



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

SÄILIÖN SUUNNITTELU HYDRAULIIKKA- NESTEELLE JA POLTTOAINEELLE

Riku Sjöroos

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2016
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys

SJÖROOS, RIKU:

Säiliön suunnittelu hydrauliiKANesteelle ja polttoaineelle

Opinnäytetyö 29 sivua
Huhtikuu 2016

Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin säiliö Metso Minerals Oy:lle, ja se toteutettiin Tampereen tehtaalla. Säiliön suunnittelu oli osa uuden mobiilimurskauslaitoksen Lokotrack LT130E suunnitteluprojektia. Uuden tuotekehitysprojektin myötä syntyi tarve myös uudelle säiliölle. LT130E varastoi säiliöön käyttämänsä polttoaineen sekä hydrauliiKKAöljyn.

Tampereen tehtaalla on suunniteltu mobiilimurskauslaitoksia vuodesta 1985 lähtien. Mobiilimurskauslaitteissa on käytetty vuosien varrella lukuisia erilaisia säiliöitä, joten tämän opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tutustumalla aikaisemmin suunniteltuihin säiliöihin. Säiliöistä pyrittiin etsimään niiden hyviä puolia ja tuomaan niitä tässä opinnäytetyössä suunniteltuun säiliöön.

Opinnäytetyössä on käyty läpi tuotekehityksen teoriaa ja esitelty Lokotrack-tuotteiden toimintaperiaatetta. Esitettyä teoriaa hyväksi käyttäen suunniteltiin vaatimusten mukainen säiliö. Suunnittelu suoritettiin käyttämällä Siemens NX -suunnitteluohjelmistoa. Ohjelmistolla luotiin kolmiulotteiset virtuaalimallit, joiden pohjalta samaista ohjelmaa käyttäen luotiin työpiirustukset, joiden avulla säiliö voidaan valmistaa. Opinnäytetyön lopputuloksena syntyivät 3D-mallit ja työpiirustukset. Työpiirustukset ja tuoterakenteet ovat sähköisessä muodossa Metso Minerals Oy:n käyttämässä Aton-tuotetiedonhallintaohjelmassa.

Tämä dokumentti on opinnäytetyön julkinen versio ja siitä on poistettu liitteet, jotka sisältävät työpiirustuksia.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Product Development

SJÖROOS, RIKU:

Designing of Container for Hydraulic Fluid and Fuel

Bachelor's thesis 29 pages

April 2016

This thesis was made for Metso Minerals Oy at Tampere's factory. The purpose of this thesis was to design a container which have separate sides for hydraulic fluid and fuel. A new container was decided to be designed because of new product development project. The purpose of new product development project was to create new mobile crushing plant Lokotrack LT130E. LT130E has Caterpillar's diesel engine and LT130E uses hydraulic components also, thus the need for two chambers to hold two different liquids.

Mobile crushing plants were designed in Tampere's factory since 1985 and over the years different kind of containers have been designed also. The making of this thesis started with comparing and studying previously designed containers. One of the objectives of this thesis was to bring good sides of previously designed containers into new container design and eliminate previously designed possible weaknesses.

This thesis contains theory about product development and operating principles of Lokotrack products. New requirements filling container was designed by using above-mentioned theory. The container was designed with Siemens NX 3D-designing program and technical drawings were drawn with it also.

This is public version of the thesis and it doesn't have any appendices which includes technical drawings.

Key words: Lokotrack, container, design, crusher

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	YRITYS.....	7
	2.1 Metso	7
	2.2 Metso Minerals Oy	8
3	LOKOTRACK	10
4	TUOTEKEHITYS	12
	4.1 Käynnistysvaihe.....	12
	4.2 Luonnosteluvaihe.....	13
	4.3 Kehittäminen.....	14
	4.4 Viimeistely.....	15
5	SUUNNITTELU	16
	5.1 Teräsrakenne.....	18
	5.2 Vaadittavat komponentit.....	20
	5.2.1 Hydraulikkakomponentit	20
	5.2.2 Polttoainekomponentit	22
	5.3 Viimeistely.....	23
6	LOPPUTULOS	24
7	PARANNUSEHDOTUKSET JA YHTEENVETO.....	28
	LÄHTEET.....	29

ERITYISSANASTO

konstruktio	kokoonpano, rakenne
muhvi	metalliputki, jonka sisällä on kierre
pienasauma	hitsausauma, jossa hitsattavat kappaleet muodostavat t-kirjaimen

1 JOHDANTO

Metso Minerals Oy:n Tampereen tehtaalla on suunniteltu ja valmistettu tela-alustaisia kivenkäsittelylaitoksia vuodesta 1985 alkaen. Tela-alustaisia kivenkäsittelylaitoksia kutsutaan mobiilituotteiksi niiden helpon liikuttelun takia. Metson valmistamia mobiilituotteita kutsutaan Lokotrackeiksi. Erilaisia Lokotrack laitoksia on ollut vuosien varrella paljon ja nykyisestäkin valikoimasta löytyy käyttötarkoituksesta riippuen useita vaihtoehtoja.

Tyypillisesti mobiililaitteessa on dieselmoottori, joka tarvitsee polttoainetta toimiakseen, ja hydraulikkakomponentteja, jotka tarvitsevat hydraulikkaneestettä toimiakseen. Näitä nesteitä varten tarvitsee laitteessa olla säiliöt. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Metso Minerals Oy:lle yhdistelmäsäiliö, joka sisältää omat lohkonsa polttoaineelle sekä hydraulikkaöljylle.

Tarve uuden säiliön suunnittelulle syntyi uuden mobiililaitteen suunnittelun myötä. Uusi tuotemalli päätettiin suunnitella, koska vanhan tuotteen käyttämä leukamurskainmalli poistuu valikoimasta. Tässä opinnäytetyössä suunniteltu yhdistelmäsäiliö on osa uutta Lokotrack LT130E–mobiilimurskauslaitosta.

Uuden säiliön suunnittelun pohjana käytettiin aikaisemmin suunniteltujen tuotteiden käyttämiä säiliöitä. Säiliön suunnitteluprosessissa pyrittiin etsimään vanhojen säiliöiden heikkouksia ja estää niiden toistuminen uudessa mallissa. Tampereen tehtaalla on paljon puhuttu turvallisuudesta ja komponenttien turvallisesta nostamisesta asennusten aikana, mikä pyrittiin huomiomaan suunnittelussa. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda työpiirustukset ja 3D -mallit, joilla säiliö voidaan valmistaa.

2 YRITYS

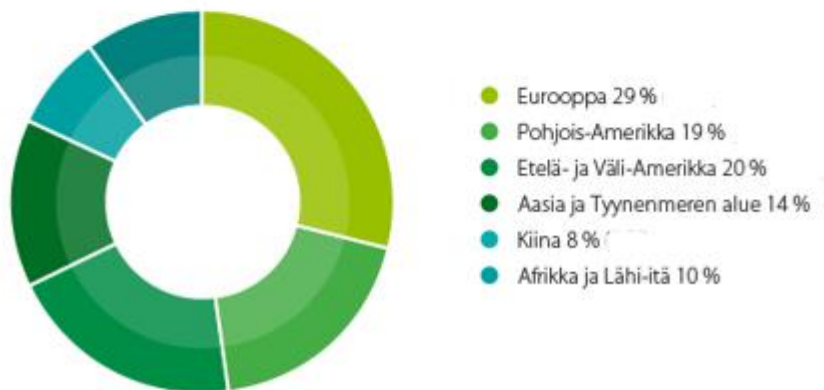
2.1 Metso

Metso työllistää tällä hetkellä noin 13 000 työntekijää noin 50 maassa ja sen liikevaihto vuonna 2014 oli 3 658 miljoonaa euroa (Metso lyhyesti 2016). Liikevaihdon jakautuminen selviää alla olevasta kuvasta (kuva 1).

