



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KOEKÄYTTÖALTAAN SUUNNITTELU

Käyttökohteena perämoottorit

Yani Ruiz

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017
Kone- ja tuotantotekniikka
Automaatiotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Automaatiotekniikka

RUIZ, YANI:
Koekäyttöaltaan suunnittelu
Käyttökohteena perämoottorit

Opinnäytetyö 36 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Toukokuu 2017

Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan perämoottoreille tarkoitettu koekäyttöallas. Työn tilaajana toimi Tampereen KX-Center Oy. Perämoottorin koekäyttöaltaan on tarkoitus mahdollistaa perämoottorin koekäyttö kuormituksen alaisena kuivissa korjaamo-olosuhteissa. Korjaamoilla perämoottorin koekäyttö on oleellinen osa korjausprosessia ja toimenpiteen haasteena on simuloida luonnollista veden kuormitusta. Moottorin tasainen kuormitus ilmiantaa mahdolliset käytön aikana ilmenevät viat, joiden ennakkoon korjaaminen parantaa korjaamopalvelun laatua.

Ennen suunnittelua työn tilaaja esitti vaatimukset koekäyttöaltaan muodosta, koosta, kestävydestä ja sijoittamisesta korjaamotilassa. Näiden pohjalta tehtiin kaksi luonnosta, joista toinen päättyi työn tilaajan päätöksellä jatkokehiteltäväksi ja lopulta valmistettavaksi tuotteeksi. Jatkokehittelyssä koekäyttöaltaille suunniteltiin nostolaite, joka siirtää moottorin altaan ulkopuolelta sisäpuolelle. Lisäksi suunniteltiin pakokaasujen poistoon liitännä, altaan tyhjentämiseksi venttiili ja koekäytettävän moottorin kaukohallintalaitteelle teline. Suunnittelu aloitettiin tyhjältä pöydältä.

Tässä opinnäytetyössä saatiin valmiiksi koekäyttöaltaan 3D-malli, jonka perusteella valmistettiin koekappale käyttökokemuksien keräämiseksi. Kaikki työn tilaajan asettamat vaatimukset altaan ja suunnittelun osalta saatiin täytettyä.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering
Automation Technology

RUIZ, YANI:
Design of Test Pool
For use with Outboard Engines

Bachelor's thesis 36 pages, appendices 6 pages
May 2017

The purpose of this thesis was to design a test pool for outboard engines. The engines, as defined and commissioned by KX-Center Oy. The function of the outboard engine test pool is to allow outboard engines to run under load in dry workshop conditions. The outboard engine test run is an essential part of the repair process and the challenge is to simulate the natural load of water. The steady load on the engine reveals any potential faults, which can then be repaired in advance to improve the quality of the repair service.

In the initial stage, the company presented requirements for test pool shape, size, durability and position at the workshop space. Based on these, two sketches were made and one of them was chosen to be developed further, and eventually into a finalized product for manufacturing. In further development, a lifting device was designed, which moves the engine from outside to inside the pool. Three further items were also designed: an exhaust gas removal terminal, a valve that drains the tank and a stand for engine remote control. The designing was started from scratch.

As a result of this project, a complete 3D model of the test pool was created, and based on this, one test piece was manufactured to collect user experiences. All the requirements set by the commissioning company were fulfilled.

Key words: outboard engine, test pool design, load

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	KX-CENTER	6
3	PERÄMOOTTORI.....	7
	3.1 Yleisesti	7
	3.2 Rakenne	8
	3.3 Toimintatapa	9
4	SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	11
	4.1 Haasteet.....	11
	4.2 Vaatimukset	11
	4.3 Tavoitteet	12
	4.4 Työturvallisuus	12
	4.5 CE-Merkintä	12
5	LUONNOKSET	14
6	SUUNNITTELU	17
	6.1 Muotoilu.....	17
	6.2 Toiminnot.....	18
	6.3 Nostolaite	19
	6.4 Pakokaasujen poisto.....	21
	6.5 Altaan täyttö ja tyhjennys	22
	6.6 Moottorin ohjauslaitteet.....	23
7	LOPPUTULOS	25
8	YHTEENVETO	28
	LÄHTEET	29
	LIITTEET	31
	Liite 1. Perämoottorin mitat	31
	Liite 2. Moottoripukin mitat	32
	Liite 3. Oras palloventtiili	33
	Liite 4. Yamahan 703 kaukohallintalaite.....	34
	Liite 5. Koekäyttöaltaan mittapiirros 1(2)	35
	Liite 6. Koekäyttöaltaan mittapiirros 2(2)	36

