



Juho Latva

SUUNNITTELUTYÖ KANNAKKEELLE

W20-sähköpääkeskuksen kannake

Tekniikka
2017

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Juho Latva
Opinnäytetyön nimi	Suunnittelutyö kannakkeelle
Vuosi	2017
Kieli	Suomi
Sivumäärä	32 + 12 liitettä
Ohjaaja	Juha Hantula

Työ tehtiin Wärtsilän W20-moottorien suunnittelupuolelle. Työn tavoitteena on päivittää nykyistä käytettävää kannaketta, tehdä kannakkeesta yhtenäinen kokonaisuus sekä uudelleen sijoittaa kannakkeessa olevat komponentit.

Työ aloitettiin perehtymällä kannakkeeseen sekä kannaketta ympäröiviin komponentteihin, jotka vaikuttavat suunnittelutyössä. Tehtiin kolme konseptia siitä, minkälainen uusi kannake voisi olla. Lopuksi päätettiin yhdistellä kahta konseptia, jota aloitettiin jatkojalostamaan.

Työssä huomattiin monen komponentin tarvitsevan muutosta. Työn edetessä tehtiin muutoksia moneen komponenttiin, vähintään ideatasolla. Tässä työssä suunniteltiin uusiksi kannake, paineilmasäiliön kansi, johdotukset sekä paineilmalohkon sijoittelu.

Lopuksi saatiin valmis kannake, joka soveltuu käyttökohteeseen paremmin kuin entinen.

ABSTRACT

Author	Juho Latva
Title	Design of a bracket
Year	2017
Language	Finnish
Pages	32 + 12 Appendices
Name of Supervisor	Juha Hantula

The topic of this thesis was to make a new model for a bracket. The old bracket was of very old design and it needed to be upgraded. The old bracket was made of many parts, not just one. The purpose of this thesis was to make a new bracket easier to assemble at the factory, but also to make it easier to change parts in the field.

In this thesis a new bracket was made and also changes were made in other parts to fit with the new design of bracket. But the main target was to design a new concept for the bracket. For that two best concepts were chosen from many and these two were combined.

In the end one good concept was obtained which the company will further develop.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	8
1.1	Työn tavoitteet	8
1.2	Työn tilaaja	8
2	LÄHTÖKOHDAT	10
2.1	Työn aloitus	10
2.2	Työn vaatimukset	11
2.2.1	Käytettävät ohjelmat	11
2.3	Työn tavoitteet	11
3	TUOTEKEHITYS	12
4	KONSEPTIVAIHE	13
4.1	Konseptit	13
4.1.1	Konsepti 1	14
4.1.2	Konsepti 2	15
4.1.3	Konsepti 3	16
4.2	Konseptin valinta	17
5	SUUNNITTELUTYÖ	18
5.1	Paineilmasäiliön kannen suunnittelu	18
5.1.1	Paineilmasäiliön kannen selvitys	18
5.2	Kannakkeen suunnittelu	21
5.2.1	Ensimmäinen kannake	21
5.2.2	Lopullinen kannake	24
5.2.3	Paineilmalohko	24
5.2.4	Johdotukset	25
5.2.5	Kannakkeen 3D-kuvia	25
5.3	Valmistaminen	28
6	KANNAKKEEN ASENNUS JA HUOLTO	29
6.1	Asennus	29
6.1.1	Asennustila työkaluilla	29
6.2	Huolto	31

7 LOPPUTULOS JA YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33
LIITTEET	

KUVALUETTELO

Kuva 1. Konsepti 1, jossa solenoidit 45° kulmassa	s.13
Kuva 2. Konsepti 2, jossa paineilmasäiliö on valun sisällä	s.14
Kuva 3. Konsepti 3, jossa paineilmasäiliö käännettynä 90°	s.15
Kuva 4. Paineilmasäiliön kansi edestäpäin	s.18
Kuva 5. Paineilmasäiliön kansi takaa	s.19
Kuva 6. Paineilmasäiliön kansi, jossa solenoidien lohkot ovat paikallaan	s.19
Kuva 7. Ensimmäinen yleiskuva konseptivaiheessa olevasta kannattimesta	s.21
Kuva 8. Öljyputkien tulo sekä tila johtokourulle	s.22
Kuva 9. Solenoidit mahtuvat liikkumaan pois lohkoistaan	s.22
Kuva 10. Kannake kokonaisuudessaan, kaikkine komponentteineen	s.24
Kuva 11. Kannakkeen jäykisterivat sekä kiinnityspisteet	s.25
Kuva 12. Suunniteltujen putkien toteutus	s.25
Kuva 13. Johdotuksille tarvittava tila sekä miten johdot menisivät	s.26
Kuva 14. Paineilmasäiliön takakiinnitys sekä öljyputkien meno	s.26
Kuva 15. Alempien pulttien kiristys	s.28
Kuva 16. Ylempien vaarnan mutterien kiristys	s.29

LIITELUETTELO

LIITE 1. Vaatimusluettelo

LIITE 2. Vanhan kannakkeen kuva

LIITE 3. Kannake edestä

LIITE 4. Kannake oikealta

LIITE 5. Kannake vasemmalta

LIITE 6. Kannake takaa

LIITE 7. Kannake alhaalta

LIITE 8. Kannake sivuviistosta

LIITE 9. Kannake ylhäältä

LIITE 10. Kannake alaviistosta

LIITE 11. Kokonaiskuva ympäristöstä sekä kannakkeesta

LIITE 12. Pienen sähkölaatikon tuki

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on suunnitella uusi kannake Wärtsilä W20-moottorin sähköpääkeskukselle /2/. Vanha kannake on ollut käytössä alusta asti, siihen on lisätty vuosien varrella lisää komponentteja ja sen vuoksi kannake muodostuu monesta eri osasta. Tämän työn tarkoituksena on uudistaa kannake yhdeksi kokonaiseksi komponentiksi helpottaen asennusta sekä huoltotöitä kentällä. Vaatimuksena oli tehdä kannake yhdestä valusta, saada kaikki kannakkeen sisältämät komponentit samaan pakettiin sekä helpottaa ja nopeuttaa huoltotöitä.

1.2 Työn tilaaja

Työn tilaaja oli Wärtsilä Finland OY. Wärtsilä on suomalainen yritys, joka on kansainvälisesti johtava moottori- sekä energialaitteiden valmistaja. Yritys tukee asiakasyrityksiä tilaushetkestä tuotteen loppuun asti.

Wärtsilä on 1834 perustettu yritys, joka työllistää Suomessa 3600 henkilöä ja maailmanlaajuisesti 18 800 henkilöä. Vuonna 2015 Wärtsilän liikevaihto oli 5 miljardia euroa. Wärtsilällä on yli 200 toimipistettä lähes 70 maassa. Wärtsilän historiaan kuuluu monipuolista osaamista telakka-, lukko-, paperikone- ja lasiteollisuudessa, mutta myöhemmin Wärtsilä on myynyt osaamisensa pois ja keskittynyt energiaosaamiseen. Tällä hetkellä Wärtsilä jaetaan kolmeen osaan, joihin kuuluu: Marine Solutions, Energy Solutions sekä Services.

Marine Solutions tukee meriteollisuusasiakkaidensa liiketoimintaa tarjoamalla tehokkaita, taloudellisia ja ympäristömyönteisiä järjestelmiä, tuotteita ja ratkaisuja. Wärtsilän moottoreita löytyy monesta laivasta, joko pääkoneena tai sähköntuottokoneena.

Energy Solutions keskittyy toimittamaan voimalaitoksia globaalisti. Se tarjoaa kokonaisia voimakenttiä tai pelkästään moottoreita perusvoimantuotantoon, sähköverkon vakaaseen toimintaan ja kuormitushuippujen tasaamiseen. Wärtsilä pystyy toimittamaan myös suuren kokoluokan aurinkosähkövoimaloita sekä LNG-

terminaaleja ja jakelujärjestelmiä. Vuoteen 2016 mennessä Wärtsilä on toimittanut 60 GW edestä energiaratkaisuja 176 maahan.

Services hoitaa Wärtsilän toimittamien ratkaisujen huoltoja. Huoltoja tehdään järjestelmän koko elinkaaren ajan. Wärtsilä ei pelkästään huolla vain omia ratkaisujaan vaan myös kilpailijoiden tekemiä energiaratkaisuja. Services hoitaa voimalasekä merenkulkumarkkinoilla olevia laitteita. /1/

2 LÄHTÖKOHDAT

Vanhan mallin kannake (LIITE 2) on ollut käytössä monta vuotta ja uuden suunnittelua on mietitty jo kauan, mutta aikaa sille ei ole saatu järjestettyä. Tämän työn kautta kannakkeen uudelleensuunnittelu saatiin aloitettua konseptitasolle. Työn jatkokehitys tulee jatkumaan tämän lopputyön jälkeen siitä mihin se jäi. Työssä otetaan huomioon kannaketta ympäröivät komponentit, jotka vaikuttavat asennettavuuteen sekä huollettavuuteen. Uusi kannake tulee olemaan valmistuskustannuksiltaan parempi kuin edellinen, sillä se ei koostu monesta osasta, vaan yhdestä.

Työn tarkoituksena on uudelleenaseointi sähköpääkeskukselle, jonka yhteydessä parannetaan monta kohtaa, jotka ovat muodostuneet haitaksi huollettavuuden kannalta.

2.1 Työn aloitus

Työ aloitettiin pitämällä aloituspalaveri syksyllä, johon osallistui opinnäytetyön ohjaaja VAMK:ista, työn ohjaaja sekä kaksi suunnittelijaa. Aloituspalaverissa päätettiin aikatauluista sekä siitä, mistä tämä työ alkaisi. Samalla käytiin läpi vaatimuslista, joka on tehty aiemmin. Työn ensimmäinen vaihe oli tutustua kannaketta ympäröiviin komponentteihin, jotka vaikuttavat suunnittelussa.

Ensimmäinen tehtävä oli ottaa selvää, mitkä ovat ääriimitat kannakkeelle. Kannake ei saisi olla liian iso eikä sen pitäisi haitata nykyisiä ympäröiviä komponentteja enempää kuin sen verran, että johdotuksia sekä putkituksia joutuisi muuttamaan. Suurin haaste työssä on ottaa kaikki osat ympäristössä huomioon. Wärtsilä W20-moottoreissa on monta erilaista kombinaatiota, joissa on eri kokoisia osia, mutta koottaessa kannakkeen ympäröiviä komponentteja valittiin sellaiset osat, jotka ovat rajoittavimmat, vaikka eivät välttämättä olisi samassa moottorissa, mutta kuitenkin rajoittavia tekijöitä kannakkeen kannalta.

2.2 Työn vaatimukset

Ennen aloituspalaveria tehtiin vaatimuslista (LIITE 1). Listassa käydään läpi asiat, jotka täytyy ottaa huomioon työssä sekä miten pitkälle tämä työ saadaan tehtyä. Samalla siinä todetaan, mitä komponentteja voidaan muuttaa paremmaksi. Työ tehdään vaatimuslistan mukaan, jota päivitetään sitä mukaan, miten aikaa riittää. Tärkeimpinä kohtina on kannakkeen helppo valmistus, huolto sekä asennus.

2.2.1 Käytettävät ohjelmat

Käytettiin opinnäytetyön tekemiseen NX ja Teamcenter- ohjelmistoja, johon saatiin lisenssi sekä kone työnhankkijalta. Monet osat olivat vielä vanhassa NX I-Deas- ohjelmistomuodossa, mutta ne avautuivat uudemmalla NX-ohjelmistolla. Yrityksessä on siirtymävaihe menossa, jossa vanhat osat mallinnetaan uuteen ohjelmistoon. Vanhat osat toimivat kyllä uudessa versiossa, mutta niitä ei voi muokata.

2.3 Työn tavoitteet

Tämän työn lopputavoitteena on kehittää konseptimalli kannakkeesta, jota tullaan kehittämään työn tilaajan toimesta. Työhön sisältyy paljon mallintamista ja suunnittelua kannaketta ympäröivien komponenttien sekä vaatimuslistan ehdoilla. Koska uuden kannakkeen suunnittelulla haetaan helpompaa huollettavuutta sekä valmistamista, täytyy kannakkeen olla myös helposti valmistettava. Kannake täytyi suunnitella siten, että se voidaan tehdä yhtenä valuna. Myös yksi iso kriteeri oli saada solenoidit erilaiseen asentoon huollettavuuden vuoksi. Nykyisessä kannakkeessa toista solenoidia ei voida poistaa ilman, että poistetaan koko solenoidin lohko, sillä solenoidi törmää irrotusvaiheessa moottorilohkoon. Paineilmasäiliön paineen mittausanturin paikka sijoitetaan uudelleen. Kaikki johdotukset yritettiin viedä samaa reittiä pitkin kuin edellisessä mallissa.

