



KANGENKÄSITTELYLAITTEEN ALAKOTELON OPTIMOINTI

Visa Kilpeläinen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2013
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys ja
tuotantotalous

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotekehitys ja tuotantotalous

KILPELÄINEN, VISA:
Kangenkäsittelylaitteen alakotelon optimointi

Opinnäytetyö 36 sivua
Toukokuu 2013

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella Sandvik DI550-poralaitteeseen uusi kangenkäsittelylaitteen alakotelo. Uuden kotelon tuli olla nykyistä olemassa olevaa mallia toimintavarmempi, sekä käyttäjä- ja valmistusystävällisempi.

Alakotelon tarkoituksena on kerätä porauksen jälkeen poraputkista valuva voiteluöljy omaan tilaansa ja estää sen valuminen maahan laitetta käytettäessä. Kotelon tulee olla tarvittaessa helposti vaihdettavissa vanhan mallin tilalle, ja sen tulee olla myös aiempaa helpommin sekä siistimmin tyhjennettävissä. Koteloa suunnitellessa tuli ottaa erityisesti huomioon, että se ei tulisi muiden ympärillä olevien osien liikeratojen tielle, sekä mahdollistaisi myös poralaitteeseen muutkin samaan aikaan vireillä olevat päivitykset.

Opinnäytetyön tekijä suunnitteli muiden suunnittelijoiden avustuksella päivitykset kotelon rakenteeseen, mallinsi osat ja kokoonpanot, sekä laati kotelosta valmistus- ja työpiirustukset. Kotelon mallintamiseen käytettiin NX-mallintamisohjelmaa.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Product Development and Production Economy

KILPELÄINEN, VISA:
Optimization of the Front Box of the Tube Handler

Bachelor's thesis 36 pages
May 2013

Purpose of this thesis was to design Sandvik DI550 drill rig's new rod handler's front box.

The new front box should be more secure and user friendly than the current existing model.

Front box is designed to collect runoff lubrication oil after drilling to own space, and prevent it flowing to the ground.

Front box should be easy to replace to the old model if necessary, and it should also be easier to empty and clean up.

At designing the front box, we had to consider that it should be conform with other parts around it, and would also allow other pending updates for the drill rig.

The author of the thesis designed updates to the front box structure, modeled parts and assemblies, and prepared manufacturing drawings with help of other designers. At the modeling of the front box is used NX-modeling program.

Key words: rod handler, front box, Sandvik

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1.	Aihe.....	7
1.2.	Työn tavoitteet	7
1.3.	Sandvik Ab	8
1.4.	Sandvik Mining and Construction Oy	9
2	LAITE-ESITTELY	10
2.1.	Tavallinen alakotelo.....	11
2.2.	Putkivinssillinen alakotelo	11
3	VAATIMUSMÄÄRITTELY	12
4	IDEOINTIA.....	13
4.1.	Yläosa	13
4.2.	Välipohja.....	14
4.3.	Alaosa	14
4.4.	Kasetin keskiakseli	16
4.5.	Haastattelut ja huomiot	17
4.6.	Kustannukset.....	19
5	TYÖVAIHEET	20
5.1.	Ideointi	20
5.2.	Suunnittelu	20
6	RATKAISUT	22
6.1.	Osamuutokset ja uudet osat	22
6.1.1	Alaosa.....	22
6.1.2	Välipohja.....	22
6.1.3	Yläreunus	23
6.1.4	Viistolevy	23
6.1.5	Alaosan erillinen kotelo	23
6.1.6	Päätylevy	24
6.1.7	Kylkiaukon roiskesuoja.....	24
6.1.8	Kotelon tyhjennysreikä	24
6.1.9	Tukijalka	24
6.2.	Materiaalit	25
6.3.	Kaupalliset osat.....	26
6.3.1	Kiristyslukko	26
6.3.2	Lukon vastapala	26
6.3.3	Sarana.....	26

6.3.4 Kumilevy.....	27
6.4. Tulokset	27
7 YHTEENVETO	34
7.1. Tavoitteet	34
7.2. Tulokset	34
7.3. Jatkossa	35
LÄHTEET.....	36

LYHENTEET JA TERMIT

SMC	Sandvik Mining and Construction Oy
DTH	Down the hole, uppopora
SLU	Shank lubrication unit, poravarasan voiteluyksikkö
PDM	Product Data Management, tuotetiedon hallinta
CAD	Computer Aided Design, tietokoneavusteinen suunnittelu
PDF	Portable Document Format, tiedostomuoto
DXF	Drawing Exchange Format, tiedostomuoto tie- donsiirtoon eri CAD-ohjelmien välillä
BOM	Bill of Material, osaluettelo

1 JOHDANTO

1.1. Aihe

Tämä opinnäytetyö tehtiin tuotekehitysprojektina Tampereen Sandvik Mining and Construction Oy:lle. Opinnäytetyön aiheena on Sandvik DI550-poravaunun kangenkäsitteilylaitteen alakotelon optimointi.

Tämä työ käsittelee uuden öljynkeräyskotelon tuotekehitysprojektia, jonka lopputuloksesta on paranneltu osakokoonpano uuteen päivitettyyn poralaitteeseen.

Opinnäytetyö pitää sisällään ideointia erilaisista ratkaisuista, osien ja kokoonpanojen mallintamista, sekä valmistus- ja työpiirustusten laatimista. Työn tekemisessä käytettiin Siemensin NX-mallintamisohjelmaa.

1.2. Työn tavoitteet

Työn päätavoitteena on suunnitella toimiva uusi osakokoonpano, joka tuotteistetaan DI550 Tier 4 Final upgradeen keväällä 2013.

Täysin valmiiseen kokonaisuuteen kuuluvat suunniteltu malli, sen työpiirustukset, osaluettelo, valmistettu prototyyppi, prototyypin testaus sekä tuotteen saaminen sarjatuotantoon.

Lopputulokseen kuuluisivat myös valmis raportti, joka sisältää palautteet valmiista työstä. Tässä raportissa ei kuitenkaan käsitellä valmistettua prototyyppiä, eikä lopullisia käyttäjäpalautteita, koska prototyypin valmistaminen siirtyy odotettua myöhemmäksi.

1.3. Sandvik Ab

Sandvik on huipputeknologian konserni, joka toimii 130:ssä eri maassa. Sandvikilla on yhteensä 49 000 työntekijää. Sandvikilla on johtava asema omilla toimialoillaan.

Sandvik-konserni koostuu nykyään viidestä liiketoiminta-alueesta, jotka ovat Sandvik Construction, Sandvik Mining, Sandvik Machining Solutions, Sandvik Materials Technology ja Sandvik Venture.

Yritys on perustettu vuonna 1862 Göran Fredrik Göranssonin toimesta, joka ensimmäisenä maailmassa menestyi käyttäen Bessemer-menetelmää teräksen tuotannon teollisessa mittakaavassa. Varhaisessa vaiheessa toiminta keskittyi korkeaan laatuun ja arvonnäkökseen, tuotekehitykseen panostamiseen, läheisiin asiakassuhteisiin ja vientiin. Tämä strategia on pysynyt muuttumattomana läpi vuosien. Jo varhain 1860-luvulla tuotevalikoimaan kuuluivat kivenporaukseen tarkoitettut

teräsporat. Yhtiön listautuminen Tukholman pörssiin tapahtui vuonna 1901.

Valmistaminen ruostumattomasta teräksestä alkoi vuonna 1921 ja kovametallista vuonna 1942.

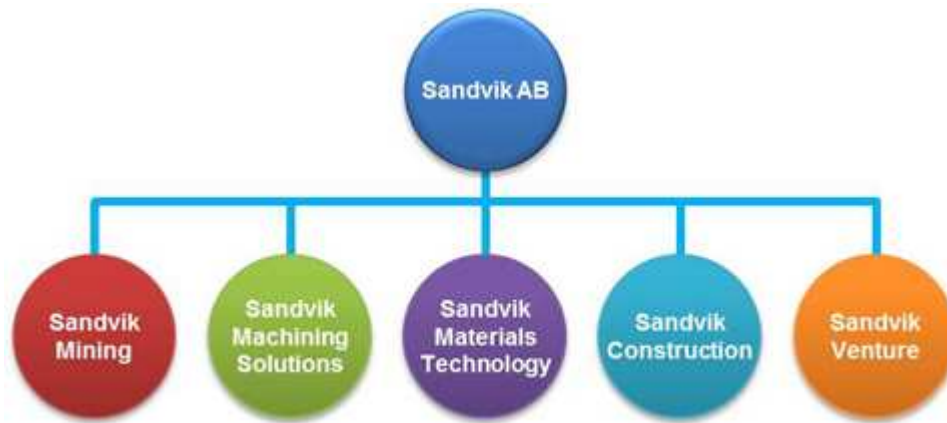
1960-luvulla toteutettiin Sandvikenin tehtaalla laaja investointiohjelma.

Vuonna 1972 yhtiön nimi muutettiin Sandvik Ab:ksi, ja vuonna 1984 julkaistiin uusi hajautettu organisaatio emoyhtiönä, erillisinä liiketoiminta-aloina, alueellisina yhtiöinä sekä huoltoyhtiöinä.

Lisäksi luonnollisen kasvun myötä Sandvikin laajentumiseen on kuulunut vuosien varrella useita yritysostoja. Tuoreimpina lisäyksinä vuodelta 1997 Kanthal, joka valmistaa metalli- ja keraamimateriaaleja sekä Tampereläinen kivenporauslaitteita valmistava Tamrock.

Vuonna 1999 Saws and Tools-liiketoiminta myytiin ja Sandvikin toiminta keskittyi kolmeen ydinalueeseen, Tooling, Mining and Construction sekä Specialty Steels.

Tammikuussa 2012 organisaatio uudistui jälleen, jolloin muodostui viisi liiketoiminta-alueita: Sandvik Construction, Sandvik Mining, Sandvik Machining Solutions, Sandvik Materials Technology ja Sandvik Venture (kuva 1).



KUVA 1. Sandvik organisaatio (Sandvik Ab, www.sandvik.com).

1.4. Sandvik Mining and Construction Oy

Vuonna 1998 Tamrock ja Sandvik Rock Tools sulautuivat yhteen muodostaen Sandvik Mining and Constructionin.

Sandvik Mining and Construction Oy, entinen Sandvik Tamrock Oy toimii Suomessa Tampereella, Turussa ja Lahdessa. Lisäksi yhtiöön kuuluu erillinen myyntiyhtiö Sandvik Mining and Construction Finland Oy.

