

KARAMURSKAIMEN TUKIRAKENTTEEN MODERNISOINTI

Tapio Mäkelä

Opinnäytetyö
Marraskuu 2010
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotekehitys
Tampereen ammattikorkeakoulu

Tekijä	Tapio Mäkelä
Työn nimi	Karamurskaimen tukirakenteen modernisointi
Sivumäärä	66
Valmistumisaika	12/2010
Työn ohjaaja	DI Harri Laaksonen
Työn tilaaja	Metso MCT, Valvojana DI Timo Luoma

TIIVISTELMÄ

Karamurskaimet ovat kiviperäisen materiaalin väli- ja hienomurskaukseen tarkoitettuja koneita. Metso MCT tarjoaa asiakkailleen murskaimia kiinteissä ja liikkuvissa sovelluksissa. Liikkuvissa sovelluksissa murskain asennetaan telat tai pyöräalustan päälle, kun taas kiinteissä sovelluksissa murskain asennetaan sille sopivan tukirakenteen päälle. Kiinteiden karamurskainten tukirakenteissa on ilmennyt kehitystarpeita.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli modernisoida karamurskaimelle tarkoitettua tukirakennetta. Kehitystarpeen kartoitus tapahtui haastattelemalla suunnittelijoita, jotka olivat tietoisia tukirakenteesta saadusta asiakaspalautteesta. Työ syntyi asiakastarpeesta, ja tavoitteena oli saada valmis tuote, joka täyttää koneturvallisuusstandardit ja EU-direktiivit. Tukirakenteesta tuli saada myös yhteensopiva usean eri karamurskainmallin kanssa. Lisäksi työn tavoitteena oli parantaa tukirakenteen kuljetettavuutta ja muunneltavuutta.

Tärkein työkalu tukirakenteen modernisointityössä oli mallinnus- ja suunnitteluohjelma. Useaan ongelmaan löytyi ratkaisu soveltamalla tietoa Metson tuotannossa olevista rakenteista. Tietoa eri rakenteista löytyi tuotetiedon hallintaohjemasta, johon kaikki rakenteisiin liittyvät valmistuspiirustukset ja muut dokumentit tallennetaan.

Kaikki työn tavoitteet täyttyivät, ja tulokseksi saatiin suunnitelma uudesta karamurskaimen tukirakenteesta. Suunnittelutyön lopuksi valmistuskuvat lähetetään tuotantoon, jonka jälkeen vuorovaikutus asennuksen ja suunnittelun välillä on tärkeää mahdollisten parannusten tekemiseksi. Suunnittelutyö jatkuu vielä siltä osin, että samaa tukirakennetta on tulevaisuudessa tarkoitus käyttää myös Metson kiinteiden kartiomurskainten kanssa.

Writer	Tapio Mäkelä
Thesis	Modernization of Support Structure for Cone Crusher
Pages	66
Graduation time	12/2010
Thesis Supervisor	Harri Laaksonen (M.Sc)
Co-operating Company	Metso MCT, Supervisor Timo Luoma (M.Sc)

ABSTRACT

Cone crushers have been developed to crush materials in secondary and tertiary stages. Metso MCT offers cone crushers in stationary and mobile applications. In mobile applications, crusher is mounted on tracks or wheels. In stationary applications, crusher is mounted on a support structure. Development needs have occurred concerning these support structures.

The purpose of this thesis was to modernize a support structures for cone crusher. Development needs were gathered by interviewing engineers who had knowledge about the customer feedback. The goal of this thesis was to get a support structure that fulfils all safety standards and is compatible with several different cone crusher models. Other goals were to improve transportability and modifiability of the support structure.

The main tool in the modernization process was computer-aided design software. Several problems were solved by applying information from other structures designed in Metso. This information was gathered using product data management software, which has all the manufacturing drawings and other documents regarding Metso's products.

All goals of this thesis were fulfilled, and as a result new design of cone crusher support structure was born. The process continues by sending drawings to the manufacturer. At this stage the interaction between designer and manufacturer is important in order to make the possible improvements. Developing process will continue by trying fit models from a different crusher series to the same support structure.

Keywords: Support Structure, Cone Crusher, Metso MCT

ALKUSANAT

Tämä työ tehtiin Metso MCT:lle, koska kiinteille karamurskaimille tarkoitetuissa tukirakenteissa oli ilmennyt kehitystarpeita. Aihe oli haastava ja mielenkiintoinen. Muutoksia tukirakenteeseen tuli monia, joista tähän kirjalliseen osuuteen on rajattu työn pääkohdat.

Haluan kiittää Jouni Rahkomaata mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö Metso MCT:lle. Työn ohjaamisesta haluan kiittää Timo Luomaa ja Harri Laaksosta. Hyvistä vinkeistä ja ohjeista haluan edellä mainittujen henkilöiden lisäksi kiittää Ville Järvenpäästä ja Petri Kujansuuta.

17.11.2010 Tampereella

Tapio Mäkelä

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
ALKUSANAT	
SISÄLLYSLUETTELO	5
1 JOHDANTO	6
2 YRITYKSEN ESITTELY	7
2.1 Metso-konserni	7
2.2 Metso MCT	10
2.3 Metso MCT Tampereella	11
2.4 Metso MCT:n historia Tampereella	12
3 GP-MURSKAINTEN TUKIRAKENTEET	14
3.1 GP-murskainmallien yleisesittely	14
3.2 GP-Tukirakenteet	17
3.2.1 Historia	18
3.2.2 Nykytila	19
4 TYÖN TAVOITTEET	24
5 KONETURVALLISUUDEN STANDARDIT	25
5.1 Hoitotasot	26
5.2 Porrastikkaiden portti	26
5.3 Tarkastusluokku	28
6 KULJETETTAVUUS	33
6.1 Normaalikuljetusten suurimmat sallitut mitat ja massat	34
6.2 Hoitotasot	37
7 MURSKAINMALLIEN YHTEENSOPIVUUS	42
7.1 Moottoripeti	42
7.2 Moottoripedin kiinnitys	46
7.3 Hihnasuoja	50
7.4 Hihnasuojan kannattimet	52
7.5 Kumit	54
8 MUUNNELTAVUUS	58
9 RAKENTEEN SOVELTAMINEN MUILLE MURSKAIMILLE	63
9.1 HP-sarja	63
9.2 Eri kokoluokan murskaimet	64
10 YHTEENVETO	65
LÄHTEET	66

1 JOHDANTO

Karamurskaimet ovat kiviperäisen materiaalin väli- ja hienomurskaukseen tarkoitettuja koneita. Karamurskaimet, kuten muutkin murskaukseen käytetyt koneet, asennetaan usein tela- tai pyöräalustan päälle, jolloin niiden paikkaa voidaan helposti vaihdella työmaalla. Tällainen liikkuva murskainyksikkö pitää sisällään myös toimintaan tarvittavat laitteet, kuten kuljettimen, joka ohjaa murskaimen läpi käyneen kiviaineksen eteenpäin.

Toisinaan asiakkaat haluavat kiinteän murskaimen ilman tela- tai pyöräalustaa. Murskaimien toimintaperiaatteista johtuen asiakas tarvitsee koneelle aina jonkun rakenteen, jonka päälle se voidaan asentaa. Metso MCT:n ja sitä edeltävien yritysten tuotannossa on vuosien saatossa ollut monia karamurskaimelle tarkoitettuja tukirakenteita. Tämän päivän karamurskainmalleille sopivia tukirakenteita on suunniteltu kaksi, joista toinen on suunniteltu Tampereella ja toinen Ranskan Maconissa. Kummassakin tukirakenteessa on ilmennyt kehitystarpeita, joiden vuoksi kaikki asiakkaat eivät ole niitä halunneet.

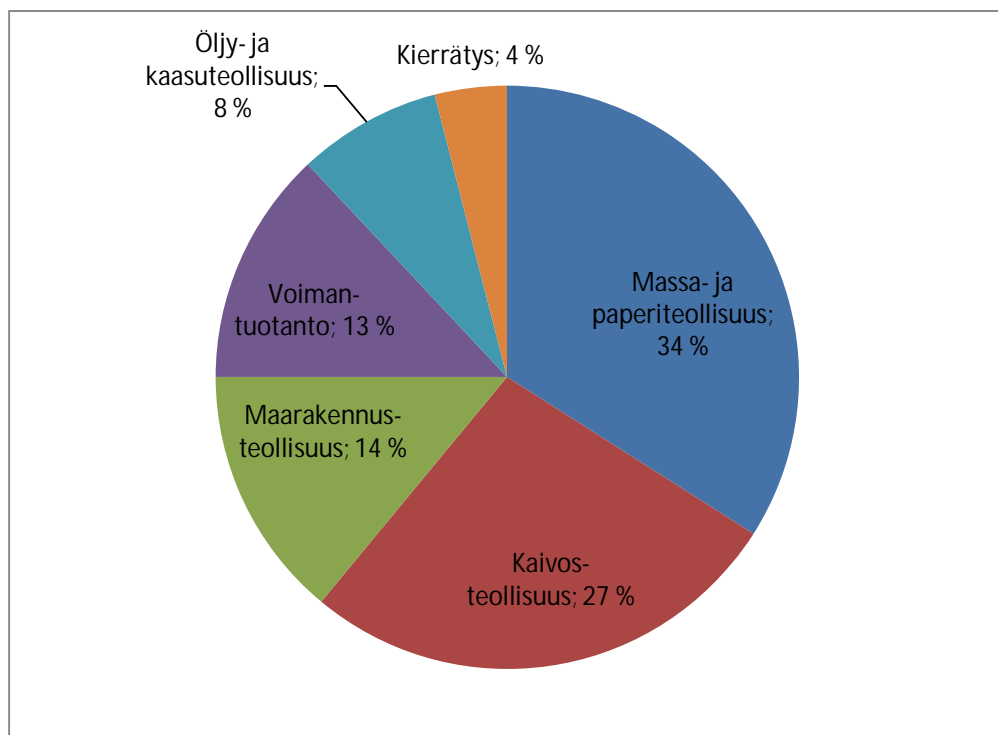
Tämän opinnäytetyön tavoitteena on modernisoida toista olemassa olevaa karamurskaimelle tarkoitettua tukirakennetta. Kyseessä on neljällä jalalla seisova teräsrakenne, jonka päälle koneen voi asentaa. Se sisältää tarvittavat hoitotasot, tasoille nousemiseen tarvittavat porrastikkaat, sekä kiinteät paikat muille murskaukseen tarvittaville laitteille.

Työ on syntynyt asiakastarpeesta, ja tavoitteena on saada valmis tuote, joka täyttää koneturvallisuusstandardit ja EU-direktiivit. Tukirakenteen tulee myös olla yhteensopiva usean eri karamurskainmallin kanssa. Lisäksi työn tavoitteena on parantaa tukirakenteen kuljetettavuutta ja muunneltavuutta.

2 YRITYKSEN ESITTELY

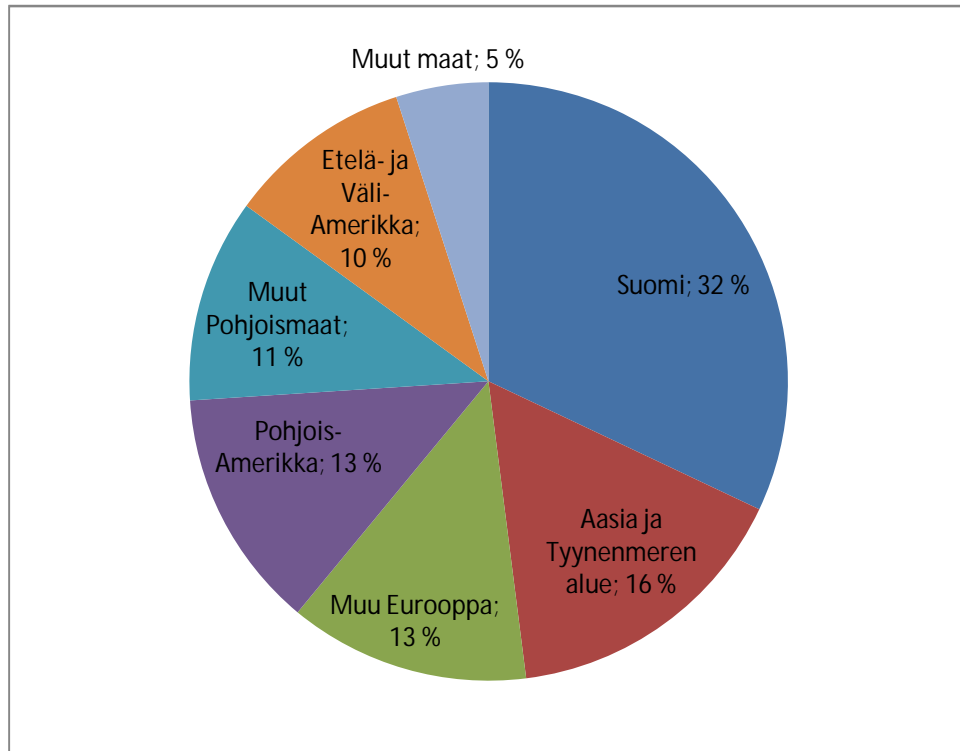
2.1 Metso-konserni

Metso-konserni syntyi vuonna 1999, kun Valmet ja Rauma yhdistyivät. Valmet valmisti paperi- ja kartonkikoneita, kun taas Rauman toiminta keskittyi kuituteknologiaan, kivenmurskaukseen ja virtauksensäätöratkaisuihin. Tällä hetkellä Metso on kansainvälinen teknologiakonserni, joka tarjoaa teknologia- ja palveluratkaisuja kaivos-, maarakennus-, voimantuotanto-, öljy- ja kaasu-, kierrätys- sekä massa- ja paperiteollisuudelle. Metso-konsernin liikevaihto vuonna 2009 oli 5 016 miljoonaa euroa, josta palveluliiketoiminnan osuus oli 41 %. Kuviossa 1 on esillä Metson liikevaihto jakautuneena asiakasteollisuuttain. /1/



Kuvio 1: Liikevaihto asiakasteollisuuksittain /1/

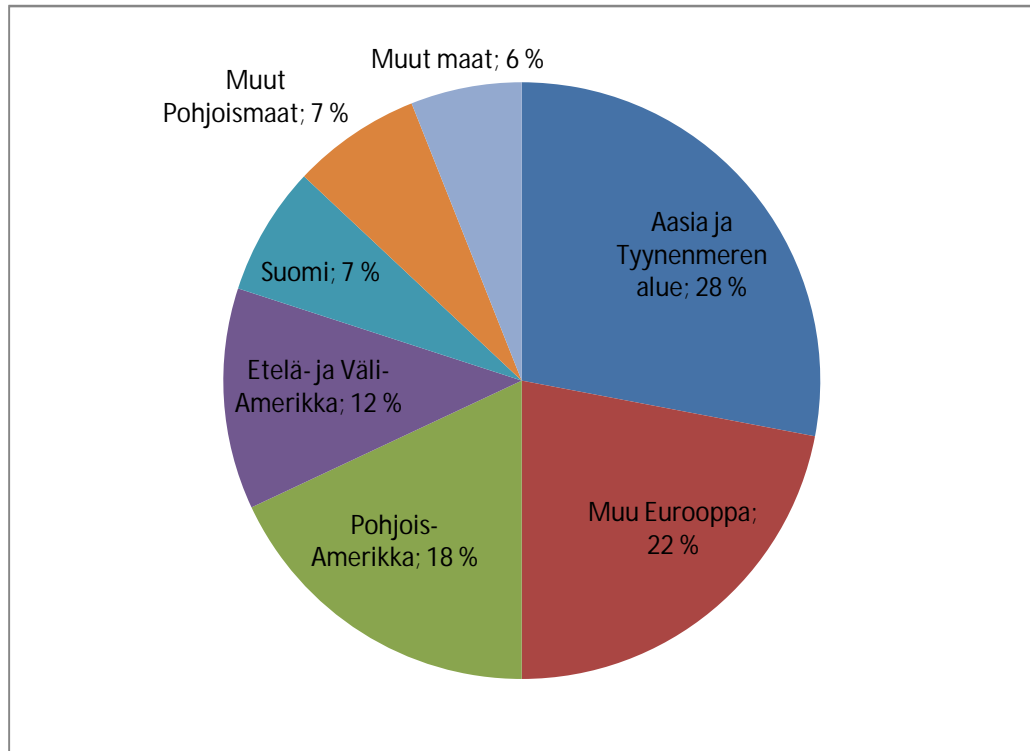
Metsolla on suunnittelua, tuotantoa, hankintaa, palveluliiketoimintaa, myyntiä ja muuta toimintaa yli 300 yksikössä yli 50 maassa. Asiakkaita Metsolla on yli 100 maassa ja työntekijöitä maailmanlaajuisesti yli 27 000. Kuviossa 2 on esillä kuinka Metson henkilöstö on jakautunut alueittain. /1/



Kuvio 2: Henkilöstö alueittain /1/

Metson liiketoiminta on organisoitu kolmeen segmenttiin: Paperi- ja kuituteknologia (Metso PFT), Kaivos- ja maarakennusteknologia (Metso MCT) sekä Energia- ja ympäristötekniologia (Metso EET). Metso PFT valmistaa laitteita massa- ja paperiteollisuudelle. Metso MCT valmistaa laitteita kiven ja mineraalien käsittelyyn. Metso EET puolestaan toimittaa ratkaisuja voimantuotantoon, automaatioon, kierrätykseen ja jätehuoltoon. /1/

Sekä Metso PFT että Metso MCT ovat markkinajohtajia omilla aloillaan. Metso EET on alallaan kolmanneksi suurin toimija. Metson kansainvälisyyden voi hyvin todeta kuviosta 3, jossa on esillä saadut tilaukset jakautuneena markkina-alueittain.



Kuvio 3: Saadut tilaukset markkina-alueittain /1/

2.2 Metso MCT

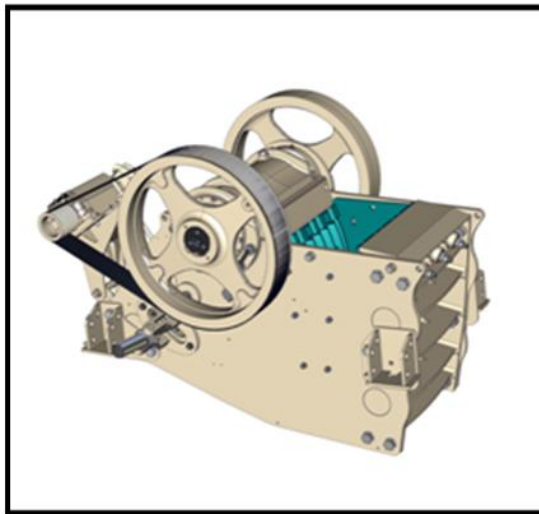
Metson kaivos- ja maanrakennus teknologia (MCT) suunnittelee, valmistaa ja markkinoi tuotteita kiven ja mineraalien käsittelyyn maailmanlaajuisesti. Se tarjoaa tuotteita kiven ja mineraalien muokkaukseen, seulontaan ja kuljettimiin. Asiakaskuntaan kuuluu louhoksia, kaivoksia ja urakoitsijoita. Metso MCT tarjoaa myös after sales –palvelut, kuten vara- ja kulutusosat sekä tuotekoulutuksen. Metso MCT:n tärkeimmät tuotantolaitokset sijaitsevat Suomessa, Ruotsissa, Saksassa, Ranskassa, USA:ssa, Etelä-Afrikassa, Brasiliassa ja Kiinassa. Metso MCT:n liikevaihto vuonna 2009 oli 2 075 miljoonaa euroa ja sen osuus koko konsernin liikevaihdosta oli 41 %. Henkilöstöä vuonna 2009 oli noin 9500. Tuotteita joita Metso MCT tarjoaa kaivosteollisuudelle ovat murskaimet, seulat, jauhinmyllyt, pelletointilaitokset, materiaalinkäsittelylaitteet ja polttoprosessit. Maanrakennusteollisuuden asiakkaille Metso MCT tarjoaa kivenmurskaimia, liikuteltavia (kuvio 4) ja kiinteitä murskauslaitoksia, seuloja ja kuljettimia. /1/



Kuvio 4: LT106 Lokotrack tela-alustainen liikkuva murskainyksikkö /2/

2.3 Metso MCT Tampereella

Metso MCT:n Tampereen tehtaalla valmistetaan leuka- ja karamurskaimia (kuviot 5 ja 6), sekä tela- ja pyöräalustaisia murskainyksiköitä. Tampereen murskaintehtaalla valmistetaan kymmentä eri leukamurskainmallia, sekä kuutta eri karamurskainmallia. Leukamurskaimia käytetään tehokkaaseen kovan kiven ja kiviperäisten purkumateriaalien esimurskaukseen kiinteissä ja liikuteltavissa sovelluksissa. Karamurskaimia puolestaan käytetään tehokkaaseen väli- ja hienomurskaukseen kiinteissä ja liikkuvissa sovelluksissa. Tampereen tehtaalla valmistettuja murskaimia käytetään kivilouhoksilla, rakennus- ja kaivosteollisuudessa sekä kiviperäisten materiaalien murskaukseen uusiokäyttöön. Metso MCT:n Tampereen tehtaan alueella työstentelee noin 1000 henkilöä. /2/



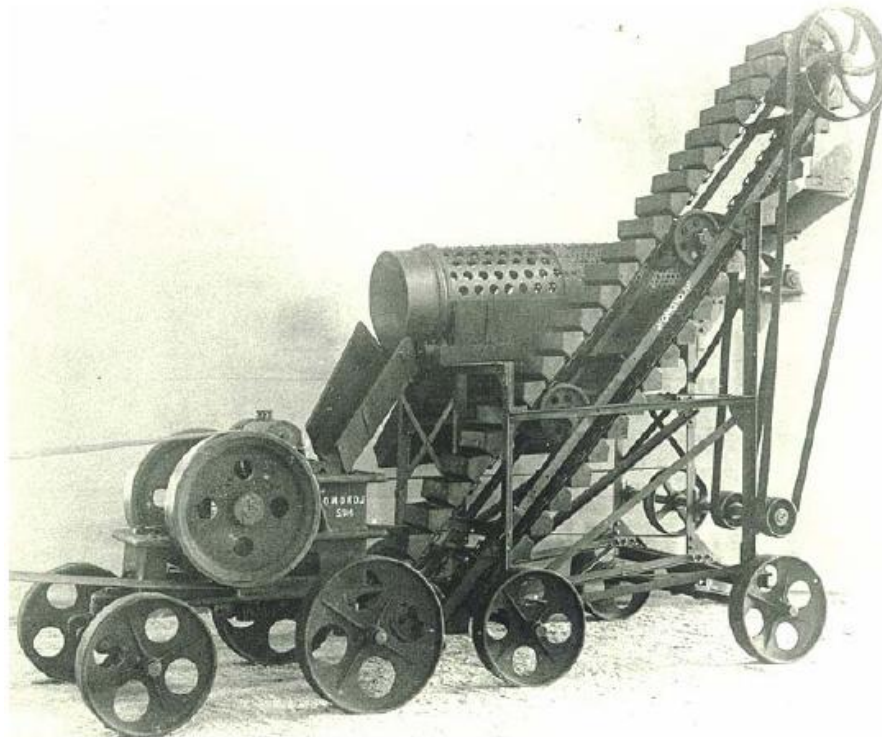
Kuvio 5: Leukamurskain C106 /2/



Kuvio 6: Karamurskain GP550 /2/

2.4 Metso MCT:n historia Tampereella

Metso MCT:llä on vahvat perinteet suomalaisessa metalliteollisuudessa. Yhtiön historia alkaa vuodesta 1915, jolloin Oy Lokomo Ab perustettiin veturitehtaaksi nykyiselle paikalleen Tampereen Hatanpäälle. Vuosi tämän jälkeen tehtaan yhteyteen perustettiin myös teräsvalimo. Veturitilausten vähyden vuoksi yhtiö laajensi tuotantoaan myös muille metalliteollisuuden aloille. 1920- ja 1930-luvuilla Lokomolla valmistettiin mm. kirkonkelloja, kuljetusvaunuja, alasimia, laivan potkureita, ankkureita, keskuslämmityskattiloita, paineilmakompressoreita, tiehöyliä ja kivenmurskaimia. Ensimmäinen liikuteltava murskaus- ja seulontayksikkö valmistui vuonna 1921 (kuvio 7). /3/