3 TUOTEKEHITYS

Tuotekehityksellä parannetaan toimivaa tuotetta paremmaksi. Tuote voi olla täysin toimiva, mutta siinä voi olla puutteita tai huonoja ratkaisuja. Yleensä tuotetta lähdetään kehittämään, että tuotteesta saisi enemmän irti. Tuotekehitysprosessiin kuuluu monta vaihetta.

Tuotekehitys aloitetaan vaatimuslistan tekemisellä. Vaatimuslistassa rajataan tuotteen hyvät ja huonot puolet. Tuotetta ei kannata lähteä kehittämään, jos tuotteesta ei löydy tarpeeksi virheitä tai parannuskohteita.

Vaatimuslistan jälkeen aloitetaan ideointi tuotteen parantamiseksi. Mahdollisia ideoita saadaan yleensä asiakkaitten ja käyttäjien kokemuksista sekä kilpailijoiden tuotteista. Ideointivaiheessa yritetään etsiä mahdollisimman monta ratkaisua. Monesta ratkaisusta voidaan valita ne ideat, jotka soveltuvat parhaiten tuotteen kehittämiseksi.

Tuotetta aloitetaan luonnostelevaan saatujen ideoitten perusteella. Luonnostelu vaiheessa tuotetta ei piirretä tarkasti, vaan sijoitetaan pääkomponentit ja toiminnot laitteeseen. Luonnostelun toisessa vaiheessa käydään tuotteen mitoitus tarkemmin läpi. Tuotteesta tehdään ensimmäinen prototyyppi, jonka toimivuutta voidaan testata tarvittaessa.

Tuotekehityksen viimeinen vaihe on viimeistely. Tuotteen viimeistely tapahtuu yleensä testaamalla tuotetta tiettyjen standardien vaatimalla tavalla, kuten esimerkiksi turvallisuuteen liittyvillä testauksilla. Viimeistelyvaiheessa tuotteelle tehdään tuotedokumentaatio valmistusta varten. Tuotteen toimivuuden varmistuttua, voidaan valmistaa käyttäjille oma dokumentaatio tuotteen käytöstä. Prototyyppisiä valmistetaan erilaisiin testeihin, joissa nähdään tuotteen mahdolliset virheet. Tuotetta testataan niin kauan, että valmiista tuotteesta löytyy mahdollisimman vähän virheitä, jonka jälkeen tuote voidaan julkistaa käyttäjille. /4/

4 KONSEPTIVAIHE

Aloituspalaverissa sovittiin, että tehdään 2-3 erilaista konseptivaihtoehtoa. Tehtiin yhteensä kolme erilaista raakaa konseptia, joissa on erilaisia ratkaisuja siitä, miten kannakkeen voisi toteuttaa. Konseptien teossa yhdisteltiin vanhoja sekä uusia ideoita.

4.1 Konseptit

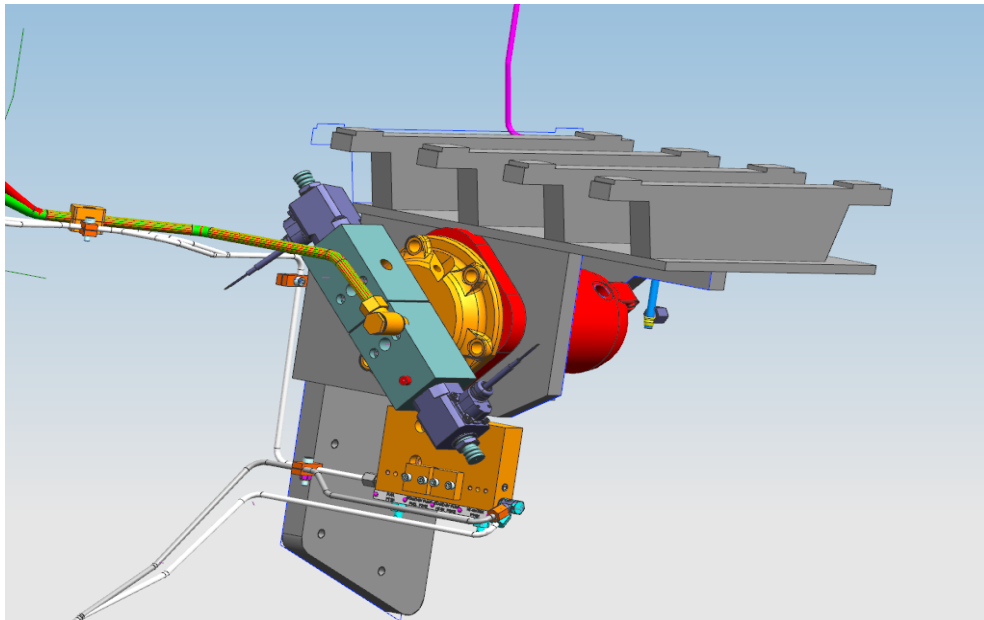
Erilaisia konsepteja valmistui yhteensä kolme kappaletta. Jokaisessa on hyvät ja huonot puolensa. Konseptit ovat hyvin samantapaisia, vain toteutukseen vaikuttavat kohdat kannakkeessa ovat muuttuneet. Näissä konsepteissa on otettu huomioon kannaketta ympäröivät komponentit, jonka mukaan mallit tehtiin ja malleja voitaisiin jatkokehittää. Konseptien esittely sovittiin aloituspalaverissa parin viikon päähän, jolloin konseptimallit olisivat valmiita.

Tärkeimpinä kohtina konsepteissa on sähkökaapin sijoittelu, paineilmasäiliön sijoittelu, paineilmasäiliönkannen suunnittelu, paineilmasäiliön solenoidien sijoittelu, öljyputkien vienti, paineilmalohkon sijoittelu sekä sen putkitukset. Vielä konseptienvaiheessa mitään ei ole suunniteltu ajatusta pidemmälle, vaan kannake on mallinnettu ja osia siirretty suurin piirtein sellaisille paikoilleen mihin ne on ajateltu tulevan kyseisessä konseptissa.

4.1.1 Konsepti 1

Konsepti 1 (**Kuva 1**)-mallissa paineilmasäiliö sijoitettaisiin 45° kulmaan, jolloin paineilmasolenoidit saataisiin helpommin vaihdettua kentällä. Päällä olevien ripojen tarkoitus on tukea sähköpääkeskusta sekä antaa samalla johdotuksille tilaa mennä laatikon alta. Paineilmalohko kääntyisi 90° solenoidien alta pois, tässä tilanteessa sitä ei ole vielä tehty.

Huonoja puolia tämän mallisessa konseptissa olisi valmistaminen. Valaminen olisi hankalaa tämän muotoisessa kannakkeessa, jossa välejä on joka suuntaan. Solenoidien asennosta johtuen, kondenssivesi kertyisi toiseen solenoidiin rikkoen sen.

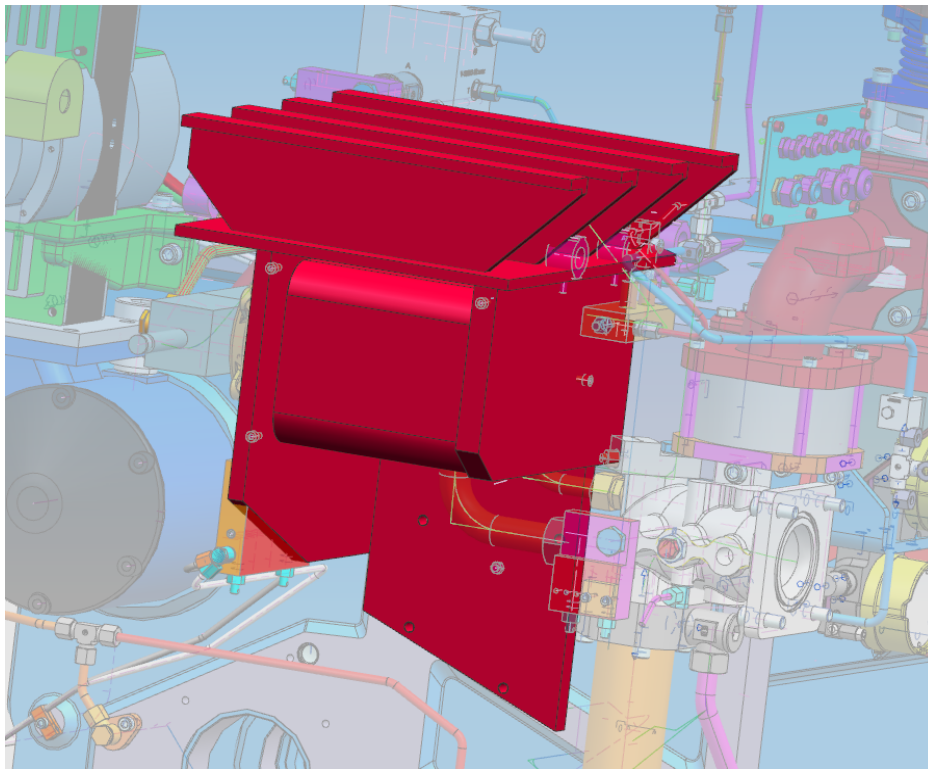


Kuva 1. Konsepti 1, jossa solenoidit 45° kulmassa.

4.1.2 Konsepti 2

Konsepti 2 (**Kuva 2**) on sähköpääkeskuksen kiinnityspisteistä samanlainen kuin konsepti 1, mutta erilaisilla rivoilla. Loppujen komponenttien sijoittelu olisi erilainen. Tässä konseptissa paineilmasäiliö olisi valun sisällä, jolloin erinäistä räjähdysuojaa ei tarvittaisi paineilmasäiliölle. Mietittiin myös olisiko mahdollista jättää säiliö kokonaan pois ja paine olisi valun sisällä. Säiliö on myös ylempänä vanhaan kannakkeeseen verrattuna, joten solenoidin huolto kentällä olisi helpompaa. Paineilmalohkon sijoittelu olisi samassa paikassa kuin vanhassa kannakkeessa, mutta hieman ylempänä.

Tässä konseptissa on myös sama ongelma kuin konsepti 1:ssä, valmistustekninen ratkaisu olisi hankala. Jos paineilmasäiliö jätettäisiin pois, olisi valu tehtävä tarkkuusvaluna, jolloin valmistuskustannukset nousisivat. Valussa oleva virhe johtaisi koko kannakkeen hylkäämiseen, jos paine ei pysyisi kannakkeen sisällä.

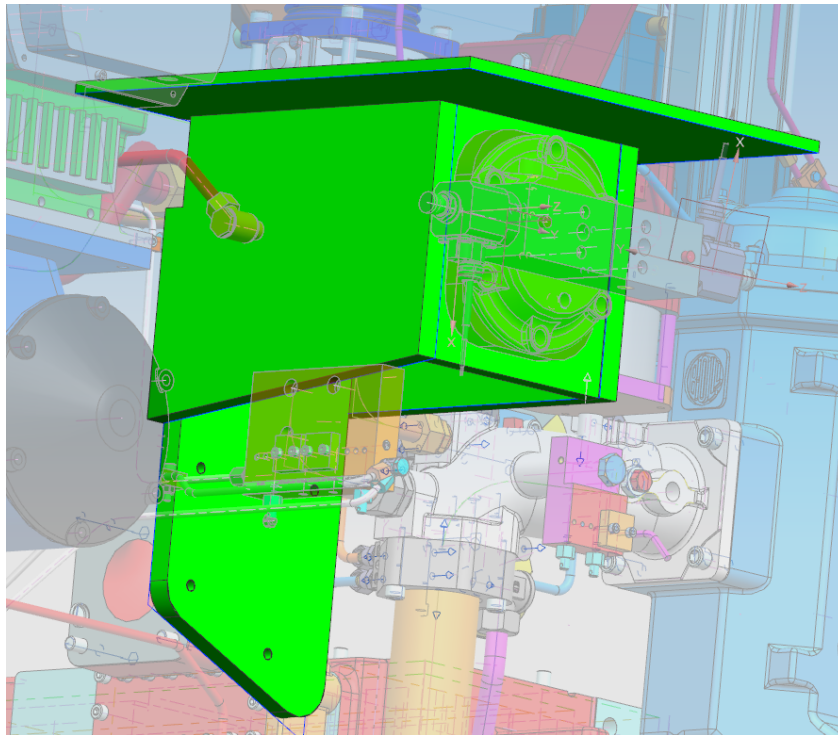


Kuva 2. Konsepti 2, jossa paineilmasäiliö on valun sisällä.

