					Riskien vähentämisen suoja-toimenpiteet	Riskien arviointi (vähennyksen jälkeen)					Tarvitaanko toimenpiteitä pun.vaadit.	
			S	F	O	A	RI		S	F	O	A	RI		
1	Puristuminen	Koneella ajaminen	2	1	1	2	2	Riski on jo rajoitettu							
2	Puristuminen	Koneella ajaminen	1	1	2	2	1	Riski on jo rajoitettu							
3	Epämukavuus	Työkappaleen kiinni puristuminen tai kiinnittäminen	1	2	2	2	1	Riski on jo rajoitettu							
4	Päiskautuneeksi tuleminen	Koneella ajaminen	2	1	1	2	2	Riski on jo rajoitettu							
5	Takertuminen	Koneella ajaminen	1	1	1	2	1	Riski on jo rajoitettu							
6	Liukastuminen, kompastuminen tai putoaminen	Työkappaleen kiinni puristuminen tai kiinnittäminen	1	2	2	2	1	Riski on jo rajoitettu							
Käytetyt lyhenteet ovat seuraat:															
S vakavuus	F altistuminen	O vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyys					A mahdollisuus välttää	RI riski indeksi:							
S1 vähäinen	F1 harvoin	O1 pieni					A1 mahdollista	alkaen 1 (Min.) päättyen 6 (Max.)							
S2 vakava	F2 usein	O2 keskuuri					A2 mahdotonta	-							
-	-	O3 korkea					-	-							

		Riskiarvot				Made by	mhe040	
							Date	17.3.2015
							Current version	
							Part. N°	PAAF326940 / -
Riskiarviointi	Symboli	Mahdolliset arvot			IF = 1	IF = 2	IF = 3	
Vahingon vakavuus	S	1	2		lievä loukkaantuminen	vakavia vammoja	-	
Henkilön (henkilöiden) altistuminen kyseiselle vaaralle	F	1	2		kaudesta tai vähemmän työvuoron aikana tai yhteensidettyä altistuminen työvuoron aikana vähemmän kuin 15 min.	Enemmän kuin kahdesti työvuoron aikana tai yhteensidettyä altistuminen työvuoron aikana enemmän kuin 15 min.	-	
Vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyys	O	1	2	3	Valmis tekniikka, todistetusti ja tunnustetusti turvallinen sovellettiin; kestävyys	Tekninen vikaantuminen havaittu kahden viimeisen vuoden aikana	Tekninen vikaantuminen havaitaan säännöllisesti (joka kuudes kuukausi tai harvemmin)	
Mahdollisuudet välttää tai rajoittaa kyseistä vahinkoa	A	1	2		mahdollista jossain olosuhteissa: - alttina oleva ammattitaitoinen työntekijä on tietoinen riskin olemassaolosta, erityisesti käyttäen keskittävää tietoa perustuen, varoitusemerkkien ja merkinantolaitteiden välityksellä; - inhimilliset kyvyt välttää tai rajoittaa vahinkoa (esim. refleksi, nopeus, mahdollisuus pekitäytymiseen) (välttäen SFS-EN ISO 14121-1 § 7.2.3.4)	mahdotonta	-	
Huomautuksia:								
Lomake on täytetty riskiarvioinnin tuloilla; jokainen vaara tilanne on osoitettu riskiindeksillä RI. Jokaisen vaarallisuuden arviointi noudatti seuraavassa esitettyä: - riskiarvot 1 ja 2 vastaavat alinta priorisoitua tärkeysluokkaa 3); - riskiarvot 3 ja 4 vastaavat keskiseen priorisoitua tärkeysluokkaa 2); - riskiarvot 5 ja 6 vastaavat korkeinta priorisoitua tärkeysluokkaa 1).								
Riskiarvon ollessa 2 tai pienempi arvioidaan sen edustavan tasoa missä ei vaadita enempää riskien vähentämistä.								