Kuvio 7: Liikuteltava murskaus- ja seulontayksikkö vuodelta 1921 /2/

Sota-aikana Lokomon koneet ja laitteet palvelivat sotateollisuutta. Valimolla tuotettiin terästä aseisiin, lentokoneisiin ja työkaluihin. Lokomolla valmistettiin sota-aikana mm. kiväärinpiippuja, tykinputkia, kranaatteja, periskooppiputkia ja teräskupuja linnoitteisiin. 1940-luvulla Lokomolla valmistettiin sotakorvauksina Neuvostoliitolle mm. vetureita ja venttiilejä. 1950-luvulla vientitoimitukset käynnistettiin ja 1960-luvulla avattiin ensimmäiset ulkomaiset tytäryhtiöt Kolumbiaan, Espanjaan, Ruotsiin ja Tanskaan. 1960-luvun loppupuolella viennin osuus liikevaihdosta oli jo yli 30 %. /3/

Vuonna 1970 tehtaan ensimmäisen pääsääntöisen omistajan Emil Aaltosen suku luopui Lokomo Oy:stä ja myi sen Rauma-Repolalle. 1982 Rauma-Repolan ostama Neles Oy osti Lokomon teräs-, murskain-, nosturi- ja meriteknologiatehtaat ja vuonna 1984 Lokomon kaivinkone-, tiehöylä- ja täryjyräliiketoiminnot myytiin Lännen Konepajalle. Vuonna 1989 Nordberg Group perustettiin yhdistämällä Lokomo Oy, Bergeaud S.A. (Ranska), Nordberg Inc. (USA) ja Nordberg UK (Englanti). Rauma-Repolasta tuli näin Nordberg Group:in myötä maailman johtava murskainalan valmistaja ja markkinoija. Vuonna 1993 yrityksen nimeksi tuli Nordberg-Lokomo Oy ja vuonna 1999 se liitettiin osaksi Valmetin ja Rauman fuusiossa syntynyttä Metso-konsernia. Vuonna 2001 Nordberg-ryhmän nimi muutettiin Metso Mineralsiksi ja samana vuonna se fuusioitui kolme kertaa suuremman ruotsalaisen Svedalan kanssa. Vuonna 2009 Metso Mineralsin nimeksi tuli Metso MCT, joka on lyhenne sanoista Mining and Construction Technology (Kaivos- ja maarakennusteknologia). /4/

3 GP-MURSKAINTEN TUKIRAKENTEET

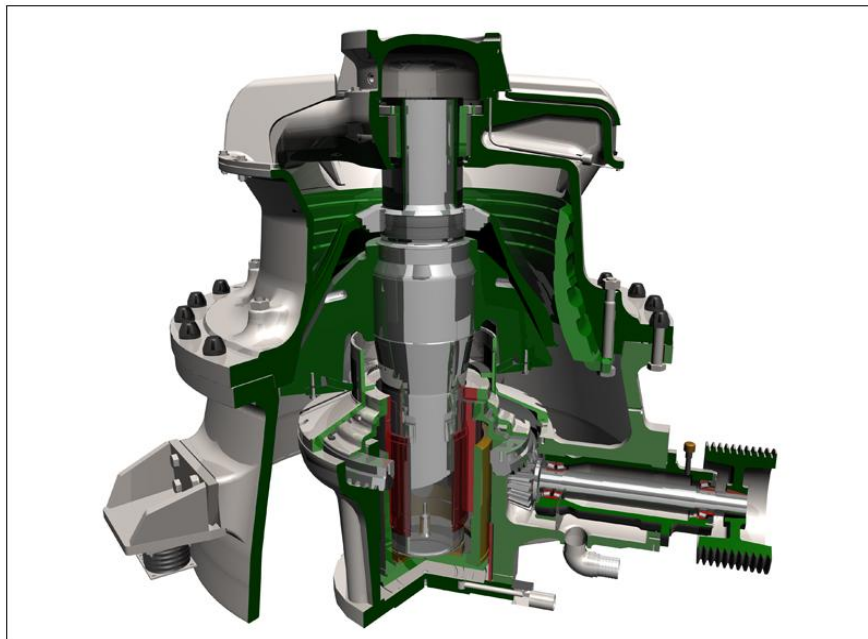
3.1 GP-murskainmallien yleisesittely

GP- murskaimet ovat Metson valmistamia karamurskaimia. Niitä on valmistettu Tampereella jo vuodesta 1966 lähtien. Tällä hetkellä maailmalla on päivittäisessä käytössä reilusti yli 2000 Tampereen tehtaalta lähtenyttä karamurskainta. Karamurskaimen kompakti koko suhteessa suureen murskaustehoon on suosion perusta. Karamurskaimella saadaan tuotettua alhaisimmat tuotantokustannukset mursketonnia kohden. Ne toimivat yhtä tehokkaasti niin välimurskaimina kuin hienomurskaimina, sekä kiinteissä että liikuteltavissa murskaussovelluksissa. Karamurskaimen murskaussovellusten muuntelumahdollisuuksia on paljon ja parhaan lopputuloksen saamiseksi prosessi voidaan myös täysin automatisoida. /2/

Murskausprosessi voidaan jakaa kolmeen eri vaiheeseen. Ensimmäinen vaihe on esimurskaus, johon yleisesti käytetään leukamurskainta. Toinen vaihe on välimurskaus ja kolmas vaihe on hienomurskaus, joihin käytetään karamurskainta. Metso MCT:n GP-sarja voidaankin jakaa kahteen ryhmään, hieno- ja välimurskaimiin. Hienomurskaimia ovat GP100-, GP11F-, GP11M-, GP200-, GP300- ja GP550- murskaimet. Välimurskaimia puolestaan ovat GP100S-, GP200S-, GP300S ja GP500S- murskaimet. Välimurskaimessa on erillinen välirunko, mikä tekee siitä korkeamman kuin hienomurskaimesta. Muita eroja ovat välimurskaimen suurempi syöttöaukko, sekä pystympi ja korkeampi murskauskammio. Hienokone tuottaa tehokkaasti hyvän kokoista kiveä, kun se on sijoitettu kolmanteen vaiheeseen välikoneen jälkeen.

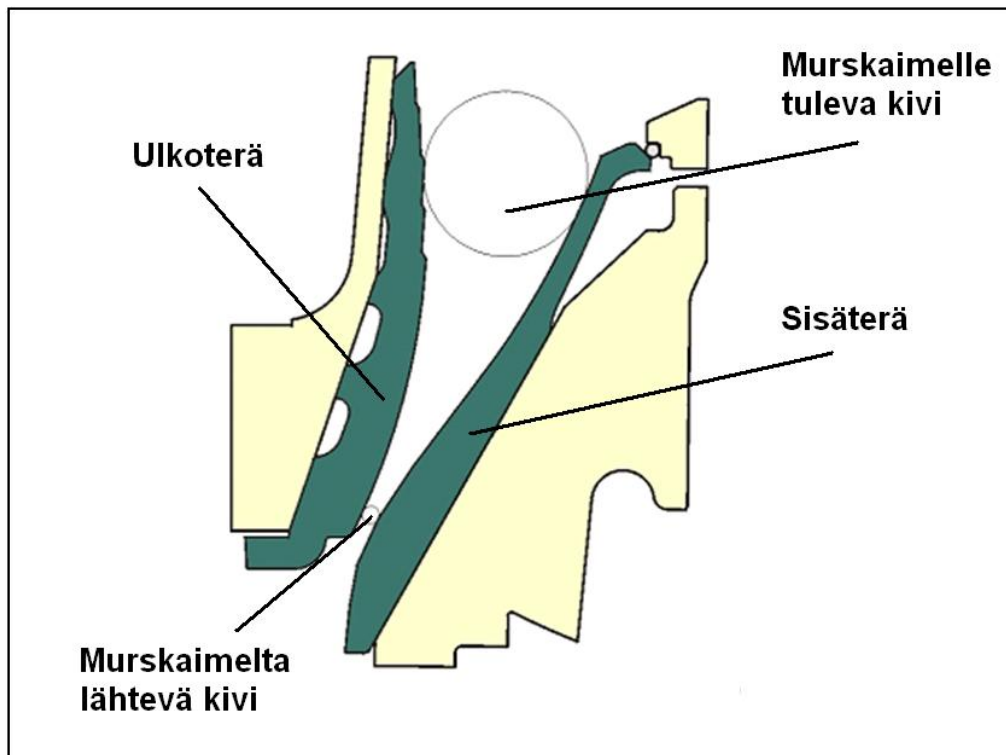
Karamurskaimen runko valmistetaan korkealuokkaisesta suurlujuusteräksestä, jonka vuoksi se on hyvin luotettava. Kestävyyttä rakenteeseen tuo myös läpimitaltaan suuri kara-akseli. Mangaaniteräksestä valmistettujen kulutusosien, terien, kulumista on saatu vähennettyä pitkän kokemuksen ja automaation avulla. Automaatio minimoi tuotantokustannukset pitämällä käyttöasteen maksimissa kompensoimalla kulutusosien kulutusta ja tuottamalla seurantatietoa murskausprosessista. /2/

Kuviossa 8 on halkileikkaus karamurskaimesta GP550. Kuvion oikeassa laidassa näkyvää kiilahihnapyörää ja siinä kiinni olevaa käyttöakselia pyöritetään kiilahihnojen välityksellä sähkö- tai dieselmoottorin hihnapyörältä. Käyttöakseli välittää voiman hammaspyörien avulla kara-akselille, ns. pääakselille. Suureen kara-akseliin on kiinnitetty kartion muotoinen sisäterä, joka puristaa ylhäältä syötettyä kiviainesta ulkoterään. Puristava liike syntyy, koska sisäterää liikuttava pääakseli liikkuu alapäästään epäkeskeisesti karamurskaimen runkoon ja ulkoterään nähden. Epäkeskeinen liike saadaan aikaan kahdella epäkeskeisellä holkilla. Sisä- ja ulkoterä muodostavat karamurskaimen kammion.



Kuvio 8: Poikkileikkaus hienomurskaimena käytetystä mallista GP550 /2/

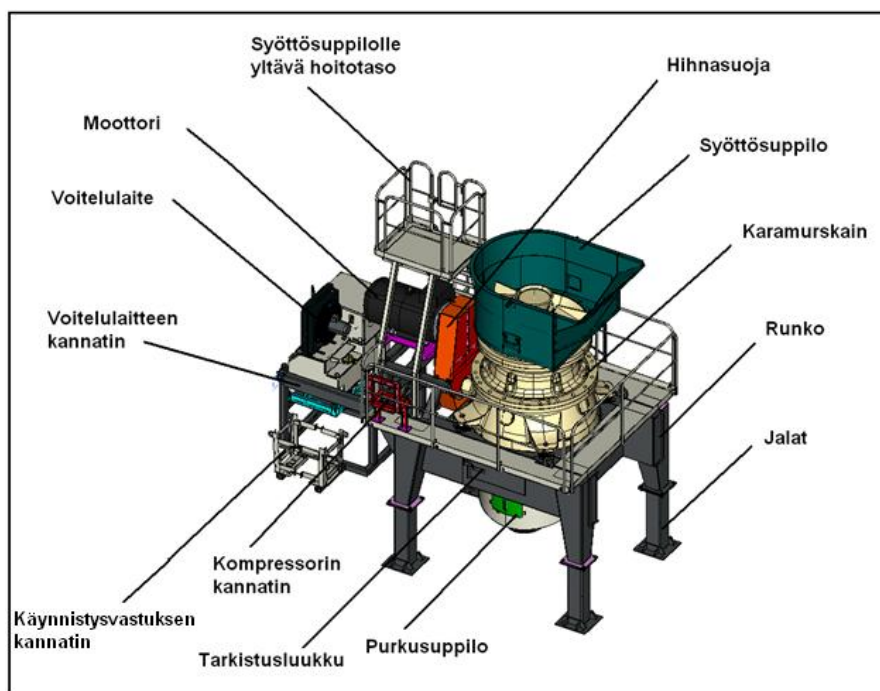
Karamurskain on hyvin muunneltava ja se sopii moniin eri murskaussovelluksiin. Välimurskaimena toimiviin neljään murskaintyyppiin on saatavilla lähes kymmenen eri kammioratkaisua. Hienomurskainmalleihin on puolestaan saatavilla yhteensä yli 20 erilaista kammioratkaisua. Kuviossa 9 on esillä yksi kammionuoto koneesta GP550. /2/



Kuvio 9: Karamurskaimen kammionuoto (EC-GP550) /2/

3.2 GP-Tukirakenteet

Karamurskaimen läpi käynyt kiviaines tulee ulos koneen alta, josta se ohjataan kuljettimella eteenpäin. Tästä johtuen se tarvitsee käyttötilanteessa aina jonkun rakenteen, jonka päälle se asennetaan. Liikuvassa sovelluksessa rakenteena toimii tela- tai pyöräalusta, jonka päälle karamurskain on asennettu. Metso MCT:n tarjoaa asiakkailleen karamurskaimia myös kiinteisiin sovelluksiin, jolloin toisenlainen rakenne on tarpeen. Metso MCT:n ja sitä edeltävien yritysten tuotannossa on vuosien varrella ollut useita karamurskaimelle tarkoitettuja tukirakenteita. Tukirakenteet ovat vaihdelleet karamurskainmallien mukaan, mutta perusajatus on kaikissa ollut sama. Kyseessä on ollut neljällä jalalla seisova teräsrakenne, jossa on ollut valmiit paikat karamurskaimelle ja sen käyttöön tarvittaville laitteille (kuvio 10). Laitteita ovat moottori, voitelulaite, sähkökaappi, kompressori, purkusuppilo sekä käynnistysvastus. Lisäksi tukirakenteessa on ollut tarvittavat hoitotasot, sekä porrastikkaat tasoille pääsemiseksi. Tukirakenteen runko on koostunut toisiinsa hitsatuista standardipaksuisista putkipalkeista ja ohutlevyistä.



Kuvio 10: GP-Tukirakenne

3.2.1 Historia

GP-murskaimille tarkoitettuja tukirakenteita on siis Tampereen Hatanpäällä valmistettu jo vuosien ajan. Lokomo Oy:n aikoihin tukirakenne löytyi jokaiselle karamurskainmallille. Kun Nordberg Group vuonna 1989 perustettiin neljän yrityksen fuusiossa, Ranskalainen Bergeaud S.A. tuli osaksi samaa yritystä Lokomo Oy:n kanssa. Koska Ranskassa oltiin myös suunniteltu ja valmistettu vastaavanlaista tukirakennetta, tuotekehitys Tampereella lopetettiin ja vastuu niistä siirrettiin Ranskalaisille. Ranskalaisten tukirakenne oli tehty murskainmallille HP300. Metso MCT suunnittelee ja valmistaa HP-sarjaa Ranskan Maconissa. HP-sarjan koneet ovat ns. kartiomurskaimia. Ne ovat myös väli- ja hienomurskaimia kuten GP-koneet, mutta niissä kara-akseli on kiinni ainoastaan alapäästä.

Ulkomuodoltaan HP- ja GP-sarja eivät eroa paljoa toisistaan. Tavoitteena olikin, että samaa Ranskassa suunniteltua tukirakennetta käyttäisi sekä HP- että GP-sarjan koneet, jotka ovat samassa kokoluokassa. Kuvioissa 11 ja 12 on esillä aiemmin Lokomon tuotannossa olleita GP-Tukirakenteita. Kuvioista on huomattavissa, että perusajatus niissä on pysynyt vuosien saatossa samana.



Kuvio 11: Lokomon GE 2814 /2/



Kuvio 12: Lokomon GE 4213 /2/

3.2.2 Nykytila

Tämän päivän karamurskainmalleille sopivia tukirakenteita on suunniteltu kaksi. Toinen on Tampereella suunniteltu GE300/Tre (kuvio 13), joka on tukirakenne karamurskainmalleille GP300 ja GP300S. Suunnittelu on tehty vanhan GE12 tukirakenteen pohjalta, joka oli sopiva GP12 koneelle. GP12 on GP300 mallin edeltäjä. Toinen tukirakenne on Ranskan Maconissa suunniteltu GE300/Systems (kuvio 14). Se toimii tukirakenteena murskaimille HP300, GP300 ja GP300S.



Kuvio 13: GE300/Tre /2/



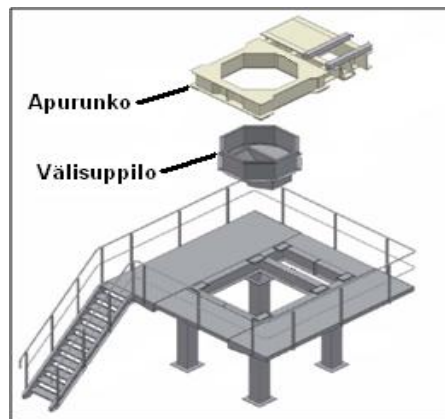
Kuvio 14: GE300/Systems /2/

Asiakkailta saadun palautteen mukaan nykyisissä tukirakenteissa on ilmennyt kehitystarpeita. Asiakaspalautteen kartoitus tapahtui haastattelemalla suunnittelijoita. Tämän aineiston pohjalta on laadittu taulukko 1, jossa on esillä vertailu nykyisten tukirakenteiden kesken.

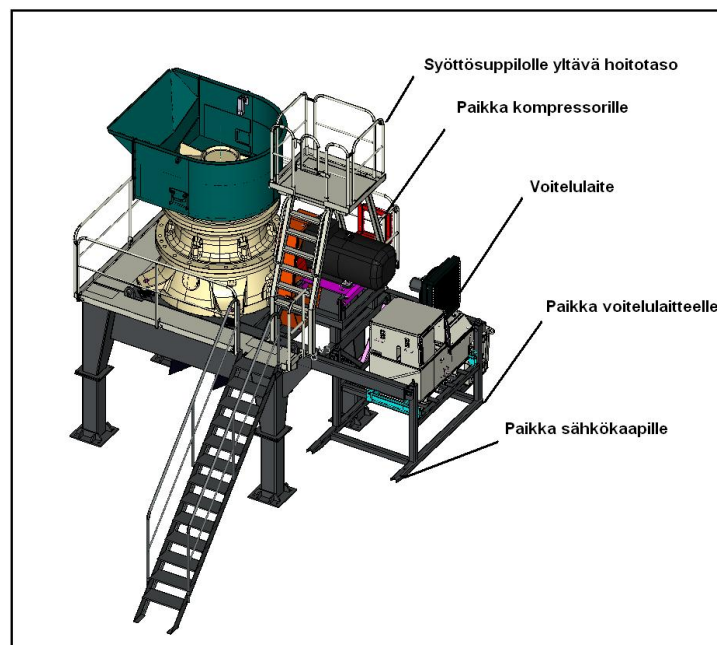
Taulukko 1: Vertailu tukirakenteiden kesken

	GE300/Tre	GE300/Systems
Valmistus- kustannukset	Edullisempi kevyemmän rakenteensa vuoksi.	Kalliimpi, koska rakenteeltaan suurempi.
Asennettavuus	Helppo asentaa, koska asennusta vähän valmiiksi hitsattujen kokoonpanojen vuoksi.	Monimutkainen asentaa, koska koostuu useista pultattavista kokoonpanoista.
Muunneltavuus	Huono muunneltavuus, koska paljon hitsausta. Esimerkiksi hoitotasot hitsattu kiinni runkoon. Vain yksi suuntavaihtoehto porrastikkaille.	Hyvä muunneltavuus, koska hoitotasot pultattavia ja järjesteltävissä eri tavoin. Peräti kahdeksan eri suuntavaihtoehto porrastikkaille.
Kuljetettavuus	Huonompi kuljetettavuus, koska runko varsin suuri hitsauskokoonpano.	Helpompi kuljettaa pienempien kokoonpanojen vuoksi
Käytettävyys	Hyvää: Rakenteessa syöttösuppilolle yltävä hoitotaso, sekä valmiit paikat kaikille käyttöön tarvittaville laitteille. Huonoa: Kapeat hoitotasot	Hyvää: Tilavat hoitotasot. Huonoa: Ei syöttösuppilolle yltävää hoitotasoa, eikä valmista paikkaa käyttöön tarvittaville laitteille.

GE300/Systems on siis kalliimpi valmistaa suuremman rakenteensa vuoksi. Korkeutta ja painoa tukirakenteeseen ovat tuoneet lisää erillinen apurunko ja välisuppilo (kuvio 15), jotka ovat GE300/Tre:n rakenteesta jätetty pois. Muita huonoja puolia ranskalaisten suunnittelemassa tukirakenteessa on ollut syöttösuppilolle yltävän hoitotason puuttuminen. Lisäksi tukirakenteessa ei ole ollut valmista paikkaa voitelulaitteelle, sähkökaapille eikä kompressorille, kuten Tampereen mallissa (kuvio 16). Laitteiden kiinteä asennuspaikka rungossa mahdollistaa vakiomittaisten letkujen ja kaapeleiden käytön.