4.1.3 Konsepti 3

Konsepti 3 (**Kuva 3**) olisi radikaalimpi ratkaisu. Siinä säiliö käännettäisiin 90° , jolloin solenoidit eivät voisi osua irrotettaessa moottorilohkoon. Paineilmalohkolle vapautuisi paikka kyljestä, jolloin sillä olisi tilaa siinä hyvin. Johdotuksille suunniteltiin reitti kannakkeen takaa, jolloin sähköpääkeskuksen kiinnitysalusta voisi olla tasainen. Kaikki komponentit eivät olisi samalla sivulla. Tässä konseptissa myös öljyputket menisivät paineilmasäiliön alta eikä takaa, kuten kahdessa edellisessä konseptissa.

Huono puoli tälle asetelmalle olisi painopisteen sijoittuminen liian kauaksi kiinnityspisteistä, mikä lisäisi mahdollista värähtelyä. Solenoidien eteen tulisi pienempi sähkölaatikko, joka hankaloittaisi pääsyä solenoidille kentällä.



Kuva 3. Konsepti 3, jossa paineilmasäiliö käännettynä 90° .

4.2 Konseptin valinta

Pidettiin välipalaveri konseptien valinnasta työnohjaajan sekä suunnittelijoiden kanssa. Konseptin valinnassa päädyttiin yhdistelemään vähän kaikkia konsepteja. Kaikissa oli jokin hyvä puoli, joten todettiin parhaaksi yhdistellä vähän jokaista parhaan lopputuloksen saamiseksi. Ideoita konseptin jatkolle tuli lisää työn edessä, joten lopullisessa konseptissa on paljon uusia kokonaisuuksia, mitä työn alkuvaiheessa ei vielä tiedetty. Tällöin oli hyvä, että ensimmäiset konseptit eivät olleet kovin tarkkoja, vaan niistä näki pääpiirteet ja lopulliset yksityiskohdat pystyi hiomaan myöhemmin.

Konsepti 3:sta otettiin pelkästään sähköpääkaapin paikka, myös perusmuoto valittiin tästä mallista. Paineilmasäiliön sekä paineilmalohkon paikka otettiin konsepti 2:sta, mutta paineilmasäiliö pysyisi ennallaan erillisenä säiliönä, ei integroituna kannakkeeseen. Öljyputket olisi helpoin viedä samasta paikkaa kuin ennen, siihen ei löytynyt parempaa eikä helpompaa ratkaisua, entinen ratkaisu oli mielestämme tarpeeksi toimiva. Tehdyt konseptit eivät olleet turhaa työtä vaan ne antoivat lisää ideoita toimivampaan ratkaisuun. Kannakkeen eteen tulee pienempi sähkölaatikko, jonka teline voitaisiin nyt tehdä paremmin kuin entisessä. Samalla sen kannake toimisi räjähdyssuojana, jolloin valmistettavia osia olisi vähemmän.

Yhdisteltäessä konsepteja mietittiin miten saisimme solenoidit asemoitua parhaan mahdollisen tavan mukaan, joka olisi helppo sekä huoltaa että asentaa. Siinä samalla suunniteltiin minkälainen uusi paineilmasäiliönkansi voisi olla ja miten solenoidit asemoitaisiin siihen. Entisessä kannakkeessa solenoidit olivat sijoitettuna eri suuntiin, jolloin toinen solenoidi törmäsi irrotettaessa moottorilohkoon. Suunniteltiin kansi uusiksi, että solenoidit olisivat molemmat samaan suuntaan. Tällöin paineilmasäiliötä saisi lähemmäksi lohkoa ja molemmat solenoidit olisi tällöin helpompi ja nopeampi ottaa irti kentällä. Samalla kanteen saisi lisätilaa uudelle reiälle, josta voisi mitata paineen paineilmasäiliöstä. Entisessä kannakkeessa paineanturi mittaa painetta paineilmasäiliön alta, jolloin voitaisiin poistaa koneistus siitä ja näin saataisiin vuotokohtia poistettua säiliöstä.

5 SUUNNITTELU TYÖ

Itse työn valmistus alkoi konseptien valinnan jälkeen. Aluksi suunniteltiin uusi kansi paineilmasäiliölle, jonka jälkeen aloitettiin kannakkeen suunnittelu. Kannakkeen mallintaminen alusta oli parhain vaihtoehto, johon sitten lisättiin ne osat, jotka valitsimme konsepteista.

Suunnittelutyötä avustamassa oli kaksi muuta suunnittelijaa, jotka neuvoivat sekä antoivat ideoita. Työn edetessä kannake sai monta eri piirrettä ja parannuksia konseptivaiheesta.

5.1 Paineilmasäiliön kannen suunnittelu

Aloitettiin kannen suunnittelu sekä mallintamisen siitä, että käytettiin melkein samanlaista kantta kuin edellisessä, mutta pultit täytyi upottaa sekä solenoidien reiät sijoittaa uudelleen. Samalla täytyi paineilmatulon sekä kondenssiveden tyhjennysreiän paikkaa muuttaa. Myös paineilman anturille täytyi tehdä paikka, josta voisi vetää putken paineilmalohkolle, jossa anturi sijaitsisi.

Kannen muotoilu pysyi muuten hyvin samanlaisena yllämainittuja muutoksia lukuun ottamatta. Kansi tulisi olemaan samanmuotoinen, mutta paksumpi upotettujen pulttien vuoksi. Kannesta tehtiin vain 3D-malli ilman piirustuksia, jotta päästiin nopeammin itse kannakkeen suunnitteluun. Myös koneistuksen 3D-malli ja piirustus jätettiin tekemättä.

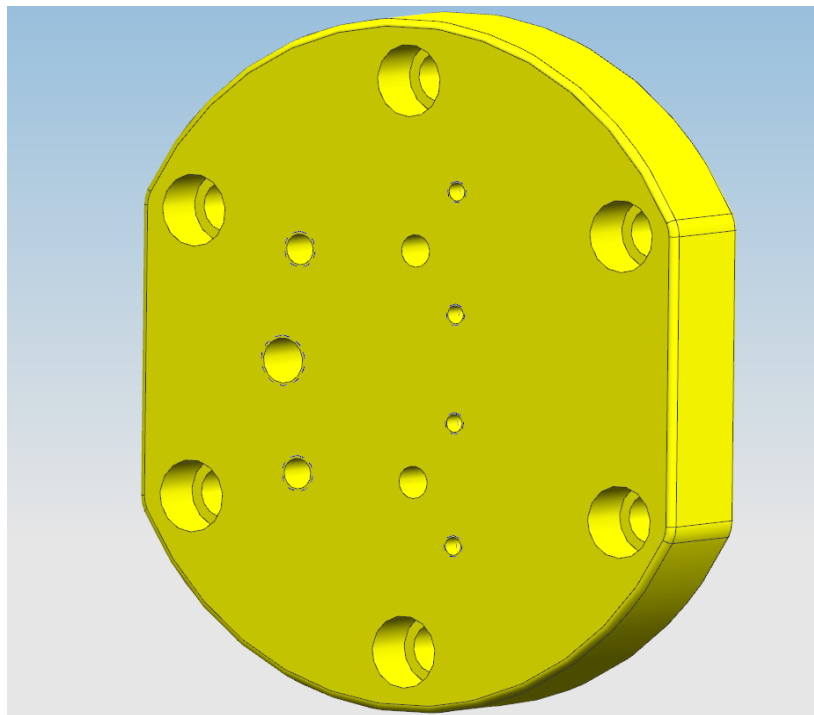
5.1.1 Paineilmasäiliön kannen selvitys

Paineilmasäiliön kanteen (**Kuva 4**) tehtiin pulttien upotuksille paikat. Vasemmassa reunassa ylhäältä alaspäin on tyhjennysputkelle paikka, paineilmatulonpaikka sekä alimpana paineanturille mittauspaikka. Oikeassa reunassa olevat reiät ovat solenoidien lohkojen kiinnitysreiät sekä paineilmaoton reiät.

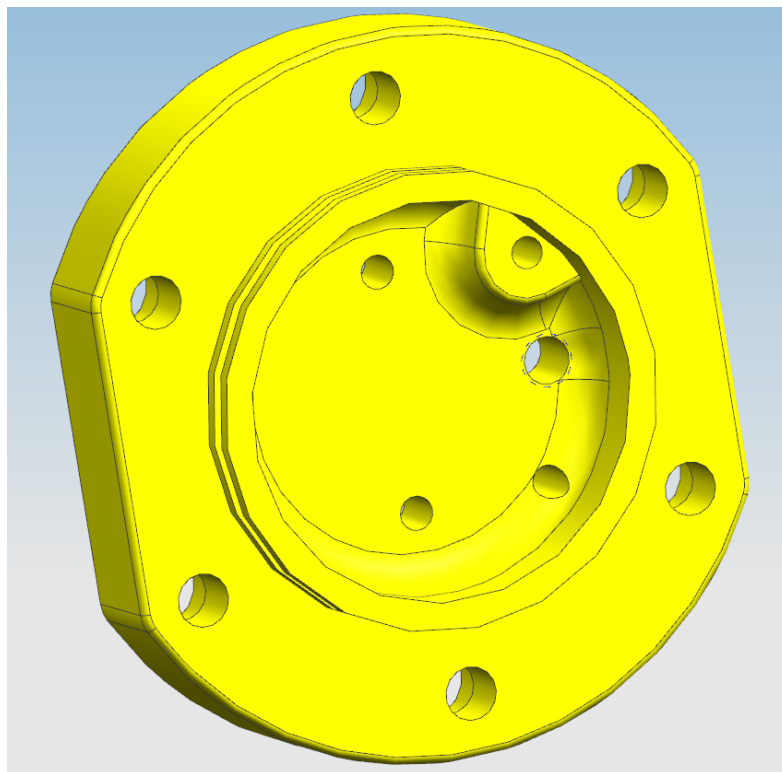
Paineilmasäiliön kannessa (**Kuva 5**) on O-renkaalle paikka, joka tiivistää paineilmasäiliön sekä näkyvät paikat, josta paineilma poistuu. Kondenssiveden reiälle

täytyi tehdä pieni uloke, jotta siihen pystyi tekemään kierteet myös sisäpuolelle poistoputkelle, joka menee paineilmasäiliön pohjalle.

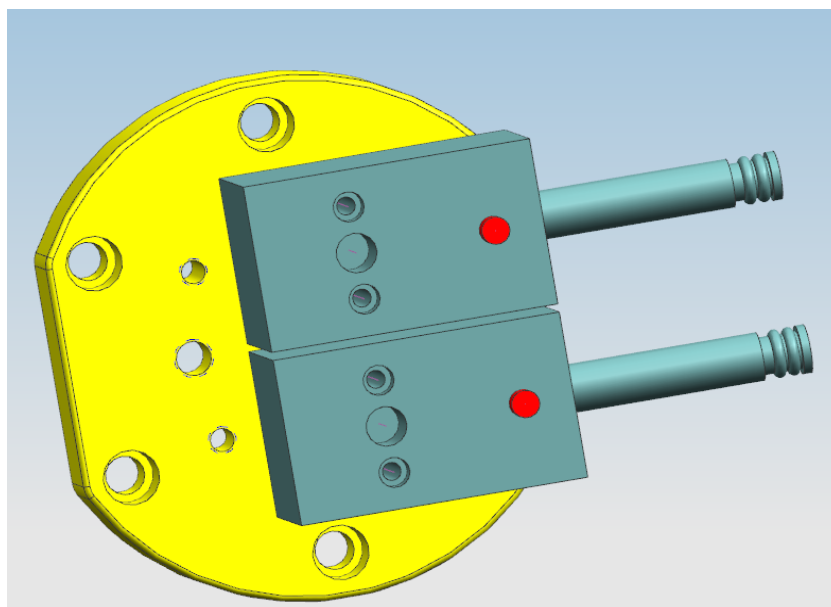
Solenoidien sijoitus paineilmasäiliön kannessa vaihdettiin siten, että molemmat solenoidit osoittaa samaan suuntaan (**Kuva 6**). Solenoidit on helppo yhdistää putkella ja molemmat on helppo huoltaa kentällä uudelleen sijoituksen myötä. (**Kuva 12**)



Kuva 4. Paineilmasäiliön kansi edestäpäin.