Vaatimustenmukaisuusvakuutus

**EY-Vaatimustenmukaisuusvakuutus**

Dok. no: DAAFXXXXXX

(Konedirektiivi 2006/42/EY, Liite II, kohta. A)

Sivu 1/1

Valmistaja:
Wärtsilä Finland Oyj
Järvikatu 2-4
PL 244
65101 Vaasa
Finland

Vakuutamme,että:

- nostoapuväline tyyppi/sarja:

Nostoapuväline tyyppi/sarja: PAAF326940 / -

täyttää seuraavien EY direktivien vaatimukset:

Konedirektiivi 2006/42/EY

- sekä seuraavat yhdenmukaistetut standardit (osat/pykälät):

EN 13155:2003+A2:2009 Nosturit. Turvallisuus. Irrotettavat nostoapuvälineet.

- sekä seuraavat kansainväliset ja kansalliset standardit(osat/pykälät):

SFS-EN ISO 12100-1-2:2010 Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet.**SFS-EN ISO 14121-1** Koneturvallisuus. Riskin arviointi.

Konedirektiivin 2006/42/EY liite VII A mukainen rakennetiedosto voidaan koota ja toimittaa kansallisten viranomaisten tarkastettavaksi allekirjoittaneen toimesta:


*Petri Illikainen*Design Manager, Product Design
Wärtsilä Finland Oy

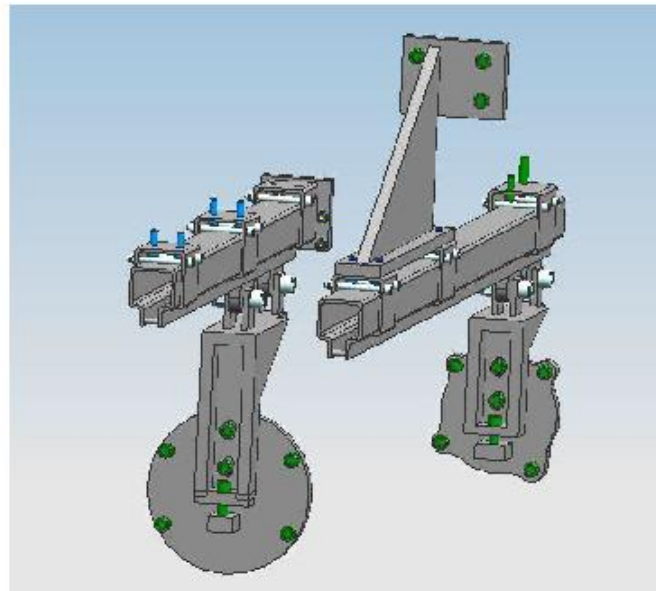
Vaasa, Suomi xx/xx/2015

Wärtsilä Finland Oy:n puolesta

*Kenneth Rönnbäck*Director, Delivery Centre Vaasa
Wärtsilä Finland Oy


Käyttöohjekirja

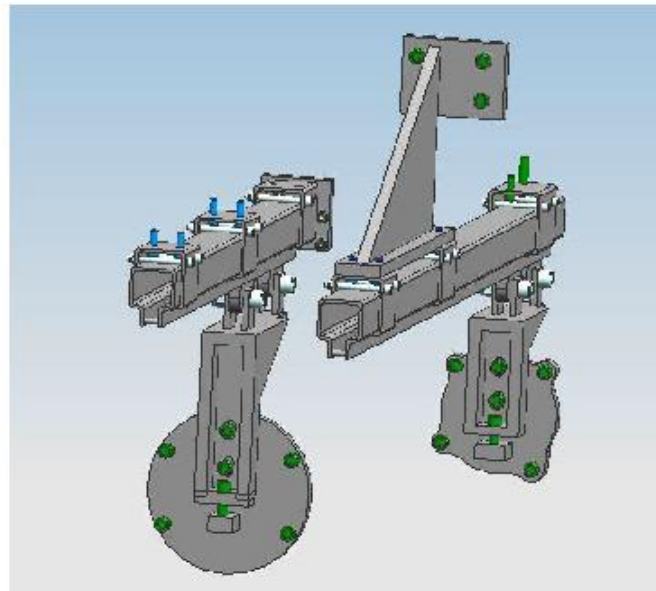
		© Wärtsilä Finland Oy		KÄYTTÖOHJE (KÄÄNNÖS) Nostoapuväline			
This doc is the property of Wärtsilä Finland Oy and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without the consent of the owner.							
Subtitle	Product	Made	08.05.2015	mhe040 /Helkkilä	Page	Document No	Rev
CE. Marking	W31	Appd.	08.05.2015	pl001 / Ilkainen	1 (22)	DAAFXXXXXX	-
Revised date: -	Changed by: -	Approved by: -	D-message No.: -				