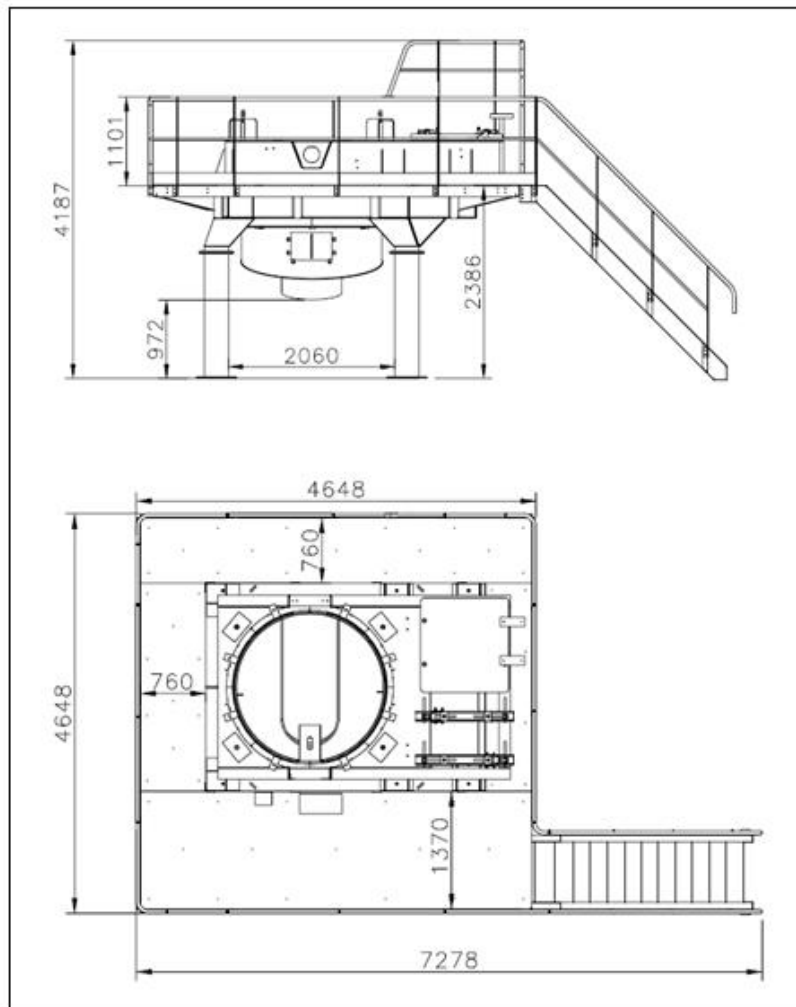


Kuvio 15: GE300/Systems

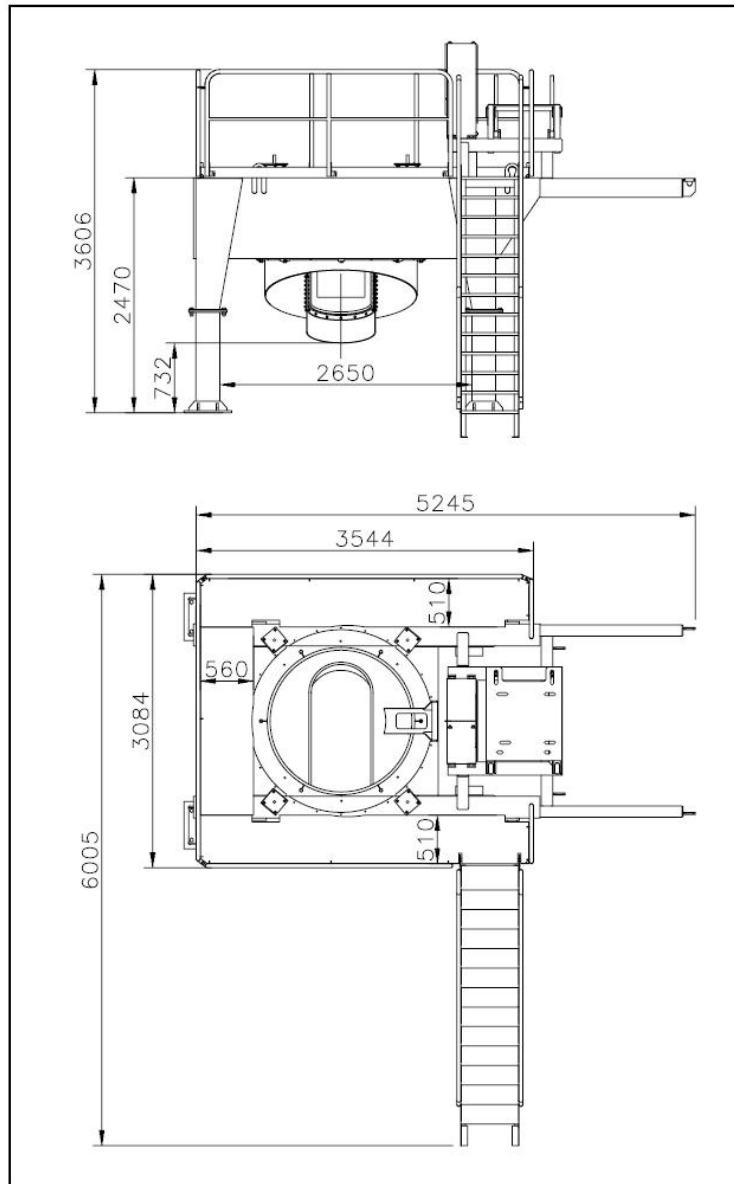


Kuvio 16: GE300/Tre

Kuten taulukossa 1 mainittiin, GE300/Systems tukirakenne on miellyttänyt asiakkaita tilavien hoitotasojen vuoksi, jotka ovat olleet pulteilla kiinni rungossa. Pultattavat hoitotasot ovat parantaneet tukirakenteen kuljetettavuutta ja muunneltavuutta. Toisaalta nämä kaksi piirrettä ovat ristiriidassa asennettavuuden kanssa. Ranskalaisten mallia on helpompi kuljettaa ja sitä voidaan muunnella pienempien kokoonpanojensa vuoksi, mutta asiakkaiden mielestä se on monimutkainen asentaa. Kuviossa 17 on esillä päämittoja GE300/Systems mallista ja kuviossa 18 mallista GE300/Tre. Kuvioista huomataan, että ranskalaisten malli on suurempi. Koska hoitotasot ovat olleet kiinni pulttiliitoksella, niistä on tehty huomattavasti tilavammat Tampereen malliin verrattuna.



Kuvio 17: GE300/Systems



Kuvio 18: GE300/Tre

4 TYÖN TAVOITTEET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on modernisoida tukirakennetta GE300/Tre ja saada siitä valmis asiakkaalle tarjottava lisävaruste. Kehitystarpeen kartoitus on tapahtunut tutustumalla turvallisuusmääräyksiin, sekä vertaamalla saatua asiakaspalautetta malleista GE300/Tre ja GE300/Systems. Tavoitteena on yhdistää ranskalaisten suunnitteleman tukirakenteen vahvuudet Tampereen malliin.

Tukirakenteen tulee luonnollisesti olla koneturvallisuusstandardit ja EU-direktiivit täyttävä. Lisäksi tukirakenteesta tulee saada yhteensopiva myös muiden samaa kokoluokkaa olevien murskainten kanssa. Tavoitteena on, että tulevaisuudessa samaa tukirakennetta käyttää ainakin koneet GP300, GP300S, GP11F, GP11M, HP3 sekä HP300. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kuitenkin vain edellä mainittujen GP-sarjan koneiden sovittamiseen, koska tukirakenteen saaminen näille koneille on katsottu kiireellisemmäksi. Työssä tarkastellaan myös tukirakenteen kuljetettavuutta sekä sen mahdollista parantamista. Myös tukirakenteen muunneltavuutta tulee parantaa siltä osin, että porrastikkaiden suunta tulee olla asiakkaan vaihdettavissa. Modernisointiprojektin työläin vaihe ei tähän opinnäytetyöhön sisälly. Se on työn dokumentointi, valmistuspiirustusten piirtäminen. Tämän hetkiset tukirakennetta koskevat valmistuspiirustukset ovat vanhalla 2D CAD-ohjelmalla tehtyjä. Osa-, kokoonpano- ja hitsauspiirustusten tulee nykyään olla piirretty 3D-mallin pohjalta.

5 KONETURVALLISUUDEN STANDARDIT

Tilastojen mukaan noin joka neljäs työtaturma on koneen aiheuttama. Tapaturmia on pyritty vähentämään kehittämällä lainsäädäntöä, turvallisempia työmenetelmiä ja turvallista tekniikkaa. Tuotteen vaarojen poistaminen suunnitteluvaiheessa on paras tapa vaikuttaa koneen turvallisuuteen. Seuraavana keinona on suojaustekniikka, kuten esimerkiksi turvalaitteiden ja suojusten käyttö. Viimeisenä keinona käytetään varoituksia ja ohjeita. Tuotteiden suunnittelua koskevista turvallisuusvaatimuksista säädetään nykyisin poikkeuksetta EU-direktiiveissä ja ne toimeenpaneissa kansallisissa säädöksissä. /5/

GP-Tukirakenteen modernisointityö lähti liikkeelle koneturvallisuusstandardeihin perehtymällä. Kyseessä olevan rakenteen suunnittelua käsittelee neljäosainen standardi SFS-EN ISO 14122 Koneturvallisuus, sekä Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY. Ensimmäisenä mainittu sisältää yksityiskohtaisia ohjeita ja määräyksiä turvallisen rakenteen suunnittelemiseksi. Standardin ensimmäinen osa käsittelee kahden tason välisen kiinteän kulkutien valintaa, toinen osa käsittelee työskentelytasoja ja kulkutasoja, kolmas osa porrastikkaita sekä suojakaiteita, ja neljäs osa kiinteitä tikkaita.

Lähtötilanteessa tukirakenne ei kaikilta osin nykyisiä määräyksiä täyttänyt, joten osia täytyi muuttaa. Tukirakenteen hoitotasot eivät olleet tarpeeksi leveät työskentelyyn, eikä niille johtaneissa porrastikkaissa ollut vaadittavaa porttia lainkaan. Syöttösuppilolle yltävän hoitotason käsijohteet olivat liian matalalla, eikä porrasaskelmien nousun ja etenemän suhde noudattanut standardissa olevaa kaavaa. EU-direktiiviin perehtymällä puolestaan selvisi, että tukirakenteen rungossa olevan tarkastusluukun kiinnitys ei vastannut nykyisiä määräyksiä. Tarkastusluukun avaamalla näkee tilaan, joka on karamurskaimen ja purkusuppilon välissä. /6/ /7/

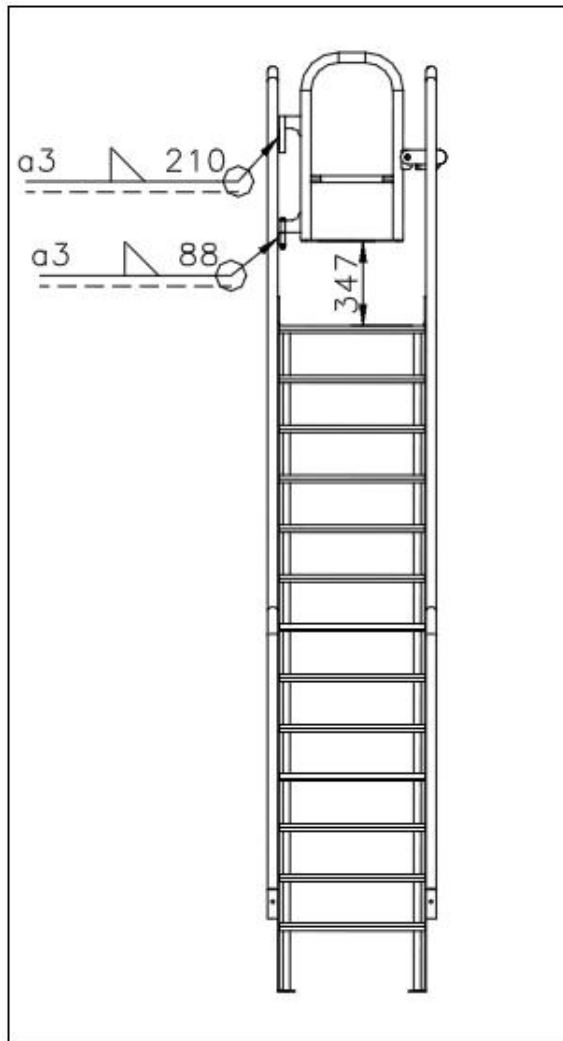
5.1 Hoitotasot

Standardi SFS-EN ISO 14122 Koneturvallisuus kertoo, että ellei poikkeuksellisista olosuhteista muuta johdu, kulkutason vapaan leveyden on oltava vähintään 600 mm, mutta mieluummin 800 mm. Kun kulkutasoa käyttää tavallisesti useita henkilöitä yhtä aikaa, leveyden on oltava vähintään 1000 mm. Lähtötilanteessa GE300/Tre:n hoitotasot olivat liian kapeat. Kuviosta 18 huomattiin, että kahden hoitotason leveys on 510 mm ja yhden 560 mm. Hoitotasojen leveys muutettiin suositusarvoon 800 mm. Tämä leveys riittää hyvin yleisiin karamurskaimen ympärillä tehtäviin huoltotöihin. 1000 mm levyiset hoitotasot eivät ole tarpeen, koska ei ole tavallista, että hoitotasoja käyttää useampi henkilö yhtä aikaa. Muilta osin hoitotasot olivat standardin mukaiset, niiden kulmissa oli aukot veden poistumista varten ja ne oli valmistettu liukastumista estävistä kyynellevyistä. Hoitotasojen suurentaminen tarkoitti myös kaiteiden suurentamista, sillä ne olivat kiinnitetty hoitotasoihin. Standardi kertoo, että jos käsijohde ei ole yhtenäinen, vapaan välin kahden johdejaksos välissä on oltava vähintään 75 mm käden takertumisen estämiseksi. Korkeintaan väli saa olla 120 mm ja jos johteiden välinen aukko on suurempi, on käytettävä itsestään sulkeutuvaa porttia. /6/

5.2 Porrastikkaiden portti

Koska porrastikkaiden kohdalla kahden johdejaksos väli on suurempi kuin 120 mm, tarvitsee porrastikkaat itsestään sulkeutuvan portin. Standardissa kerrotaan, että portissa on oltava käsijohde ja välijohde samalla korkeudella kuin sen yhteydessä olevassa suojakaiteessa. Lisäksi portin on oltava itsestään sulkeutuva ja sen avautumissuunnan on oltava tasolle päin. Sulkeutumisen on tapahduttava tukevaa estettä vasten niin, että portti ei avaudu ja käyttäjä putoa sitä vasten nojattaessa. Käsijohteen päät on muotoiltava niin, että vaaraa ei synny terävistä reunoista tai käyttäjien vaatteiden takertumisesta. /6/

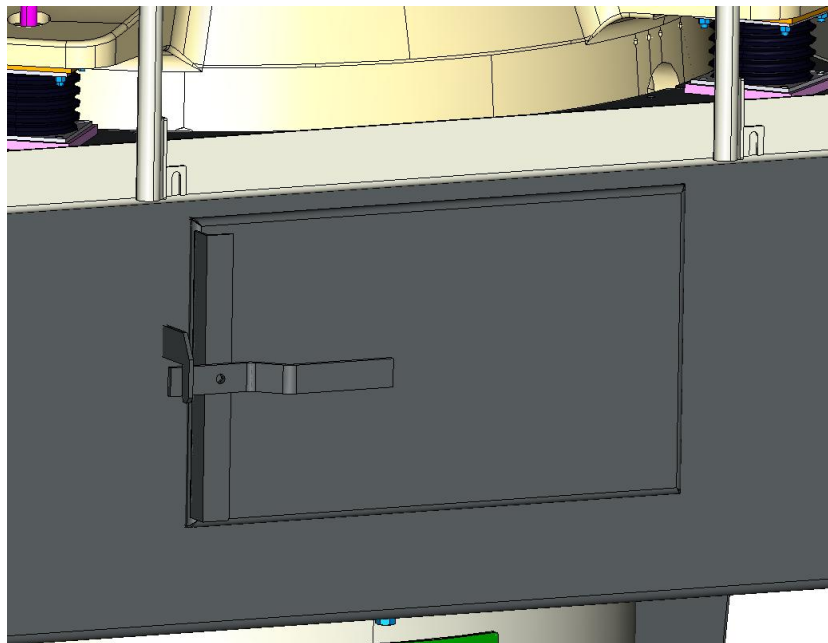
Tela-alustaisissa murskainyksiköissä, ns. Lokotrackeissa, on käytössä monia itsestään sulkeutuvia portteja. Niiden suunnittelussa on noudatettu hyvin standardia ja kaikki edellä mainitut vaatimukset on täytetty. Mallia on siis hyvä ottaa jo tuotannossa olevista, mallikkaasti toimivista itsestään sulkeutuvista porteista. Metson porteissa itsestään sulkeutuvuus on hoidettu muovilaakerilla varustetulla erikoissaranalla. Samaa mekanismia käytettiin myös tukirakenteen porrastikkaiden portille. Portin mitoitus on tehty tukirakenteen hoitotasoissa kiinni olevien kaiteiden mukaan. Portti kiinnitetään porrastikkaiden kaiteeseen hitsaamalla se kiinni saranoiden kohdalta (Kuvio 19).



Kuvio 19: Portin kiinnitys porrastikkaisiin

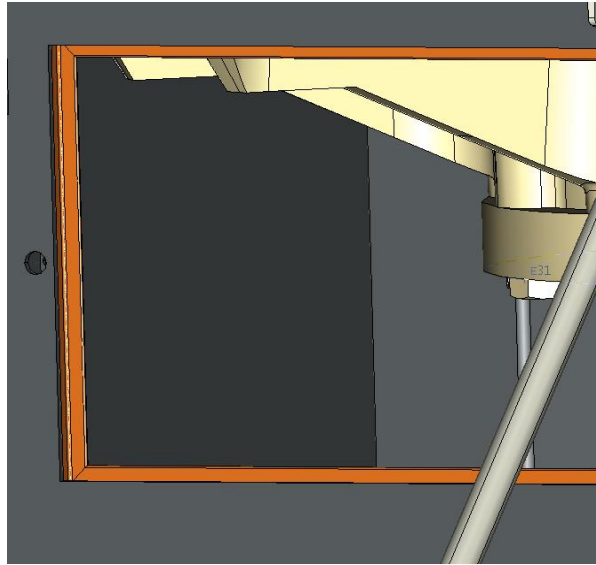
5.3 Tarkastusluukku

Nykyinen EU-direktiivi vaatii, että kiinteiden suojusten kiinnitysjärjestelmän avaaminen tai irrottaminen saa olla mahdollista vain työkaluilla. Lisäksi mikään kappale ei saa pudota tai sinkoutua. Tämä tarkoitti tukirakenteen rungossa olevan tarkastusluukun lukitusjärjestelmän vaihtamista. Lähtötilanteessa ollut kahvan varassa oleva kiinnitys, kun ei työkaluja vaatinut (Kuvio 20). /7/



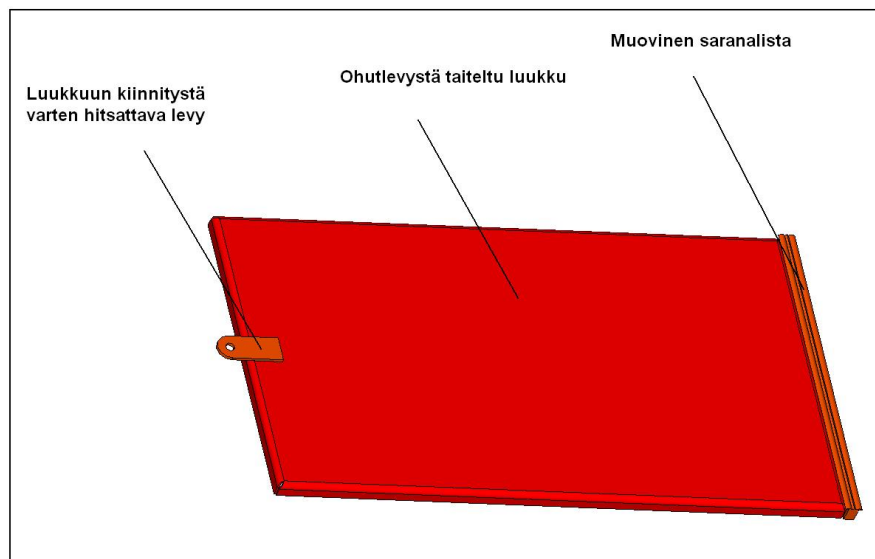
Kuvio 20: Lähtötilanteessa ollut tarkastusluukku

Uuden tarkastusluukun suunnittelu alkoi tutustumalla Metson dokumentteihin. Liikkuvilla murskainyksiköissä on käytössä monia tarkastusluukkuja, joista sai hyviä ideoita suunnitteluun. Luukun karmeiksi valittiin runkoon kiinni hitsatut kulmaraudat (kuvio 21). Tämä on yleisesti käytetty, yksinkertainen ja edullinen ratkaisu.



Kuvio 21: Luukun karmit neljästä kulmaraudasta

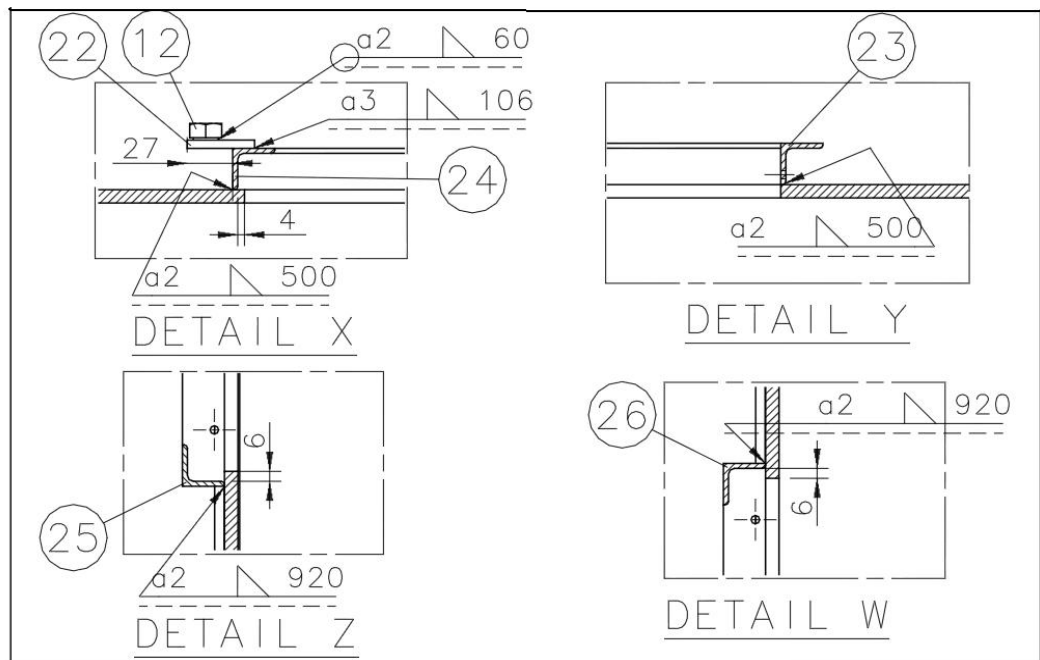
Avausmekanismin valinnassa vaihtoehtoina oli kaksi saranaa tai saranalista. Valinnassa päädyttiin yhtenäiseen saranalistaan, koska se on integroitu huomaamattomasti oven kehyksiin ja se estää sormien jäämisen luukun ja rungon väliin. Saranalistat soveltuvat hyvin käytettäväksi erilaisissa luukuissa ja kansissa. Saranat ja saranalistat ovat alihankkijoilta tilattavia standardiosia. Luukku syntyi taivutetusta ohutlevystä, johon hitsataan kiinni latta lukitusta varten (kuvio 22).