Liikevaihto asiakasteollisuuksittain



Liikevaihto markkina-alueittain, 3 658 milj. e



Kuva 1. Liikevaihdon jakautuminen (Metso lyhyesti 2016)

Metso toimii kolmella eri markkina-alueella, jotka ovat palvelut, mineraalien käsittely ja virtauksensäätö. Palvelualueella keskitytään kulutusratkaisuihin, varaosiin sekä asiakkaan suorituksen parantamiseen. Mineraalien käsittelyssä keskitytään käsittelyratkaisui-

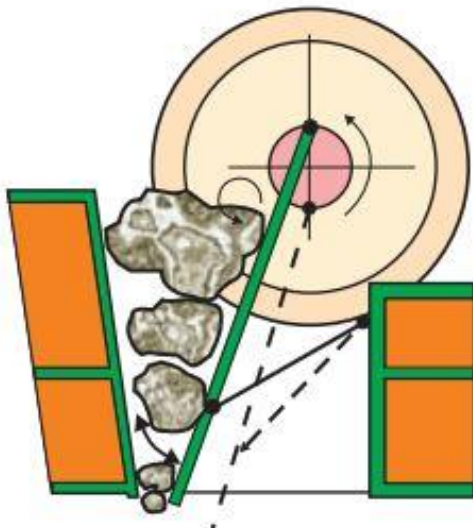
hin, murskaus ja seulontalaitteisiin sekä metallien kierrätykseen. Virtauksensäätö markkina-alueella tarjotaan ratkaisuja öljy-, kaasu-, sellu-, paperi- ja kaivosteollisuuden virtauksensäätöhaasteisiin. (Metso lyhyesti 2016.)

Metson tavoitteena on vahvistaa asemaa johtavana kokonaisvaltaisten teknologioiden ja palveluiden toimittajana mineraalien tuotannossa ja kasvaa johtavaksi toimijaksi virtauksensäätöratkaisuisissa (Tavoitteet ja liiketoimintamalli 2016). Metson arvoja ovat uusien ratkaisujen kehittäminen, asiakkaan menestyminen, yhteistyö ja toisten kunnioitus (Metson arvot 2016).

2.2 Metso Minerals Oy

Metso Minerals Oy:n Tampereen tehtaalla työskentelee tällä hetkellä noin 700 työntekijää. Tampereella valmistetaan C-sarjan leukamurskaimia ja GP-sarjan karamurskaimia sekä ST-mobiiliseuloja ja Lokotrack-mobiilimurskaimia. (Metso Avenue 2016.) Lisäksi kyseisiä laitteita, sekä pyöräalustaisia murskauslaitoksia suunnitellaan Tampereella.

Leukamurskainta käytetään pääosin esimurskaimena eli ensimmäisenä murskaimena räjäyttämällä irrotetun kiven murskausprosessissa. Leukamurskaimessa murskaus tapahtuu liikkuvan ja paikallaan pysyvän leuan välissä (kuva 2). Leukojen alapäähän jäävää väliä muuttamalla pystytään vaikuttamaan murskauksessa syntyvän tuotteen kokoon. (Viilo 2014.)



Kuva 2. Leukamurskaimen toimintaperiaate (Viilo 2014)

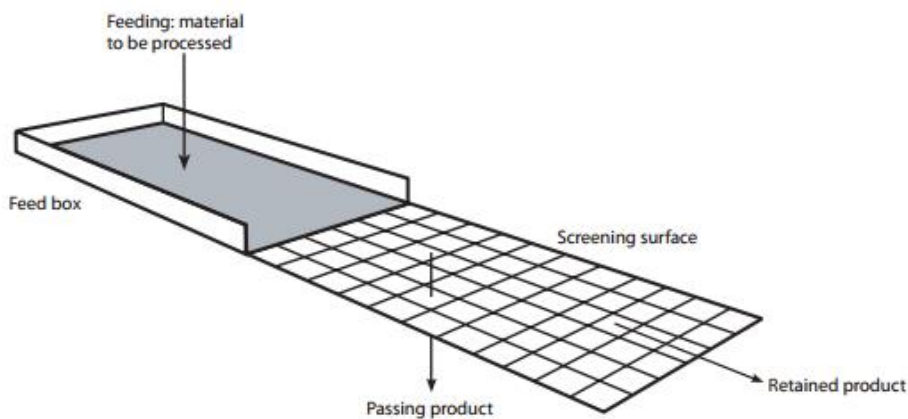
3 LOKOTRACK

Lokotrack on laite, jossa kivenmurskain kulkee telojen avulla. Laitteen käyttövoimalle on olemassa eri vaihtoehtoja asiakkaan tarpeista ja Lokotrack-mallista riippuen. Dieselmoottorin ja siihen kytketyn vaihdelaatikon avulla voidaan pyörittää hydrauliiikkapumppuja, jotka tuottavat laitteen komponenteille käyttövoiman. Murskainta voidaan tällöin käyttää hydrauliikkamoottorilla tai hihnakäytöllä. Hihnakäytössä vaihdelaatikko on kytketty murskaimeen hihnojen avulla, mutta muut laitteen komponentit toimivat pääosin hydraulisesti. (Salminen 2016.)

Lokotrack valikoimasta löytyy myös sähkökäyttöisiä Lokotrack-malleja. Sähkökäyttöisissä laitteissa tuotetaan käyttövoima dieselmoottorin ja siihen yhdistetyn generaattorin luomasta sähkövirrasta. Sähkämootoreiden avulla voidaan pyörittää murskaimen lisäksi esimerkiksi hydrauliikkapumppuja, joista laitteen käyttämät hydrauliikkakomponentit, kuten teloja pyörittävät hydrauliikkamootorit, saavat käyttövoimansa. On olemassa myös Lokotrack-mobiilimurskaimia, joissa dieselmoottori ja sähkögeneraattori on korvattu ulkoisella virtalähteellä. Tällöin Lokotrackin tarvitsema sähkövirta tuodaan laitteeseen erillistä kaapelia pitkin. (Tulonen 2016.)

Mobiilimurskaimen hyötynä on se, että sitä voidaan helposti liikutella murskausalueella. Tästä on etua, kun murskauspaikkaa joudutaan vaihtamaan usein. Kiinteää murskauslaitosta ei voida helposti liikuttaa, joten aikaa kuluu kiven kuljettamiseen murskauslaitokselle. Kiven kuljettaminen pitkiä matkoja kasvattaa kustannuksia ja taas kustannusten kasvaminen pienentää kannattavuutta. Mobiilimurskain voidaan ajaa kauemmas, kun kallioista halutaan irrottaa räjäyttämällä kiveä. Räjäytyksen jälkeen murskain ajetaan takaisin lähelle irrotettua syötemateriaalia. Syötemateriaali voidaan syöttää näin murskauslaitokseen kuljettamatta sitä pitkiä matkoja.

ST-mobiiliseulan idea on hyvin pitkälle sama, mutta murskaimen tilalla telojen päällä kulkee seula. Seula on laite, joka erottelee erikokoiset kivet toisistaan. Seulassa on tasoja, joiden lukumäärä määrittää erikokoisten lopputuotteiden määrän. Luonnollisesti ylimmällä tasolla reiät ovat isompia kuin alemmilla tasoilla (kuva 4). On olemassa myös mobiilimurskaimia, joissa on sekä seula että murskain (kuva 5). (Viilo 2014.) Seulomisen jälkeen materiaali kulkeutuu jakosuppiloihin. Jakosuppiloiden tarkoituksena on jakaa eri seulan tasoilta tulevat lopputuotteet eri kuljettimille, joiden kautta ne kulkeutuvat omiin tuotekasoihinsa.