2 LAITE-ESITTELY

Sandvik DI550 (kuva 2) on SMC-organisaation Constructionin pintalaitesegmentin uusien sarjatuotannossa oleva DTH-tyyppinen poravaunu.

DTH tarkoittaa laitetyyppiä, jossa paineilmakäyttöinen poravasara on putkiletkan päässä ja poraava isku tapahtuu alhaalla reiässä. Kyseessä on niin sanottu uppopora.

Poravasaran voitelu tapahtuu SLU-järjestelmällä, jossa voiteluöljy kulkee poraputkien sisällä paineilman mukana vasaralle.

Ennen porausta ja porauksen jälkeen putket kulkevat mukana syöttölaitteessa olevassa kasetissa, johon putkia mahtuu porauskaluston koosta riippuen 5+1 tai 7+1.

Putkien alapäävät ovat alakotelon sisällä, johon niiden sisältä porauksen jälkeen valuva vaahtoutunut voiteluöljy kertyy.



KUVA 2. Sandvik DI550. Alakotelo sijaitsee pystyssä olevassa syöttölaitteessa noin hytin korkeudella. Kuvassa on nykyinen alakotelo (Sandvik kuvapankki).

2.1. Tavallinen alakotelo

Tavallisen mallinen alakotelo on DI550-laitteissa käytetyin. Erona putkivinssilliseen malliin on lähes yhtenäinen lieriömäinen kotelon yläreunus, jossa käytetään täysimittaisia (n. 1 m) muovisia liukupaloja. Tavallisessa mallissa poraputket nostetaan käsin kasettiin.

2.2. Putkivinssillinen alakotelo

Putkivinssi on DI550-laitteeseen saatava lisäoptio. Putkivinssi sijaitsee kasetin yläpäässä, ja sen avulla voidaan nostaa poraputket kasettiin. Tässä mallissa alakotelon yläreunuksessa on avautuva luukku ja lieriömäinen yläreunus koostuu yhteensä kolmesta erillisestä osasta. Lisäksi yläreunuksessa on paljon muita luukun toimintaan vaikuttavia osia.

Myös välipohjassa ja kotelon alaosan reunuksessa on vinssin koukkua varten lovet.

Yläreunukseen tulevat liukupalat pitää tässä mallissa katkaista pienempiin osiin.

Yksi työn vaatimuksista onkin muuttaa putkivinssillisen mallin yläosan reikäjakoja yhteensopivaksi tavallisen mallin kanssa, jotta ei tarvittaisi useita eri reikäjaon liukupaloja.

Jäljempänä putkivinssillisestä mallista puhuttaessa on käytetty erotuksena tavalliseen etuliitettä pv.

3 VAATIMUSMÄÄRITTELY

Tuotekehitystyön vaatimusmäärittely tehtiin tarkastelemalla porauksessa ollutta laitetta, jolloin käyttäjien ehdottamat muutoskohteet tulivat hyvin selville. Vaatimusmäärittelyssä listattiin seuraavat asiat.

(Haavisto, A. suunnittelupäällikkö, Heino, J. suunnitteluinsinööri. 2012. Haastattelu 12.9.2012. Haastattelija Kilpeläinen, V. Tampere.)

- Nykyistä monimutkaista mallia voisi yksinkertaistaa, mikäli mahdollista (ehkä pienempi, käytännöllisemmän mallinen, ehkä osittain eri materiaalia).
- Vikojen korjaaminen, öljyn pois valumisen ehkäisy (ehkä myös tyhjennystavan muuttaminen)
- Tyhjennyksen ja puhdistuksen tulee olla käyttäjäystävällisempää
- Ympäristöystävällisyyttä tulee parantaa
- Valmistus- ja asennuskustannuksia tulee alentaa
- Kasetin keskiakselin alapään kiinnityskohtaa tulee lyhentää/muuttaa asennuksen ja valmistettavuuden helpottamiseksi, mikäli mahdollista.
- Kotelon yläreunan muovisten liukupalojen kiinnityksen reikäjakoa tulee muuttaa siten, että samat palat sopivat sekä tavalliseen että pv-malliin.

4 IDEOINTIA

Ideointi alkoi vaatimusmäärittelykeskustelussa käytyjen asioiden pohjalta. Myös työn edetessä käytiin koneella tarkastelemassa koteloa ja pohtimassa mahdollisia ratkaisuja. Nykyisen mallin työpiirustuksia ei päästy aivan alussa vielä tarkastelemaan, mutta vaatimusmäärittelyn pohjalta syntyneitä ideoita alettiin luonnostella paperille muutamien kotelon valokuvien ja muistikuvien perusteella.

Seuraavassa esitellyt kolme kohdetta; yläosa, välipohja ja alaosa ovat kotelon kaikkein kriittisimmät muutoksia vaativat kohteet. Työssä alettiin samanaikaisesti kehittelemään ratkaisuja jokaiseen näistä, jottei tulisi liikaa tilanteita, joissa yhteen osaan tehty muutos joudutaan hetkeä myöhemmin kumoamaan toisen osan sitä rajoittaessa.

Kotelon kokoonpanossa on myös muutama kohde, joita ei ole tarkoitus tai tarpeellista muuttaa. Kotelon nykyinen tukijalka pysyy entisellään, jollei kasetin keskiakselin tai alakotelon kiinnitystapoja muuteta. Kotelon yläosan kiinnitys tukijalkaan tapahtuu samalla tavalla kuin ennenkin, välipohja on ruuviliitoksella kiinni tukijalassa. Kotelon alaosassa olevaa tyhjennysluukkuja ei muuteta, jollei keksitä parempaa kiinteän jätteen tyhjennystapaa.

4.1. Yläosa

Kotelon yläosa on tärkeimpiä muutoksen vaativia kohteita. Öljyn valuminen on ollut ongelmana porauksen jälkeen, kun koneen syöttölaite on kuljetustuella. Tällöin syöttölaite on hieman tilanteesta riippuen noin 12°:n kulmassa maahan nähden ja kasetissa olevista putkista pääsee valumaan öljyä kotelon ulkopuolelle. Kotelon yläosan aukkoa, josta putket kulkevat, tulee muuttaa siten, että alimpina olevien putkien päistä ei pääse valumaan öljyä kotelon ulkopuolelle. Heti kotelon alapuolella on hätä-seis-vaijerin kytin, jonka päälle öljyä voi valua.

Aivan kotelon yläosassa sisäpuolella ovat muoviset liukupalat, jotka tukevat putkipaketin ulkokehää niiden ollessa kasetissa. Liukupalojen määrä ja yhteispaksuus vaihtelevat

käytettävän putkikoon mukaan. Liukupalat tulevat uppokantaruuveilla kiinni kotelon yläreunaan. Kotelon ulkopuolella on vahvikkeena erillinen hitsattu 50 mm leveä liuska, jonka läpi kiinnitysruuvit tulevat. Liuska käytännössä kaksinkertaistaa kotelon reunan paksuuden. Kotelon yläosa itsessään on jo melko vahvaa 8 mm:n teräslevyä ja pohdittiin onko tällainen vahvike välttämätön. Asiaa tulee selvittää tarvittaessa kohteeseen liittyvällä FEM-laskelmalla, jolla selvitetään aiheuttaako pelkkä putken paino kotelon reunaan liian suurta rasiutusta.

Myös liukupalojen nykyinen reikäjako on ongelma, koska tavallisessa mallissa ja pv-mallissa käytetään nykyään vielä eri reikäjakoa. Näiden kahden edellä mainitun asian kuntoon saaminen vaikuttaisi kenties jonkin verran valmistuskustannuksiin.

4.2. Välipohja

Kotelon yläosan sisäpuolella on putkien päitä kannatteleva, kasetin mukana pyörivä levy, jonka alapuolella olevan välipohjan muuttamista voisi myös miettiä. Öljyn pitäisi päästä helposti valumaan välipohjan alle, mutta ei sieltä pois. Tätä ongelmaa voisi ratkoa esimerkiksi kartion tyyppisellä ohutlevyllä, joka kiinnitettäisiin alaosaan ja välipohjan rajapintaan. Myös välipohjan rei'itystä muuttamalla voidaan vaikuttaa öljyn valumiseen oikeaan suuntaan. Nykyisessä mallissa öljyä kertyy välillä välipohjan päälle, ja syöttölaitteen ollessa tietyssä asennossa, se pääsee valumaan kotelon ulkopuolelle (kuva 5).

4.3. Alaosa

Tärkein kehityksen kohde on kuitenkin kotelon alaosa. Kotelon tynnyrimäinen alaosa on nykyisessä mallissa muutamalla pultilla yläosassa kiinni oleva, tarvittaessa irrotettava öljynkeräyskotelo.

Kotelon rakennetta pitäisi muuttaa siten, että sinne valunut öljy pysyisi yhdessä tarkoitettussa paikassa eikä kertyisi paikkoihin, joista se voi valua kotelon ulkopuolelle, tai joista sen poistaminen olisi hankalaa.

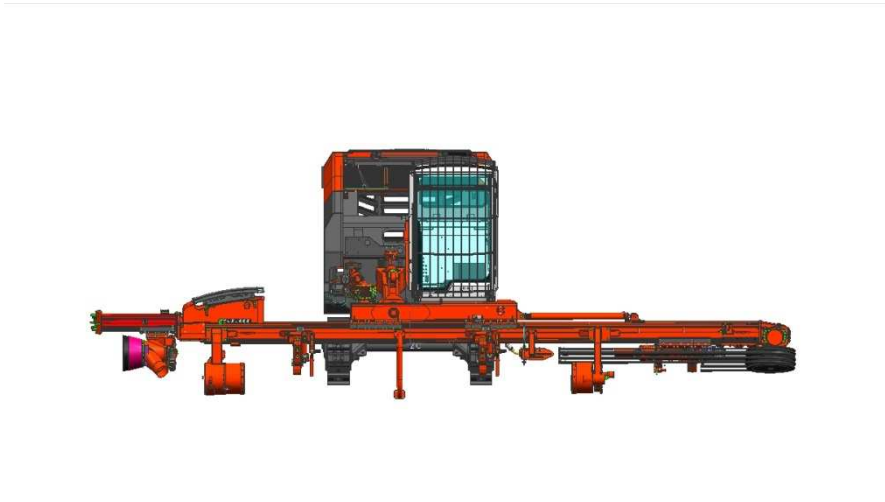
Kotelon alaosa on nykyisessä mallissa ehkä myös tarpeettoman suuri, ja siihen on jouduttu valmistamaan upotus, jotta se ei olisi erään osan liikeradan tiellä. Tämän ongelman ratkaisu voisi olla kotelon lyhentäminen sekä myös kartiointi, jolloin kotelon alapää tulisi myös enemmän ulospäin syöttölaitteesta, mutta tämä ei ole välttämätöntä. Kotelon lyhentäminen voi olla kuitenkin hankalaa, sillä kotelon sisällä oleva tukijalka rajoittaa sitä. Lisäksi erikoisten muotojen valmistaminen teräslevystä voi nostaa valmistuskustannuksia, eikä tämä ole toivottavaa.