Kuvio 22: Tarkastusluukku

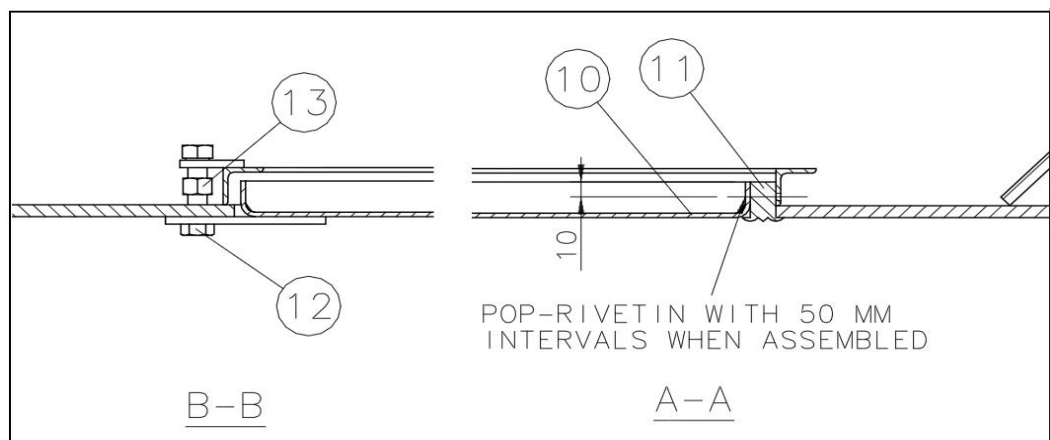
Metson dokumenteista kävi myös ilmi, että saranalistojen kiinnitys on tapahtunut melkein poikkeuksetta vetoniiteillä, ns. popniiteillä. Tämä johtuu varmasti siitä, että popniitti sallii rakenteiden liittämisen ilman, että niitin vastapuolelle täytyy päästä. Niittiliitos olikin luonnollinen valinta saranalistan kiinnitykseksi luukkuun ja runkoon hitsattuun kulmarautaan. Se on tässä tapauksessa helpommin kiinnitettävä kuin pultti ja mutteri.

Työkaluilla avattavan luukun kiinnitykseen soveltuu parhaiten pultti, mutta kuten edellä mainittiin, se ei saa pudota luukua avattaessa. Metso MCT on viime aikoina joutunut tekemään paljon muutoksia kiinnitysjärjestelmiinsä juuri edellä mainitun EU-direktiivin vuoksi. Koska Lokotrackeissa on ollut paljon avattavia luukkuja joista on tehty direktiivin mukaisia, on tietoa hyvä soveltaa toimivista rakenteista. Ensimmäisenä yhteen kulmarautoista hitsataan kiinni levy, johon on hitsattu kiinni mutteri. Kuvio 23 seuraavalla sivulla on osarungon valmistuspiirustusta, jossa osanumerot 23, 24, 25 ja 26 ovat kulmarautoista tehdyt karmit. Yhteen kulmarautaan on myös hitsattu kiinni levy (22) sekä hitsausmutteri (12).



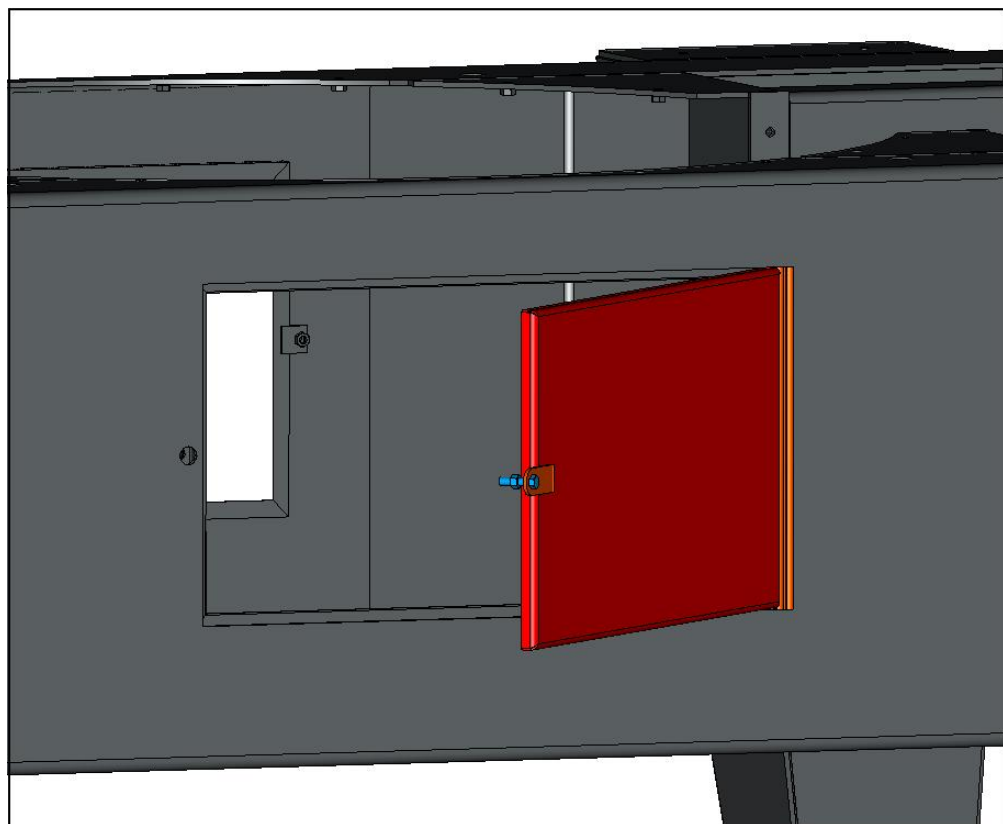
Kuvio 23: Kulmaraudat, levy sekä hitsausmutteri

Toimiakseen mekanismi tarvitsee vielä itselukittuvan mutterin, ns. nyloc-mutterin, joka estää pulttia putoamasta luukkuun hitsatusta levystä. Runkoon tehdään niin suuri reikä, että nyloc-mutteri mahtuu siitä menemään. Kuviossa 24 näkyy pultti osanumerolla 12 ja nyloc-mutteri numerolla 13. Avattavan luukun osanumero on 10 ja pop-niiteillä runkoon ja luukkuun kiinnitettävän saranalistan numero on 11.



Kuvio 24: Pultti, nyloc mutteri, luukku sekä saranalista.

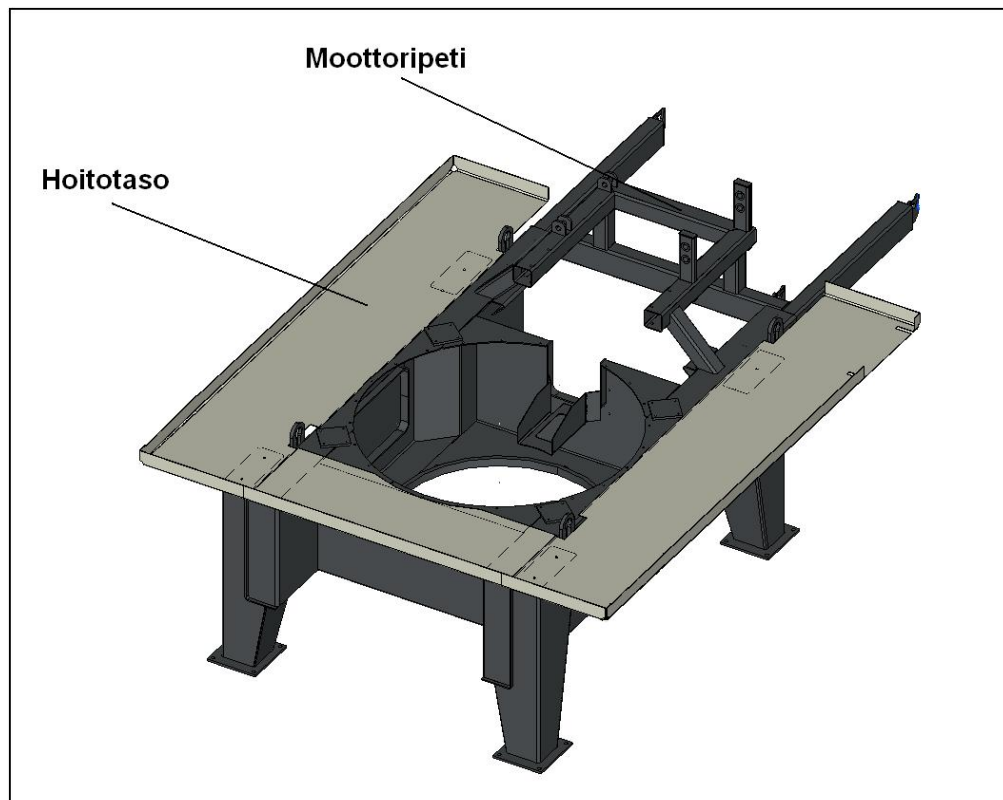
Uusi tarkastusluukku on esillä kuviossa 25. Rungossa on reikä josta nyloc-mutteri menee läpi, kun taas luukun kiinnityslevyssä on reikä mistä se ei mahdu. Luukun avaamalla näkee ja pääsee tilaan, joka on karamurskaimen ja purkusuppilon välissä. Tämän tilan läpi kulkee kaikki kiviaines, jonka kone murskaa. Sinne kertyy ajan kuluessa kerros kiviainesta, joka ei ole tullut purkusuppilon reiästä ulos. Koska näkyvyys tälle alueelle on aika ajoin tärkeää, laitettiin toiselle puolelle tukirakennetta myös samanlainen luukku.



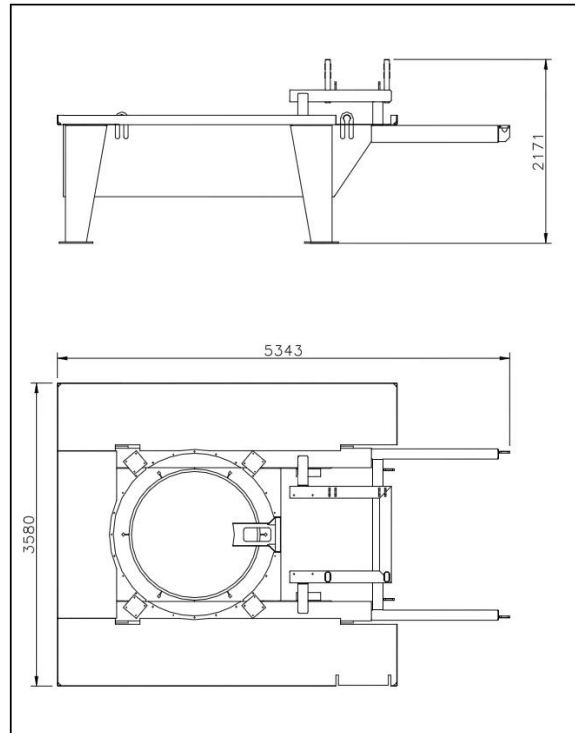
Kuvio 25: Uusi tarkastusluukku

6 KULJETETTAVUUS

Erikoiskuljetus on kuormaamattomalla tai jakamattomalla esineellä kuormatun ajoneuvon kuljetus, jossa jokin tiellä yleisesti sallittu mitta tai massa ylittyy. Erikoiskuljetuksilla on erityisen suuri merkitys metalli- ja konepajateollisuudelle, mutta sen tuottamien lisäkustannuksien vuoksi sitä pyritään välttämään. Koska GP-Tukirakenne on kooltaan verrattaen suuri, on suunnittelussa tärkeää tarkastella tarvitseeko se erikoiskuljetusta. Suurin jakamaton esine tukirakenteessa on runko, joka koostuu toisiinsa kiinni hitsatuista putkipalkeista ja taivutetuista ohutlevyistä. Myös moottoripeti sekä aiemmin levennetyt kyynelleevystä valmistetut hoitotasot ovat hitsattu kiinni, mitkä tuovat rungolle lisää kokoa ja massaa (kuvio 26). Seuraavalla sivulla kuviossa 27 on esillä rungon korkeus, leveys ja pituus. Rungon massaksi CAD-ohjelma määritteli 2256 kg.



Kuvio 26: Suurin jakamaton esine GP-Tukirakenteessa



Kuvio 27: Suurimman jakamattoman esineen korkeus, leveys ja pituus

6.1 Normaalikuljetusten suurimmat sallitut mitat ja massat

Jotta tietäisimme tarvitaanko tukirakenteen kuljetukseen kallista erikoiskuljetusta, on syytä tutustua normaalikuljetusten suurimpiin sallittuihin mittoihin ja massoihin. Kuljetusalalle on markkinoiden globalisoitumisen myötä tullut monia kansainvälisiä sopimuksia. EU-jäsenmaissa ja niiden välisessä liikenteessä säädetään direktiivissä 96/53/EY, mutta joissain jäsenmaissa noudatetaan rajoitettua poikkeuslupaa ja käytössä ovat vielä omat kansalliset säädökset. Poikkeuslupia on myönnetty sillä ehdolla, että se ei vaikuta merkittävästi kansainväliseen kilpailuun kuljetusalalla. Direktiivissä on mm. säädetty, että enimmäisleveys saa olla 2,55 metriä lukuunottamatta kylmä- ja lämpökuljetuksia, joissa enimmäisleveys on 2,60 metriä. Lämpösäädelyssä kuljetuksessa seinän paksuus on vähintään 45 mm, kun normaalikuljetuksessa se on 25 mm. Näin ollen kuljetusten sisämitat ovat kuitenkin saman suuruisia.

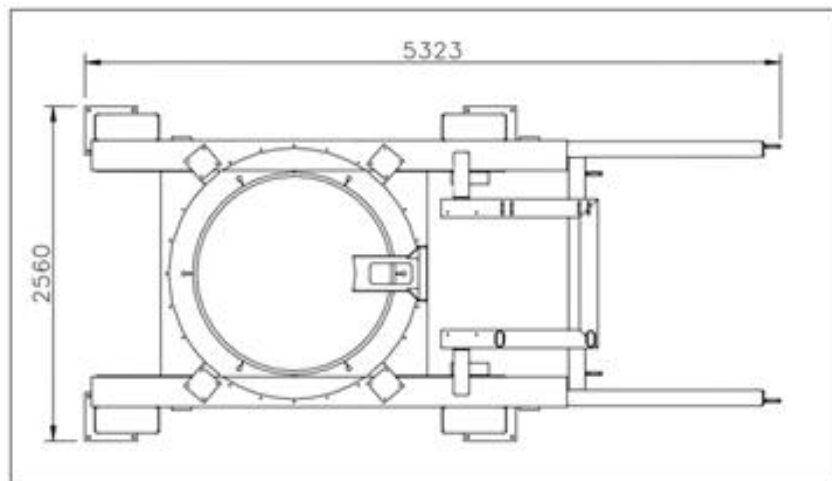
/8/ /9/

Tuotteistuksen kanssa käydyssä palaverissa selvisi, että tärkeimpiin kohdemaihin tukirakenteen osalta kuuluvat Pohjoismaat, Saksa ja Ranska. Seuraavaksi tutustutaan Suomen, Ruotsin, Norjan, Saksan ja Ranskan liikennesäädöksiin. Taulukossa 2 on esillä normaalikuljetuksen suurimmat sallitut mitat ja massat kohdemaissa. Pituudet vaihtelevat paljon sen mukaan, onko kyseessä kuorma-auto vai ajoneuvoyhdistelmä. Massojen vaihtelu johtuu myös ajoneuvotyypistä sekä akseleiden lukumäärästä autossa. /10/

Taulukko 2: Normaalikuljetusten suurimmat sallitut mitat ja massat /8/ /10/

	Korkeus (m)	Leveys (m)	Pituus (m)	Massa (10 ³ kg)
Suomi	4,2	2,55 (2,60)	12,0 - 25,25	18 - 60
Ruotsi	Vapaa	2,55 (2,60)	24,0 - 25,25	18 - 60
Norja	4,0	2,55 (2,60)	12,0 - 18,75	16 - 50
Saksa	4,0	2,55 (2,60)	12,0 - 18,75	18 - 44
Ranska	Vapaa	2,55 (2,60)	12,0 - 18,75	18 - 40

Taulukosta 2 ja kuviosta 27 on huomattavissa, että rungon leveys on kriittisessä asemassa normaalikuljetuksen suhteen. Korkeus, pituus ja massa eivät ylitä missään tapauksessa. Jos hoitotasot otetaan rungosta pois, leveydeksi saadaan 2560 mm (kuvio 28). Tällöin rungon leveys siis ylittää sallitun rajan yhdellä senttimetrillä. Tämän suuruinen kavennus ei aiheuta ongelmaa. Kutakin tassua voi siirtää sisäänpäin 5 mm, eikä merkittävää rakenteellista muutosta synny.



Kuvio 28: Runko ilman hoitotasoja

Koska kavennuksen jälkeen rungon leveys on sama kuin suurin sallittu normaalikuljetuksen leveys, tarvitsee leveys valmistustoleranssin, joka ei salli 2550 mm ylitystä.

Suomessa ja Ruotsissa on direktiivin 96/53/EY suhteen ollut paljon vastustusta kuljetuskaluston leveyden muuttamisesta johtuvista kustannussyistä.

Normaalikuljetuksen leveyden suhteen Suomi ja Ruotsi noudattavatkin poikkeuslupaa ja sallitut mitat ovat näin ollen hieman poikkeavia. Suomessa on 2,60 metriä leveä normaalikuljetus mahdollinen, jos kuljetuksen pituus ei ylitä 22 metriä, vaikka kyseessä ei olisikaan lämpösäädely kuljetus. Ruotsissa puolestaan 2,60 metriä leveä normaalikuljetus on mahdollinen, jos kuljetuksen pituus ei ylitä 24 metriä. /8/

Huomioitavaa on, että kaikki edellä mainitut mitat ovat kuljetuksen ulkomittoja.

Kun mitoista vähennetään seinien paksuudet, jää sisämitoiksi Suomen ja Ruotsin osalta 2,55 metriä ja muiden kohdemaiden osalta 2,50 metriä.

Kaventamalla tukirakenteen runkoa entisestään, normaalikuljetus olisi siis Suomessa ja Ruotsissa mahdollista myös kuljetusauton kopan sisällä. Tämä ei kuitenkaan olisi järkevää, sillä lavettikuljetus sopii rungon tapaiselle teräsrakenteelle parhaiten. Tukirakenteen runko on helpompi lastata ja purkaa lavetilta. Jos hoitotasot olisivat irroitettavat, runkoa voisi siis kuljettaa normaalikuljetuksena kaikissa EU-maissa käyttäen lavettia. Kuljetussäiliössä, ns. kontissa, tukirakenteen kuljettaminen ei ole mahdollista. Kontteja löytyy eri korkeuksilla ja pituuksilla, mutta ulkoleveys on yleisesti 2,438 metriä. /11/

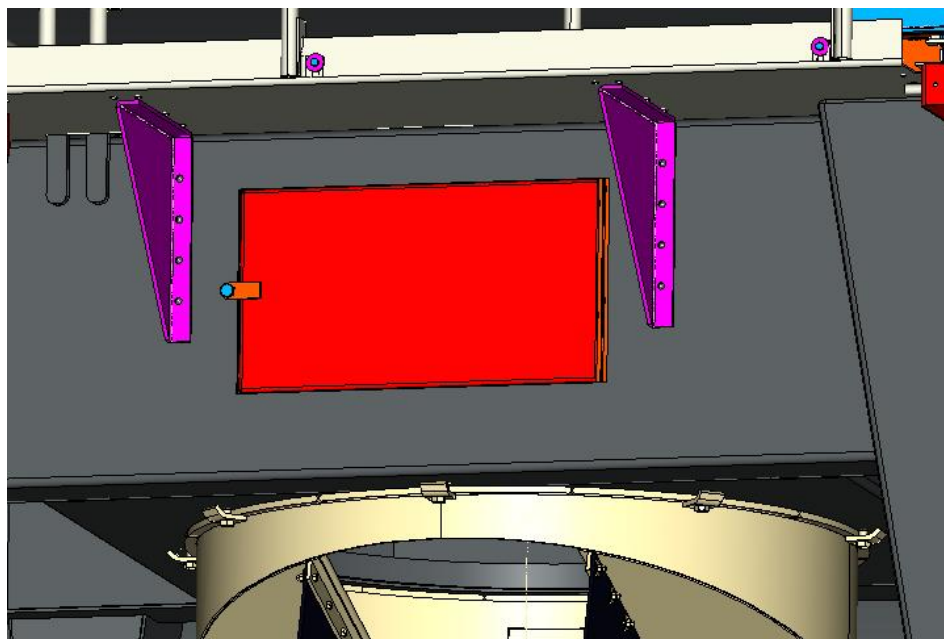
6.2 Hoitotasot

Jotta tukirakenteen runkoa ja samalla koko tukirakennetta saadaan kuljetettua normaalikuljetuksena, täytyy hoitotasojen hitsiliitos korvata jollain toisella liitoksella. Pulttiliitos lieneekin ainoa järkevä ratkaisu tässä tilanteessa.

Pulttiliitos on koneenrakennuksessa hyvin yleinen, koska se on helppo asentaa ja purkaa. Oikein käytettynä se on myös luotettava ja käyttökelpoinen monissa olosuhteissa. Standardiosina ne ovat myös edullisia liitoselementtejä.

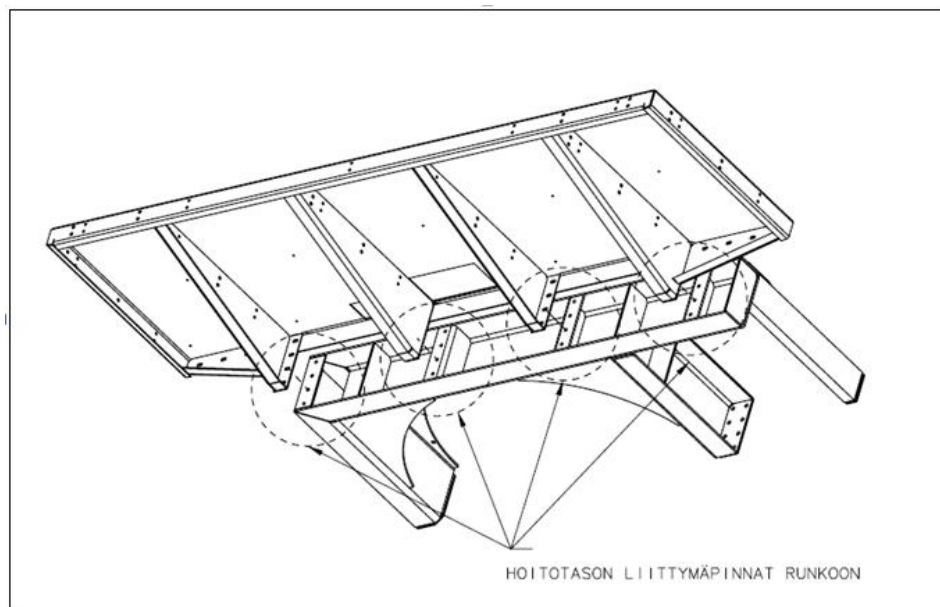
GE300/Systems sai juuri kehuja asiakkailta tilavien hoitotasojensa vuoksi, jotka voitiin järjestää haluamalla tavalla. Toisaalta hoitotasojen kerrottiin myös olevan monimutkaiset asentaa. Haasteena hitsattujen hoitotasojen muuttamisessa pultattaviksi onkin juuri se, miten niistä saadaan mahdollisimman yksinkertaiset ja helpot asiakkaan itsensä asennettaviksi.