Kuva 4. Seulonnan periaate (Viilo 2014)



Kuva 5. Lokotrack LT330D (Lokotrack LT330D)

Ensimmäinen Lokotrack suunniteltiin Tampereella vuonna 1985. Lokotrakit painavat noin 28 000 kilogrammasta aina 850 000 kilogrammaan asti riippuen murskaimen koosta ja käyttötarkoituksesta. (Hulttinen 2014.)

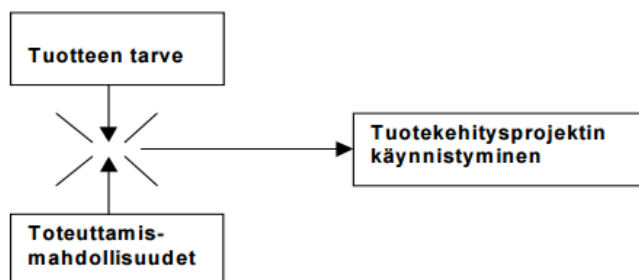
4 TUOTEKEHITYS

Tässä kappaleessa esitetään tuotekehityksen eri vaiheet ja tuotekehityksen periaatteita. Tämän opinnäytetyön suunnittelutyössä näitä periaatteita on mukailtu melko löyhästi, sillä säiliön suunnittelu oli osa isompaa tuotekehitysprojektia ja kyseinen säiliö ei ole ensimmäinen Metso Minerals Oy:llä suunniteltu säiliö.

Tuotekehityksellä tarkoitetaan toimintaa, jonka tarkoituksena on kehittää joko uusi tuote tai parantaa jo olemassa olevaa tuotetta. Tuotekehityksessä pyritään tuottamaan niin hyvä lopputulos kuin teknisesti ja taloudellisesti on mahdollista. Tuotekehityksessä joudutaan siis usein miettimään, minkälaisilla teknisillä ratkaisuilla saadaan tuotettua toimiva kokonaisuus siten, että tuotteen hinta pysyy halutulla tasolla. Tuotekehityshankkeessa on neljä toimintavaihetta: käynnistäminen, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely. (Jokinen 2010, 9, 14.)

4.1 Käynnistysvaihe

Tuotekehitysprojekti voidaan käynnistää, mikäli on olemassa tarve tuotteelle ja jokin mielikuva sen toteuttamisesta (kuva 6). Pelkän tarpeen takia ei ole järkevää käynnistää tuotekehitysprojektia, jos on selvää, että sen toteuttaminen on mahdotonta. (Jokinen 2010, 18.)



Kuva 6. Tuotekehitysprojektin käynnistäminen (Jokinen 2010, 18).

Tarvetta ja toteuttamismahdollisuutta voidaan hakea systemaattisesti, mutta ne saattavat löytyä myös täysin sattumalta. Pelkän sattuman varaan tuotekehitystä ei voida perustaa, vaan tuotekehityksen tulee olla organisoitua. Kehitettävän tuotteen löytämiseksi tarvitaan

sekä yrityksen ulkopuolista että sisäpuolista tietoa. Yrityksen ulkopuolelta tulee esimerkiksi markkina-analyysit, asiakkaiden toiveet ja yleisen tekniikan kehittyminen. Toisin sanoen ei ole mitään järkeä kehittää tuotteita, jos niille ei ole markkinoita. Tekniikan ja yleisten mielipiteiden muuttuminen on iso tekijä tuotekehityksessä. Nykyään kiinnitetään paljon enemmän huomiota turvallisuuteen, käytettävyyteen ja ergonomiaan. Lisäksi on huomioitava yrityksen omat resurssit, kuten valmistusmahdollisuudet, henkilökunnan tietotaso, myyntiorganisaatio, patentit ja taloudelliset mahdollisuudet. (Jokinen 2010, 19–20.)

Tuoteideasta laaditaan kehitysehdotus, joka sisältää taloudelliset ja tekniset vaatimukset, kuvauksen kehitettävästä tuotteesta sekä aikataulun. Kehitysehdotuksen perusteella tehdään kehityspäätös. (Jokinen 2010, 21.)

4.2 Luonnosteluvaihe

Luonnosteluvaiheessa pyritään etsimään ratkaisuvaihtoehtoja kehitettävälle tuotteelle. Tarkoituksena ei ole piirtää yksityiskohtaisia työkuvia vaan ainoastaan ratkaisuvaihtoehtoja selventäviä, esimerkiksi käsin piirrettyjä kuvia. Luonnosteluvaiheessa voidaan käyttää ideointimenetelmiä, joita on kehitetty lukuisia erilaisia helpottamaan luonnosten syntymistä. (Jokinen 2010, 23.)

Luonnostelu aloitetaan tehtävän analysoinnilla, jossa käydään läpi kehityspäätös. Kehityspäätöksen läpikäymisellä pyritään selvittämään ongelman ydin ja se, että onko ratkaisuille asetettu etukäteen rajoituksia. (Jokinen 2010, 23.) Rajoituksia voi tulla vastaan esimerkiksi tuotteen mitoissa. Mikäli tuotetta pitää pystyä kuljettamaan maantiellä, on rajoittavana tekijänä tieliikennelaki. Luonnosteluvaiheessa on myös selvitettävä asiakkaiden toiveet, kilpailijan tuotteiden heikkoudet sekä omien aikaisempien tuotteiden heikkoudet (Jokinen 2010, 23).

Tavoitteet uudelle tuotteelle tulee asettaa korkealle. Tavoitteita ei voi asettaa kilpailijan nykyiselle tasolle, sillä lopullisen tuotteen markkinoille saattamiseen kuluu aikaa ja on mahdollista, että kun tuote vihdoinkin päättyy markkinoille, se ei olekaan enää kilpailijan

uusien tuotteiden tasolla. Luonnostelun päätteeksi kasassa pitäisi olla muutama hyvin arvosteltu ratkaisuluonnos, joista paras valitaan yksityiskohtaiseen suunnitteluun. (Jokinen 2010, 27, 89.)

4.3 Kehittäminen

Kehitysvaiheessa periaatteellisista ratkaisuluonnoksista jalostetaan tekniset ja taloudelliset näkökulmat huomioon ottaen lopulliset ratkaisut siten, että viimeistelyvaiheessa tehtävät työpiirustukset ja tuoterakenteet ovat yksiselitteisesti tehtävissä. Kehitysvaiheen aluksi suunnitellaan mittakaavaan laadittu konstruktio, jonka lähtökohtana on ratkaisuluonnos. (Jokinen 2010, 89.)

Suunnittelun tulos arvostellaan ottaen huomioon tekniset ja taloudelliset näkökulmat. Mikäli arvostelussa huomataan heikkoja kohtia, niihin ideoidaan uusia ratkaisumahdollisuuksia ja kohdat suunnitellaan uudelleen. Heikkojen kohtien poistamiseen voidaan käyttää arvoanalyysiä, jossa arvo ajatellaan toimintojen ja kustannusten suhteena. Ajatuksena on siis se, että kustannusten pienentäminen tai toimintojen parantaminen lisäävät tuotteen arvoa. (Jokinen 2010, 91–93.)