1 JOHDANTO

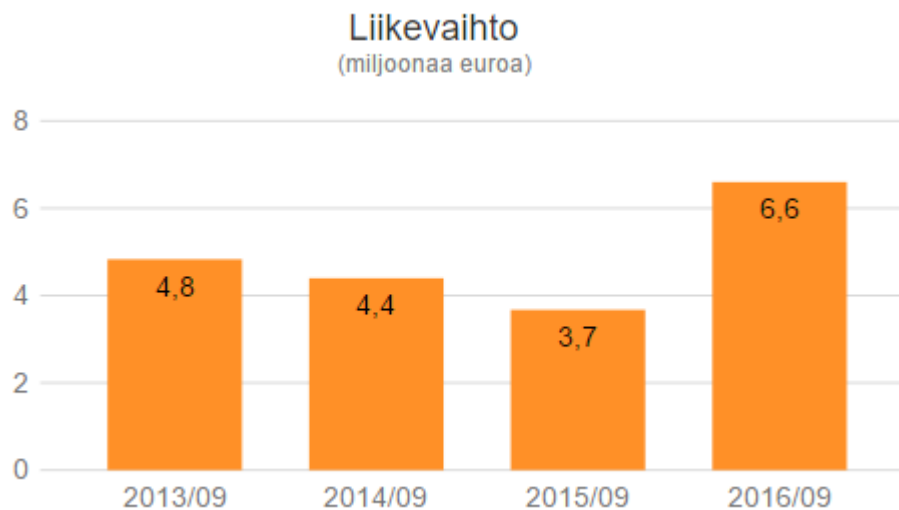
Tässä opinnäytetyössä suunnitellaan perämootorikäyttöön tarkoitettu koekäyttöallas. Perämootorin koekäyttö huollon tai korjauksen jälkeen on monesti sääntö alan korjaamoilla, jotta voidaan todeta koneen lopullinen toiminta ennen asiakkaalle luovutusta. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella koekäyttöallas, joka mahdollistaa koekäytön kuormituksen alaisena ja täyttää toiminnoiltaan työn tilaajan asettamat vaatimukset. Koekäyttö tuo varmuutta moottorin toiminnasta laadukkaan korjaamopalvelun takaamiseksi. Tämän suorittamiseksi Suomen markkinoilta ei löydy kaupalliseen tarkoitukseen valmista tuotetta. Tästä syystä monella alan korjaamolla on itse tehty tai alihankkijalla teetetty tarkoitukseen soveltuva koekäyttöallas. Koekäyttöaltan pääasiallinen tarkoitus on pystyä koekäyttämään perämootoria turvallisesti täydellä kaasulla kuormituksenalaisena. Altaan ominaisuuksiin suunnitellaan nostolaite, pakokaasun poisto, kaukohallinnan teline ja altaan tyhjennys. Tämän opinnäytetyön tuloksena saatiin suunniteltua 3D-malli perämootorin koekäyttöaltaasta, jonka pohjalta valmistettiin koekappale käyttökokeuksien keräämiseksi.

2 KX-CENTER

KX-Center Oy on vapaa-ajan koneisiin keskittynyt jälleenmyyjäliike. Alkujaan 1994 perustettu yritys aloitti toimintansa Mouhijärven kunnassa, Pirkanmaan maakunnassa. 2011 KX-Center Oy ja Konekesko Oy muodostivat yhteistyösopimuksen, jolla syntyi Tampereen kaupungin läheisyyteen helposti koko Suomessa tunnistettava Yamaha Center Tampere Oy.