Konsepteja hoitotasojen kiinnitykseen syntyi kaksi. Kuviossa 29 on esillä ensimmäinen idea. Siinä taivutetuista ohutlevyistä tehdyt kannattimet tulevat pulttiliitoksella kiinni runkoon ja hoitotasoon.



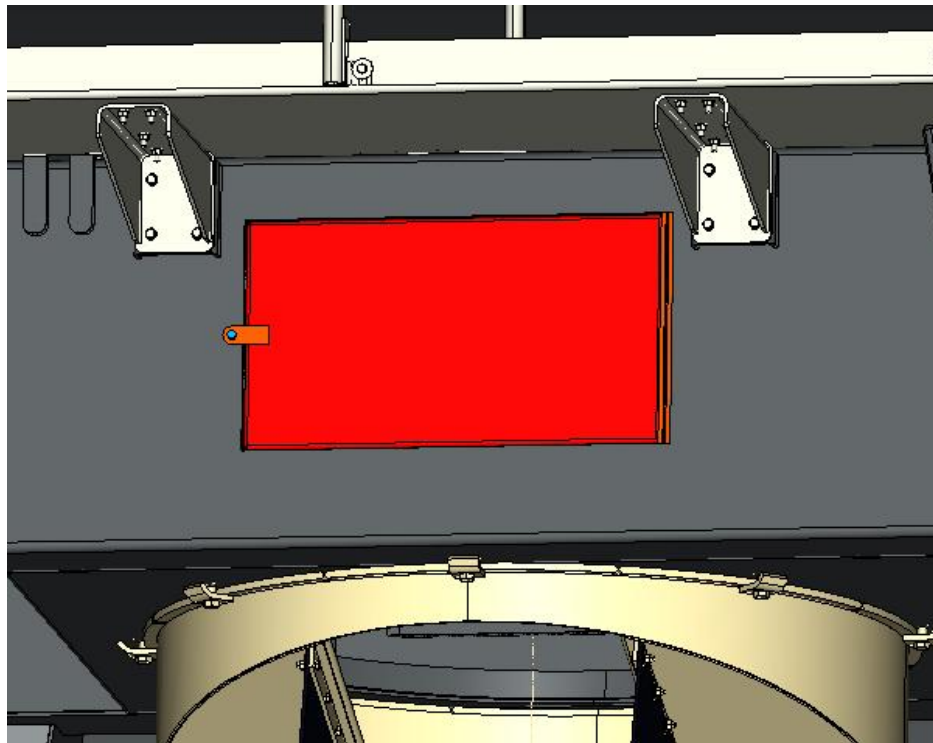
Kuvio 29: Ensimmäinen ehdotelma kannattimista

Ensimmäiseen ideaan oli haettu mallia ranskalaisten suunnittelemasta GE300/Systems tukirakenteesta. Siinä kolmion muotoiset kannattimet ovat hitsattu kiinni hoitotasoihin ja ne tulevat pulteilla kiinni runkoon (kuvio 30). Kiinnitysmekanismi on valmistustarkkuuksien kannalta haastava. Osavalmistuksessa ja hitsauskoonpanossa tapahtuvat mittavaihtelut aiheuttavat pienilläkin heitoilla ongelmia hoitotasojen ja rungon liittymäpinnassa. Vaadittaessa korkeampia valmistustarkkuuksia rakenteen hinta nousee.



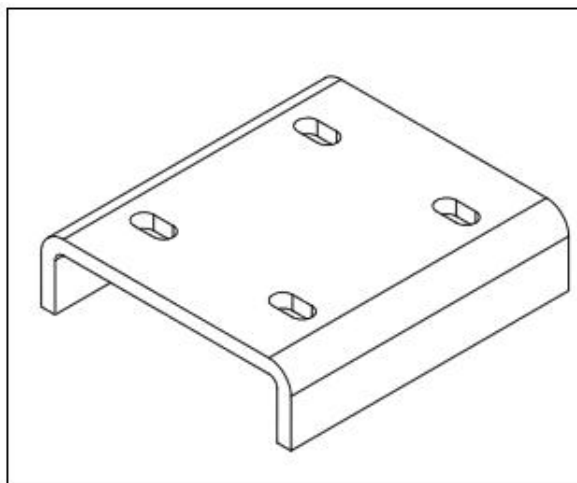
Kuvio 30: Hoitotasojen kiinnitys runkoon GE300/Systems tukirakenteessa

Edellisellä sivulla kuviossa 29 olevassa konseptissa ideana olikin, että kannattimet tulevat pultiliitoksella kiinni myös hoitotasoon. Asennus on helpompaa, kun kannattimet voidaan laittaa ensin kiinni runkoon, jonka jälkeen voidaan asentaa hoitotasot. Kannattimia varten porattavat reiät runkoon ja hoitotasoihin voitaisiin tehdä ensimmäisen asennuksen yhteydessä, jolloin tarkkojen toleranssien käyttöä ei tarvittaisi. Kuviossa 31 seuraavalla sivulla on esillä toinen konsepti. Siinä olevat kannattimet ovat tehty kahdesta toisiinsa kiinni hitsatuista levyistä.



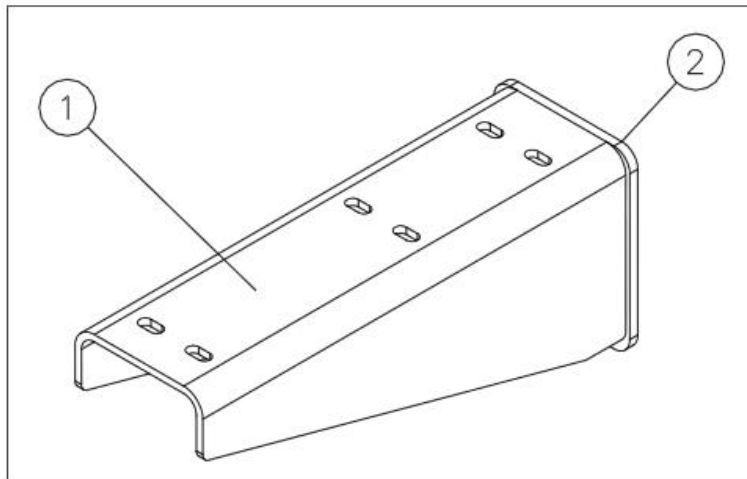
Kuvio 31: Toinen ehdotelma kannattimista

Kahden eri kannatinmallin valinnassa painoarvo kääntyi asennettavuuden puolelle. Asennettavuus olikin tärkein ominaisuus, koska asiakas joutuu itse laittamaan hoitotasot runkoon kiinni. Kuviossa 31 esitetty kannatinmalli on helpommin asennettava, koska sen kiinnityksen voi tehdä tukirakenteen ulkopuolelta käyttämällä runkoon hitsattua taivutettua levyä (kuvio 32).



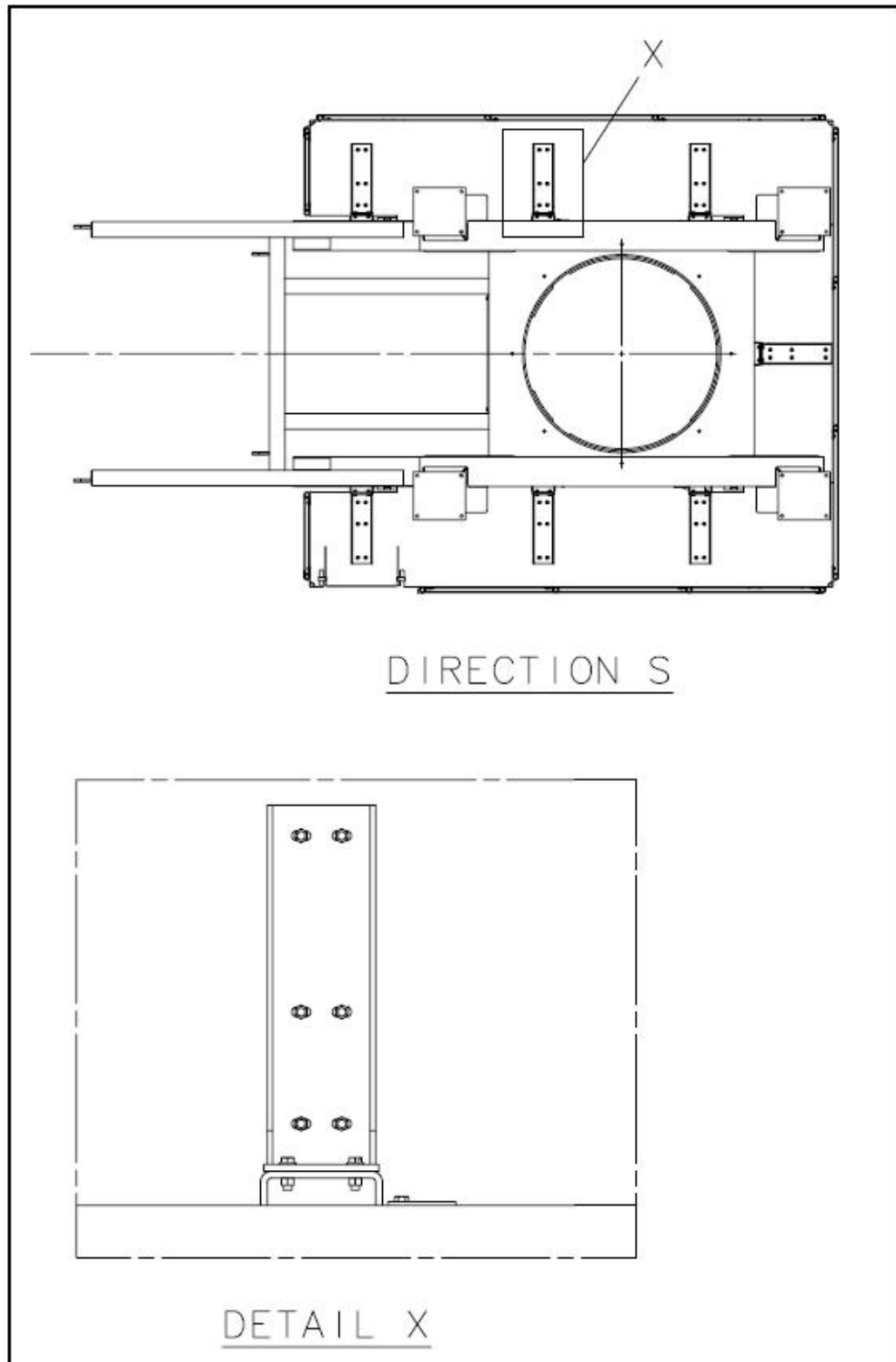
Kuvio 32: Runkoon hitsattu taivutettu levy kannattimen kiinnitystä varten.

Ensimmäisessä konseptissa olevan kannattimen muoto ei mahdollista runkoon hitsattavan kiinnityslevyn käyttöä. Näin ollen sen kiinnitys ei tukirakenteen ulkopuolelta käsin onnistuisi. Tukirakenteen sisäpuolelta kiristettävät mutterit olisivat taas vaikeuttaneet asennusta huomattavasti. Hitsausmutterien käyttö rakenteen sisäpuolella ei taas olisi mahdollistanut soikeiden reikien käyttöä, mitkä mahdollistavat pienet mittapoikkeamat. Myöskään asennusporaus ei olisi tullut kysymykseen hitsausmuttereita käytettäessä. Kuviossa 33 on esillä valittu kannatinmalli. Joikaisessa liitospinnassa vastakkain olevat reiät ovat toisiinsa nähden eri suuntaan soikeat. Tämä mahdollistaa pienet mittapoikkeamat sekä vaaka- että pystysuunnassa.



Kuvio 33: Kahdesta toisiinsa hitsatuista levyistä tehty kannatin

Valittu kannatinmalli on valmistuskustannuksiltaan hieman kalliimpi, sillä se on massaltaan suurempi ja se vaatii hitsausta. Hyviä puolia siinä on jo mainitun asennettavuuden lisäksi ulkonäkö. Valittu kannatinmalli näyttää paremmalta ja ennen kaikkea tukevammalta. Seuraavalla sivulla kuviossa 34 on esillä valitun kannatinmallin asennus runkoon.

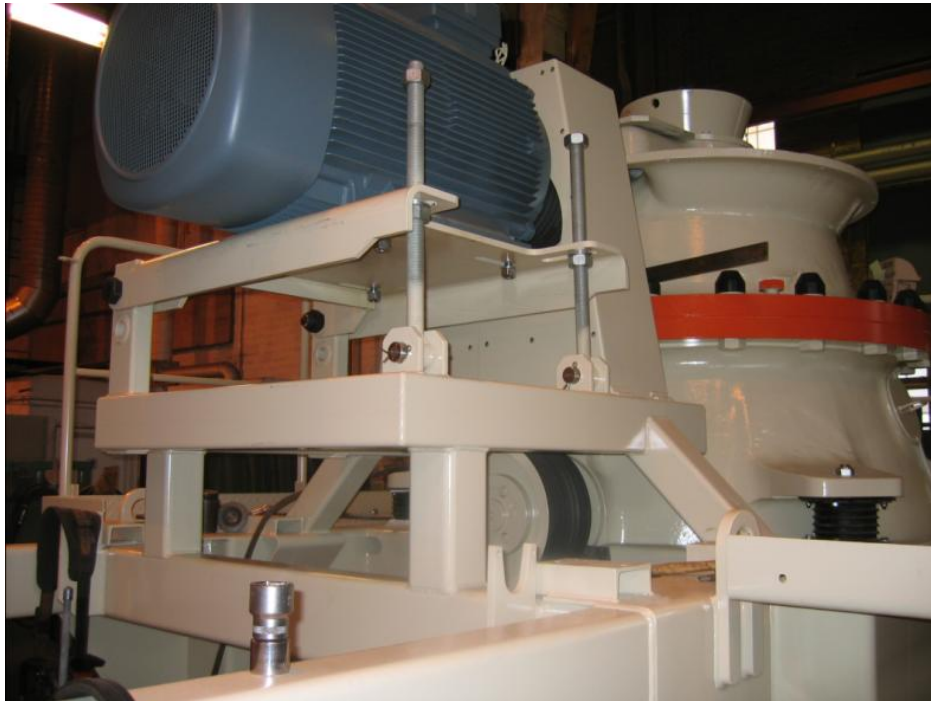


Kuvio 34: Kannattimien asennus runkoon

7 MURSKAINMALLIEN YHTEENSOPIVUUS

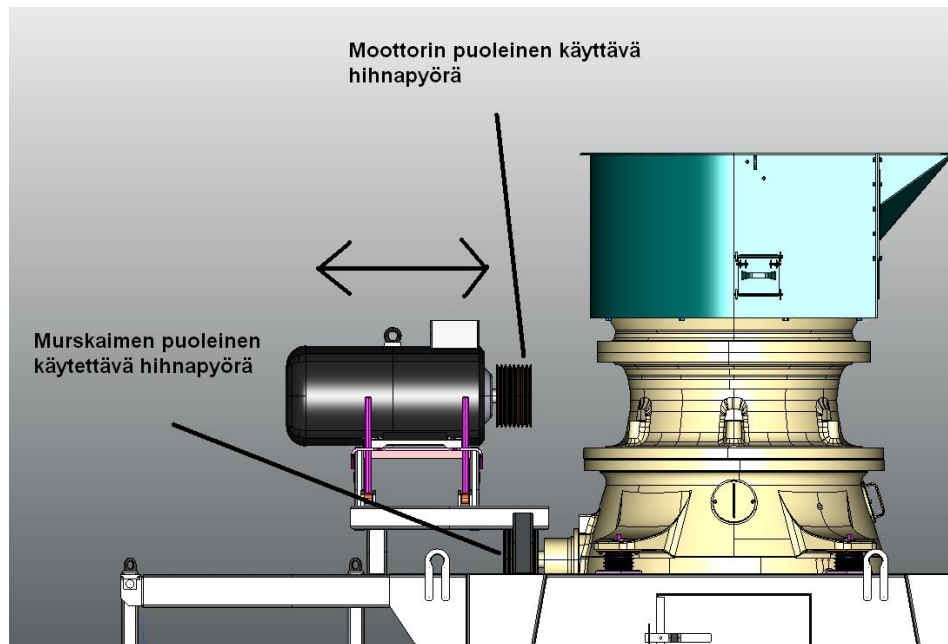
7.1 Moottoripeti

Tässä osuudessa käsitellään samaa kokoluokkaa olevien karamurskainmallien yhteensopivuutta tukirakenteen kanssa. Ensimmäinen muutostarve on moottoripeti, joka on hitsattu runkoon kiinni (kuvio 35). Moottoripeti on mitoitettu karamurskainmallille GP300.

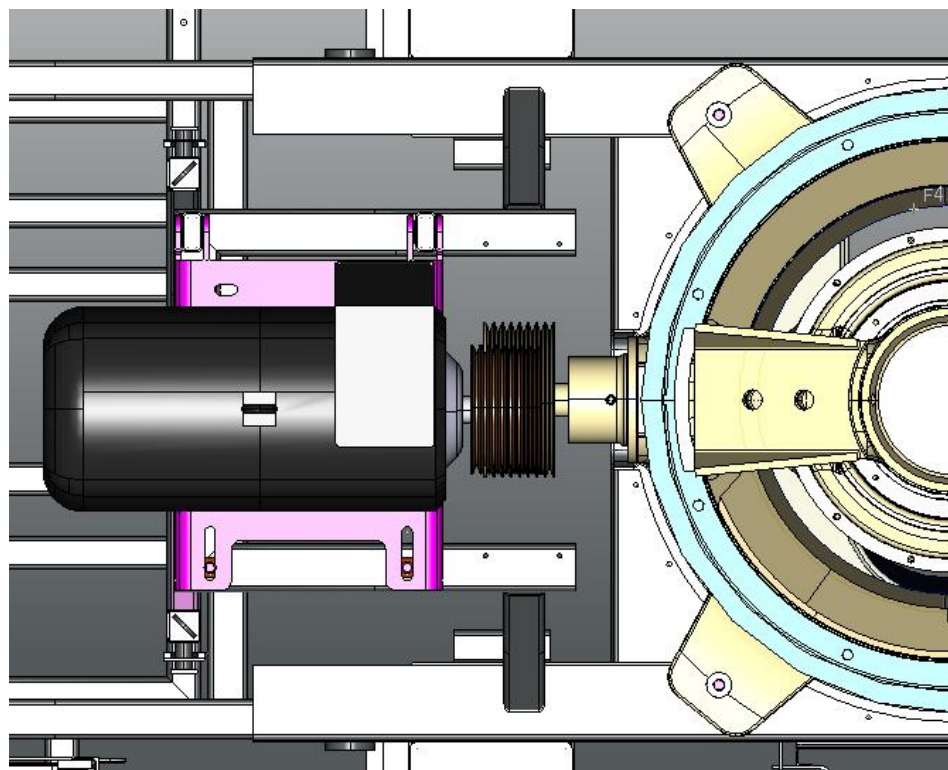


Kuvio 35: GE300/Tre, jossa runkoon hitsattu moottoripeti /2/

Runkoon hitsattu moottoripeti ei toimi tukirakenteessa johon on tarkoitus saada sopimaan eri karamurskainmalleja. Karamurskaimen käyttöakseli ja sitä pyörittävän kiilahihnapyörän asema vaihtelee karamurskainmallista riippuen. Koska moottorinpuoleinen käytävä hihnapyörä täytyy olla kohdistettu murskaimen hihnapyörän kanssa, moottoripedin kiinnityksen täytyy olla liikkumavaraa antava. Kiilahihnojen käyttö edellyttää kohtisuoruutta hihnapyöriltä (kuviot 36 ja 37).



Kuvio 36: Hihnapyörien kohdistaminen vaatii moottoripediltä liikkuvuutta

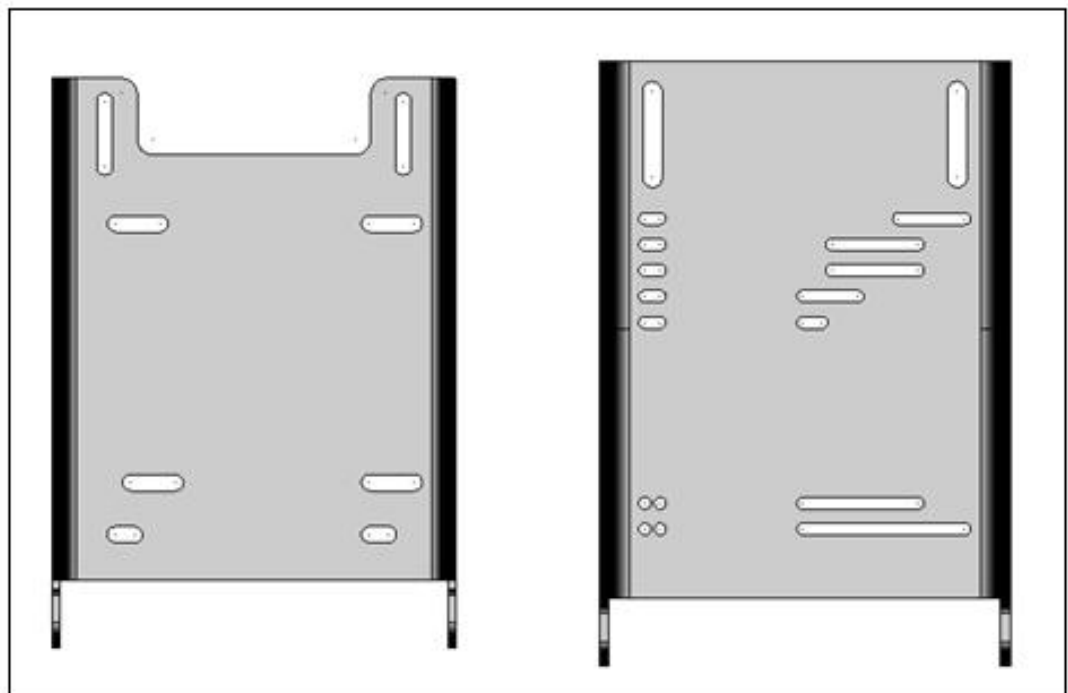


Kuvio 37: Kohdistamattomat hihnapyörät

Moottoripedin, ja samalla myöskin moottorin, pitää siis liikkua vaakasuunnassa muuhun tukirakenteeseen ja murskaimeen nähden. Uuden moottoripedin suunnittelu tehtiin lähtötilanteessa ollutta petiä hyväksikäyttäen.