Kun heikot kohdat on saatu riittävän hyvin poistettua, edetään yksikohtien suunnitteluun. Yksityiskohtien suunnittelussa pyritään etsimään yksityiskohtia, joilla tuotteen arvo saadaan oleellisesti nostettua. Tässä vaiheessa myös tuotteen luotettavuutta ja häiriöalttiutta on syytä tutkia. Kehittelyvaihe päättyy lopullisen konstruktion hyväksymiseen. (Jokinen 2010, 91.)

4.4 Viimeistely

Viimeistelyvaiheessa hyväksytystä konstruktiosta muodostetaan

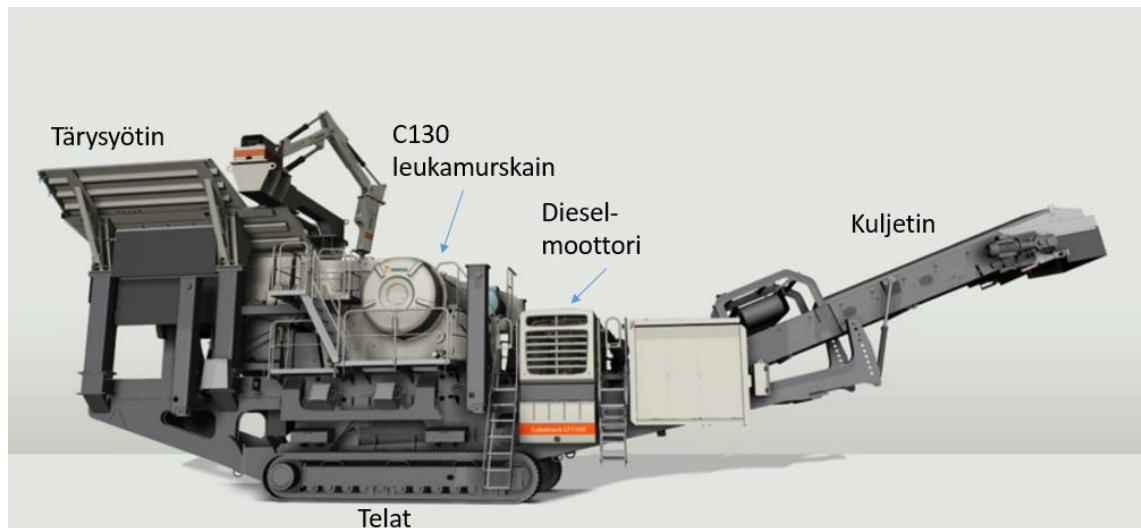
- osien työpiirustukset,
- kokoonpanokuvat,
- osaluettelot,
- työselitykset,
- asennus-, kuljetus- ja käyttöohjeet.

Ennen tuotannon aloittamista on syytä tarkistaa piirustukset, osaluettelot ja ohjeet. Piirustusten on oltava standardien ja omien työtapojen mukaisia, yksiselitteisiä ja valmistusystävällisiä. Piirustuksissa on oltava tarkat määritelmät käytettävistä pintakäsittelykemikaaleista. Käytettävien raaka-aineiden ja materiaalien määrä kannattaa pyrkiä pitämään mahdollisimman pienenä. (Jokinen 2010, 96–98.) Ei ole järkevää valmistaa jokaista levyosaa eri paksuisesta levystä, vaikka konstruktio sen sallisikin.

Mikäli tuotteesta valmistetaan prototyyppi, edellä mainittuja kohtia ei välttämättä tehdä täydellisesti, vaan niitä pyritään parantamaan testaamalla prototyyppiä. Pelkästään prototyyppin valmistuksessa voi ilmetä asioita, jotka vaikuttavat lopulliseen konstruktion. Mikäli kyseessä on massatuote, voidaan valmistaa ja suunnitella niin sanottu nollasarja. Nollasarjan suuruus voi olla muutamasta kappaleesta muutama sataan kappaleeseen. Nollasarjan tavoitteena on myös havainnollistaa tuotteen heikkouksia, valmistuskustannuksia sekä suunnitteluvirheitä. Tuotannon aloittaminen ei tarkoita tuotekehityksen täydellistä pysähtymistä vaan tuotteen elinkaaren ja kilpailukyvyn kannalta tuotekehitystä tulee jatkaa huomioimalla asiakaspalautteet ja tuotteen viat. (Jokinen 2010, 98–99.)

5 SUUNNITTELU

Uuden säiliön suunnittelulle syntyi tarve uuden tuotekehitysprojektin myötä. Vanha Lokotrack-mobiilimurskainlaitos LT125 päätettiin korvata uudella LT130E-mallilla. LT130E:ssä on C-sarjan leukamurskain, jonka syöttöaukon leveys on 1300 millimetriä ja syvyys 1000 millimetriä. Murskain on sähkökäyttöinen ja sitä syöttää tärysyötin, joka on hydraulikkakäyttöinen. Murskauksen jälkeen kiviaines putoaa pääkuljettimelle, joka kuljettaa sen tuotekasaan tai seuraavan murskausvaiheeseen. Laite liikkuu telojen avulla, joita ohjataan hydraulikkamoottoreilla (kuva 7). LT130E saa käyttövoimansa Caterpillarin 540 hevosvoimaisesta C15-dieselmoottorista, joka on kytketty sähkögeneraattoriin. (Lokotrack LT130E, 2016.)



Kuva 7. LT130E pääkomponentit

Säiliölle oli määrätty paikka koneen etuosasta dieselmoottorin etupuolelta rungon päältä, tällöin säiliön oma painopiste on koko laitteen painopisteelle edullisessa paikassa, sekä hydraulikkapumput ja moottoriyksikkö ovat lähellä säiliötä. Heti alusta oli selvää, että laitteeseen ei haluta kahta erillistä säiliötä, vaan yhdistelmäsäiliö, joka sisältää polttoainesäiliön ja hydraulikkasäiliön. Yhdistelmäsäiliö vähentää nimikkeiden määrää ja keventää ylläpidettävää tuoterakennetta. Lisäksi yhdistelmäsäiliö on halvempi valmistaa kuin kaksi erillistä säiliötä. Hydraulikka- ja polttoainepuoli asettivat omat vaatimuksensa säiliölle. Vaatimukset on esitetty taulukoissa 1 ja 2.

Taulukko 1. Vaatimukset hydraulikkapuolelle

Hydrauliikkapuolen vaatimukset	
Vaatus	Kommentti
Tilavuus	490 litraa
Kaksi paluusuodatinta	Paluusuodattimet kierrosta palaavalle öljylle
Kaksi ulosottoa	Kaksi palloventtiiliä ulosottoa varten
Vuotolinjoille tarvittavat liittimet	
Muhvit lämpövastuksille	Lämpövastukset mikäli öljyä halutaan lämmittää
Pinnankorkeusmittari/-anturi	
Liitin täyttöletkua varten	
Tyhjennysletku	Letku, jossa on hana tyhjennystä varten
Huohotin	
Loiskelevy	
Huoltoluukku	
Kiinnike rajakytkimelle	Rajakytkin ilmoittaa, onko palloventtiilit auki vai kiinni

Taulukko 2. Vaatimukset polttoainepuolelle

Polttoainepuolen vaatimukset	
Vaatus	Kommentti
Tilavuus	1200 litraa
Imu- ja paluuyhteet/-putket	Dieselmoottoria varten
Tyhjennyshana	
Täyttösuodatin	Suodatin, jonka kautta polttoaine kulkeutuu säiliöön säiliöautosta
Pinnankorkeusanturi	
Muhvi Webastoa varten	Webaston polttoainesyöttöä varten
Ylitäytönestinanturi	
Huohotin	
Loiskelevyt	
Huoltoluukut	
Yhde pumpputäytölle	Yhde, jonka kautta polttoaine kulkeutuu täytettäessä toisesta säiliöstä
Lukollinen korkki	Muita mahdollisia täyttömenetelmiä varten

Taulukoissa esitettyjen vaatimusten lisäksi rajoittavina tekijöinä olivat LT130E:n kuljetuskorkeus, joka vaikuttaa säiliön korkeuteen sekä säiliön alla kulkeva pääkuljetin, joka vaikuttaa säiliön pohjan muotoon. Säiliössä piti olla myös nostopisteet säiliön turvallista

liikuttelua varten. Mahdollisia kiinnikkeitä kaapeleille ja letkuille lisättiin tarpeen mukaan. Myös mahdollista sopivuutta jo olemassa olevaan LT300-laitteeseen tutkittiin suunnittelun edetessä, vaikka sitä ei ollut tarkoitus toteuttaa tämän projektin yhteydessä.