Koteloon kertyneen öljyn tyhjennystä varten kotelon alapäässä on tyhjennysreikä, joka nykyisessä mallissa on vain tulpattu. Tyhjennyksen käyttäjäystävällisyyttä ja samalla ympäristöystävällisyyttä ajatellen tähän voisi suunnitella jotakin hanaa (palloventtiili), jolloin öljy ei valahtaisi käyttäjän käsille, kuten tulppaa käsin auki kierrettäessä. Eräässä kentällä tehdyssä ratkaisussa tulpan paikalle on laitettu perusliitin ja sen perään n. metrin mittainen tulpattu letku. Letkua pitkin öljyn pystyy valuttamaan suoraan keräysastiaan, ilman suurempia roiskeita ja astian turhaa kannattelua. Rolex-tyhjennysnipa helposti irrotettavalla letkulla olisi kätevä vaihtoehto tähän kohteeseen, mutta se ei ilmeisesti toimisi, koska koteloon kertyy jonkin verran kiinteää jätettä, joka tukkisi tyhjennysnipan. Sama ongelma saattaa tulla kyllä eteen myös palloventtiiliä käytettäessä.

Kiinteän jätteen poistamista varten kotelon kyljessä on tiivistetty ja lukittu tyhjennysluukku, josta jätteen pystyy kaapimaan pois. Tämä ratkaisu lienee melko toimiva, mutta sen käyttäminen on ikävää luukun suuaukon ollessa kuitenkin varsin pieni.

Työn ohjaaja esitti myös idean, jossa kotelon alaosa voisi olla esim. muovista tms. valmistettu, jolloin se olisi kevyempi käsitellä tyhjennettäessä ja pestäessä. Kotelon alaosa voisi olla esim. kiristyslukoilla kiinni ylemmässä osassa. Tässä tulee kuitenkin mieleen, onko kotelo käytössä alttiina iskuille ja kestäkö muovi tai muu vastaava materiaali tässä kohteessa.

Öljyn pois valuminen kotelosta on ongelmana myös vaakaporauksessa, jossa pystyyn nostettu syöttölaite on käännetty vaakatasoon, edestä katsottuna myötäpäivään (kuva 3).



KUVA 3. Syöttölaite vaakaporausasennossa (SMC:n verkkolevy).

4.4. Kasetin keskiakseli

Kasetin pyörivän pääakselin alapää on tappikiinnityksellä kiinni kotelon tukijalassa, ja tätä kohdetta olisi valmistajan mielestä syytä hieman muokata. Nykyisessä mallissa akselin päähän on hitsattu koneistettu tappi, joka on asetettu vain tukijalassa olevaan holkkiin. Akselin alapäässä ei ole aksiaalipidätintä ilmeisesti mahdollisten rakenteiden liikkumistapausten takia. Akselin pään tappisovite on varsin pitkä (176 mm) ja melko tarkkasovitteinen. Kiinnitystä voisi lyhentää asennuksen helpottamiseksi, pysyttäessä kuitenkin turvallisella alueella ottaen huomioon materiaalien lujuudelliset raja-arvot. Tätä kohdetta mahdollisesti muutettaessa tulee myös tehdä FEM-laskelma. Tehtäessä holkista lyhyt, voisi akselin pään mitoittaa tulevan n. 5 mm yli holkista, ja voitaisiin kiinnittää akselin päähän aksiaalipidätin.

Yksi ratkaisu voisi olla akselin pään koneistaminen suoraan holkkiin sopivaksi. Tällöin minimoitaisiin akselin ja tapin liitoksen pienet säteittäiset virheet, jotka ovat hitsattaessa mahdollisia ja näin ollen aiheuttaisivat pyörivän akselin muljahtelun. Tämän vaihtoehdon valmistaminen saattaa kylläkin olla ongelmallista.

4.5. Haastattelut ja huomiot

Sandvik DI550-laitteen koeporaajien kanssa käydyn haastattelun pohjalta listattiin seuraavia parannusehdotuksia.

(Ropponen, P. koneenasentaja, Kulojärvi, T. koneenasentaja, Kiviranta, A. koneenasentaja. 2012. Haastattelu 17.10.2012. Haastattelija Kilpeläinen, V. Tampere.)

Ensimmäinen huomioitu seikka oli putkien päistä suoraan ohi kotelon tippuva öljy ja sen saaminen kotelon puolelle. Tämä ongelma on ollut alusta asti nykyisessä mallissa kaikkein kriittisin. Kyseessä on siis tilanne kun syöttölaite on ajettu kuljetustuelleen, ja syöttölaite on tilanteesta riippuen noin 12°:n kulmassa maahan nähden (kuva 4).

He olivat ratkaisseet ongelman aiemmin itse lisäämällä kotelon alaosan yläreunaan, yläosan aukon kohdalle, kumisen reunanauhan pätkän, joka ohjaa öljyn kotelon puolelle.

Kyseiiseen kohtaan ei kuitenkaan sovellu kiinteä joustamaton metallireunus, koska se olisi tiellä putkia kasetista pois otettaessa.

Kohteeseen voisi siis lisätä koko aukon matkalle kumireunuksen, jonka leveys olisi n. 50–80 mm. Pitää miettiä toteutetaanko ratkaisu vain reunaan kiinnipainettavalla reunanauhalla vai jollakin muulla tavalla.



KUVA 4. Sandvik DI550. Syöttölaite kuljetustuella (Sandvik kuvapankki).

Toinen huomio oli kotelon tyhjennystapa. Kotelon alareunassa on luukku, jonka kautta kiinteän aineen tyhjennys kyllä onnistuu, mutta se on melko ikävää puuhaa, kotelon ollessa täynnä kuraa ja muuta kiinteää jätettä.

Kotelon nykyisessä mallissa on kaksi tyhjennysreikää, jotka ovat tulpattu tavallisella kierretulpalla. Reiät menevät monesti tukkoon kotelossa olevan moskan takia ja tulppia onkin vaikea saada kierrettyä tiiviisti takaisin. Näin ollen tyhjennysreikiin ei välttämättä sovellu palloventtiilitkään, joita oltiin ajateltu, koska nekin menisivät ajan myötä huonoon kuntoon ja tukkoon. Toisaalta varaosia on tarvittaessa helppoa saada.

Eräs esille tullut idea oli, että pelkkä pohjapeltiin porattu reikä voitaisiin tulpata soutuveneeseen tulpan kaltaisella kierteettömällä laajenevalla kumisella kartiotulpalla. Tämä voisi olla varsin toimiva ratkaisu, mutta kyseisen mallisia tulppia voi olla vaikeaa löytää riittävän isokokoisina.

Eräs ratkaisu, jota suunniteltiin, oli, että kotelon alaosa voisi olla kiinnitetty yläosaan saranalla ja vetosalvoilla. Näin ollen kotelo olisi mahdollista kääntää sivuun perusteellisempaa tyhjennystä ja puhdistusta varten. Tällöin kotelon tukijalassa ei enää tarvittaisi pitkää, koko jalan läpi menevää reikää, johon alaosan kiinnityskorvake kiinnitettäisiin.

Tämä vaikutti lopulta varsin hyvältä ratkaisulta ja tätä ideaa alettiin suunnitella uuteen malliin.

Kotelon tukijalassa olevan yhden kierrereian paikkaa tulee myös muuttaa, koska nykyisessä paikassaan siihen kiinnitettävä sähköjohtoa kannatteleva kiinnityslenkki on hankala asentaa. Reikä tulee olla 20 mm:ä nykyistä ylempänä (Keskinen, V. koneenasentaja. 2012. Haastattelu 19.10.2012. Haastattelija Kilpeläinen, V. Tampere), (kuva 5).



KUVA 5. Näkyvissä sähköjohdon kiinnityslenkki nykyisellä paikallaan, kotelon tukijalan läpi tulevan pultin pää sekä yksi kotelon ongelmakohdista, jossa välipohjan päältä valuu öljyä kotelon ulkopuolelle (Kuva: Sandvik, Uwe Vetter 2012).

4.6. Kustannukset

Yksi vaatimus kehitystyössä on valmistus- ja asennuskustannusten alentaminen. Tämän asian toteuttaminen voi tulla olemaan vaikeaa, koska kotelo tulee todennäköisesti olemaan aiempaa hieman monimutkaisempi valmistettava muutosten johdosta.

Suunnitellut kartion malliset ohutlevyratkaisut saattavat olla työläämpiä valmistaa kuin nykyiset pelkät lieriöt. Myös mallintamisessa tulee omat haasteensa vastaan.

Tästä osa-alueesta tulee keskustella muiden suunnittelijoiden, hankinnan sekä myös valmistajan kanssa.

5 TYÖVAIHEET

Tämä opinnäytetyö on tuotekehitysprojekti ja se koostuu seuraavista vaiheista.

5.1. Ideointi

Ideointivaiheessa yritettiin keksiä toimivampia vaihtoehtoja nykyisille osille ja mallinnettiin muutamia aiemmin esille tulleita vaihtoehtoja.

Työn alkuvaiheessa vaikutti siltä, että nykyisessä mallissa olevat osat ovat kuitenkin sen verran yksinkertaisia, että niitä muutettaessa paremmin toimiviksi valmistuskustannukset saattaisivat väkisin nousta. Ideoinnin aikana pyrittiin olemaan lisäämättä kovin paljoa täysin uusia osia kokoonpanoon, jottei kokoonpanosta tulisi liian monimutkaista.

Muutamia kertoja tuli eteen tilanteita, joissa keksittiin jokin idea, mutta seuraava vastaan tullut seikka kumosi edellisen idean käyttömahdollisuuden, ja piti aloittaa suunnittelu uudestaan toisesta näkökulmasta.