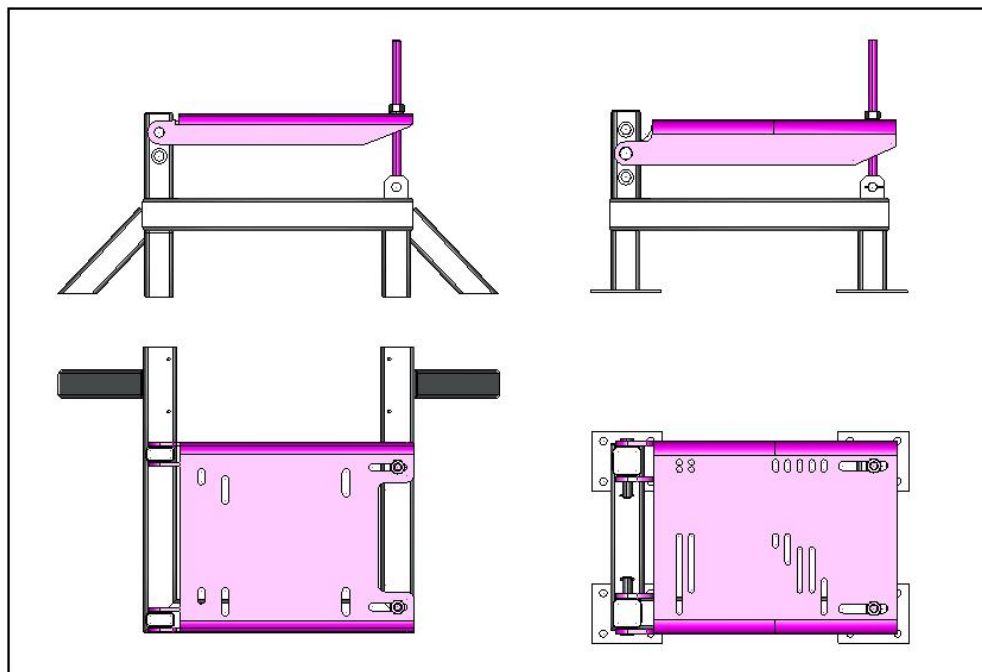
Moottoripedistä otettiin ensin pois 45° kulmassa lähtevät putkipalkit (kuvio 35), koska tämänlainen rakenne ei ole tarpeellinen ja vain vaikeuttaa valmistusta.

Lisäksi liikuteltava moottoripeti tarvitsee tassut alleen, joista se kiinnitetään runkoon. Neljän suoran jalan kiinnitys on helpompaa kuin kahden suoran ja kahden vinossa olevan. Myöskin levy johon moottori tulee kiinni täytyi vaihtaa, koska siinä ei ollut tarpeeksi kiinnityspaikkoja eri moottoreille. Metson karamurskaimille on tarjolla monia erilaisia moottoreita, joissa kiinnitysreikien paikat vaihtelevat. Metsolla on kuitenkin ollut viime vuosina käytössä moottoripetiin tuleva levy, jossa on kiinnityspaikat yleisimmille käytössä oleville moottoreille. Tämän olikin luonnollinen valinta kiinnityslevyksi uudelle moottoripedille. Kiinnityslevyt ovat esillä kuviossa 38. Vasemmanpuoleinen levy korvattiin oikean puoleisella.

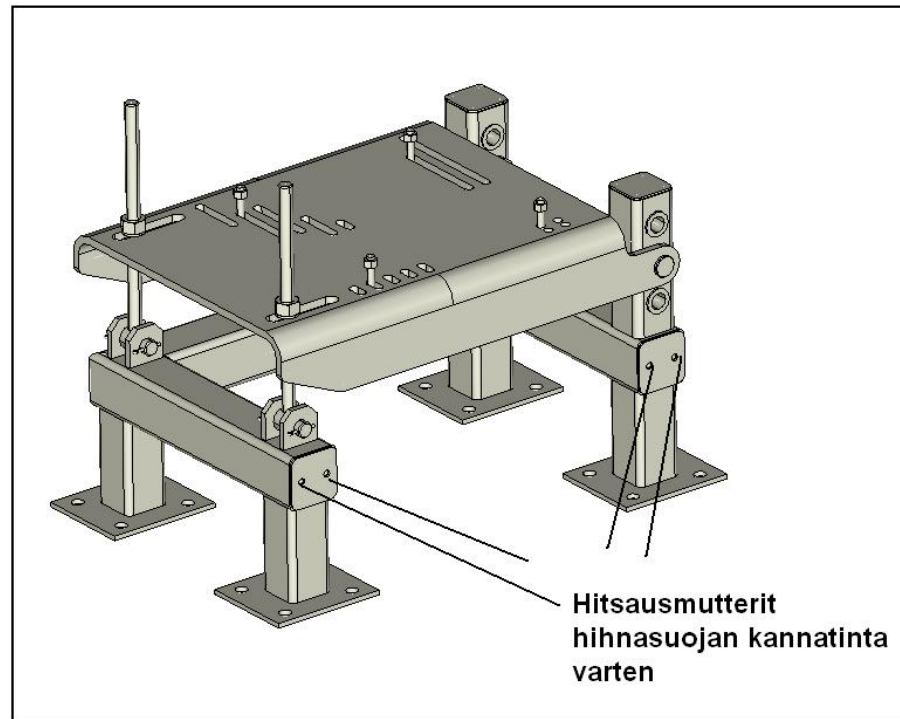


Kuvio 38: Levyjä johon moottori kiinnitetään

Kuviossa 39 vasemmalla puolella on lähtötilanteessa ollut peti ja oikealla puolella uusi. Ylempien kuvantojen vasemmasta yläreunasta on huomattavissa, että uudessa pedissä on kolme pykälää moottorin korkeuden säätämiseen, lähtötilanteessa olleen kahden sijaan. Lisäksi uudessa moottoripedissä on neljä suoraa jalkaa, joiden alle on hitsattu levyt, ns. tassut. Uudesta rakenteesta päätettiin tehdä myös hieman kevyempi poistamalla putkipalkit, joissa ovat kiinnitysreiät hihnasuojalle (kuvio 39, vasen alareuna). Hihnasuoja on ohutlevyistä valmistettu ja massaltaan sen verran kevyt, että näin järeää tukea se ei tarvitse. Hihnasuojan kiinnittäminen moottoripetiin on Metsolla tehty usein petiin kiinnitettävillä kannattimilla. Kannattimet ovat kevyemmät kuin edellä mainitut putkipalkit ja niiden kiinnityksen voi tehdä liikkumavaraa antaviksi. Päätös kannattimien käytöstä oli siis selvä jo uutta moottoripetiä suunnitellessa. Vaikka kannattimien lopullinen ulkomuoto oli vielä auki, laitettiin moottoripedissä olevaan levyyn reiät, jonka taakse hitsausmutterit kiinnitystä varten (kuvio 40). Muita suuria muutoksia moottoripedin rakenteeseen ei tullut. Oikealla puolella on kierretapit, joiden avulla moottoria voidaan kallistaa ja näin ollen säätää kiilahihnojen kireyttä.



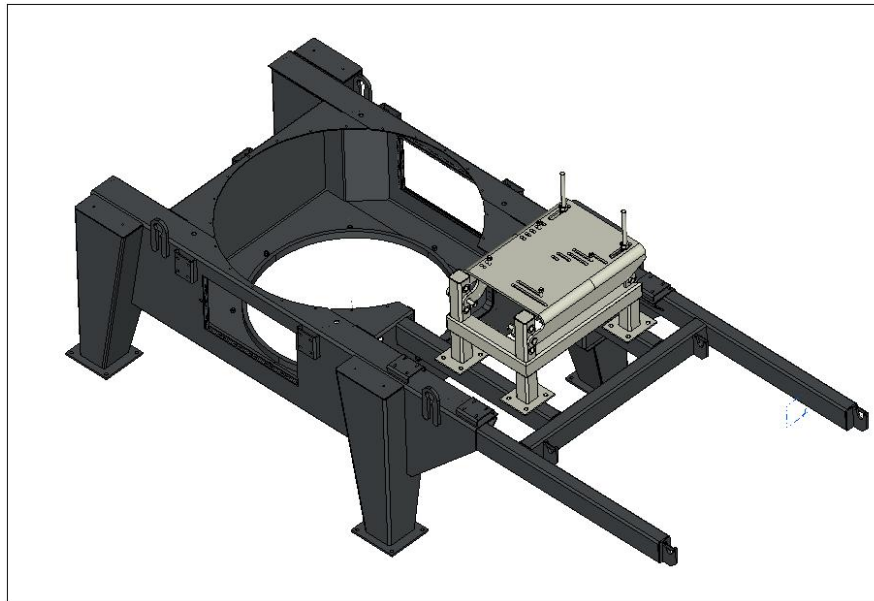
Kuvio 39: Lähtötilanteessa ollut ja uusi moottoripeti



Kuvio 40: Hinhasuojan kannattimien kiinnityspaikat moottoripedissä

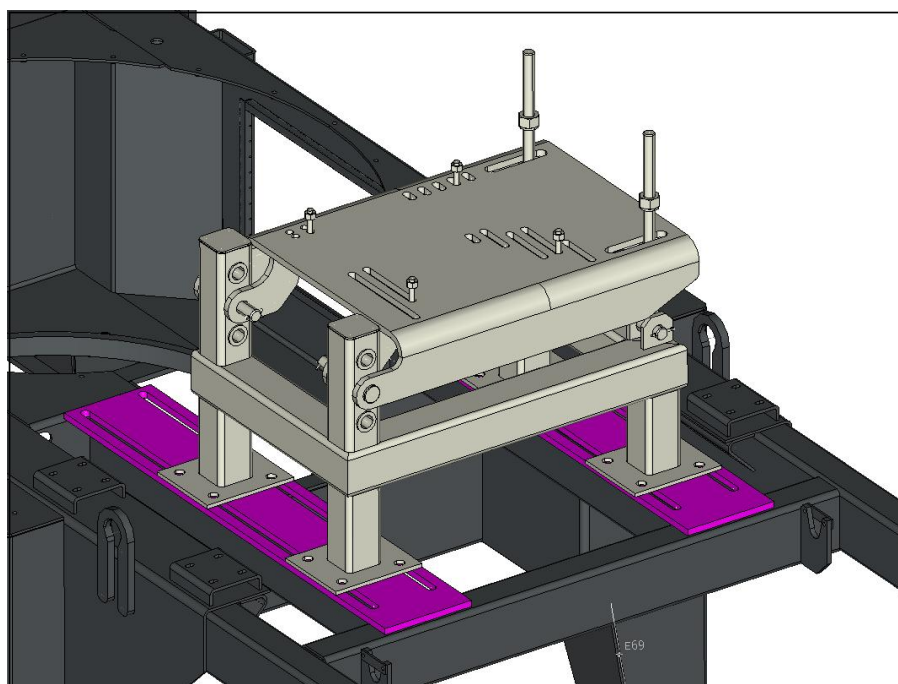
7.2 Moottoripedin kiinnitys

Tukirakenteen runkoon laitettiin kaksi pedin liikkumissuunnassa kulkevaa putkipalkkia, joihin moottoripedin kiinnittäminen tapahtuisi. Rakenne oli omiaan pitämään rungon hitsauskokoontalo mahdollisimman yksinkertaisena. Seuraavalla sivulla kuviossa 41 uusi moottoripeti lepää juuri näiden teräspalkkien päällä. Putkipalkkien mitoitus tapahtui tukirakennetta käyttävien murskainten mukaan. Palkkien pituus määrittelee pedin liikkumatilan. Pedin aseman määrittelee käytettävän murskaimen hihnapyörän asema.



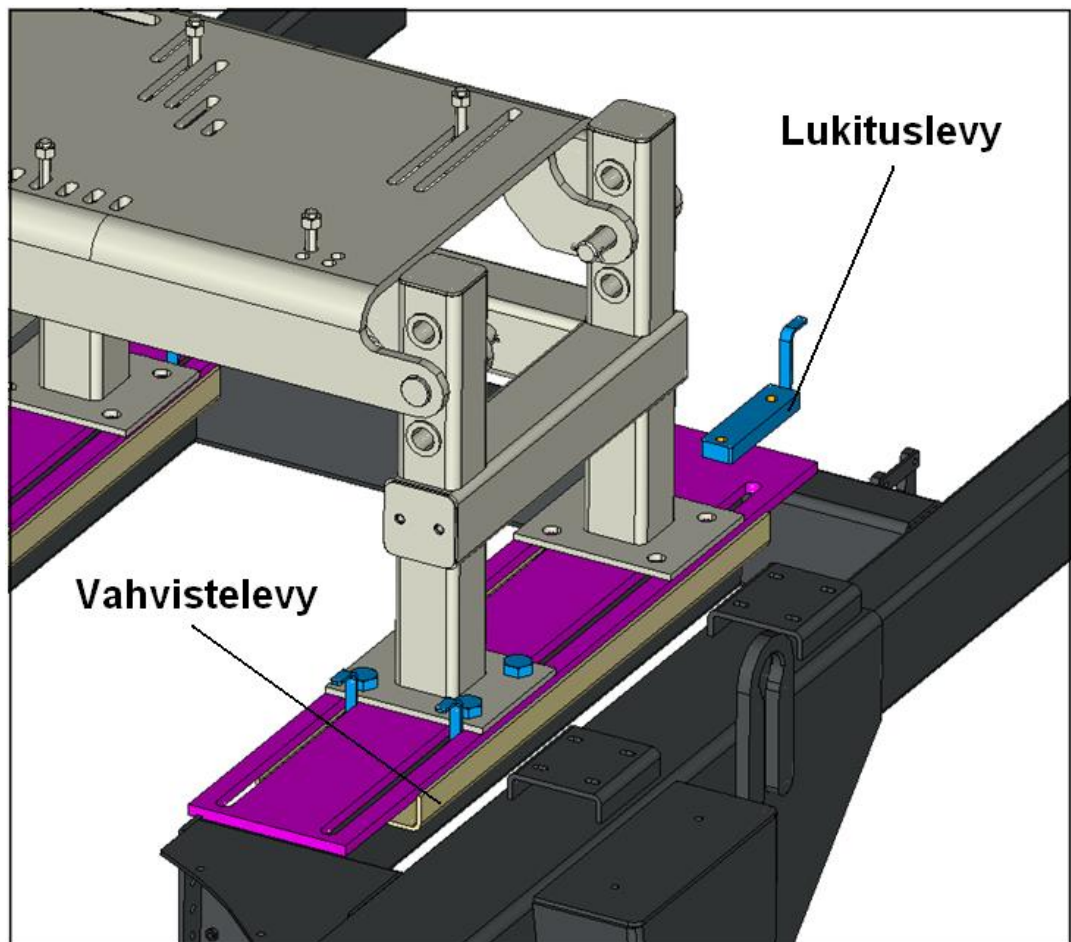
Kuvio 41: Uusi moottoripeti rungon päällä

Konsepteja moottoripedin kiinnityksestä runkoon syntyi kolme. Ensimmäinen on esillä kuviossa 42. Siinä moottoripeti tulee tassuistaan kiinni pitkiin levyihin, joissa on pitkät railot pulttiliitosta varten. Levyt ovat hitsattu kiinni aiemmin runkoon laitettuihin putkipalkkeihin.



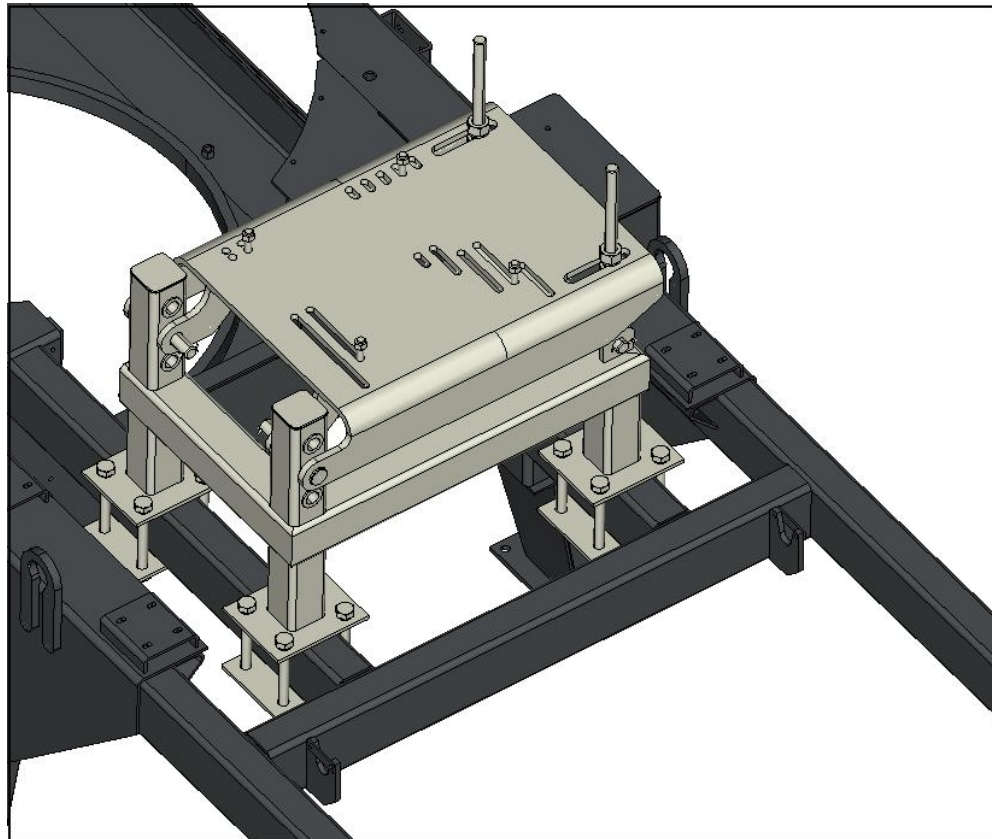
Kuvio 42. Ensimmäinen konsepti moottoripedin kiinnitykseen

Toinen konsepti on esillä kuviossa 43. Se on vahvistettu versio edellisestä. Edellisessä konseptissa oleviin pitkiin levyihin sekä niiden alapuolella oleviin putkipalkkeihin hitsataan 90° kulmaan taivutetut vahvistelevyt. Koska vahvistelevy estää mutterien laittamisen, käytetään tässä konseptissa kierrereiällisiä lukituslevyjä. Lukituslevyyn tapahtuvaa kiinnitystä on Metsolla käytetty yhden leukamurskainmallin moottoripedissä.



Kuvio 43. Toinen konsepti moottoripedin kiinnitykseen

Kolmas konsepti on esillä kuviossa 44. Siinä kiinnitys tapahtuu pitkillä pulteilla irrallisiin levyihin, jotka ovat rungossa olevien putkipalkkien alapuolella. Levyt ovat samat kuin moottoripedin tassuina käytetyt.



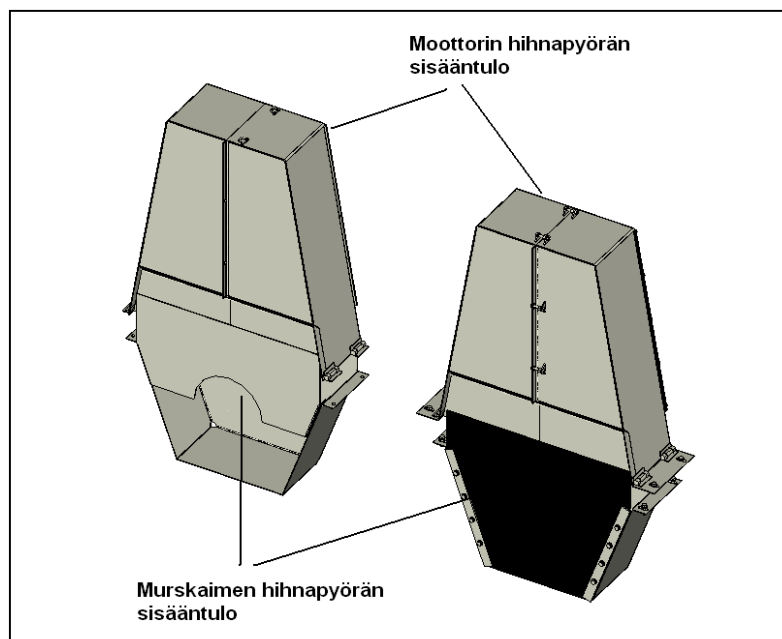
Kuvio 44: Kolmas konsepti moottoripedin kiinnitykseen

Kaikki kolme konseptia ovat moottorin kohdistamisen suhteen portaattomia. Ensimmäisessä konseptissa huono puoli on se, että siinä oleva pitkä levy alkaa ajan myötä taipumaan pitkän soikkoreiän ja levyn reunan väliseltä kannakselta. Toisessa konseptissa tämä onkin juuri otettu huomioon käyttämällä hitsattuja vahvistelevyjä. Huono puoli toisessa konseptissa on taas se, että se on kolmesta vaihtoehdosta kallein valmistaa. Lukituslevyjen valmistaminen vaatii koneistusta, ja vahvistelevyt pitkiä hitsisaumoja, mitkä lisäävät hintaa.

Valinnassa päädyttiin kolmannessa konseptissa olevaan niin sanottuun henkselipulttivaihtoehtoon. Perusteina valinnalle oli yksinkertaisuus ja edullinen valmistushinta. Tukirakenteessa käytetyt levyt ovat standardipaksuisista ohutlevyistä polttoleikkaamalla valmistettuja. Myös putkipalkkien profiilit ovat standardin mukaisia. Koneistamattomien standardiosien käyttö on edullisempaa kuin koneistettujen osien.

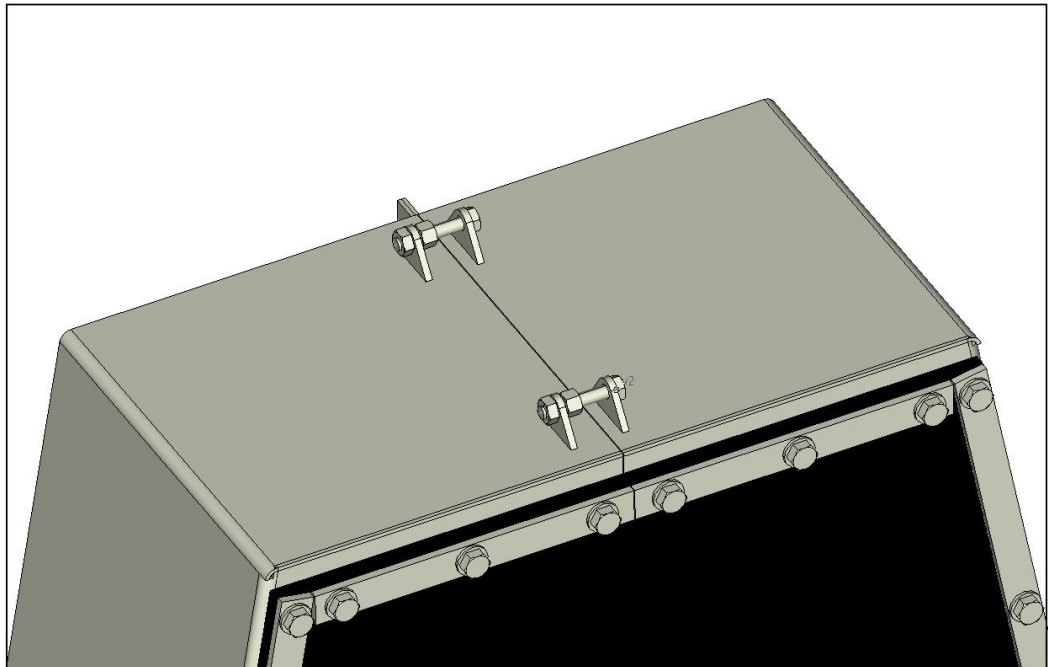
7.3 Hihnasuoja

Koska hihnasuojan sisään täytyy mahtua useampi erilainen hihnapyörä, täytyi sitä suurentaa hieman. Mitoitus tehtiin suurimman tukirakenteessa käytettävän hihnapyörän mukaan. Kuviossa 45 vasemmalla puolella on lähtötilanteessa ollut suoja ja oikealla puolella sen korvannut suoja. Kummassakin suojassa on käytetty kumia moottorin hihnapyörän sisääntulokohdassa. Lisäksi uudessa suojassa on käytetty kumia myös murskaimen hihnapyörän sisääntulossa. Kumi on joustava suojausmateriaali, koska se on taipuisaa ja sitä voidaan helposti leikata tarvittaessa.