Kuva 5. Paineilmasäiliön kansi takaa.



Kuva 6. Paineilmasäiliön kansi, jossa solenoidien lohkot ovat paikallaan.

5.2 Kannakkeen suunnittelu

Kannakkeen suunnittelu alkoi mallintamalla ne tietyt osat, jotka valittiin konseptista. Niiden perusteella saatiin hyvin kokonaispiirre tehtyä ja sen jälkeen aloitettiin yksityiskohtien parantaminen.

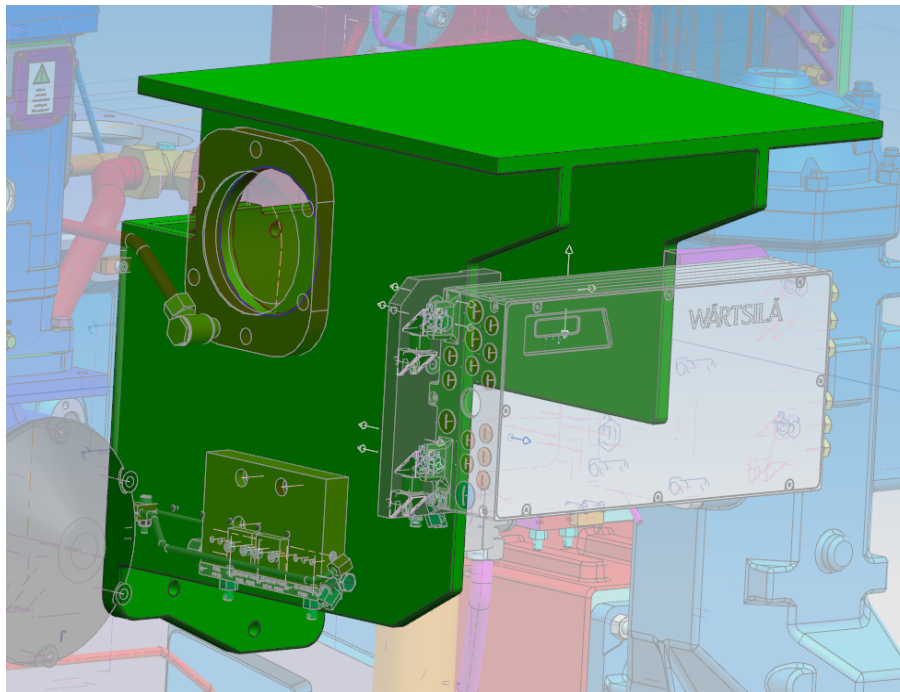
Kannakkeen tekemisen ohella pidettiin välipalaveri sekä loppupalaveri. Välipalaverissa nähtiin ensimmäisen konseptimalli tulevasta kannakkeesta. Välipalaverissa sovittiin lopullisista yksityiskohdista paremmin, jotka esiteltäisiin loppupalaverissa. Loppupalaveri pidettiin kahdessa osassa, ensimmäisessä osassa opinnäytetyön ohjaajan ja työn ohjaajan kanssa. Toinen osa pidettiin kaksi viikkoa myöhemmin, missä oltiin tehty viimeiset loppusilaukset kannakkeeseen ja samalla palautettiin kaikki työhön liittyvän materiaali työn hankkijalle.

5.2.1 Ensimmäinen kannake

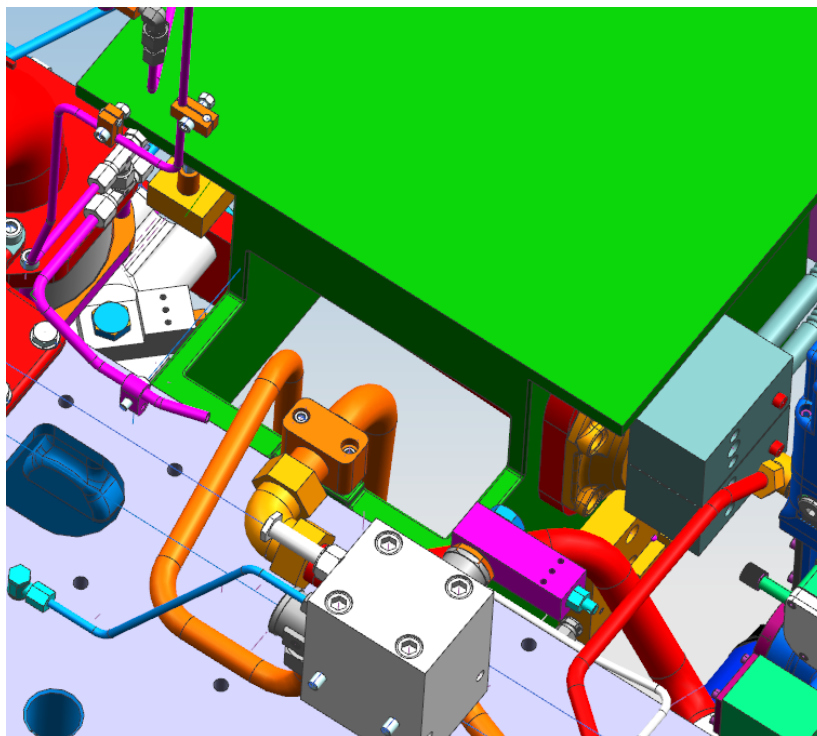
Ensimmäinen kannake on melkein samanlainen kuin valmistunut, mutta pienet yksityiskohdat vielä puuttuvat tästä mallista. Tässä vaiheessa nähtiin mihin komponentit sijoitettaisiin sekä mahdollisia parannuksia.

Paineilmasäiliö sijoitettiin mahdollisimman korkealle, jotta saatiin lisää tilaa sen alapuolelle helpottamaan paineilmalohkon sijoitusta sekä sen putkituksia. Kannakkeen kiinnityspisteet tulevat samaan paikkaan kuin entisessäkin kannakkeessa, joten muutoksia moottorilohkon koneistukseen ei tarvitse tehdä. Sähköpääkeskuk- sen kiinnitys tulisi olemaan tasaisella levyllä, ainoastaan värähtelyä estävät kumitassut tulisi kannakkeen ja keskuksen väliin (**Kuva 7**). Pienempi sähkölaatikko edessä tulisi kahdella erillisellä tuella kiinni kannakkeeseen, toimien samalla räjähdysuojana paineilmasäiliön räjähdysten varalta (**Kuva 9**). Öljyputket vedettäisiin kannakkeen sisältä ja paineilmasäiliön takaa ylös, kuten edellisessäkin kannakkeessa. Myös solenoidit mahtuisivat pois ilman edessä olevan sähkölaatikon irti ottamista. Johdotukset vedettäisiin kannakkeen takaa, jossa kannakkeessa on paikka mihin voidaan sijoittaa johtokouru (**Kuva 8**). Kannakkeen takana on myös entistä kannaketta enemmän tilaa.

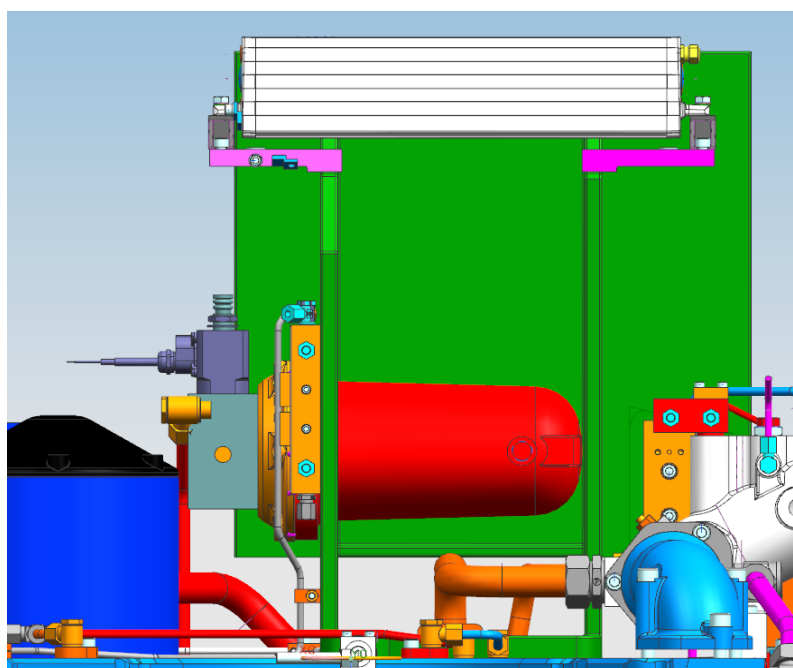
Tällä kokonaisuudella saatiin painopiste pysymään mahdollisimman lähellä kiinnityspisteitä. Vaikka kannake laajeni eteenpäin paljon, painopiste ei muuttunut.



Kuva 7. Ensimmäinen yleiskuva konseptivaiheessa olevasta kannattimesta.



Kuva 8. Öljyputkien tulo sekä tila johtokourulle.



Kuva 9. Solenoidit mahtuvat liikkumaan pois lohkoistaan.

5.2.2 Lopullinen kannake

Lopulliseen kannakkeeseen lisättiin paljon yksityiskohtia. Lisättiin jäykisterivat, koneistuspintoja, tarkennettiin komponenttien paikkoja, vaihdettiin mittoja, lisättiin paineilmasäiliön takakiinnikkeet, vaihdettiin paineilmalohko toisesta moottorimallista sekä lisättiin toisenlainen sähkölaatikko kannakkeen eteen ja päivitettiin kiinnitystapaa pienelle sähkölaatikolle.

Lopullisessa kannakkeessa näkyy myös miten putkitukset on suunniteltu menevän. Samalla sähköpääkeskuksen johdotusten sijoittuminen sekä mahdollinen reitti näkyvät. Kondenssiveden poistamiseen tarvittava putki kulkeutuu solenoidien yläpuolelta sähkölaatikon taakse. Putken päähän tulee venttiili, josta voidaan kondenssivesi poistaa tarvittaessa (**Kuva 13**).

Jäykisteripoja lisäämällä saatiin kannakkeesta parempi kuva, siitä miten sitä voisi valmistaa. Aluksi jäykisterivat olivat liian paksut, jolloin valmistaminen voisi olla hankalampaa tiettyjen materiaalikohdistumien vuoksi. Samalla paineilmasäiliön takakiinnitykset toimivat pieninä jäykistämisripoina. Myös jäykisterivat toimivat pienenä koneistuspintana johon porataan kannakkeen kiinnitysreiät. Jäykisterivoista lähtee pulttien kiinnitys, mikä antaa suuremman kiristyksen pultilla, koska pultit ovat pidempiä.

Toisenlaisen sähkölaatikon myötä tehtiin erilainen kiinnitys kannakkeeseen, joka toimii myös samalla räjähdyssuojana (**Kuva 10**). Nyt sähkölaatikon kiinnitys tapahtuu yhdellä osalla, vähentäen osia kannakkeen ympäriltä (Liite 12).

5.2.3 Paineilmalohko

Paineilmalohko otettiin eri moottorimallista, joka on pidempi sekä koneistettu eri tavalla. Tällöin saadaan vähennettyä osia ja voidaan käyttää samoja osia monessa eri moottorimallissa. Lisättiin koneistuspintoja sellaista tarvitseville pinnoille, kuten paineilmasäiliön sekä paineilmalohkon alle, ettei se olisi kiinni koko matkalta valussa (Liite 5).