Suunnittelu suoritettiin käyttäen hyväksi Siemens NX 3D -suunnitteluohjelmistoa. NX-ohjelmalla luotiin 3D-mallit ja kokoonpanot, joiden pohjalta piirrettiin työpiirustukset samaista ohjelmaa käyttäen. Levykappaleista luotiin niin sanotut polttomallit eli dxf-tiedostot. Näitä polttomalleja käytetään leikattaessa levykappaleita tietokoneohjatulla leikkauslaitteella. Lopuksi työpiirustukset ja tuoterakenteet ajettiin Aton-tuotetiedonhallintaohjelmaan, jonka kautta ne saatetaan valmistajalle.

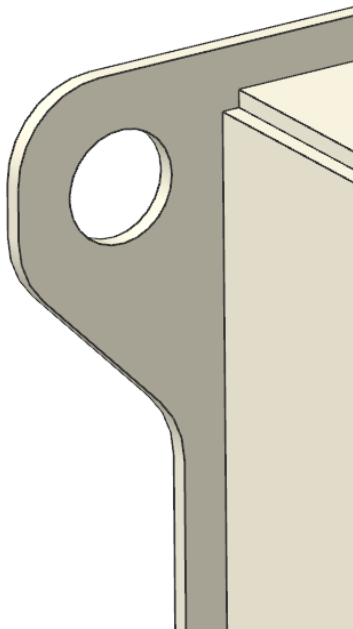
5.1 Teräsrakenne

Suunnittelu aloitettiin karkealla mallintamisella, jolla pyrittiin selvittämään säiliön muotoa ja kokoa. Edeltävän tuotteen säiliön pohjalta arvioiden luotiin uudelle säiliölle suuntaa-antavat mitat. Karkean mallin luomisen jälkeen selvitettiin säiliön tilavuutta. Säiliön tilavuutta selvitettiin mallintamalla kaksi tilavuusmallia säiliön sisälle kuvaamaan nesteiden tarvitsemaa tilaa. Toinen malleista esitti polttoainepuolen tilavuutta ja toinen hydraulikkapuolen tilavuutta. Tilavuudet olisi myös voitu laskea käsin, mutta koska tiedettiin säiliön muodon vielä muuttuvan, oli tilavuudet järkevämpiä mallintaa. Malleja pystyttiin muokkaamaan säiliön muutosten myötä ja suunnitteluohjelmalla pystyttiin laskemaan mallien tilavuudet. Malleissa piti huomioida se, että säiliötä ei pystytä aivan tyhjäksi asti käyttämään, joten mallit jätettiin hieman irti säiliön pohjasta. Mallien avulla pystyttiin helposti määrittämään väliseinän paikka, joka erottaa puolet toisistaan.

Polttoainepuolen tilavuus määräytyy pakokaasun jälkikäsitelyssä käytetyn urean määrästä eli toisin sanoen ureasäiliön koosta. Moottorivalmistaja halusi, että sekä polttoainesäiliö että ureasäiliö täytetään yhtä aikaa. Mikäli ureasäiliö olisi suhteessa polttoainesäiliötä pienempi, voisi urea loppua kesken käyttöprosessin ja sitä ei välttämättä huomattaisi lisätä. Ureasäiliön tilavuus on noin 4 prosenttia polttoainesäiliön tilavuudesta. Hydraulikkaöljyn tarvitsema tilavuus määräytyi koneessa olevien hydraulikkaa käyttävien komponenttien mukaan. (Juutinen 2016.)

Karkean mallin ja tilavuuksien määrittämisen jälkeen aloitettiin suunnittelemaan levykonstruktiota. Levyt mallinnettiin kahdeksan millimetriä paksusta levystä lukuun ottamatta säiliön kiinnityslevyjä ja loiskelevyjä. Loiskelevyt mallinnettiin viisi millimetriä paksusta levystä ja kiinnityslevyt 12 millimetriä paksusta levystä. Kiinnityslevyistä säiliö pultataan laitteen runkoon kiinni. Kahdeksan millin levynvahvuuteen päädyttiin tutkimalla aiempia säiliötä, joissa kahdeksan millin levynvahvuus oli huomattu toimivaksi. Tankin hitsattava levyrakenne koostuu päätylevyistä, kiinnityslevyistä, säiliön alla olevista tukilevyistä, kansilevystä, loiskelevystä sekä päätylevyjen välissä olevasta levystä, joka muodostaa säiliön pohjan, etu- ja takaseinän. Näiden lisäksi hitsattavaan rakenteeseen kuuluu myös komponenttien asennukseen liittyviä hitsattavia osia ja kiinnikkeitä. Kaikki rakenteessa käytetyt levyt ovat rakenneterästä.

Suunniteltaessa pyrittiin ottamaan huomioon hyvä valmistettavuus. Päätylevyt suunniteltiin siten, että ne voidaan hitsata käyttämällä pelkästään pienasaumaa, jolloin levyjen kohdistaminen ja hitsaaminen on helpompaa. Myös nostopisteet huomioitiin päätylevyjen suunnittelussa mallintamalla levyjen yläkulmiin nostokoukuille sopivat reiät (kuva 8). Näin välttyttiin erillisten nostokorvakkeiden hitsaukselta.



Kuva 8. Nostokorvake ja hitaussaumalle suunniteltu tila

Kanteen hitsatuilla pulteilla kiinnitetyistä huoltoluukuista pyrittiin tekemään mahdollisimman suuret, jotta säiliön puhdistaminen olisi helppoa. Huoltoluukkuja suunniteltiin

yhteensä kolme kappaletta, yksi hydrauliiKKapuolelle ja kaksi polttoainepuolelle. Kumi-levystä mallinnettiin luukkujen alle tiivisteet, jotta säiliö ei vuoda luukuista ja ettei taivaalta satava vesi pääse säiliöön. Polttoainepuolelle hitsattiin loiskelevy, jonka tarkoituksena on vähentää nesteen loiskumista ja sitä kautta syntyvää vaahtoutumista. Loiskelevyyn mallinnettiin reikiä, jotta neste pääsee virtaamaan sen lävitse. HydrauliiKKapuolelle loiskelevy tehtiin pulteilla kiinnitettäväksi, jotta se voidaan irrottaa puhdistuksen ajaksi. Polttoainepuolelle tähän ei nähty tarvetta, koska siellä tilaa on enemmän.