5.2. Suunnittelu

Suunnittelun alkuvaiheessa saaduista ideoista päädyttiin muutamaan varsin käyttökelpoiseen osaratkaisuun, jotka saivat myös ohjaajien hyväksynnän ja näiden ideoiden pohjalta päästiin jatkamaan eteenpäin.

Kun muutamista ideoiduista osista oltiin saatu tehtyä karkeat 3D-mallit, lähetettiin niistä luonnokset hankintaosastolle, tiedustellen voisiko näiden kuvien perusteella kysellä valmistajan mielipidettä osien valmistettavuudesta ja kokoonpantavuudesta suunnittelutyön ohella. Osat valmistetaan M-Componentsilla Hämeenlinnassa.

Tarkoituksena oli selvittää tässä vaiheessa asiantuntijoiden kanssa, onko tähän mennessä suunnitelluissa levyissä joitakin hankalia leikkauksia, taivutuksia tai hitsauskohteita, jotka pistävät heti silmään, ja joita tulisi muuttaa. Vastauksia näihin tiedusteluihin ei kuitenkaan koskaan ajallaan saatu, lisätiedusteluista huolimatta, joten valmistajan mielipiteet tulevat esille vasta koteloa valmistettaessa.

Asiantuntija-apua saatiin muilta suunnittelijoilta ja opinnäytetyön ohjaajilta, joiden huomioiden pohjalta tehtiin muutoksia luonnosteltuihin osiin.

Itse osien suunnittelu ja mallintaminen kävi melko mutkattomasti koulussa mallintamiskursseilla opittuja taitoja hyödyntäen.

Joitakin asioita jouduttiin selvittämään NX-ohjelmaan liittyen, mutta näihin kysymyksiin sai kiitettävästi apua muilta suunnittelijoilta. Piirustuksia tehtäessä otettiin tarvittaessa mallia verkkolevyllä olevista vanhemmista kuvista, ja muutamia asioita tarkistettiin SFS:n Teknisen piirustuksen standardit-tiedostosta.

6 RATKAISUT

6.1. Osamuutokset ja uudet osat

Seuraavassa selvitys osista, joihin tehtiin muutoksia, tai jotka ovat täysin uusia. Jäljempää löytyy 3D-kuvia suunnitelluista osakokoonpanoista. Kappaleiden lopussa viitattu kuviin, joista rakenne selviää parhaiten.

6.1.1 Alaosa

Kotelon alaosa on saranalla ja vetosalvalla kiinni ylemmässä osassa, joka on vanhaan tapaan hitsattu tukijalassa olevaan välipohjaan. Alaosa on näin ollen käännettävissä sivuun perusteellisempaa puhdistusta varten.

Alaosan pystyy myös helposti nostamaan kokonaan irti yläosasta. Tämä seikka huomioiden lisättiin myös alaosan kylkeen nostokahva.

Mallinnettaessa koteloa huomattiin, että sarana on melko tarkka kiinnityspaikastaan, jotta kotelo ei kääntyessään osuisi muihin ympärillään oleviin kohteisiin, ja jotta öljy sekä kiinteä jäte pääsisivät vaivattomasti valumaan pois avatusta kotelosta (kuvat 10 ja 15).

6.1.2 Välipohja

Edellä mainittua välipohjaa on muutettu niin, että entiset läpi menevät reiät ovat nyt reunaan asti ylettyviä lovia. Näistä lovista öljy pääsee valumaan suoraan kotelon seinämää vasten, josta taas edelleen kotelon pohjalle. Öljyä ei jää enää välipohjan yläpuolelle.

Pv-mallin välipohjaan kopioitiin vanhasta versiosta samanlainen isompi lovi, joka on välttämätön vinssin käytön kannalta (kuvat 9 ja 14).

6.1.3 Yläreunus

Kotelon yläreunuksessa on aukko putkien pois ottamista varten. Reunuksen alaosaa jatkettiin kapealla levykaistaleella, jolloin reunus muodostaa suljetun ympyrän. Samanlainen kaistale lisättiin myös pv-mallin yhteen yläreunukseen. Jatketussa kaistaleessa on kolme M6-kierre-reikää, joihin kiinnitetään edellä mainittu kumireunus keräämään putkien päistä tippuva öljy.

Alussa pohdittiin yläreunuksen tukikaistaleen mahdollista poistamista, mutta se jätettiin kuitenkin tekemättä. Tukikaistaleella lienee kuitenkin harkittu tarkoitus, eikä reunusta näin ollen lähdetty heikentämään.

Pv-mallissa muutettiin kolmen erillisen yläreunuksen reikäjakoa, jolloin tavallisessa mallissa käytettävät liukupalat sopivat pv-malliin suoraan oikeasta kohdasta katkaistuna (kuvat 9 ja 14).

6.1.4 Viistolevy

Heti kotelon välipohjan alapuolella on n. 215°:tta kotelon sisäkehästä peittävä viistolevy, jonka taso on sivusta päin katsottuna 11°:n kulmassa kotelon keskilinjaan nähden. Syöttölaite on kuljetustuella ollessaan yleensä n. 12°:n kulmassa, joten öljy pääsee valumaan viistolevyä pitkin kotelon pohjalle, mutta levy estää öljyn pääsyn takaisin toiselle puolelle kun syöttölaite käännetään vaakatasoon (kuvat 8 ja 10).

6.1.5 Alaosan erillinen kotelo

Kotelon alaosassa olevaa erillistä syvennystä muutettiin tilavuudeltaan isommaksi sekä hieman erimalliseksi, jolloin se ylettyi aivan kotelon päätyyn asti. Alaosan lieriömäisen reunuksen ja tämän erillisen pienemmän alakotelon välissä olevaa aukkoa on paikkaamassa pieni taivutettu levy, jonka muotoa muutettiin jonkin verran alkuperäisestä. Mikäli alkuperäistä täytelevyä olisi käytetty tässä uudessa mallissa, olisi öljyä jäänyt pieni määrä paikkaan, josta sen poistaminen olisi erittäin hankalaa tai mahdotonta (kuvat 7 ja 10).

6.1.6 Päätylevy

Edellisestä alaosan muutoksesta johtuen muutettiin myös kotelon päätylevyä suuremmaksi ja sijoitettiin tyhjennysreikä uuteen paikkaan (kuva 6).

6.1.7 Kylkiaukon roiskesuoja

Aiemmassa mallissa oli alareunuksessa tukijalan kohdalla olevassa aukossa ylä- ja alapuolella roiskesuojalevyt, jotka korvattiin koko aukon reunan kattavalla isommalla roiskesuojalla. Isompi suoja ehkäisee paremmin öljyn pois pääsyä. Roiskesuoja ja alaosan reunuksessa oleva aukko ovat muotoiltu ottaen huomioon kotelon liikerata avattaessa (kuvat 10 ja 11).

6.1.8 Kotelon tyhjennysreikä

Suunnittelun alkuvaiheessa saatiin idea, jossa tyhjennystulpan paikalle laitettaisiin palloventtiili ja letku. Tätä ideaa on eräs toinen suunnittelija mallintanut vanhaan malliin, ja tämä idea toteutetaankin ennen tämän kehittämäni mallin valmistusta. Näin ollen tämä ratkaisu toteutetaan myös uuteen malliin.

Palloventtiilin sijainti mallissa on heti pohjalevyn jälkeen ja letkun vapaa pää kiinnitetään pohjalevyyn hitsattuun kierretulppaan. Tässä letkun pää pysyy paikallaan lukittuna, kun konetta käytetään tai kuljetetaan, eikä se heilu vapaana (kuva 6).

6.1.9 Tukijalka

Kotelon varsinaisessa tukijalassa kiinni oleva hätä-seis-vaijeri tulee muuttumaan aikaisemmasta n. 5 metrin mallista lyhyeen n. 80 cm malliin. Lyhyttä mallia on käytetty mm. DPi-laitteissa jo aiemmin ja tällä vaijerilla on oma tukikannake, joka vie hieman enemmän tilaa. Tämä muutos aiheutti työn loppuvaiheessa vielä hieman lisäpohdintaa, koska kotelo ei mahtunutkaan kyseisen kannakkeen kanssa aukeamaan, kuten oltiin suunniteltu.

Ongelmaan mietittiin ratkaisuja suunnittelutiimin kanssa ja pari mahdollista ideaa syntyi, jotka kuitenkin eivät olisi vaijerin käytettävyyden kannalta olleet järkeviä tai mahdollisia.

Lopulta kuitenkin huomattiin, että ratkaisu löytyi neliöputkesta valmistettua kannakkeen tukijalkaa muuttamalla. Tukijalassa on n. 120°:n kulma, jota muuttamalla hieman suuremmaksi saatiin kannake siirtymään alkuperäisestä paikasta sen verran sivuun, että kotelon kääntyminen oli mahdollista ilman siihen kohdistuneita muutoksia. Tämän muutoksen ansiosta vaijeri tulee myös hieman lähemmäs syöttölaitteen alapäätä ja on helpompi käyttääkin. Tämä muutos toteutettiin toisen suunnittelijan toimesta jo ennen tämän mallin ulostuloa.

Alakotelon varsinaisessa tukijalassa ei myöskään enää tarvita pitkää, koko jalan läpi kulkevaa reikää, koska nykyisessä mallissa olevia kotelon alaosan kiinnityskorvakkeita ei uuteen malliin tule. Myös yhtä M6:n kierrereiän paikkaa on muutettu (kuva 7).

6.2. Materiaalit

Materiaalien valinnassa ei tule olemaan suurempia ongelmia, koska kyseessä on pääasiassa vanhojen osien uudelleen suunnittelu. Näillä näkymin ainakin suurin osa osista valmistetaan samoista teräksistä kuin ennen.

Yleisesti käytetty valmistusmateriaali näissä rakenteissa on S355J2C EN10025-2 kuumavalssattu rakenneteräs.

Uusissa osissa käytettiin samoja levypaksuuksia, kuin mitä nykyisessäkin mallissa on käytössä. Pääasiassa komponentit valmistetaan polttoleikkaamalla 3, 4 ja 8 mm:n teräslevyistä. Joitakin osia valmistetaan myös 10-20 mm:n levyistä.

Kotelo koostuu kahdesta suuremmasta osakokoonpanosta, joissa lähes kaikki komponentit ovat hitsattu toisiinsa kiinni. Ruuviliitoksia on vain muutama.