Kuvio 45: Lähtötilanteessa ollut ja uusi hihnasuoja

Tarkastusluukun suunnittelun yhteydessä mainittu EU-direktiivi 2006/42/EY velvoittaa myös hihnasuojan suunnittelussa. Kiinteässä suojuksessa mikään kappale ei saa pudota tai sinkoutua. Hihnasuojan avaamiseen tarkoitettu kiinnitysjärjestelmästä tehtiin määräyksien mukainen käyttämällä samaa mekanismia kuin tarkastusluukussa. Kuviossa 46 on esillä kaksi suojaan hitsattua levyä, joista vasemmanpuoleiseen on myös hitsattu mutteri. Kuten tarkastusluukun yhteydessä, kiinnityspultissa on kiinni nyloc-mutteri, joka estää pultin putoamisen.

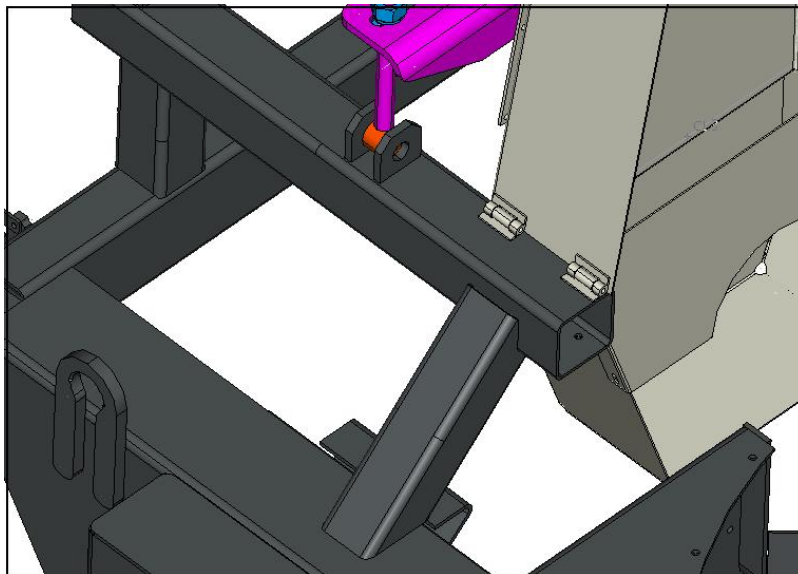


Kuvio 46: Hihnasuojan avaamiseen tarkoitettu kiinnitysjärjestelmä

7.4 Hihnasuojan kannattimet

Kuten aiemmin mainittiin, hihnasuoja tulee siis kiinni moottoripetiin. Uuden moottoripedin suunnittelussa päätettiin luopua putkipalkeista, joihin suoja tuli aiemmin kiinni ja korvata ne liikkumavaraa antavilla kannattimilla. Tämä mahdollistaa suojan aseman hienosäädön suhteessa moottoriin. Uuteen moottoripetiin oli kannattimia varten laitettu jo kiinnitysreiät, joiden taakse hitsausmutterit (kuvio 40).

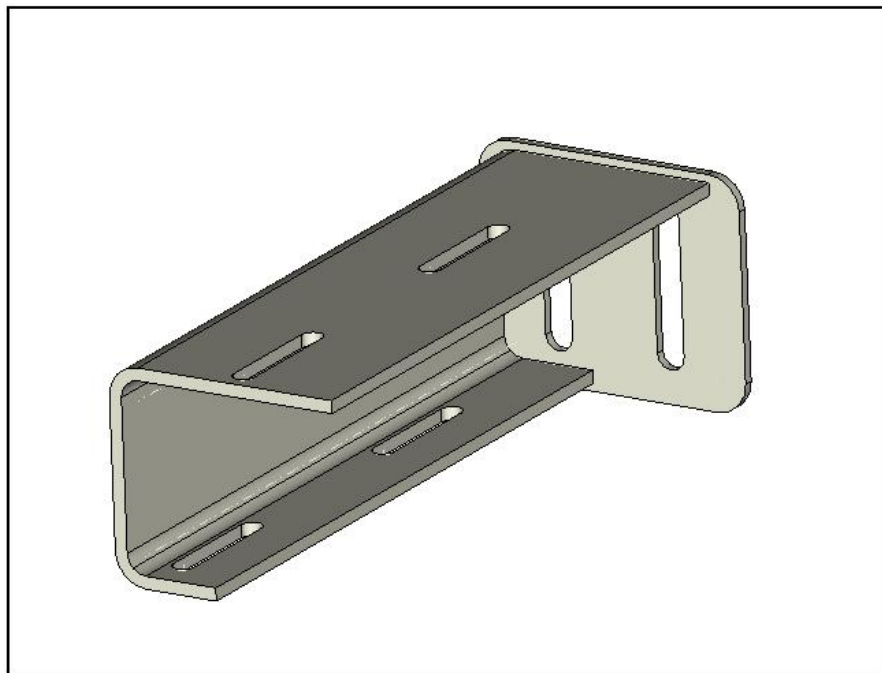
Lähtötilanteessa ollut hihnasuojan kiinnitys moottoripetiin on esillä kuviossa 47. Suojassa on kohta johon putkipalkki hieman uppoaa. Suojassa olevat saranat hitsataan asennettaessa kiinni palkkiin. Alapuolelta suoja tulee palkkiin kiinni pultiliitoksella.



Kuvio 47: Lähtötilanteessa ollut hihnasuojan kiinnitys

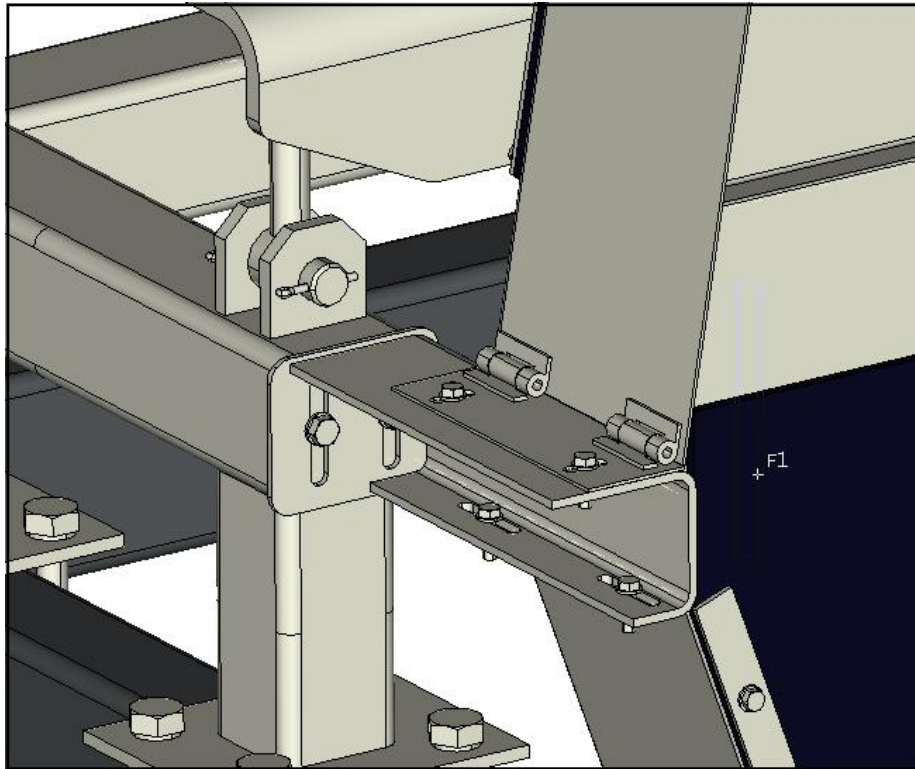
Koska suojassa oli jo valmiiksi tehty kohta johon putkipalkki hieman uppoaa, käytettiin kannattimien profiilin suunnittelussa apuna putkipalkkia. Näin ollen kiinnityskohtaa suojassa ei tarvitse vaihtaa muuten kuin saranoiden asennushitsauksen osalta. Hihnasuojan kiinnitys tulee tapahtua vain pultiliitoksella.

Kuten hoitotasojen kannattimet, myös hihnasuojan kannattimet syntyivät kahdesta toisiinsa hitsatuista levyistä (kuvio 48). Taivutetun levyn korkeus on sama kuin aiemmin käytetyn putkipalkin. Pulttiliitos uuteen kannattimeen on helpompi kuin putkipalkkiin, jonka sisään täytyisi saada käsi liitosta kiristettäessä. Kannattimessa olevat pitkät soikeat reiät antavat suojalle liikkumavaraa suhteessa moottoripetiin. Uudet kannattimet ovat toistensa peilikuvia.



Kuvio 48: Hihnasuojan kannatin

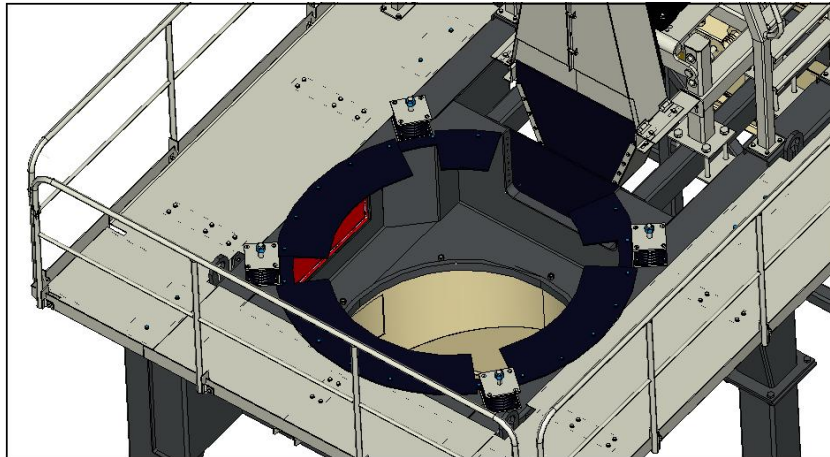
Jotta hihnasuojassa olevia saranoita ei tarvitse asennettaessa hitsata kinni kannattimiin, laitettiin hihnasuojan kokoonpanoon saranoihin hitsattavat levyt, joista suojan saa kiinnitettyä kannattimiin pulteilla. Tavoitteena on, että asennuksen yhteydessä ei hitsausta enää tarvita. On tärkeää, että tukirakenne on mahdollisimman helposti asennettavissa. Hihnasuojan kiinnittäminen moottoripetiin kannattimien avulla on esillä kuviossa 49 seuraavalla sivulla.



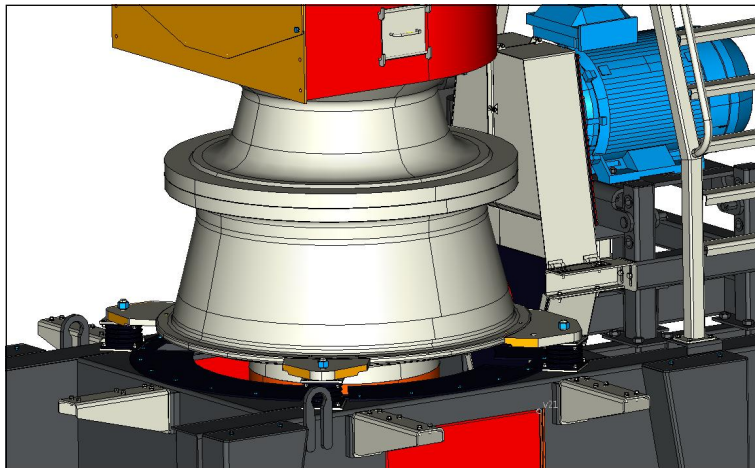
Kuvio 49: Liikkumavaraa antava hihnasuojan kannatin

7.5 Kumit

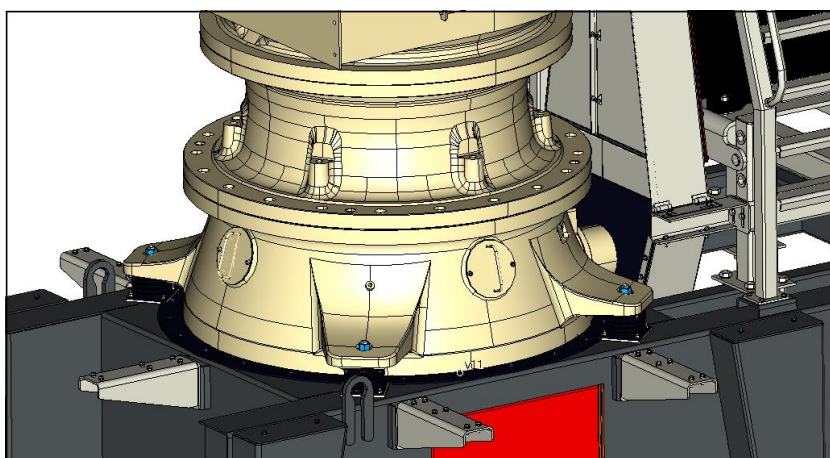
Kumimateriaaleja käytetään koneenrakennuksessa usein kohteissa, joissa joudutaan vaimentamaan iskumaisia kuormia. Näin myös karamurskaimessa, joka asennetaan aina kumista valmistettujen vaimentimien päälle. Kumit soveltuvat myös hyvin joustavaan suojaamiseen. Jotta tukirakenteesta saadaan yhteensopiva usean eri murskainmallin kanssa, on kumien käyttö hyvä tapa suojata muutamia paikkoja. GP11F- ja GP11M- karamurskaimet sopivat hyvin tukirakenteeseen, joka on mitoitettu karamurskaimille GP300 ja GP300S, mutta leveiden kumilevyjen käyttö murskaimen ja tukirakenteen liittymäpinnassa on tarpeen (kuvio 50). Tämä siksi, että GP11F- ja GP11M- murskainten alahelma on korkeammalla suhteessa murskaimen kiinnitystassuihin, kuin murskainten GP300 ja GP300S (kuviot 51 ja 52).



Kuvio 50: Leveät kumilevyt suojaavat mm. pölyltä



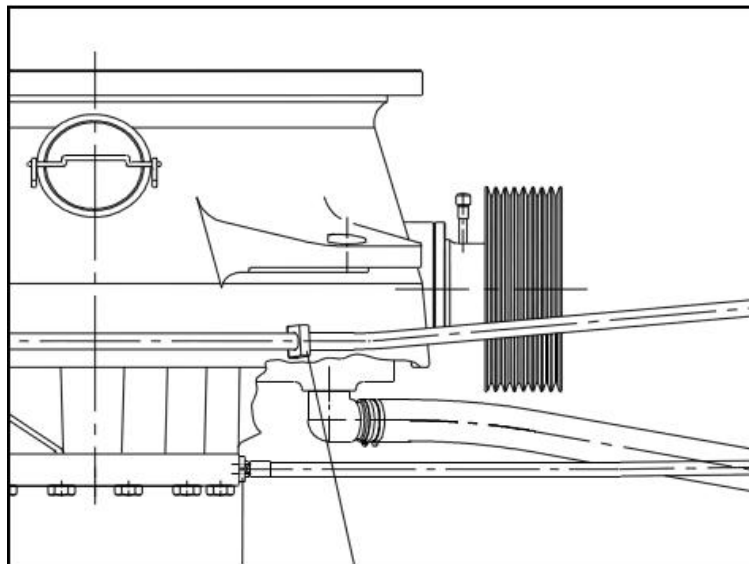
Kuvio 51: GP11- murskaimen alahelman ja tukirakenteen väliin jää reilusti tilaa



Kuvio 52: GP300- murskaimen alahelma on alempana suhteessa kiinnitystassuihin

Kumilevyt tulevat pulteilla kiinni runkoon. Niitä on käytetty GP-Tukirakenteissa aiemminkin samassa paikassa, mutta uuteen rakenteeseen tulevat levyt ovat huomattavasti suuremmat. Tämä juuri siksi, että alahelman korkeus suhteessa tassuihin joista murskain tulee kiinni tukirakenteeseen vaihtelee mallien mukaan. Kumien mitoitus on tehty suurimman mahdollisen välin mukaan, jonka juuri GP11F- ja GP11M- murskaimet aiheuttavat liittymäpinnassa. Jos ylimitoitetut kumit häiritsevät GP300- tai GP300S-murskainten käyttäjiä, niitä on helppo lyhentää leikkaamalla.

Kumin käyttö sopii hyvin myös paikkaan josta kulkevat murskaimelta voitelulaitteelle öljyn tulo- ja paluuletkut. Kuten alahelman asema, myös murskaimen tulevien letkujen liitospaikat vaihtelevat suhteessa kiinnitystassuihin mallista riippuen. Kuviossa 53 on esillä GP300-murskaimelta voitelulaitteelle kulkevia letkuja.



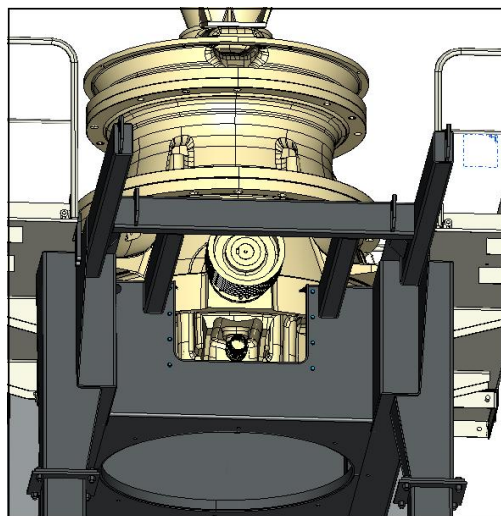
Kuvio 53: Voitelulaitteen ja murskaimen väliset letkut

Koska GE300/Tre on suunniteltu karamurskaimille GP300 ja GP300S, myöskin paikka josta voitelulaitteen letkut kulkevat on mitoitettu näille koneille. Koska tukirakenteessa on tarkoitus käyttää muitakin murskainmalleja, paikkaa on suurennettava huomattavasti. Paikka on ympyröity kuviossa 54.

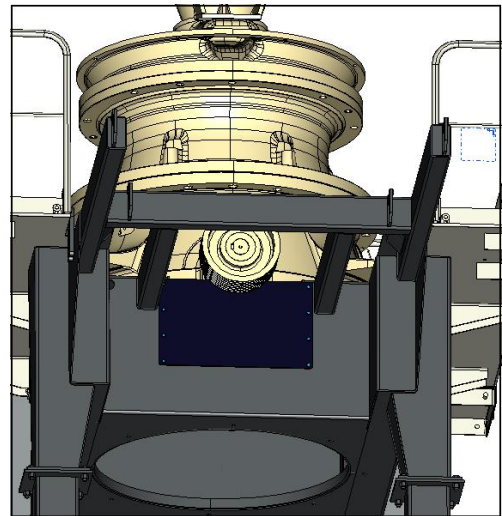


Kuvio 54: Voitelulaitteen letkujen kulkutie murskaimelle /2/

Kumien käyttö helpottaa paikan suurennusta huomattavasti. Paikasta voi tehdä reilusti suuremman ja peittää se kumilevyllä. Kun murskaimen letkuja asennetaan, kumilevyyn leikataan sopivan kokoinen reikä. Kuvioissa 55 ja 56 näkyvä uusi letkujen kulkupaikka on mitoitettu niin, että myös hihnasuojan alaosa mahtuu siitä menemään ja silti tilaa jää myös letkuille. Tämä johtuu GP11F- ja GP11M- koneista, joissa hihnapyörän asema on juuri suurennettun kolon kohdalla.



Kuvio 55: Rakenne ilman kumilevyä

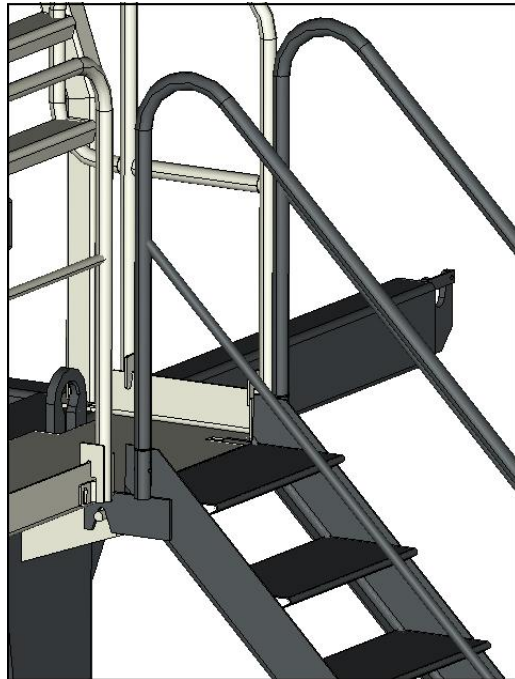


Kuvio 56: Rakenne kumilevyn kanssa

8 MUUNNELTAVUUS

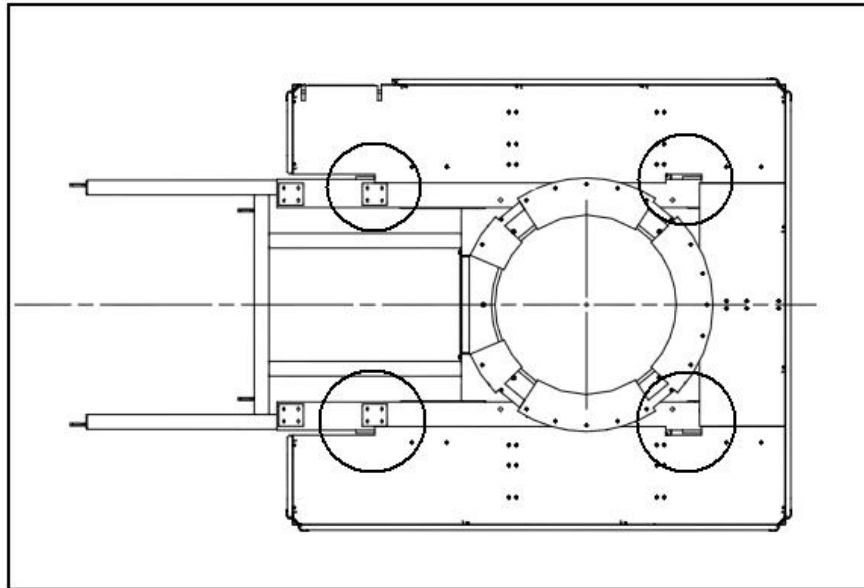
Yksi työn tavoitteista oli tukirakenteen muunneltavuuden parantaminen siltä osin, että porrastikkaiden suunta tulee olla asiakkaan vaihdettavissa.

Tukirakenteessa GE300/Systems hoitotasot voitiin järjestellä haluamalla tavalla ja porrastikkaiden suunta vaihtui samalla. Tukirakenteessa GE300/Tre puolestaan on yhteen hoitotasoon hitsattu kiinni levy ja pyörötangon pätkät porrastikkaiden kiinnittämiseksi. Tämä on ollut ainoa paikka johon porrastikkaat on saatu asennettua (kuvio 57).