5.2 Vaadittavat komponentit

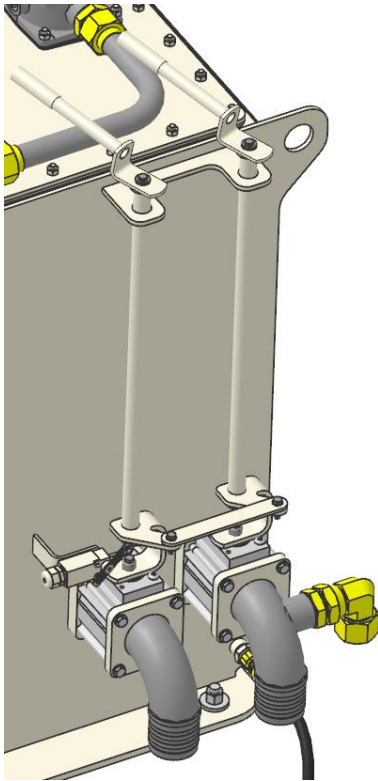
HydrauliiKKa- sekä polttoainepuolelle valittiin samat komponentit, joita oli käytetty aiemmin suunnitellun LT330D-koneen säiliössä (kuva 5). Tämän valinnan ansioista vältyttiin uusien ostonimikkeiden luomiselta ja 3D-mallien hankkimiselta.

5.2.1 HydrauliiKKakomponentit

Komponenttien paikkojen hahmottelu aloitettiin hydrauliiKKapuolen komponenteista. Aikaisemmissa säiliöissä ongelmana olivat pohjaan sijoitetut nesteen ulosoton venttiilit. Pohjaan sijoitetut venttiilit ovat hankalat säiliön ollessa irrotettuna koneesta. Maahan laskettaessa ne osuvat ensimmäisenä maahan ja saattavat rikkoutua. (Juutinen 2016.) Tässä säiliössä hydrauliiKKanesteen ulosoton palloventtiilit sijoitettiin säiliön päätyyn siten, että niistä lähtevät pulteilla kiinnitetyt teräsputket eivät ylety säiliön kiinnityslevyjä alemmaksi. Sijoittelussa huomioitiin myös se, että venttiilit eivät ota nestettä aivan säiliön pohjalta. Näin voidaan välttää mahdollisten pohjalle laskeutuvien roskien joutumista kiertoon.

Venttiilien sijoituksessa huomattiin kuitenkin olevan ongelma. Kahvat, joista venttiilit suljetaan ja avataan, olivat käytettävyyden kannalta hankalassa paikassa. Käyttäjä olisi joutunut kyykistymään ja kurottamaan viereiseltä hoitotasolta yltääkseen kahvoihin. Ongelma ratkaistiin siirtämällä kahvat ylös, säiliön kannen yläpuolelle. Tämä toteutettiin käytännössä siten, että kahva irrotettiin venttiilistä ja sen tilalle kiinnitettiin levy, johon kiinnitettiin teräsputki. Teräsputken yläpäässä on hahlo, johon irrotettu kahva kiinnitetään. Teräsputket tuettiin yläpäästä säiliön kylkeen hitsatulla levyllä. Kahvat kytkettiin

vielä toisiinsa levyllä, mikä mahdollistaa venttiilien yhtäaikaisten avaamisen ja sulkemisen yhtä kahvaa kääntämällä (kuva 9). Venttiilien viereen suunniteltiin taivutettu levy, johon venttiilien tilaa ilmoittava raja-anturi voidaan kiinnittää (kuva 9).



Kuva 9. Palloventtiilien sijoittaminen ja kahvakokoonpano

Säiliöön on mahdollista valita optiona hydraulikkanesteen lämmitys. Lämmitysvastukset kiinnitetään säiliöön kierteen avulla, joten niitä varten suunniteltiin hitsattavat muhvit säiliön pätyyn. Koska vastukset ovat melko pitkät, jouduttiin loiskelevyyn tekemään kolot niiden kohdalle. Vaaditulle tyhjennysletkulle suunniteltiin liitin mahdollisimman alas säiliöön, jotta säiliö tyhjenee mahdollisimman tyhjäksi. Tyhjennysletkun päässä on hana, jonka avaamalla säiliö voidaan tyhjentää maasta käsin. Koska osassa koneen käyttämisestä hydraulikkakomponenteista on niin sanottu vuotolinja, piti säiliöön suunnitella hitsattu levy, jossa on sopivan kokoiset kierteen näille liittimille. Vuotolinjaa palaava hydraulikkaneeste ei siis kulkeudu paluusuodattimien läpi, jotka ovat pultein kiinnitettynä huolto-luokkuun.

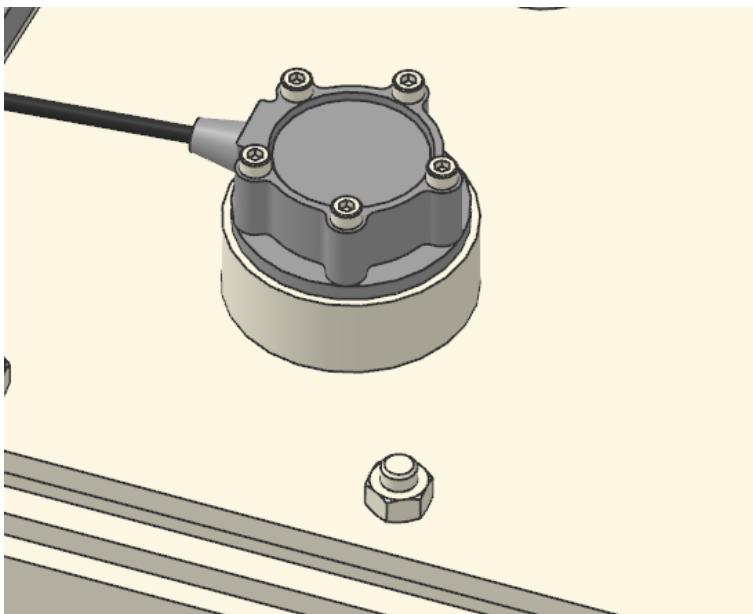
Paluusuodattimet ovat kytketty toisiinsa hydraulikkaputkella. Suodattimia on kaksi, koska paluulinjan paine ei saa nousta liian korkeaksi. Suodattimet sijoitettiin eri puolelle loiskelevyä kuin ulosotot, jotta mahdollinen palaavan neste vaahtoaminen ehtisi tasoit-

tua. Säiliön sisäpuolelle suunniteltiin hitsimutterit, joiden avulla mittalasi kiinnitetään säiliöön. Pinnankorkeutta voidaan havaita fyysisesti mittalasisista, sekä siitä lähtevästä sähköisestä anturiedosta. Huoltoluukkuun suunniteltiin vielä paikat huohottimelle sekä muhville, johon voidaan kiinnittää täyttöletku. Huohottimen tehtävänä on tasoittaa paineroa, jottei säiliöön synny yli- tai alipainetta.

5.2.2 Polttoainekomponentit

Polttoainepuolen päätyyn sijoitettiin polttoaineputket ja tyhjennyshana. Polttoaineputkia tarvittiin kaksi, yksi moottorin imulinjalle ja toinen paluulinjalle. Imuputki suunniteltiin siten, että sen pää on 50 millimetriä irti säiliön pohjasta. Näin voidaan välttää mahdollisten säiliön pohjalla olevien roskien joutuminen imulinjaan. Paluuputki sijoitettiin päädyn toiseen reunaan, jotta palaava polttoaine ehtii jäähtymään ennen uutta kiertoa. Muut taukossa kaksi vaaditut komponentit sijoitettiin huoltoluukkuihin.