6.3. Kaupalliset osat

6.3.1 Kiristyslukko

Kiristyslukko hankittaisiin TMT.Malinen Oy:ltä. Sandvikilla on ollut laitteissaan jo pitkään käytössä erilaisia TMT:n lukkoja, joten ei ole tarpeellista vaihtaa tavarantoimittajaa.

Koteloon sopiva malli olisi kiristyslukko 107 sinkitystä teräksestä valmistettuna. Mallissa on lukitusreikä, jossa käytetään rengassokkaa.

6.3.2 Lukon vastapala

Kiristyslukon vastapalana käytettäisiin yhteensopivaa TMT:n mallia, vastapalaa 14, sinkitystä teräksestä valmistettuna.

6.3.3 Sarana

Lopullisesta saranasta ei ole vielä varmuutta, mutta muutamia sopivia malleja olisi tarjolla Raitatuote Oy:llä sekä Oskarin Helat Oy:llä. Malli olisi hyvä olla nostosarana, jotta kotelon helppo irrottaminen olisi mahdollista.

Sandvikilla on käytetty aiemmin tämäntyppisissä ratkaisuihin hitsattavia profiilisaranoita. Kokoonpanoa suunniteltaessa mietittiin vaihtoehdoksi tavallista oven lehtisaranan tapaista mallia, joka olisi saranan mahdollisen vaihdon kannalta parempi, mutta työn ohjaajan kanssa päädyimme kuitenkin ratkaisuun, jossa käytetään hitsattavaa saranaa. Tämä on hyväksi todettu ja kestävä vaihtoehto.

Raitatuotteen ruostumattomasta teräksestä valmistettu rasvanipallinen hitsattava profiilisarana 7004.00. voisi olla tässä kohteessa sopiva vaihtoehto. Saranan pituus ilman rasvanippaa on 120 mm ja kiinteän keskitapin halkaisija 11 mm.

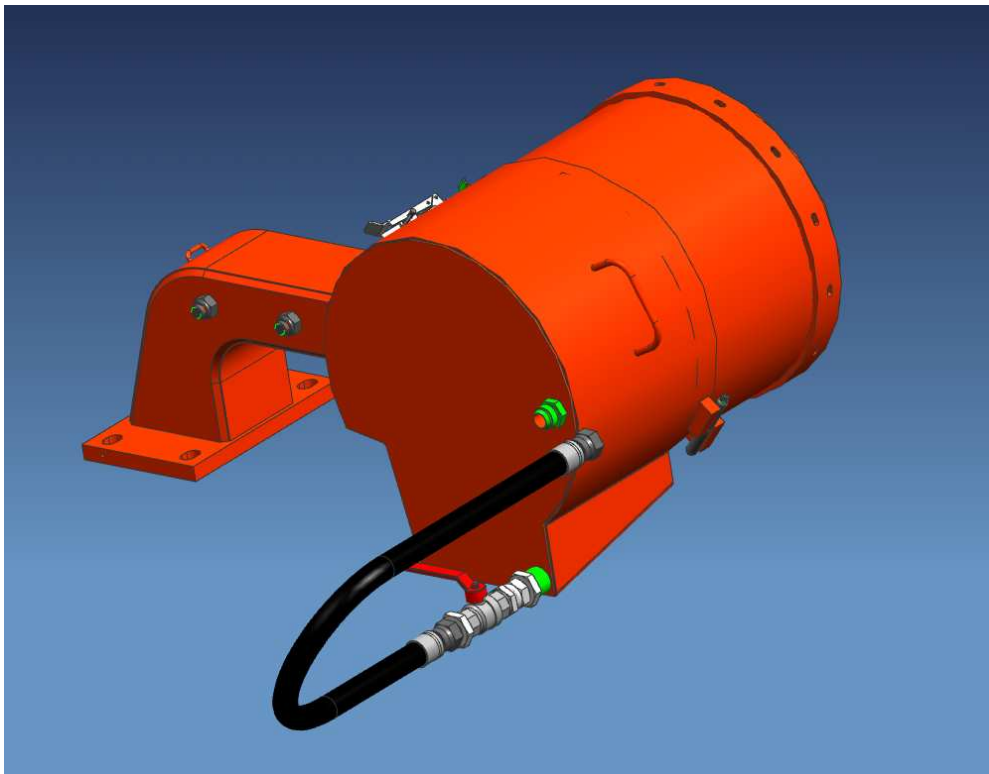
6.3.4 Kumilevy

Ennen tämän mallin julkaisemista toinen suunnittelija oli suunnitellut vanhaan malliin vastaavanlaisen kumireunuksen, jonka materiaalina käytettiin 5 mm:ä paksua ETRA Oy:n neopreenikumi CR:ää ja samaa materiaalia käytetään myös tässä mallissa. Kumilevyn muoto on hieman toisenlainen tässä mallissa.

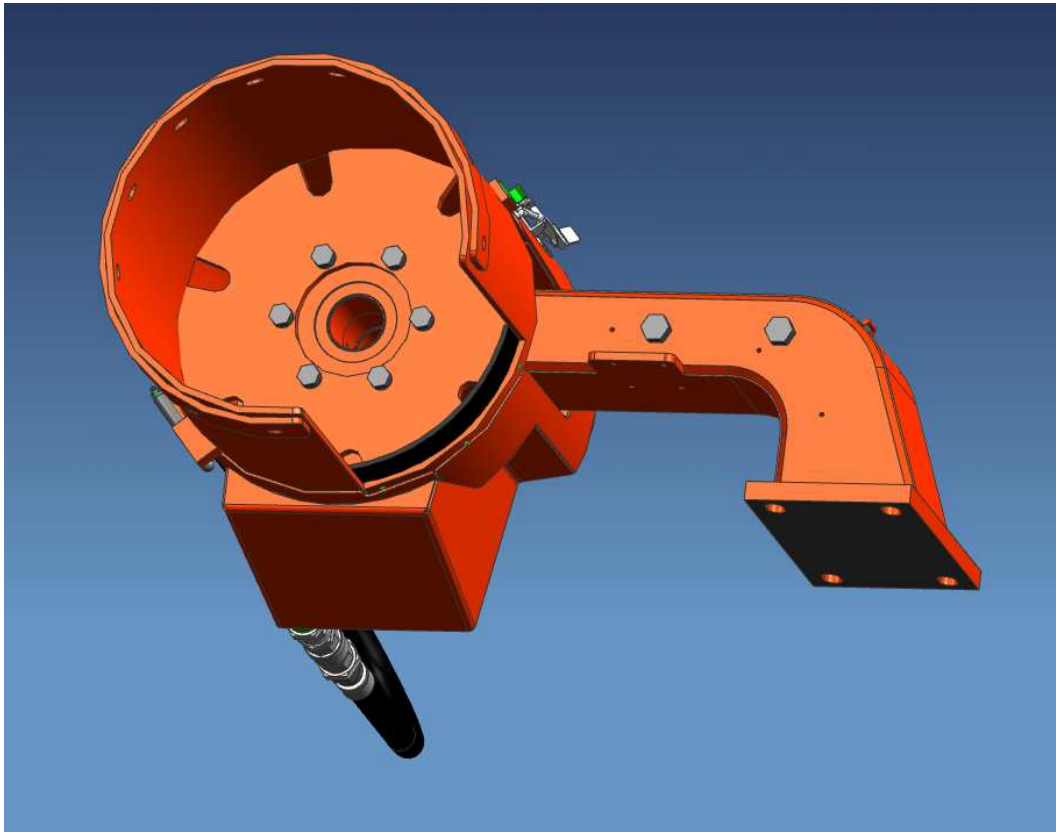
6.4. Tulokset

Opinnäytetyössä suunnitelluista tai muutetuista komponenteista tehtiin valmistus- ja työpiirustukset. Piirustuksista tehtiin PDF-kuvat ja DXF-tiedostot ja ne ajettiin normaalin työkierron kautta eteenpäin valmistajalle. Tavallisen alakotelon kokoonpanorakenne on esitetty liitteessä 1 ja kokoonpanokuva liitteessä 2.

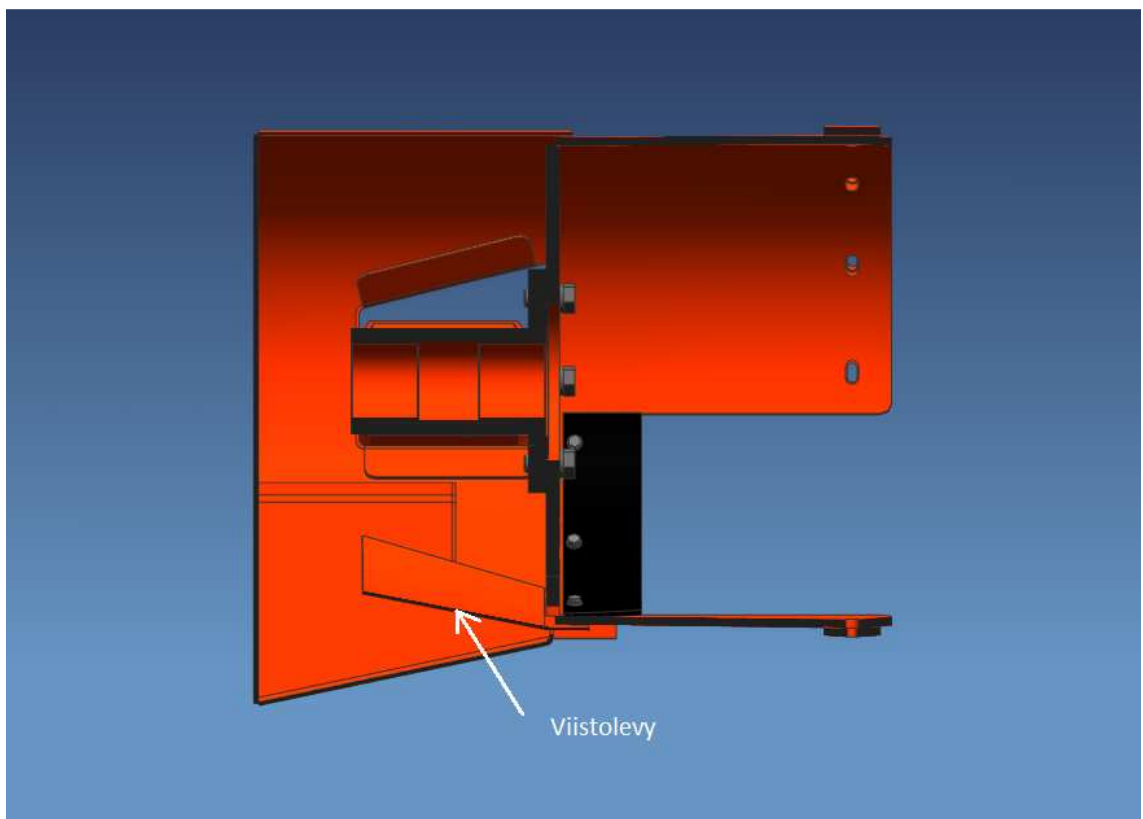
Seuraavissa kuvissa on esitetty kokoonpanomalleja, joista selviää kotelon päärakenteet ja toimintaperiaate. Toimintaperiaatekuvassa syöttölaite on kuljetustuella 12°:n kulmassa.