NOSTOAPUVÄLINE
PUMPPUKOTELON HAALAAMISEEN
PAAF326940 / -

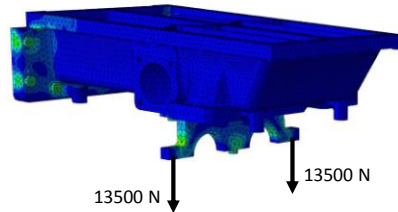
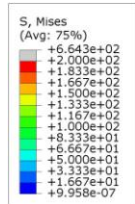
Instruction manual

		© Wärtsilä Finland Oy		INSTRUCTION MANUAL (ORIGINAL) Lifting accessory			
This doc is the property of Wärtsilä Finland Oy and shall neither be copied, shown or communicated to a third party without the consent of the owner.							
Subtitle	Product	Made	08.05.2015	mhe040 / Helkkilä	Page	Document No	Rev
CE. Marking	W31	Appd.	08.05.2015	pl001 / Ilkainen	1 (22)	DAAFXXXXXX	-
Revised date: -	Changed by: -	Approved by: -	D-message No.: -				

**LIFTING ACCESSORY****FOR PUMP COVER****PAAF326940 / -**

Laskenta ryhmän tulokset

CA cooler housing precheck



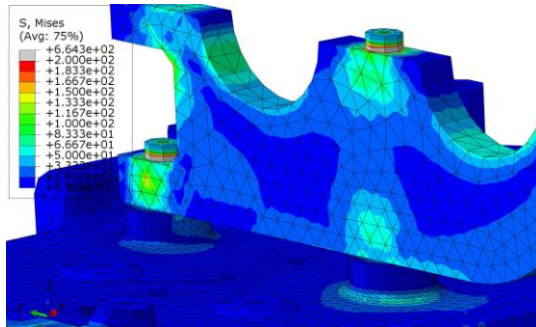
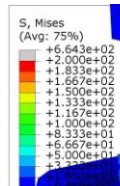
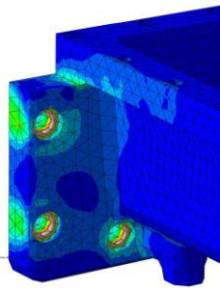
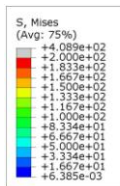
CA cooler bottom casing is checked against $4*630 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 = 26290\text{N}$

Analysis is assumed to be on conservative side if bottom casing bears the load.

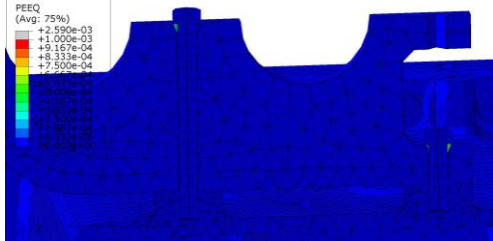
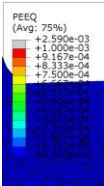
Spheroidal graphite iron GJS-450 is used as bottom casing material.

According to this analysis stress levels remain relatively low even if only bottom casing is used to carry pump house load with appropriate safety. No plastic deformation occur.

No structural changes are required to CA cooler housing in pump housing lifting load case.



CA cooler housing precheck



CA cooler bottom casing is checked against $4*630 \text{ kg} * 9.81 \text{ m/s}^2 = 26290\text{N}$

Analysis is assumed to be on conservative side if bottom casing bears the load.

Spheroidal graphite iron GJS-450 is used as bottom casing material.

According to this analysis stress levels remain relatively low even if only bottom casing is used to carry pump house load with appropriate safety. No plastic deformation occur.

No structural changes are required to CA cooler housing in pump housing lifting load case.