Pinnankorkeusanturin asennuksen suunnittelussa huomattiin anturin olevan hieman liian pitkä säiliöön. Anturi olisi yletynyt aivan pohjaan asti, jolloin imuputken pää olisi ollut ylempänä kuin anturin mitta-alue. Tämä olisi voinut aiheuttaa sen, että anturi näyttää säiliössä olevan vielä polttoainetta, vaikka imuputken pää on jo polttoaineen pintaa ylempänä. Ongelma ratkaistiin lisäämällä huoltoluukkuun riittävän paksu levy, johon anturi kiinnitetään pulteilla (kuva 10).



Kuva 10. Anturin asennus

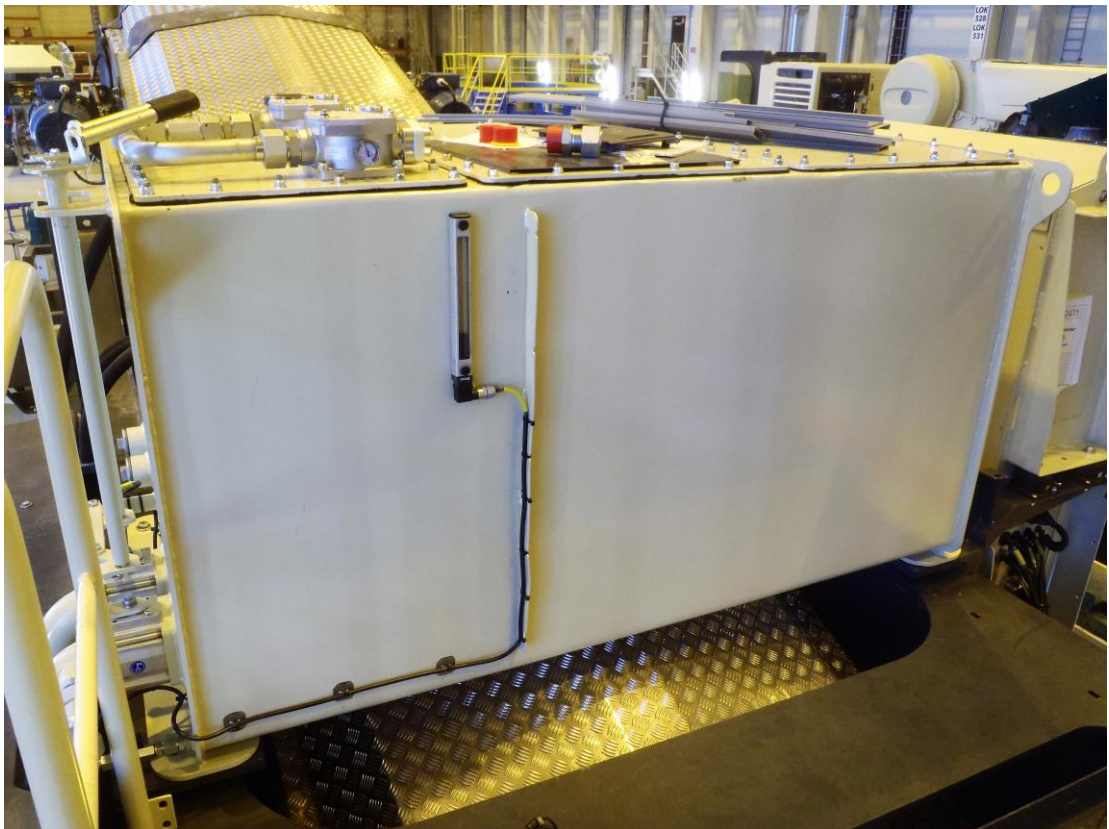
5.3 Viimeistely

Kun kaikki osat oli mallinnettu ja asetettu suunnitteluohjelmassa oikeille paikoilleen, muodostettiin lopullisen tuoterakenteen mukaiset kokoonpanot NX-ohjelmalla. Tuoterakenne koostuu asennuskokoonpanosta, jonka alla on pääkokoonpano, joka koostuu alikokoonpanoista. Alikokoonpanot voivat olla hitsattuja osia tai muuten koottuja kokonaisuuksia. Alikokoonpanot koostuvat yksittäisistä osista, johon on liitetty materiaali, josta osa valmistetaan.

Jokaisesta osasta ja kokoonpanosta luotiin työpiirustukset NX-ohjelmaa käyttäen. Levyosista luotiin myös yllämainitut polttomallit. Työpiirustuksiin merkattiin millä maalilla säiliö tulee maalata sisäpuolelta ja millä ulkopuolelta. On tärkeää, ettei maali pääse liukenemaan tai muuten irtoamaan säiliön sisällä olevien nesteiden joukkoon. Tämä voisi aiheuttaa laitteen moottorille ja hydraulikkaosille vakavia vahinkoja. Säiliö pitää myös testata Metso Minerals Oy:n ohjeiden mukaan, joten testausohjeiden dokumenttinumerot merkattiin työpiirustuksiin. Pääkokoonpanon piirustukseen merkattiin tekstillä, että kaikki yhteet eli säiliöön johtavat reiät pitää tulpata testauksen jälkeen. Tällä toimenpiteellä varmistetaan säiliön puhtaus ennen laitteeseen asennusta.

6 LOPPUTULOS

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi vaatimusten mukainen säiliö (taulukot 1-2). Tätä opinnäytetyötä kirjottaessa on valmistettu yksi säiliö, joka pohjautuu opinnäytteen säiliöön. Valmistettu säiliö tulee koneeseen, joka ei sisällä ollenkaan dieselmoottoria. Tästä johtuen valmistettu säiliö eroaa opinnäytetyössä suunnitellusta säiliöstä siten, että siitä puuttuu osa polttoainepuolen käyttämistä komponenteista (kuva 11). Polttoainepuolen huoltoluukut on muokattu sellaisiksi, että ne eivät sisällä ollenkaan taulukossa kaksi lisättyjä komponentteja. Kuvassa kahdeksan esitetty nostopiste sekä hitsille suunniteltu tila osoittautui toimivaksi ratkaisuksi (kuva 12).