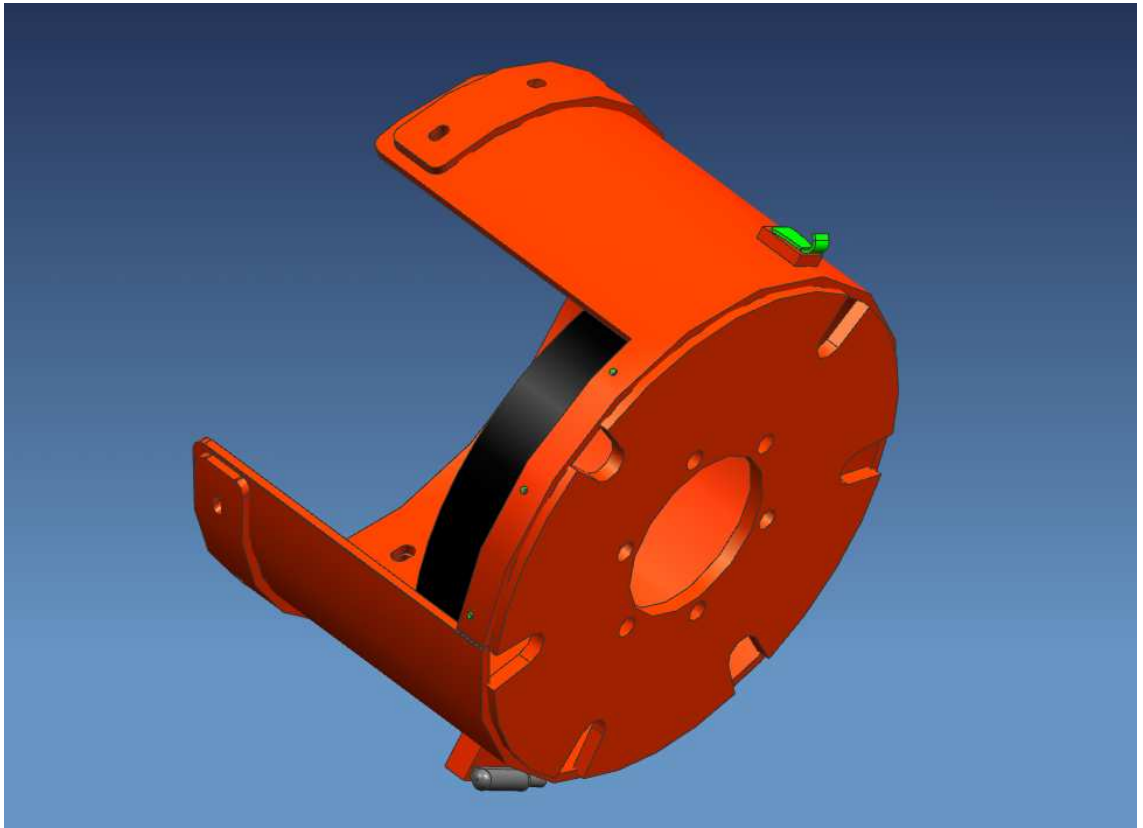
KUVA 6. Alakotelo etuviistosta.



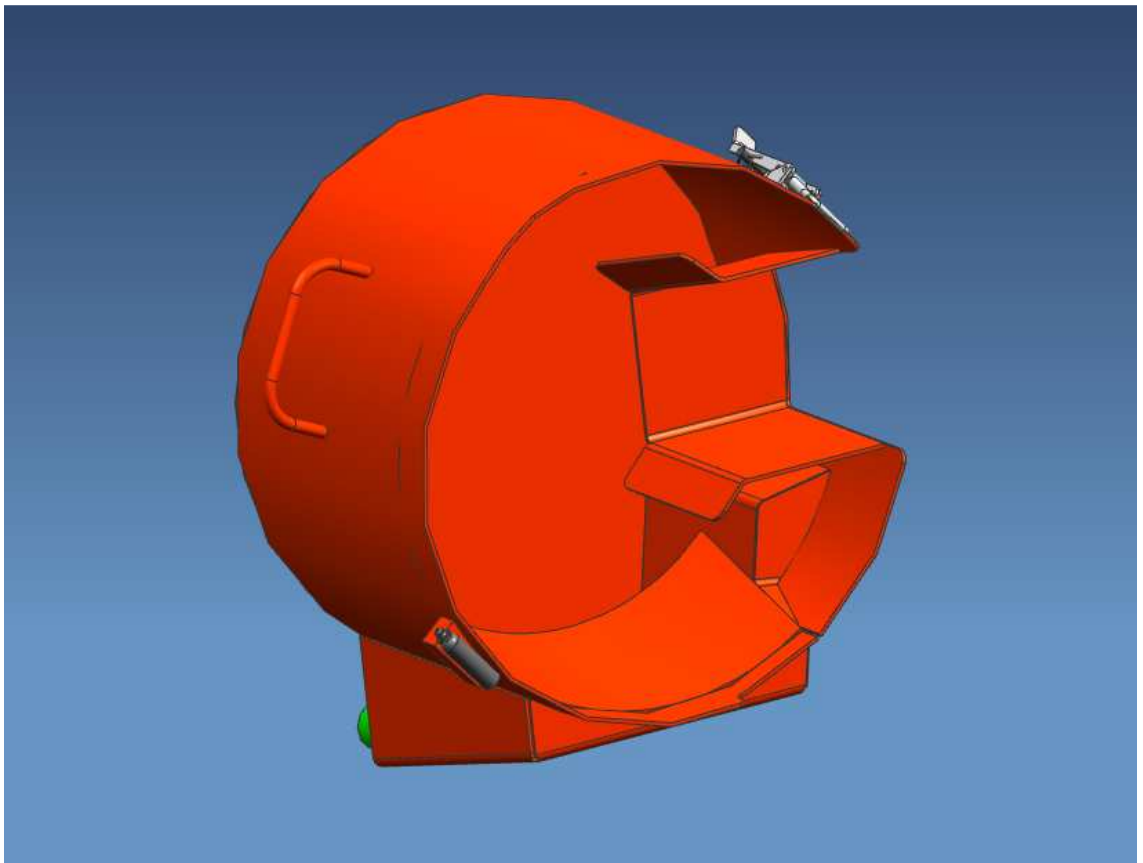
KUVA 7. Alakotelo takaviistosta.



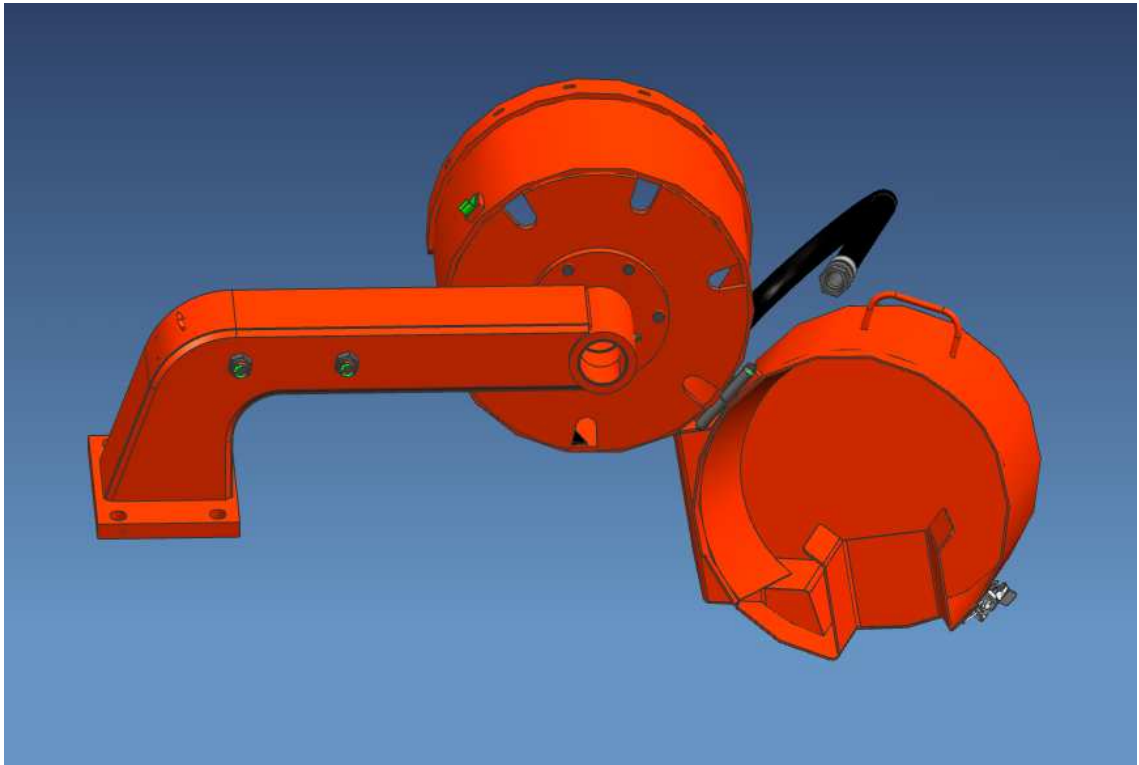
KUVA 8. Alakotelon poikkileikkaus.