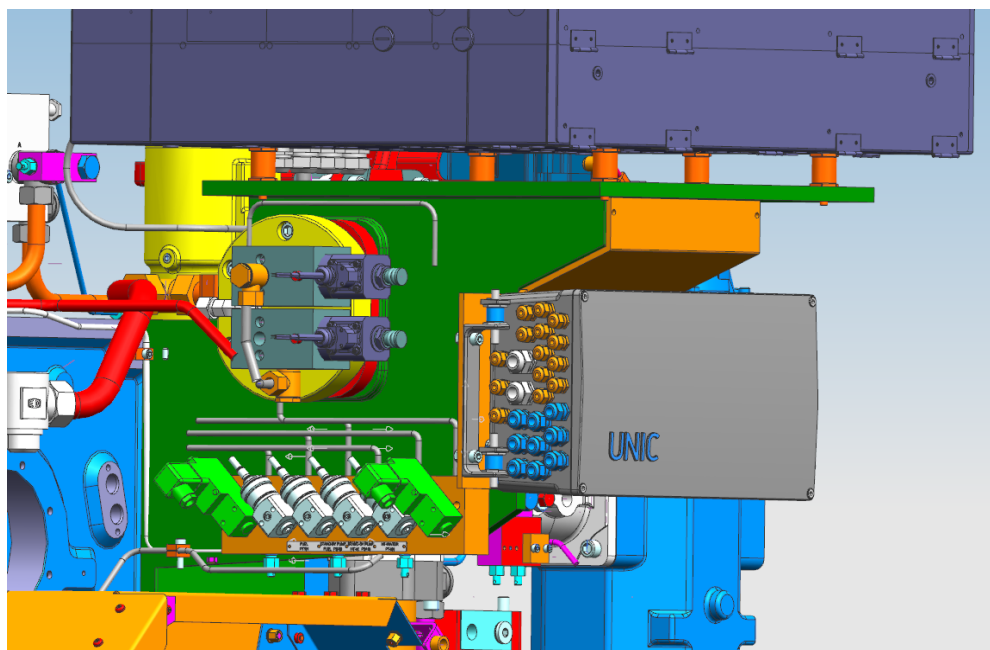
Paineilmalohkon asemointi on tehty siten, että sillä on varaa laajentua. Putkitukset lähtevät paineilmalohkolta kahdessa rivissä tilan säästämiseksi, putket täyttyy tukea tukiraudalla värähtelyn minimoimiseksi (**Kuva 13**). Anturit on sijoitettu paineilmalohkossa 45° asteen kulmaan johtojen viennin helpottamiseksi kannakkeen taakse.

5.2.4 Johdotukset

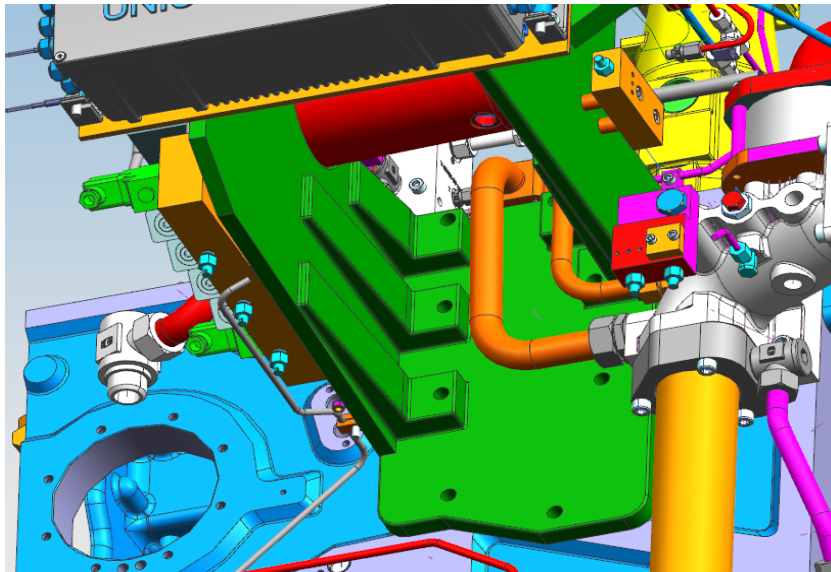
Johdotukset viedään kannakkeen taakse sähköpääkeskukselta sekä paineilmalohkolta. Kannakkeen taakse tulee erillinen johtokouru, jolle on tehty paikka kannakkeeseen, johon sen voi kiinnittää.

5.2.5 Kannakkeen 3D-kuvia

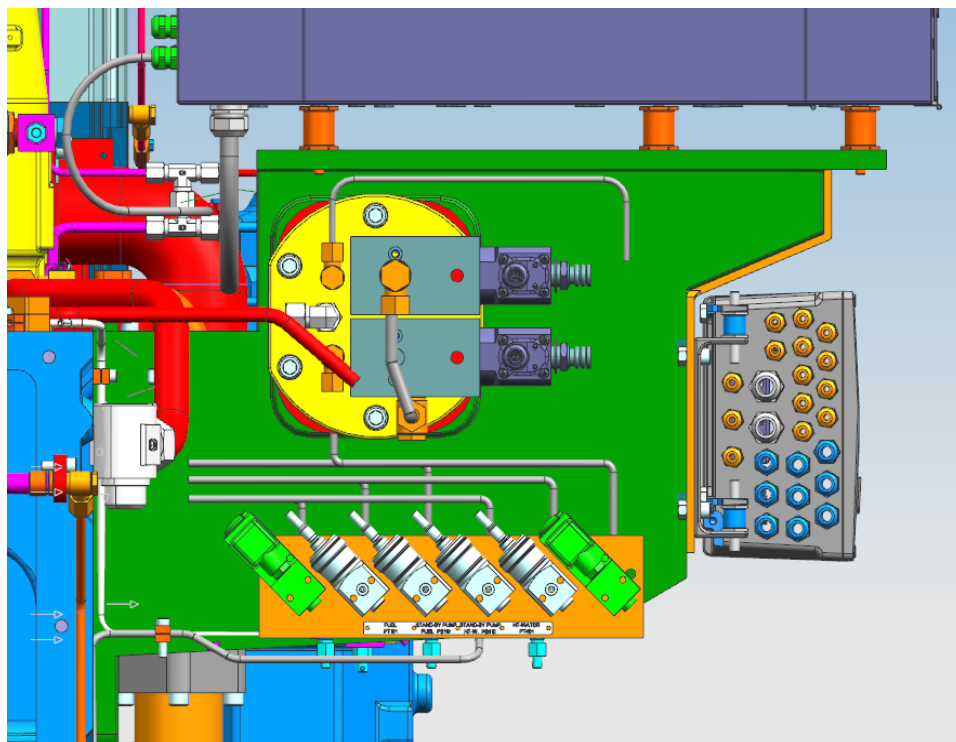
Valmiin kannakkeen 3D-kuvia, joissa ympäristö on paikallansa sekä tarvittavat komponentit.



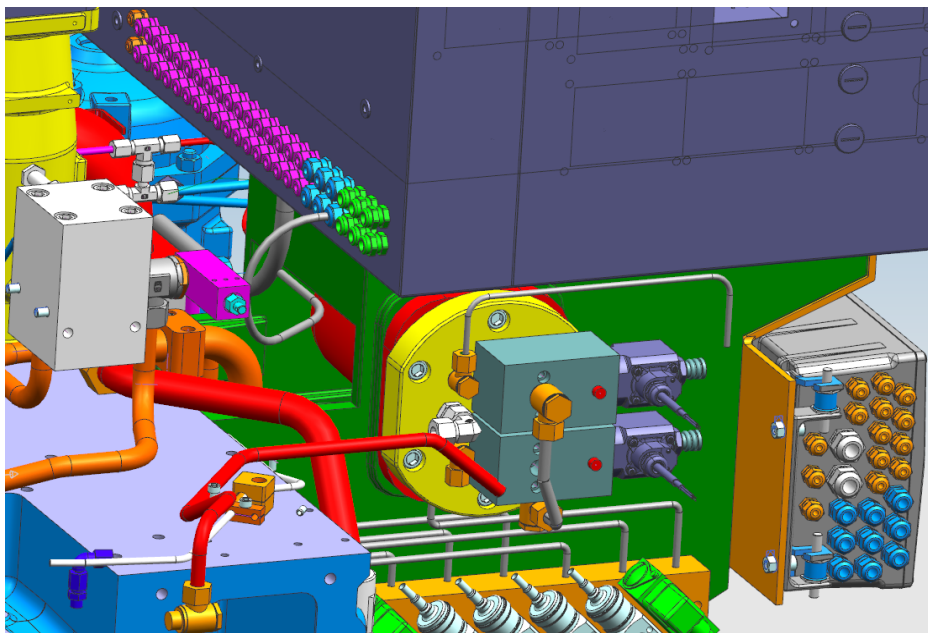
Kuva 10. Kannake kokonaisuudessaan kaikkine komponentteineen.



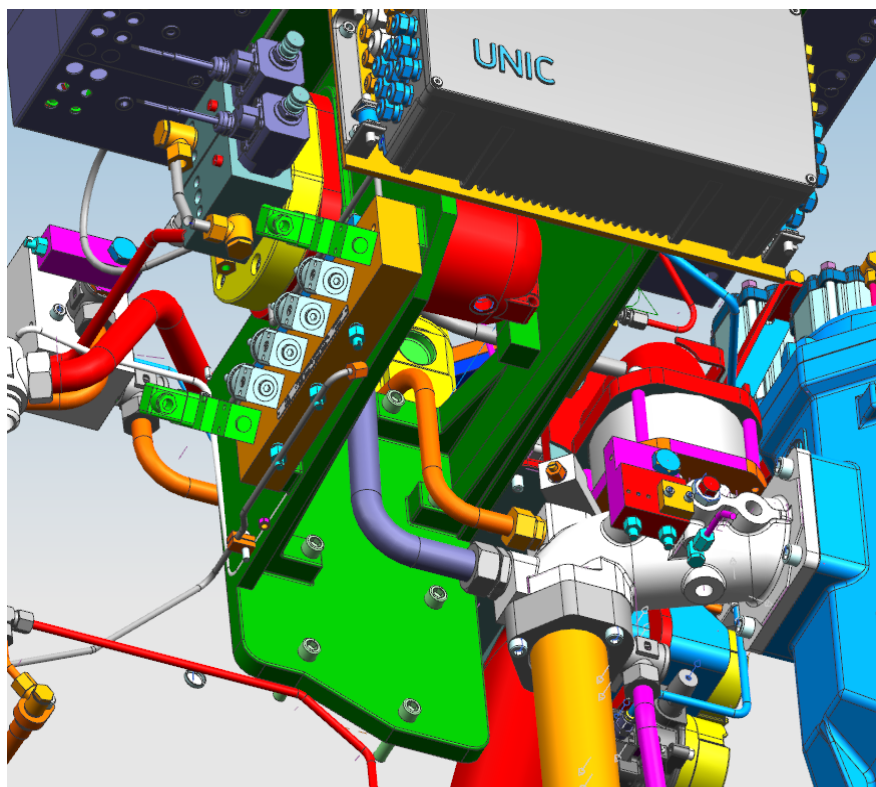
Kuva 11. Kannakkeen jäykisterivat sekä kiinnityspisteet.



Kuva 12. Suunniteltujen putkien toteutus.



Kuva 13. Johdotuksille tarvittava tila sekä miten johdot menisivät.



Kuva 14. Paineilmasäiliön takakiinnitys sekä öljyputkien meno.

5.3 Valmistaminen

Kannakkeen valmistaminen toteutetaan valamalla. Valutekniikkana käytetään hiekkavalua, joka on vanha ja yleinen tapa valmistaa valuja.

Muottihiekka on hienojakoista hiekka-sideaineseosta, joka pystyy toistamaan yksityiskohdat hyvinkin tarkasti. Jos valetaan terästä, jossa on korkea sulamispiste, maalataan muottipinnat tulenkestävällä peitosteella, ettei hiekka pala metalliin kiinni.

Yleensä malli on kaksiosainen, että muotin ala- ja yläpuoliskot voidaan valmistaa erikseen. Malli valmistetaan kulumiskesto- ja mittatarkkuusvaatimusten perusteella kevytmetallista. Mallin tulee olla riittävän luja kestääkseen muotin valmistuksen sekä varastoinnin. Mallinpuolisko kiinnitetään levyyn, jonka päälle asetetaan kaavausta varten muottikehys. Tämän jälkeen kehys täytetään tiiviisti muottihiekalla.

Kun muottihiekka on kovettunut, muottipuoliskot irrotetaan malleista, muotinosat peitataan, jonka jälkeen muotin puoliskot kiinnitetään toisiinsa. Tämän jälkeen muottiin kaadetaan sula metalli ja valun jäähtyttyä muotti puretaan ja valukappale poistetaan. /3/

Suunniteltu kannake valmistetaan tällä menetelmällä eikä esimerkiksi tarkkuusvaluun ole tarvetta. Kannakkeessa ei ole niin pieniä yksityiskohtia, joita varten tarkkuusvalun käyttö ei olisi kannattavaa suurten kustannusten vuoksi.