Yritys myy, varustaa, korjaa ja huoltaa lukuisia brändejä veneiden, venemoottoreiden, moottoripyörien, moottorikelkkojen, mönkijöiden ja muiden vapaa-ajankoneiden saralla. Palvelukonseptiin kuuluu myös kausisäilytys, varustelu ja kilpaviritys alan koneiden parissa.

Vuonna 2015 tehtyjen yrityskauppojen myötä yrityksellä on kaksi toimipistettä, joista toinen sijaitsee Tampereella ja toinen Orivedellä. Molempien toimipisteiden yhteenlaskettu liikevaihto 2016 oli noin 6,6 miljoonaa euroa.



KUVIO 1. KX-Center Oy:n liikevaihto vuosina 2013-2016 (Finder).

3 PERÄMOOTTORI

3.1 Yleisesti

Perämoottorilla tarkoitetaan veneen peräpeiliin kiinnitettävää moottoria, jolla saadaan muodostettua vesimassan siirtämisestä liike-energiaa, joka siirtää venettä peräpeilistä työntäen tai vetäen. Peräpeili on veneen takaosassa sijaitseva pystyasennossa oleva rakenne. Riippuen veneen käyttötarkoituksesta, samassa peräpeilissä voi olla 1-5 perämoottoria asennettuna. Tämä aiheuttaa suuren vääntömomentin veneen rakenteisiin, joten peräpeili on vahvasti tuettu veneen rakenteisen sisältä. Yksi tuennan osa, joka toimii samalla roiskeveden ohjaavana rakenteena, on moottorikaivo. Moottorikaivo sijaitsee peräpeilistä veneen keulaa kohti ja muistuttaa muodoltaan kaukaloa.

Vesimassan työntäminen on useimmiten toteutettu potkurilla (kuva 1) tai turbiinilla (kuva 2). Kaupallisessa tarkoituksessa Suomeen maahantuodut perämoottorit ovat lähes poikkeuksetta varustettu potkurilla. Turbiinilla varustettuja perämoottoreita käytetään pääasiassa matalissa vesissä ja suoalueilla, joita esiintyy enemmän ulkomailla. Tämän opinnäytetyön teossa ja perämoottorin koekäyttöaltaan suunnittelussa on huomioitu vain potkurilla varustetut bensiinikäyttöiset perämoottorit, koska turbiinilla varustettujen perämoottoreiden markkinat Suomessa ovat marginaaliset.



KUVA 1. Yamaha perämoottori potkurilla (Yamaha Motor Europe).



KUVA 2. Yamaha perämoottori turbiinilaitteella (Yamaha Motor Europe).

Perämoottorien teho ilmoitetaan aina hevosvoimina moottorin peittävässä suojakopassa. Pääasiassa markkinoilla olevat perämoottorit rajoittuvat teholuokaltaan 2,5-350 hevosvoiman välille.

3.2 Rakenne

Perämoottori koostuu moottoriosasta, rikistä, moottoripukista ja perästä. Moottoriosaa kutsutaan myös lohkoksi, joka on tässä yhteydessä yleisnimitys moottorin voimanlähteelle. Lohkon ympärillä sijaitsee moottorin toiminnan kannalta olennaiset ohjauslaitteet.

Riki on perämoottorin keskiosa. Sen sisällä kulkee pakoputki, vetoakseli, vaihdeakseli ja jäähdytysvesi kanavat. Rikistä mainitaan usein myös pituus, joka voi olla S, L tai X. Rikin pituus määritellään veneen peräpeilin korkeuden mukaan. Useimmiten lyhyessä veneessä on matala peräpeili, joka vaatii lyhytrikisen (S) perämoottorin. Vastaavasti pitkässä veneessä peräpeilin korkeus on suuri, johtuen veneen massasta ja uppoumasta vedessä. Silloin peräpeiliin soveltuu ekstrapitkärikinen (X) perämoottori.