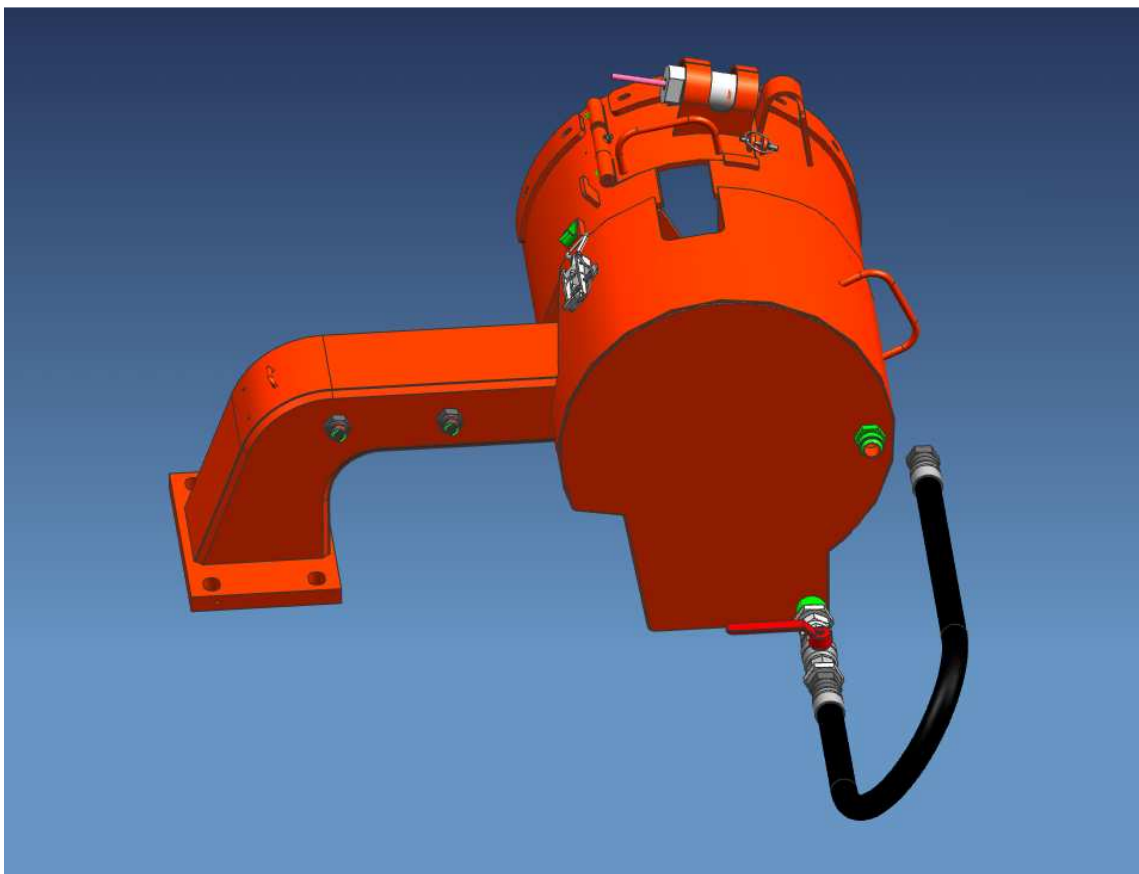
KUVA 9. Alakotelon yläosa (Housing).



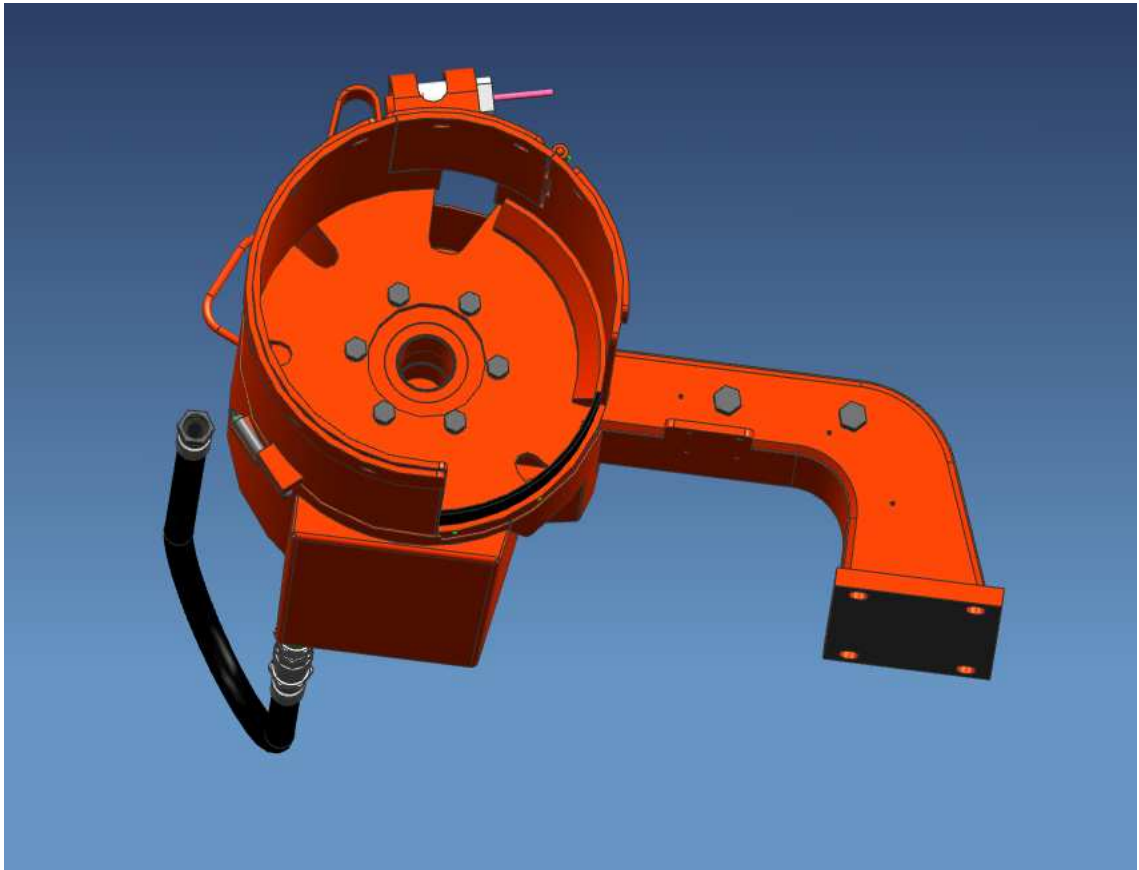
KUVA 10. Alakotelon alaosa (Oil sump).



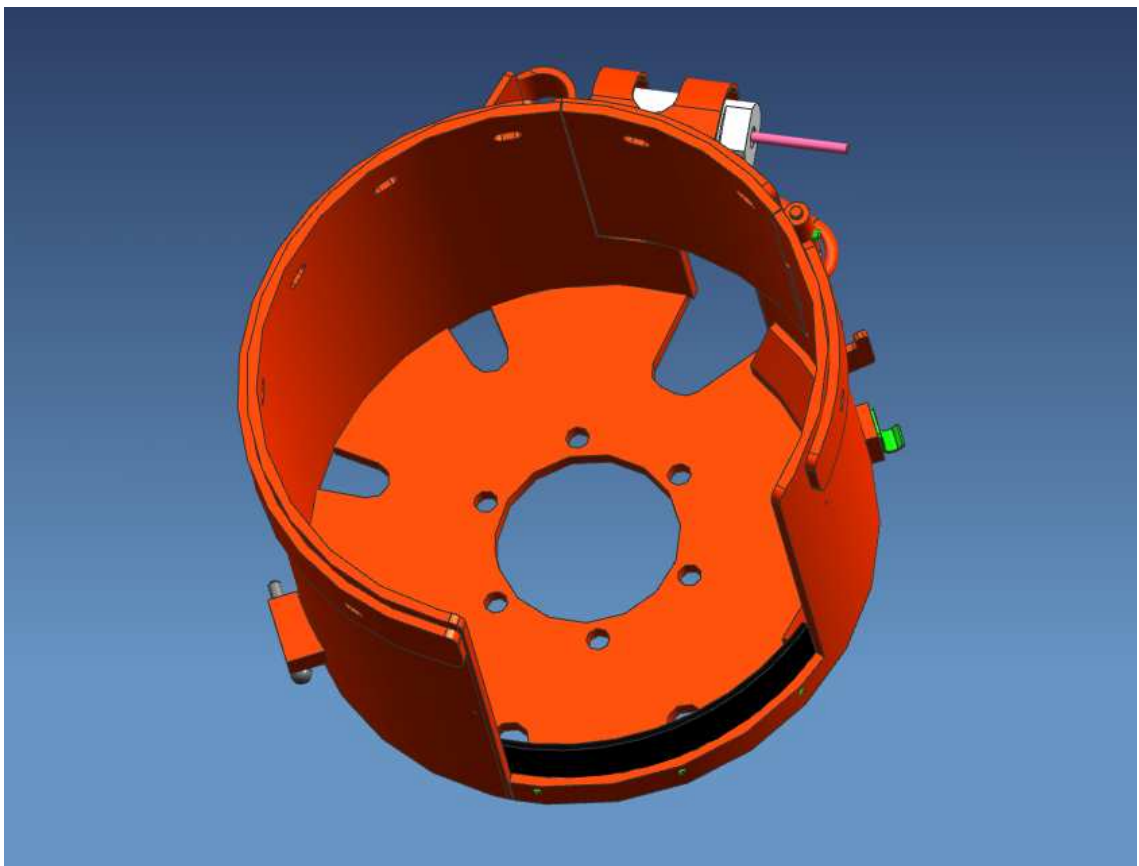
KUVA 11. Alakotelo avattuna. Alaosan ollessa käännettynä sivuun, öljy ja kiinteä jäte valuvat roiskesuojan vierestä pois.