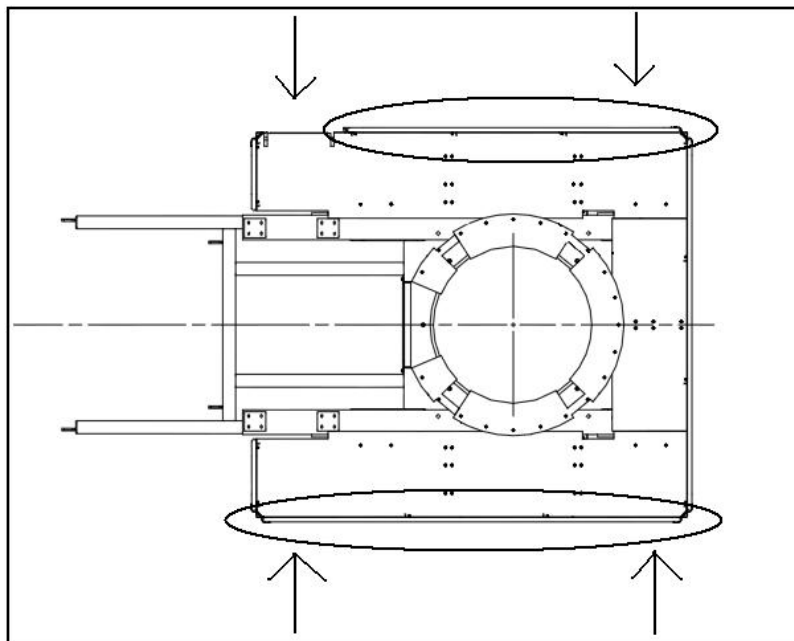
Kuvio 57: Paikka porrastikkaille tukirakenteessa GE300/Tre

Vaikka aiemmin modernisointityössä GE300/Tre:n hoitotasosta tehtiin runkoon pultattavat, niiden järjestäminen toisella tavalla ei onnistuisi kuten GE300/Systems tukirakenteessa. GE300/Tre:n pitkät hoitotasot ovat peilikuvia keskenään. Jos niiden paikkaa vaihtaa, pulttien reiät ja nostokorvakkeiden paikat eivät osu kohdalleen. Nostokorvakkeet ovat hitsattu kiinni runkoon ja niiden paikat ovat huomioitu hoitotasojen valmistuksessa. Paikat ovat ympyröity kuviossa 58.



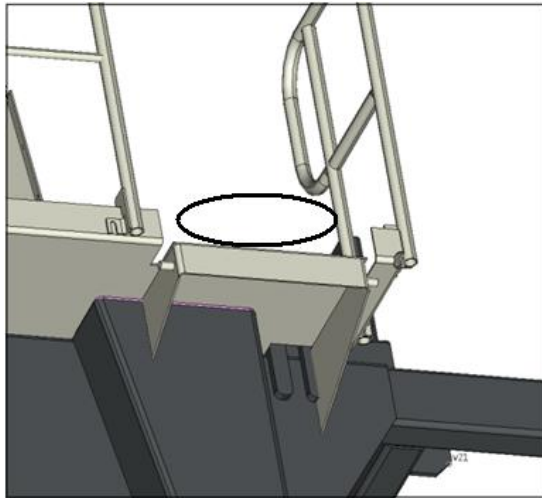
Kuvio 58: Nostokorvakkeiden paikat

Vaikka pitkät hoitotasot olisivat samanlaiset, niiden uudelleenasennus olisi työlästä ja porrastikkaat saisivat vain yhden suuntavaihtoehdon lisää. Helpompi lähtökohta porrastikkaiden aseman vaihtamiseen on kaiteiden uudelleenjärjestäminen. Kuvioissa 59 ympyröityjen kaiteiden siirtämisellä saadaan aikaan neljä eri paikassa olevaa porrastikkaiden kohtaa (kuvio 59).



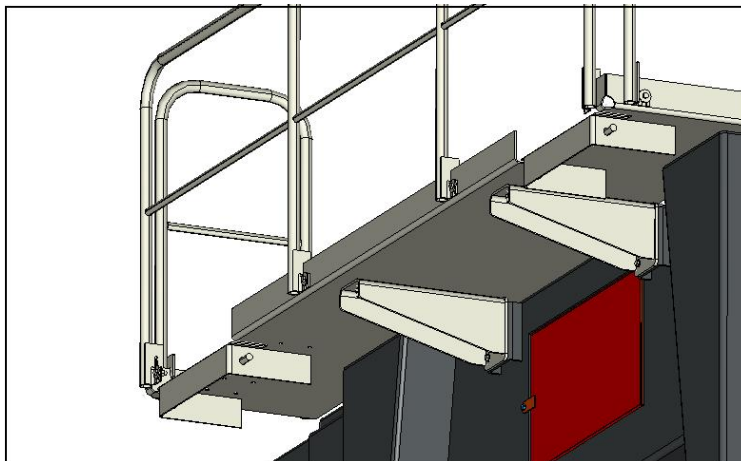
Kuvio 59: Neljä mahdollista porrastikkaiden mentävää kohtaa

Pelkkä kaiteiden uudelleenjärjestäminen ei porrastikkaiden kiinnitystä hoitotasoon ratkaise. Jokaisessa vaihtoehtoisessa paikassa täytyy olla porrastikkaille kiinnityspaikka, sekä tyhjä kohta hoitotason reunuksessa (ympyröitynä kuviossa 60). Hoitotason reunuksessa ei luonnollisesti saa olla tyhjää kohtaa silloin, kun portilla varustetut porrastikkaat ovat toisessa paikassa.



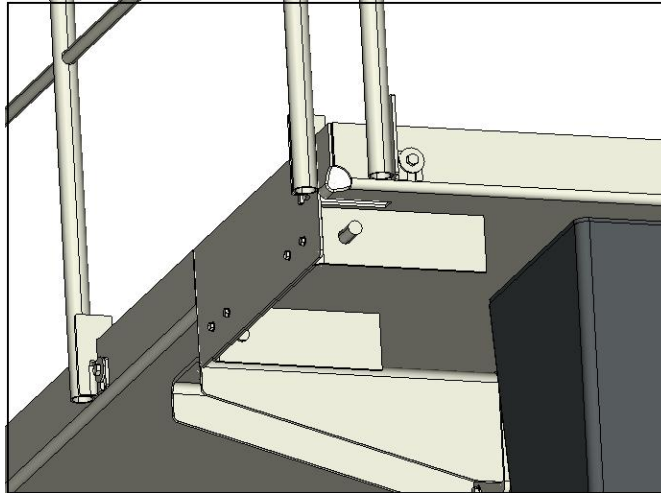
Kuvio 60: Kiinnityspaikka porrastikkaille

Porrastikkaiden kiinnityspaikka on yksinkertainen valmistaa, se koostuu hoitotasoon hitsatusta taivutetusta ohutlevystä, johon on hitsattu pyörötangon pätkät. Jokaiseen porrastikkaiden vaihtoehtoiseen paikkaan laitettiin hieman alkuperäisestä yksinkertaistetummat kiinnityspaikat (kuvio 61).



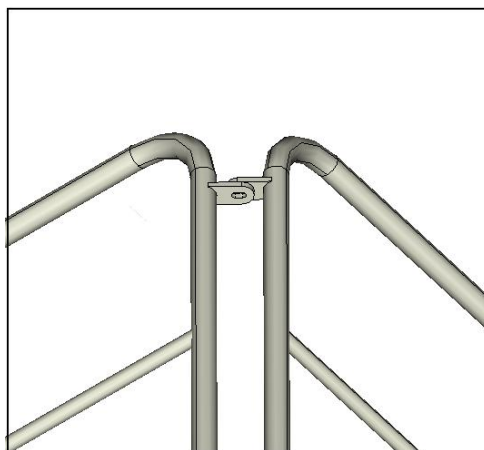
Kuvio 61: Uudet kiinnityspaikat porrastikkaille

Hoitotasojen reunoissa, porrastikkaiden kiinnityskohdissa olevia tyhjiä kohtia varten täytyi vielä tehdä täytelevyt (kuvio 62). Täytelevyjä kokoonpanoon tuli siis kolme ja ne pultataan kiinni porrastikkaiden kiinnityskohtiin, jotka eivät ole sillä hetkellä käytössä.

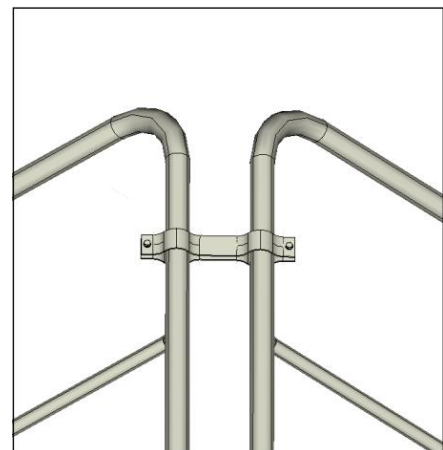


Kuvio 62: Täytelevy

Kaiteiden uudelleenjärjestelyä varten tarvittiin vielä uudet kaideliittimet. Lähtötilanteessa olleet käsijohteeseen hitsattavat levyt eivät toimi kaiteissa, jotka voidaan järjestellä usealla tavalla (kuvio 63). Uusiksi liittimiksi tehtiin ns. lokinsiipliittimet, koska ne eivät tarvitse hitsausta ja ovat sen vuoksi joustavasti liitettäviä (kuvio 64).

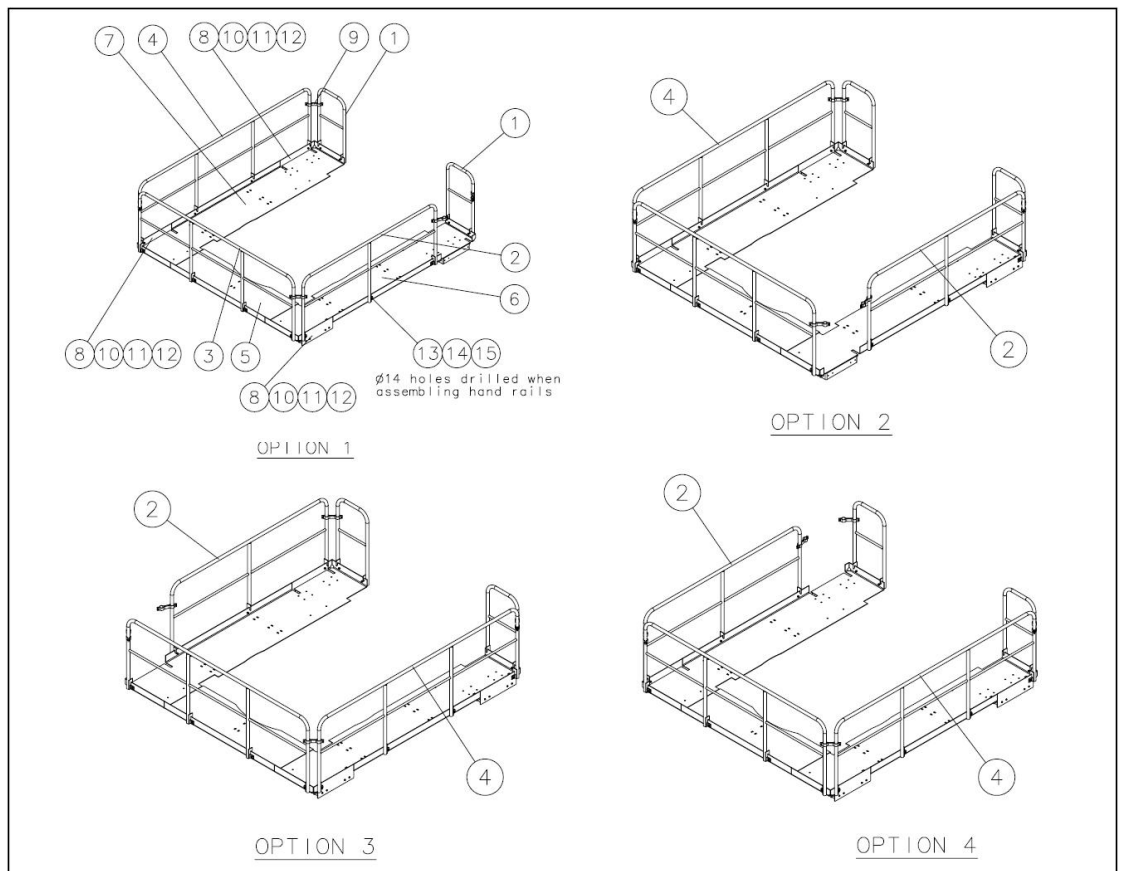


Kuvio 63: Lähtötilanteessa ollut kaideliitin



Kuvio 64: Uusi kaideliitin

Näin ollen tukirakenteella on neljä vaihtoehtoa porrastikkaiden suunnaksi. Kuviosta 65 nähdään, että suunnan vaihtaminen edellyttää numeroilla 2 ja 4 olevien kaiteiden siirtämistä, sekä täytelevyn asentamista paikkaan josta porrastikkaat otetaan pois. Kaiteisiin on hitsattu kiinnityskappaleet, joista ne tulevat pulteilla kiinni hoitotasoon. Nämä ovat esillä edellisellä sivulla kuviossa 62. Hoitotasoon ei kuitenkaan ole laitettu valmiita reikiä kaiteiden kiinnitystä varten, koska reikien osuminen kiinnityskappaleiden kohdalle näin pitkällä matkalla on haasteellista. Näin ollen kaiteiden asennuksen yhteydessä hoitotasoon on porattava reiät kiinnitystä varten. Asennusporaus kaiteiden kiinnityksen yhteydessä onkin järkevin vaihtoehto, koska kaiteiden paikka on vaihtuva. Kiinnityskappale, pultti ja mutteri ovat kuviossa 65 osanumeroina 13, 14 ja 15.

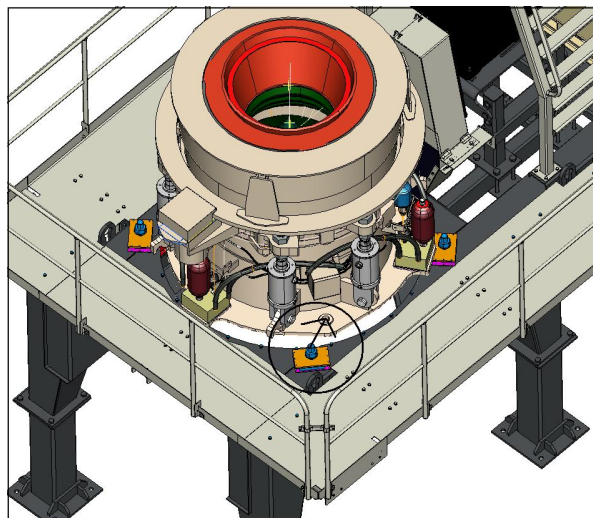


Kuvio 65: Porrastikkaiden suuntavaihtoehdot

9 RAKENTEEN SOVELTAMINEN MUILLE MURSKAIMILLE

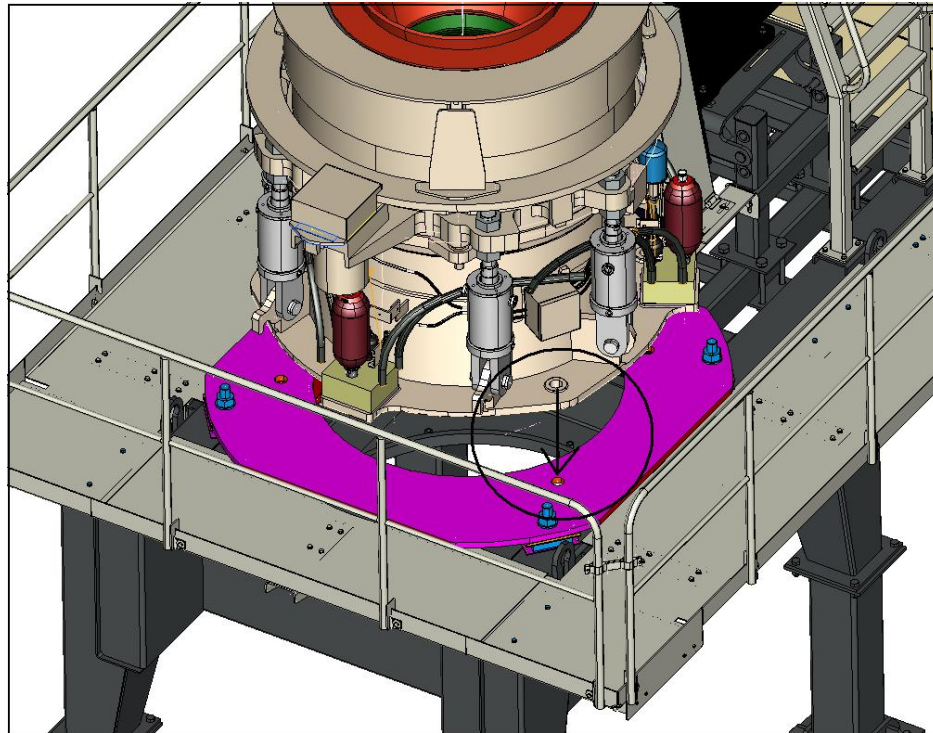
9.1 HP-sarja

Kuten työssä aiemmin mainittiin, tukirakenteesta on tarkoitus saada yhteensopiva myös kartiomurskainten HP3 ja HP300 kanssa. Nämä murskaimet ovat samassa kokoluokassa karamurskainten GP11F, GP11M, GP300 ja GP300S kanssa. HP-koneiden sovitustukirakenteeseen rajattiin tästä opinnäytetyöstä pois, koska GP-koneille sopivan tukirakenteen valmistuminen katsottiin kiireellisemmäksi. HP-sarjan koneet otettiin kuitenkin huomioon tukirakenteen yhteensopivuutta käsiteltäessä. Haastetta HP-koneiden sovittamisessa samaan tukirakenteeseen tuo suuri ero vaimentimien kiinnityspaikkojen sijainnissa suhteessa GP-koneisiin (kuvio 66).



Kuvio 66: HP3-murskain sovitettuna tukirakenteeseen

Yksi lähestyminen ongelmaan on paksun teräslevyn sijoittaminen vaimentimien ja murskaimen väliin. Levyn käyttö vaatii kuitenkin tutkimuksia levyn lujuuden suhteen. Normaalisti murskain tulee suoraan tassuistaan kiinni vaimentimiin. Tässä tapauksessa vaimennin on noin 30 cm päässä murskaimen kiinnityspaikasta. Ehdotelma levystä on esillä kuviossa 67 seuraavalla sivulla. Mallinnetun levyn paksuus on 30 mm.



Kuvio 67: Ehdotelma murskaimen ja vaimentimien väliin laitettavasta levystä

9.2 Eri kokoluokan murskaimet

Eri kokoluokassa olevat GP- ja HP- murskaimet tarvitsevat erikokoisen tukirakenteen. Tässä opinnäytetyössä käsitelty tukirakenne on suuri karamurskaimille GP100, GP100S, GP200 ja GP200S. Pienemmän tukirakenteen suunnittelun lähtökohtana tämä käsitelty tukirakenne toimii hyvin. Rungosta ja jaloista voi tehdä hieman kevyemmät ja samalla myös valmistuskustannuksiltaan pienemmät. Paikka johon murskain asennetaan olisi luonnollisesti mitoitettu sopimaan kyseisten murskainten kanssa. Murskaimet GP550, GP500S, HP4, HP400 ja HP500 tarvitsevat puolestaan suuremman tukirakenteen, jossa on suurempi asennuspaikka koneelle.

10 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli modernisoida karamurskaimelle tarkoitettua tukirakennetta. Kehitystarpeen kartoitus tapahtui haastattelemalla suunnittelijoita, joilla oli tietoa tukirakenteiden asiakaspalautteesta. Tavoitteina oli koneturvallisuusstandardien ja EU-direktiivien täytyminen, yhteensopivuus samaa kokoluokkaa olevien karamurskainten kanssa, sekä kuljetettavuuden ja muunneltavuuden parantaminen.

Tulokseksi saatiin uusi tukirakenne, joka täyttää koneturvallisuusstandardit ja EU-direktiivit. Tukirakenteesta saatiin lisäksi yhteensopiva neljän eri karamurskainmallin kanssa, lähtötilanteessa olleen kahden sijaan. Tukirakenteen kuljetettavuutta saatiin myös parannettua. Lähtötilanteessa tukirakenne tarvitsi kallista erikoiskuljusta, mutta hitsiliitoksia karsimalla rakenteesta saatiin normaalikuljetettava. Myös muunneltavuus parani kun tukirakenne sai neljä vaihtoehtoista suuntaa porrastikkaille.

Tämän modernisointityön jälkeen valmistuspiirustukset lähetetään tuotantoon. Ensiksi valmistetaan yksi kappale, joka asennetaan toimintakuntoon Metso MCT:n tehtaalla. Tässä vaiheessa todennetaan tukirakenteen toimivuus murskaimen ja muiden laitteiden kanssa. Suunnittelutyö tukirakenteiden osalta jatkuu vielä niin, että tarkoituksena on saada rakenne myös eri kokoluokassa oleville kara- ja kartiomurskaimille.

LÄHTEET

1. Metso, Vuosikertomus 2009 [viitattu 18.10.2010] Saatavissa:
[http://www.metso.com/corporation/ir_eng.nsf/WebWID/WTB-100305-2256F-EE026/\\$File/metso_annual_report_2009_finnish.pdf](http://www.metso.com/corporation/ir_eng.nsf/WebWID/WTB-100305-2256F-EE026/$File/metso_annual_report_2009_finnish.pdf)
2. Metson tietokanta
3. Pyynikinlinna. [www-sivu]. [viitattu 18.10.2010] Saatavissa:
<http://www.pyynikinlinna.fi/museo/nayttelyt/erikois/lokomo.php>
4. Metso, Henkilöstöopas. DomusPrint. Tampere 2010. s. 7
5. Myllymäki, Jukka 2008. Leukamurskaimen hihna- ja vauhtipyöränsuojien tuotekehitysprojekti. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Tampere
6. Standardi SFS-EN ISO 14122: Koneturvallisuus
7. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY
8. Finlex. [www-sivu]. [viitattu 20.9.2010] Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2006/20060096>
9. Eduskunta. [www-sivu]. [viitattu 25.9.2010] Saatavissa:
[http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw.cgi/trip/?\\${APPL}=utpkk&\\${BASE}=faktautpkk&\\${THWIDS}=0.53/1287560633_209982&\\${TRIPPIFE}=PDF.pdf](http://www.eduskunta.fi/triphome/bin/thw.cgi/trip/?${APPL}=utpkk&${BASE}=faktautpkk&${THWIDS}=0.53/1287560633_209982&${TRIPPIFE}=PDF.pdf)
10. Vierula, Mattipekka 2007. Lokotrack-murskauslaitosten kuljetettavuuden suunnittelun kehittäminen. Tutkintotyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikka. Tampere
11. Evergreen Line. [www-sivu]. [viitattu 20.10.2010] Saatavissa:
<http://www.evergreen-line.com/static/jsp/container.jsp>