6 KANNAKKEEN ASENNUS JA HUOLTO

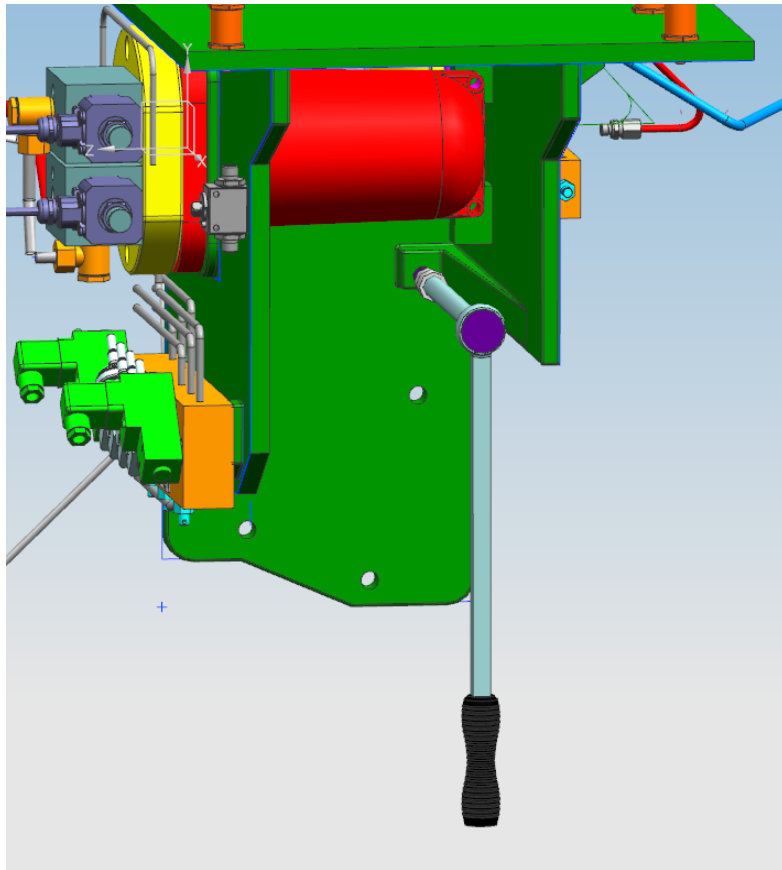
Kannake on suunniteltu sellaiseksi, joka on helppo asentaa. Myös huollon näkökulmasta on katsottu, että se olisi helpompaa kuin nykyisellä kannakkeella. Kannaketta suunniteltaessa on monen ihmisen mielipidettä kuunneltu ja todettu parhain tapa suunnitella. Kannakkeesta on tehty mahdollisimman asiakas- sekä huoltoystävällinen.

6.1 Asennus

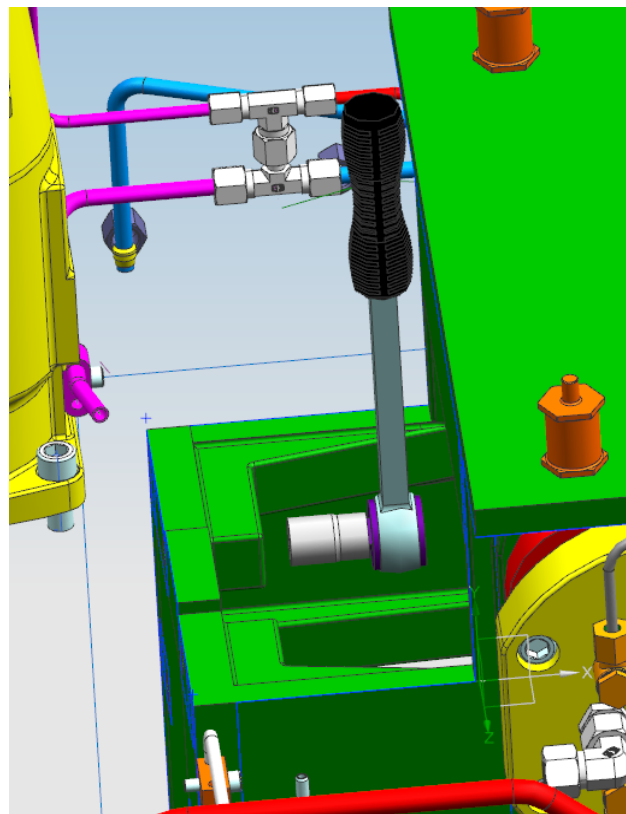
Asennus tehdään siten, että laitetaan kaksi vaarnaa ylimpiin reikiin, jolloin kannake voidaan nostaa paikoilleen, kiristää mutterit ja loppujen pulttien asentaminen on helpompaa. Kannakkeen asentamisen jälkeen voidaan loput komponentit sijoittaa paikoilleen. Asennusjärjestyksellä ei ole niinkään väliä, kunhan öljyputket laitetaan ensimmäiseksi kannakkeen asennuksen jälkeen ja sähkölaatikot viimeiseksi.

6.1.1 Asennustila työkaluilla

Katsottiin myös oikean kokoisilla työkaluilla, että ne mahtuvat kiristämään kannakkeen kiinni moottorilohkoon. Paineilmasäiliö voi olla kannakkeen asennusvaiheessa paikallaan, mutterit sekä pultit pystytään kiristämään myös silloin. Kaksi ylempää mutteria, jotka tulevat vaarnoihin, kiristetään yläkautta lenkkiavaimella tai hylsillä ja räikällä. Loput kuusi kuusiokolopulttia kiristetään kuusiokolohylsillä, pitkällä jatkovarrella ja räikällä (**Kuvat 15-16**). Loput komponentit kiristetään normaalisti, niihin ei tarvinnut katsoa erikseen mahdollista kiristystapaa, niille on hyvin tilaa kiristää.



Kuva 15. Alempien pulttien kiristys.



Kuva 16. Ylempien vaarnan mutterien kiristys.

6.2 Huolto

Uusi kannake on huoltoystävällisempi, koska komponenteilla on enemmän tilaa kuin aiemmin. Komponentit on sijoitettu paremmin, jolloin työkalut mahtuvat paremmin pulteihin kentällä ja työskentely on nopeampaa. Myös entistä vähemmän tarvitsee purkaa ympäriltä osia irti tiettyjen komponenttien purkamisen ja huollon yhteydessä.

7 LOPPUTULOS JA YHTEENVETO

Opinnäytetyön lopputuloksena saimme suunniteltua uudenlainen ratkaisu vanhalle kannakkeelle. Työn tavoitteisiin päästiin, yksinkertaisemman kannakkeen ratkaisussa, helpomman asennuksen tavoitteissa, helpomman huollon tavoitteissa sekä saimme vapautettua lisää tilaa kannakkeen ympärille. Kannakkeen ympäristö on nyt yksinkertaisemman näköinen sekä asiakasystävällisempi.

Aloituspalaverissa teimme vaatimuslistan ja sen mukaan aloimme tekemään lopullista työtä. Jo työn alkuvaiheessa päätimme, että työ tehdään konseptitasolle eikä piirustuksia tarvitse tehdä, pelkästään 3D-malli riittää. Työn alussa kolmesta eri konseptista tehtiin yksi toimiva konsepti.

Itse opinnäytetyö sujui helposti, sillä kaikki tarvittavat välineet olivat helposti saatavilla. Työkalut olivat helppoja käyttää, jota helpotti paljon koulussa käydyt kurssit niiden käytöstä, myös kesätyö samassa pisteessä helpotti paljon. Kesätyö helpotti komponenttien sijoittelua Wärtsilän moottoriin sekä Wärtsilän hakemiston käyttöä. Vaikka ohjelmat olivat tuttuja, vaikeinta työssä oli itse suunnittelutyö sekä kaikkien mahdollisten rajoitteiden huomioon ottaminen. Moni idea täytyi hylätä jonkin rajoitteen tullessa vastaan.

Työ saatiin valmiiksi ajallaan. Itse työ oli mielekäs sekä tarpeeksi haastava. Kaikki 3D-mallit ja muu materiaali luovutetaan työn tilaajalle tämän opinnäytetyön päätteeksi. Työn tilaaja jatkaa konseptivaiheesta lopullisen kannakkeen valmiiksi saamiseen sekä valmistukseen, myös mahdolliset laskelmat tekee työn tilaaja. Opinnäytetyöprojektin päättyessä ei ole vielä varmistunut milloin uusi kannake tulisi käyttöön, mutta tarkoitus on vuoden 2017 aikana.

LÄHTEET

/1/ Wärtsilä lyhyesti, Viitattu 12.1.2017. <http://www.wartsila.com/fi/wartsila>

/2/ Wärtsilä W20, Viitattu 12.1.2017. <http://www.wartsila.com/products/marine-oil-gas/engines-generating-sets/diesel-engines/wartsila-20>

/3/ Hiekkavalaminen lyhyesti, Viitattu 17.1.2017 <http://www.valuatlas.fi> (Tampereen teknillinen yliopisto, Valimoinstituutti sekä Aalto-yliopiston insinööritieteiden korkeakoulu)

/4/ Henry Petroski, 1996, How engineers get from thought to thing, Harvard University Press

Liite 1

Vaatimuslista kannattimelle

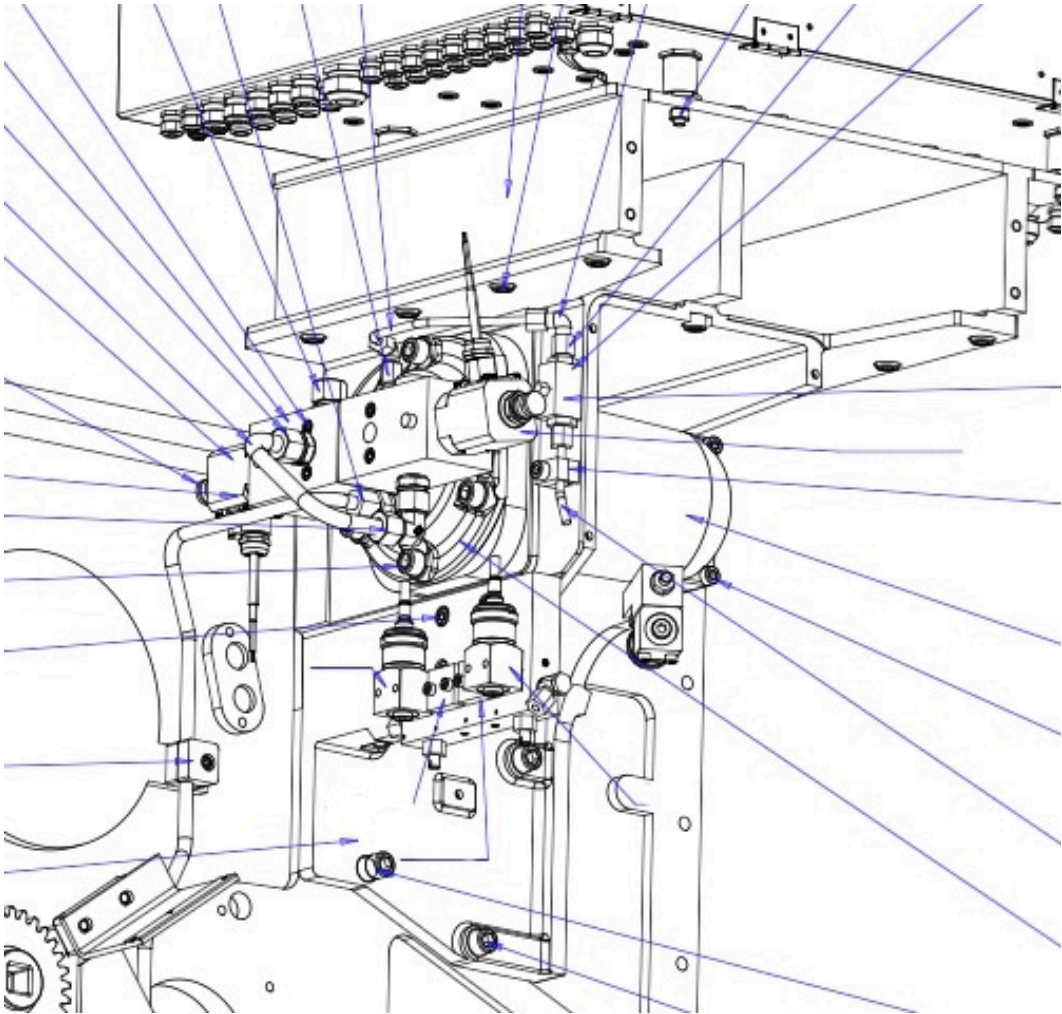
Seuraavat komponentit sekä asiat täytyy ottaa huomioon suunniteltaessa uutta kannatinta:

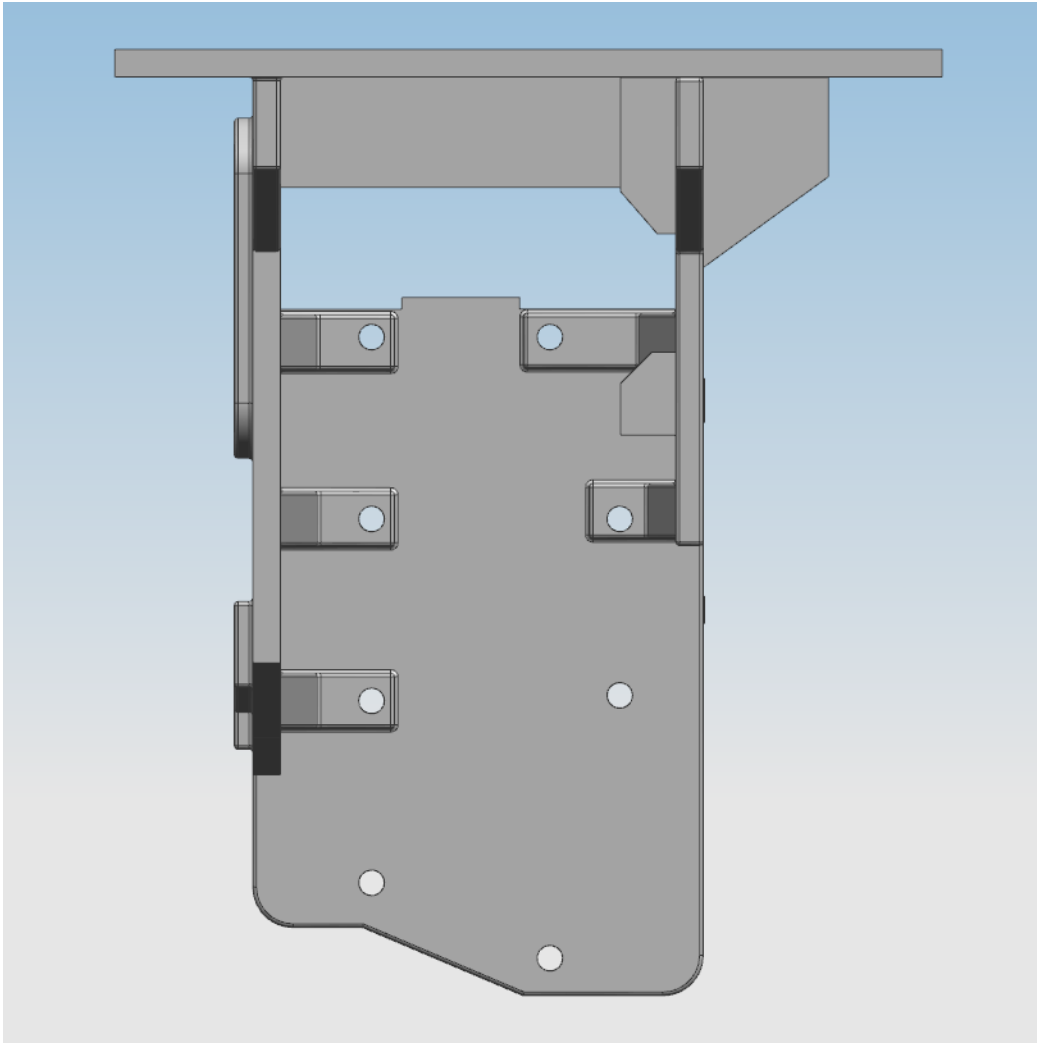
- Pääkabinetin kiinnitys (nykyisillä kiinnityspisteillä), korkeusmitta vapaa
 - Korkeuden määrittää alla olevien putkien vaatima tila
 - Noin 100 mm
- Kannakkeelle samat kiinnityspaikat lohkoon
 - Käytetään samoja paikkoja, mutta voi mahdollisesti jättää jonkun kiinnityspisteen pois
- Paineilmasäiliön asento
 - Mallinnetaan 2-3 konseptia
 - Säiliön eri asennot
 - Kokonaan uusi säiliö, tavoitteena kuitenkin vanhan säiliön käyttö
- Painesolenoidit parempaan asentoon
 - Säiliön solenoidit ja varsinkin lohkoa vasten oleva solenoidi
- VICin putket
 - Kannattimen altaveto
- Paineanturitaulun sekä anturien asento
- Sähkölaatikko kannattimen kylkeen
- Wastegate
 - Kabinetin paikkaan vaikuttaa paineilmaputket
 - IP-muuntimet ja pilliputket
 - Wastegate silencer
- Electrical governor
 - Mechanical governor type1
 - Mechanical governor type2
 - Mechanical governor type3
- Johdotus / putkitus
- Johdoille oma kouru (kaapeliarina)

Liite 1

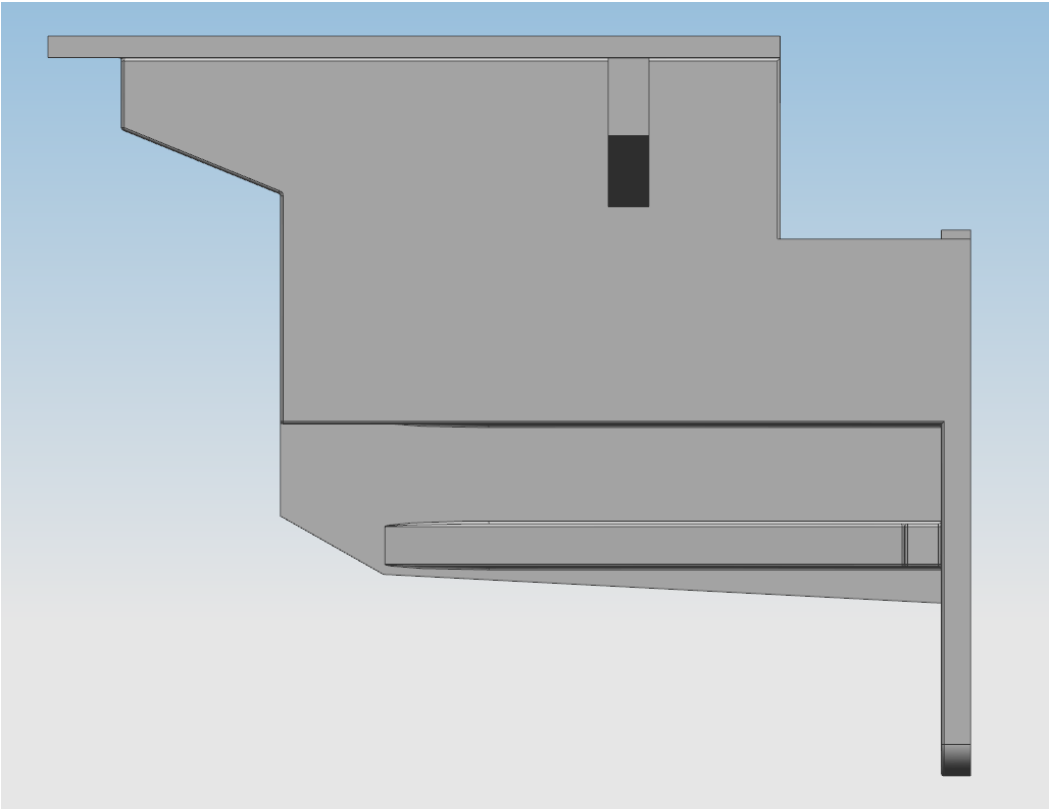
- Paineanturien putkille enemmän kiinnityspisteitä
 - Päivitettyä jaosta voi käyttää lähtötietona
 - Putkien järjestys, ja voiko parantaa
 - Alimman putken paikka määrittää kokonaisuuden alataason
- Vauhtipyörän kotelo
 - 1050 vauhtipyörän kotelo
- Räjähdyssuojaus
 - Miten paineilmastandardissa otetaan kantaa tähän
- Oil mist detector
 - Oil mist detector tilavaatimukset
- Voiteluöljymoduuli / moduulin putket
- LDU tuki ei ole mukana konseptissa

Kannakkeesta tehdään ainakin 2 konseptia, joissa paineilmasäiliön asento on erilainen, sillä se määrittelee kannattimen kokonaisuuden, muut asiat ovat sellaisia, joiden sijainnilla tai asennolla ei ole suurta merkitystä kannakkeen suunnittelussa, mutta jotka täytyy ottaa huomioon.