Kuva 11. Valmistettu säiliö kokoonpanossa



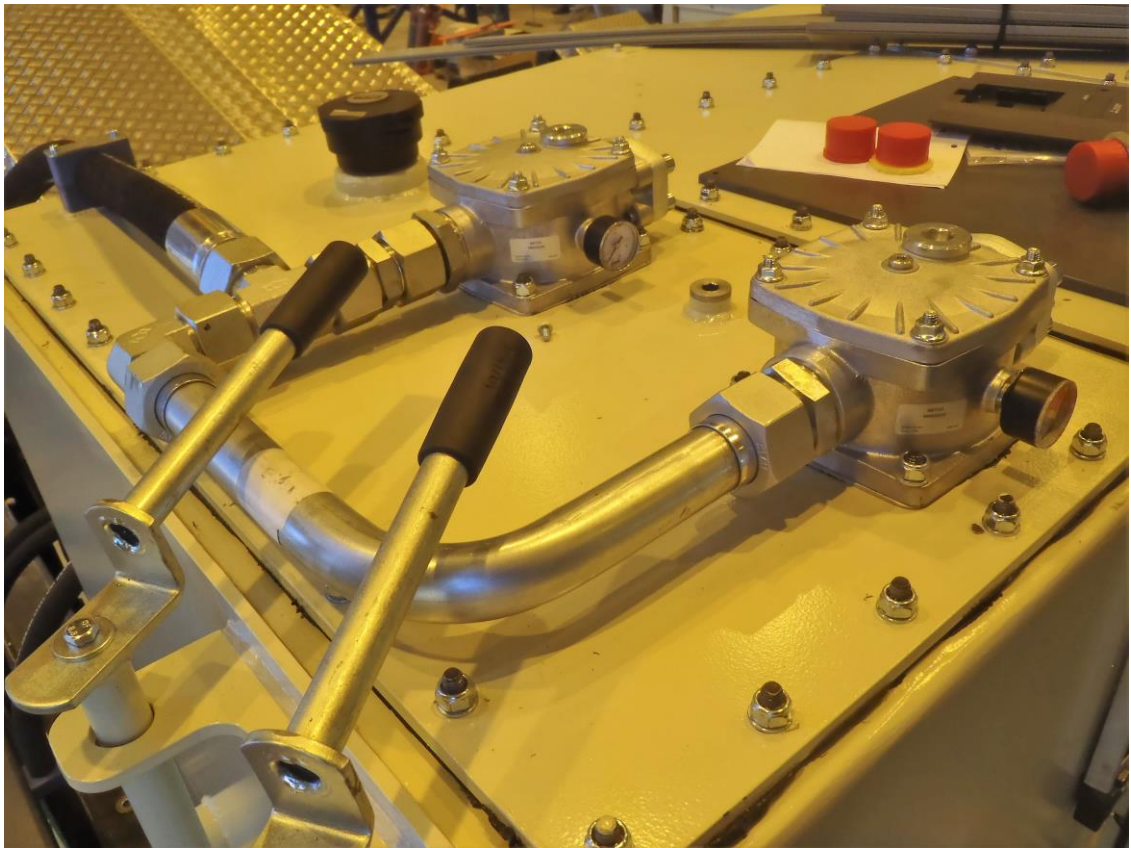
Kuva 12. Nostopiste

Säiliön valmistamisen yhteydessä huomattiin kaksi suunnitteluvirhettä. Kahvojen siirtämiseen käytetyssä levyssä oli liian iso neliön muotoinen reikä (kuva 9). 3D-malleja tutkittaessa huomattiin, että reikä on kuitenkin mallissa oikein. Säiliötä suunnitellessa reiän koon määrävät palloventtiilit vaihtuivat. Tämän vaihdoksen seurauksena neliöreiän koko on vaihtunut, mutta jostain syystä piirustuksiin ja polttomalliin muutos ei ole päivittynyt. Virheen korjauksen jälkeen kokoonpano osoittautui toimivaksi (kuva 13).



Kuva 13. Kahvakokoonpano asennettuna

Toinen ongelma oli hydraulikkaputkessa, joka yhdistää paluusuodattimet toisiinsa. Putkeen oli suunniteltu kaksi taivutusta liian lähellä toisiaan, joka aiheutti sen, että putkea ei pystytty taivuttamaan. Tähän virheeseen syynä oli suunnittelun käyttämän putkentaivutustaulukon virheellinen sisältö. Ongelma korjattiin lisäämällä yksi kulmaliitin kokoonpanoon, jolloin putki voitiin suunnitella vain yhdellä taivutuksella (kuva 14). Virheen huomaamisen jälkeen taulukko päivitettiin putken valmistajan ohjeiden mukaisesti, jotta vastaavia virheitä ei jatkossa pääsisi syntymään.



Kuva 14. Suodattimet yhdistävä putki

7 PARANNUSEHDOTUKSET JA YHTEENVETO

Säiliön suunnittelun jälkeen huomattiin muutama lisäys, jotka päivitysten yhteydessä voitaisiin toteuttaa. Hydrauliikkaöljyn tyhjennysletkussa on vain yksi hana, joka sijaitsee letkun tyhjennyspäässä. Tästä kokoonpanosta voi aiheutua ongelmia, mikäli letku rikkoutuu (Salminen 2016). Letkun rikkoutuessa hydrauliikkasäiliö tyhjenee, mikä ei ole tarkoituksen mukaista. Tämä voitaisiin estää lisäämällä hana myös säiliön kylkeen. Tällöin käyttäjä joutuu ensin avaamaan yläpäässä olevan hanan ja sitten letkun päässä olevan hanan, mutta mahdollisen letkurikon sattuessa säiliö ei valu tyhjäksi. Korjaus voitaisiin suorittaa myös asettamalla hana ainoastaan säiliön kylkeen. Tällöin hanan avaaminen käynnistäisi säiliön tyhjentymisen välittömästi, minkä vuoksi tulee varmistaa, että tyhjennysastia on letkun alla ennen hanan avaamista.

Toinen parannusehdotus liittyi sähkökaapelin kiinnittämiseen. Palloventtiilien asemaa ilmaisevan raja-anturin johdolle ei ole nykyisessä ratkaisussa minkäänlaista kiinnityspaikkaa säiliön kyljessä, vaan sähkökaapeli kiinnitetään kokoonpanon yhteydessä erillisten liimattavien kiinnityspisteiden avulla. Liimaamiselta välttyttäisiin lisäämällä hitsattuun rakenteeseen teräslevy, johon kaapeli saataisiin kiinnitettyä.

Säiliön suunnittelu oli mielenkiintoista ja siinä pystyi hyvin hyödyntämään teoriaa sekä käytännössä opittuja asioita. Oli hienoa huomata, kuinka suunnitteluprosessi noudatti tässäkin opinnäytetyössä esitettyä tuotekehityksen teoriaa. Prosessi eteni teorian mukaisesti kutakuinkin itsestään. Johtopäätöksenä voidaankin todeta, että tuotekehityksen teoria kuvaa tuotekehitysprosessia, mutta ei niinkään ole ohje prosessin suorittamiseen.

LÄHTEET

Hulttinen, J. 2014. Metso Lokotrack. Luettu 16.1.2016. Päivitetty 14.3.2014.
<https://metso.sharepoint.com/>

Jokinen T. 2010. Tuotekehitys. Aalto-yliopisto. Luettu 8.2.2016. <http://lib.tkk.fi/Reports/2010/isbn9789526033204.pdf>

Juutinen, T. Suunnittelija. 2016. Haastattelu 4.2.2016. Haastattelija Sjöroos, R. Tampere.

Metso. 2016. Lokotrack LT130E. Luettu 29.2.2016 <http://www.metso.com/products/lokotrack-mobile-plants/lokotrack-lt130e-mobile-jaw-crushing-plant/>

Metso. 2016. LT330D. Luettu 16.1.2016. <http://www.metso.com/fi/tuotteet/lokotrack-tela-alustaiset-laitokset/lokotrack-lt330d--karamurskainlaitos/>

Metso. 2016. Metso lyhyesti. Luettu 16.1.2016. <http://www.metso.com/fi/yritys/metso-yrityksena/metso-lyhyesti/>

Metso. 2016. Tavoitteet ja liiketoimintamalli. Luettu 15.1.2016.
<http://www.metso.com/fi/yritys/metso-yrityksena/metson-strategia/tavoitteet-ja-liiketoimintamalli/>

Metso. 2016. Metson arvot. Luettu 15.1.2016. <http://www.metso.com/fi/yritys/metso-yrityksena/metson-strategia/metson-arvot/>

Metso Avenue. 2016. Yrityspresentaatiot. Luettu 15.1.2016.
https://metso.sharepoint.com/Locations/Tampere_Lokomonkatu/Paikallistietoa/Pages/Yrityspresentaatiot.aspx

Salminen, V. Suunnitelupäällikkö. 2016. Haastattelu 5.1.2016. Haastattelija Sjöroos, R. Tampere.

Tulonen, P. Suunnittelija. 2016. Haastattelu 4.2.2016. Haastattelija Sjöroos, R. Tampere.

Viilo, K. 2011. Crushing and screening handbook. Sixth edition.