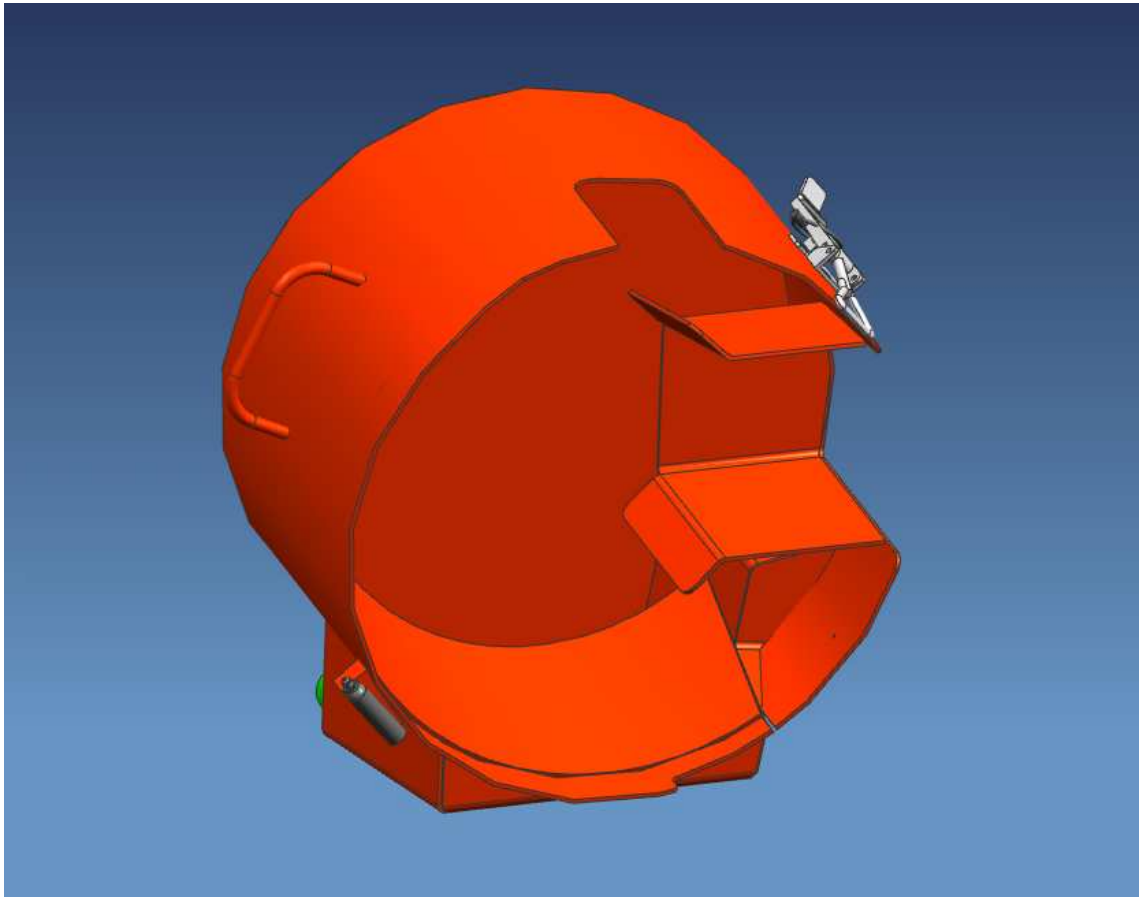
KUVA 12. Pv-alakotelo etuviistosta.



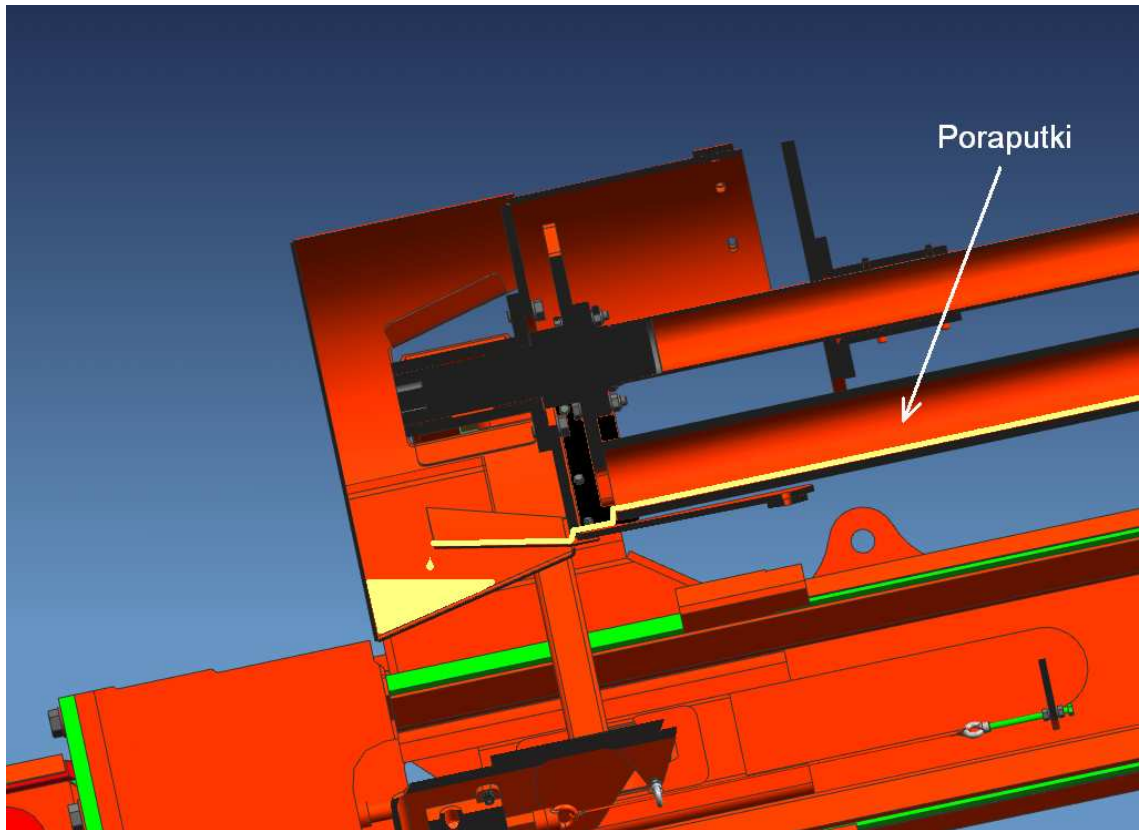
KUVA 13. Pv-alakotelo takaviistosta.



KUVA 14. Pv-mallin yläosa (Housing).



KUVA 15. Pv-mallin alaosa (Oil sump).



KUVA 16. Poikkileikkauskuva alakotelon toiminnasta. Öljy valuu poraputkesta kumi-levyä ja yläreunusta pitkin välipohjan alapuolelle, josta edelleen viistolevyä pitkin alaosan pohjalle.

7 YHTEENVETO

7.1. Tavoitteet

Opinnäytetyölle asettamani tavoitteet täyttyivät hyvin siinä määrin kuin lopullisen aikataulun puitteissa oli mahdollista. Tuli ensimmäistä kertaa oltua mukana ”oikeassa” tuotekehitystyössä, ja huomattua kuinka paljon aikaa näinkin suppeassa työssä voi kulua.

Uusien ohjelmien ja järjestelmien käyttöä tuli omaksuttua, ja tuli huomattua kuinka pieni osa 3D-mallit ja piirustukset vasta ovat valmiista lopputuloksesta.

Pelkän työpiirustuksen PDF:n valmistumisesta on vielä hyvin pitkä matka siihen, ennenkuin oikea osa näkee päivänvalon.

7.2. Tulokset

Suunnittelemani osat ja osakokoonpanot saivat hyväksynnän ohjaajiltani ja olin kokonaisuuteen itsekin tyytyväinen, vaikka uudesta kotelosta ei tullutkaan mitenkään mullistavalla erilaista kuin nykyisestä mallista.

Työlle asetetut vaatimukset täyttyivät suurilta osin. Tärkeimpänä vaatimuksena ollut öljyn poisvalumisen ehkäisy täyttyi luullakseni varsin hyvin. Tämä tosin vasta teoriatasolla, koska laitetta ei ole vielä valmistettu. Alakotelon tyhjennys ja puhdistus on käyttäjä- ja ympäristöystävällisempää, koska öljy ja kiinteä jäte saadaan hallitusti poistettua hanallista letkua pitkin ja kotelo tarvittaessa avaamalla. Tällöin öljy ei tahri käyttäjää eikä roisku maahan.

Pv-mallin yläreunuksen reikäjakoa muutettuani tavallisessa mallissa käytettävät liukupalat sopivat siihen suoraan oikeasta kohdasta katkaistuna.

Vaatimukset, joita ei saavutettu, olivat valmistus- ja asennuskustannusten tarkempi selvittäminen, sillä alakotelon valmistusaikataulu siirtyi suunniteltua pidemmälle. Tämän vuoksi raportista jäi pois myös valmistajan ja käyttäjien palautteet prototyypistä.

Myöskään kasetin keskiakselin alapään kiinnityskohtaa ei muutettu, koska tähän ei löydetty sopivaa ratkaisua.

7.3. Jatkossa

Tästä eteenpäin jatkettaessa odotellaan, että osat saadaan valmistettua ja saadaan asennettua alakotelon prototyyppi DI550 Tier 4 Final:iin.

Mikäli asennuksessa tai koekäytössä ilmenee kehitystarpeita, ne ratkaistaan, tehdään tarvittavat muutokset ja testataan päivitettyä mallia uudestaan.

Mikäli tässä vaiheessa olisin saanut aloittaa uudestaan työn tekemisen, olisin varmasti yrittänyt toimia nopeammalla aikataululla. Nykyisen alakotelon tutkimiseen, ideoiden synnyttämiseen ja niiden mallintamiseen kului ennalta-arvaamattoman paljon aikaa. Monia osia piti viimeistellä pitkään ja tehdä uudestaan, ennen kuin olimme tyytyväisiä lopputulokseen.

LÄHTEET

Haavisto, A. suunnittelupäällikkö, Heino, J. suunnitteluinsinööri. 2012. Haastattelu 12.9.2012. Haastattelija Kilpeläinen, V. Tampere.

Ropponen, P. koneenasentaja, Kulojärvi, T. koneenasentaja, Kiviranta, A. koneenasentaja. 2012. Haastattelu 17.10.2012. Haastattelija Kilpeläinen, V. Tampere.

Keskinen, V. koneenasentaja. 2012. Haastattelu 19.10.2012. Haastattelija Kilpeläinen, V. Tampere

Sandvik Mining and Construction Oy:n verkkolevyn aineisto

Sandvik MediaBase kuvapankki

Sandvik Ab, www.sandvik.com

Teknisen piirustuksen standardit, Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry.
http://www.sfsedu.fi/www/fi/kone-tuotanto-ja_materiaalitekniikka/Kuvat_ja_tiedostot/Teknisenpiirustuksenstandardit.ppt

Siemens NX-mallintamisohjelman käyttöohje