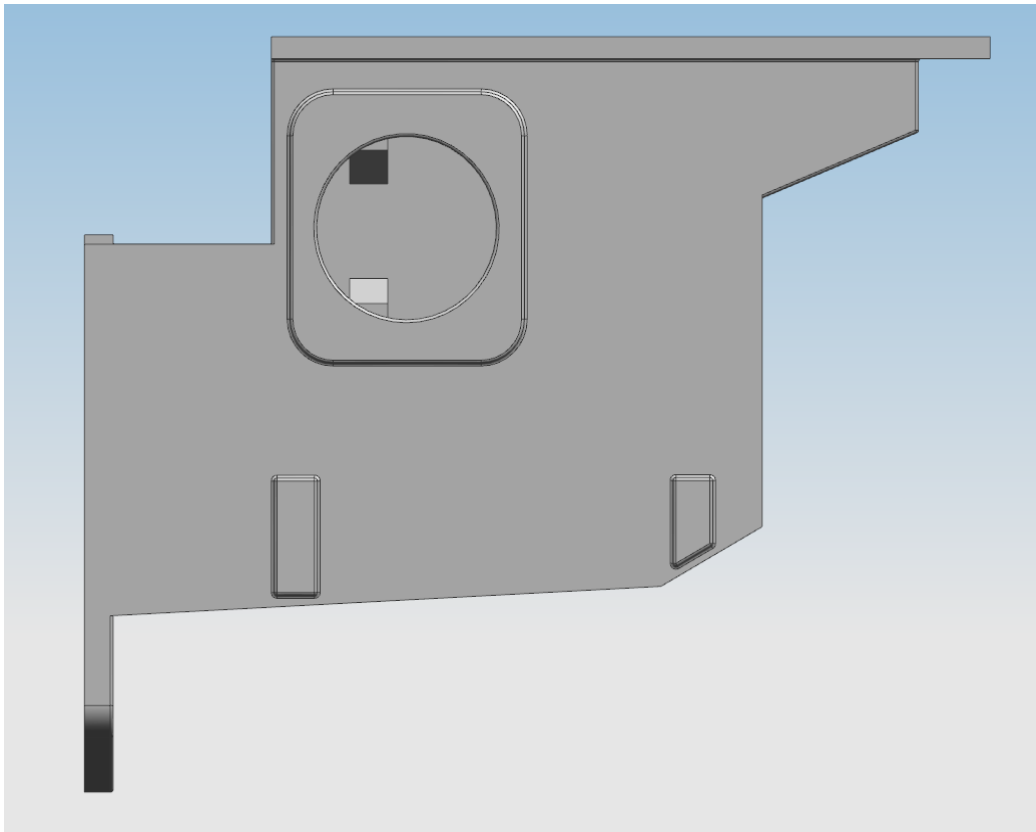




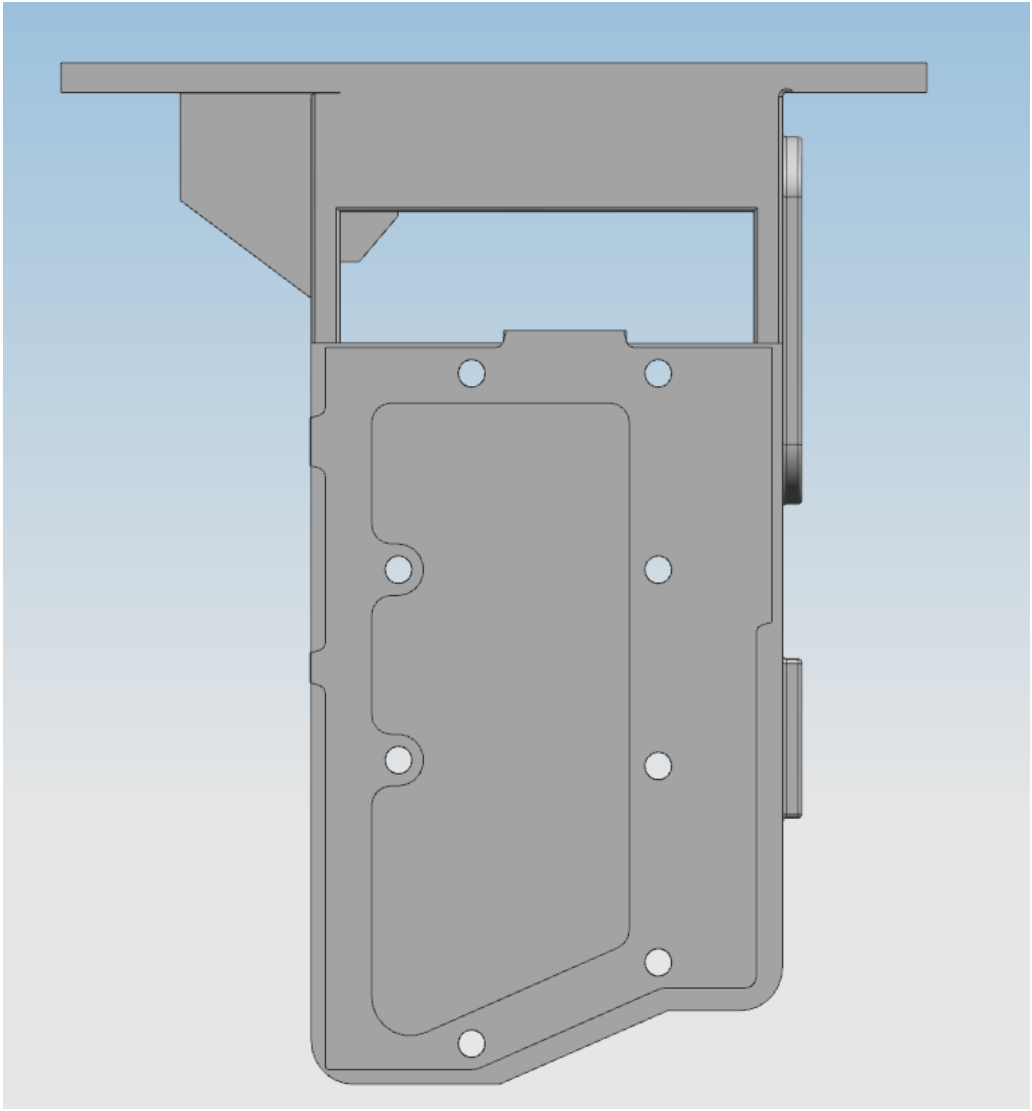
Liite 4



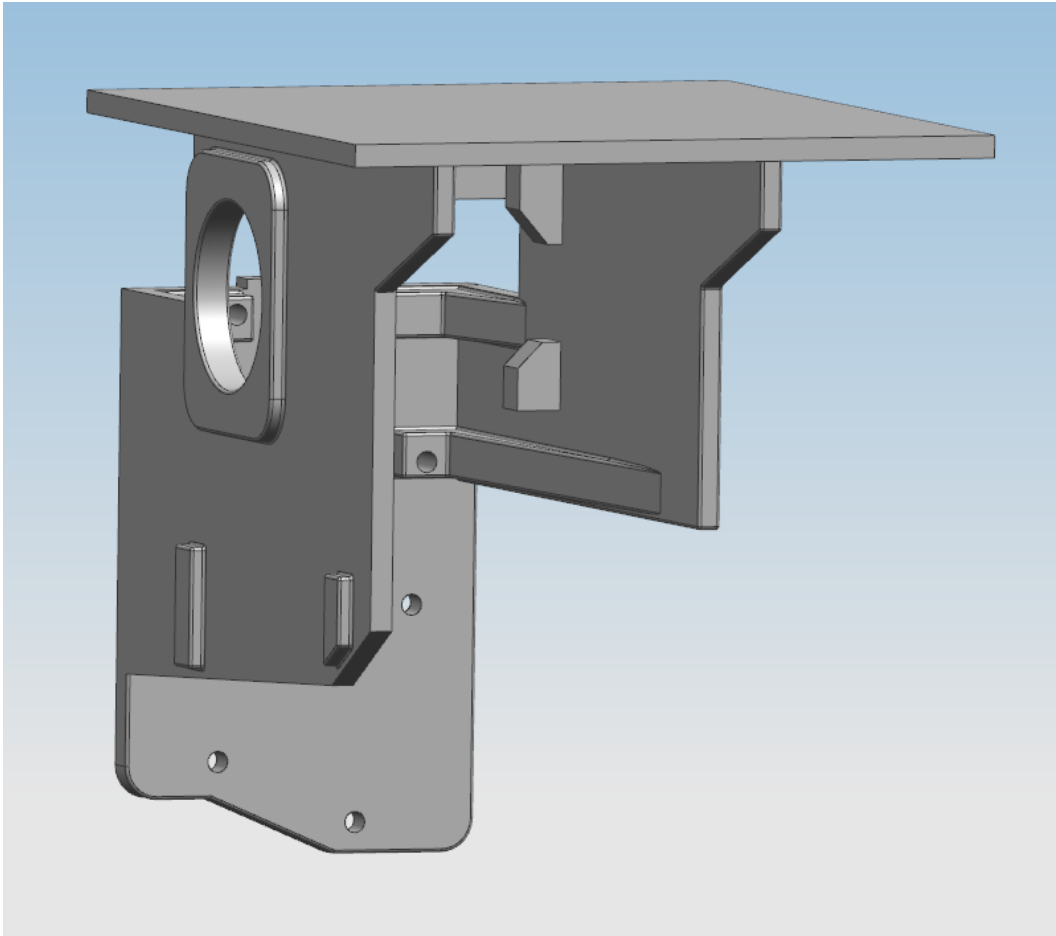
Liite 5

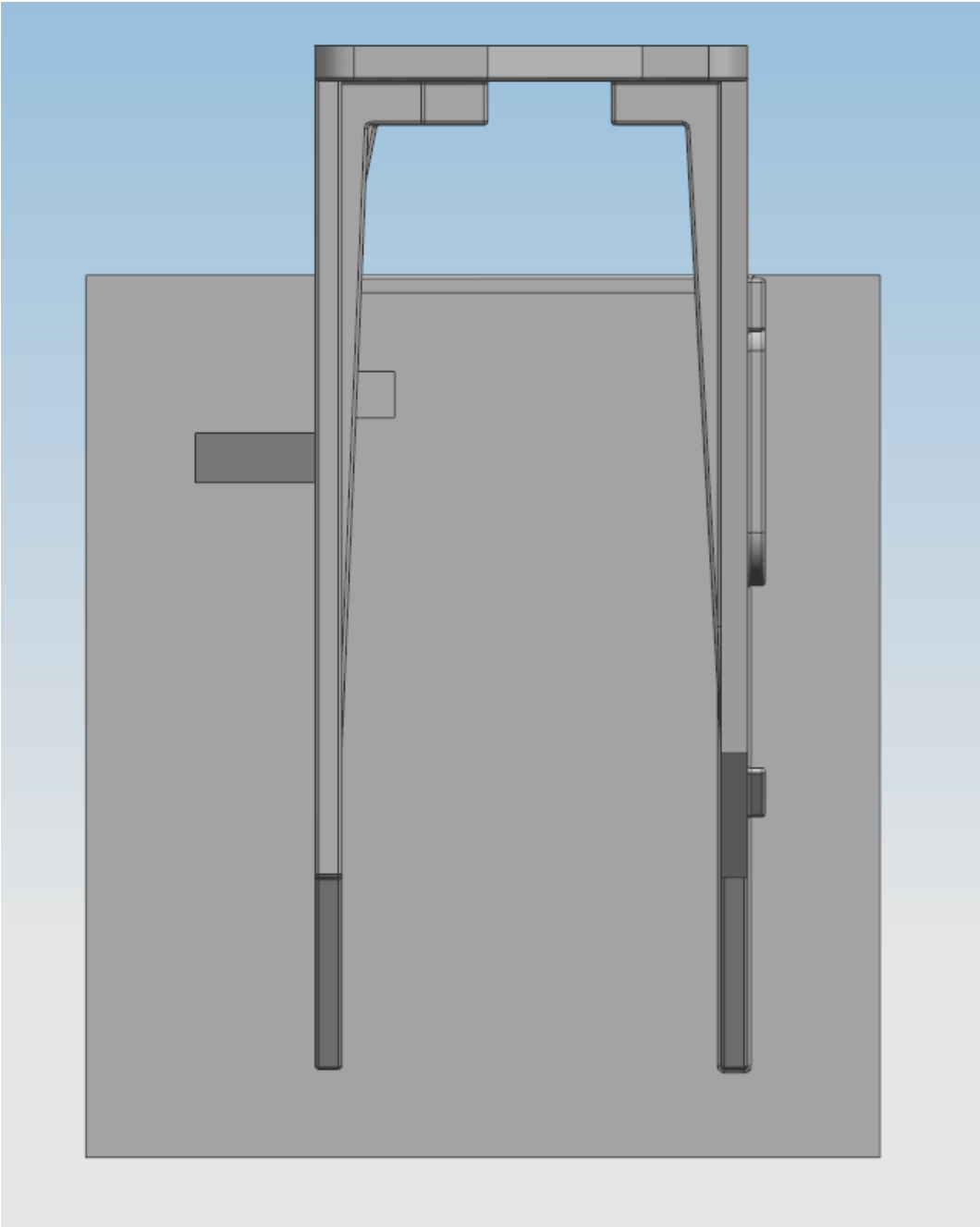


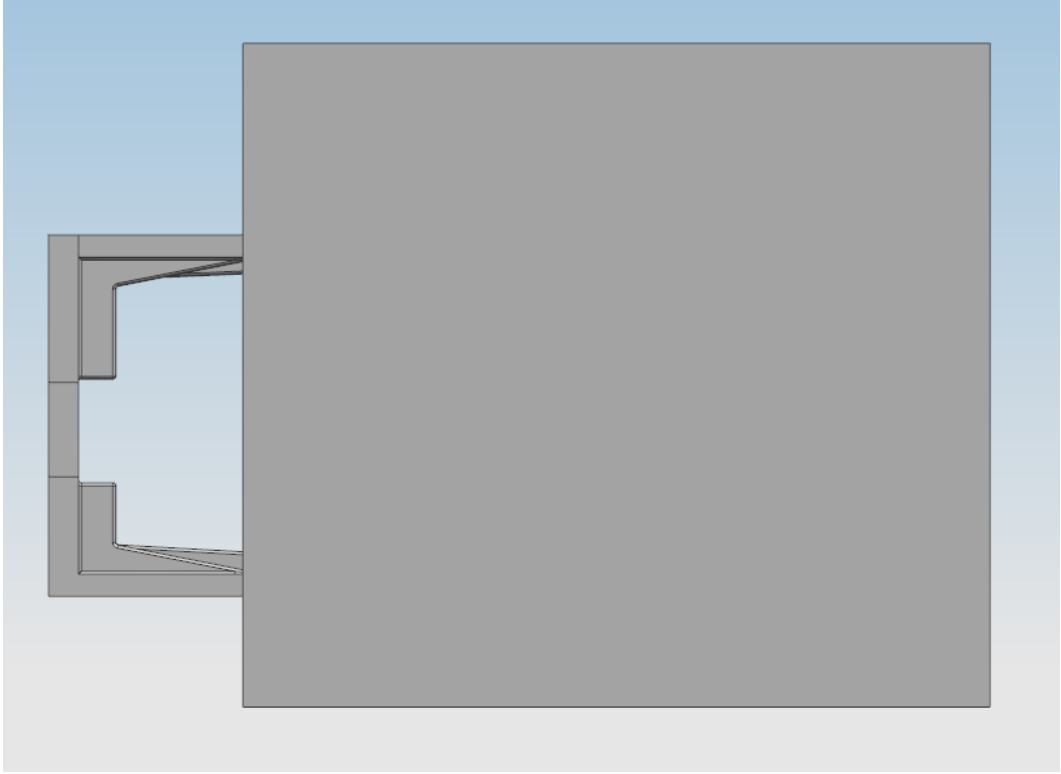
Liite 6



Liite 7







Liite 10