Moottoripukki sijaitsee perämoottorin keskiosassa ja kiinnittyy rikiin. Moottoripukista perämoottori kiinnitetään pulteilla veneen peräpeiliin. Lisäksi moottoripukilla on keskeinen tehtävä perämoottorin kannattelussa, käytössä syntyvien voimien vaimentamisessa ja kääntöohjauksen rakenteen koossa pitämisessä.

Perä on perämoottorin alimmaisena oleva rakennelma. Sitä kutsutaan myös vaihteistokoteloiksi, tai peräkoteloksi. Nimi juontaa luonnollisesti voimansiirrosta, jonka kulmavaihteena vaihteistokotelo toimii. Vaihteistokotelon kummallakin kyljellä sijaitsee moottorin vesipumpun imuaukko. Potkuri on vaihteistokotelon jatkeena ja sen läpi on johdettu pakoputki moottorilta.



KUVA 3. Perämoottorin rakenne (Yamaha Motor Europe)

3.3 Toimintatapa

Perämoottori toimii monilta osin samalla tavalla kuin esim. auton moottori. Oleellisimpia eroja ovat moottorilohkon asento ja moottorin jäähdytyksen toteutus.

Autoissa moottorilohko on usein makuuasennossa pitkittäin tai poikittain auton rakenteisiin verraten. Perämoottorissa moottorilohko on pystyasennossa perämoottorin rakenteisiin verraten. Tämä rakenne mahdollistaa lyhyen voimansiirron, joka vähentää metallisten osien tarvetta ja vaikuttaa alentavasti perämoottorin kokonaispainoon.

Autossa moottorin jäähdytysjärjestelmä on suljettu. Suljetussa jäähdytysjärjestelmässä vesipumppu kierrättää veden ja etyleeniglykolin seosta jäähdyttäen moottoria. Etyleeniglykoli nostaa jäähdytysnesteen jäätymispistettä ja kiehumispistettä. Vesi toimii seoksessa laimentimena. Perämoottorissa jäähdytysjärjestelmä on avoin. Perämoottorin jäähdyttämiseen käytettävä neste, vesi, imetään vesipumpulla perämoottoria ympäröivästä vedestä. Vesi toimii voiteluaineena vesipumpulle ja samalla jäähdyttää lohkoa, sekä pako-putkea. Tämän jälkeen jäähdytysvesi ohjataan takaisin perämoottoria ympäröivään veteen. Avoimen jäähdytysjärjestelmän toimintamalli on haasteellinen toteuttaa perämoottorikorjaamolla. Yleisesti käytetty ratkaisumalli on kytkeä korjaamorakennuksen painevesiverkosta puutarhaletkulla läpät perämoottorin vesipumpun rinnalle (kuva 4), jolloin voitelu ja jäähdytys saadaan keinotekoisesti toteutettua. Näin toteutettuna moottorin oman vesipumpun ei tarvitse juurikaan pumpata mitään, sillä vesiverkon paine on aina niin suuri, että vesi työnnyväkisin koneen läpi. Tämä tarkoittaa sitä, että koneen oman vesipumpun toimintaa on vaikeampi todeta luotettavasti.



KUVA 4. Perämoottorin koekäyttöläpät (Basspro).

4 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Suunnittelun lähtökohtana on suunnitella perämootoreille tarkoitettu koekäyttöallas, jolla saadaan koekäytön aikana simuloitua vesikuorman vaikutuksia moottorille. Tämän lähtökohdan ympärille suunnitellaan kaikki muut toiminnot, jotka työn tilaaja on asettanut.

4.1 Haasteet

Perämoottori on suunniteltu tuottamaan liike-energiaa vesimassan siirtämisen avulla, joten moottorin todellinen käyttäytyminen ilmenee vain kuormituksen alaisena. Kun perämoottoria käytetään testimielessä korjaamo-olosuhteissa ulkopuolisen painevesiverkon tuottaman jäähdytyksen avulla, ei pystytä simuloimaan normaalissa käytössä esiintyvää vesimassan kuormaa. Korjaus ja vianhaku tilanteessa veden aiheuttama kuormitus on äärettömän tärkeä tekijä, sillä monesti viat ilmenevät vain kuormitetussa moottorissa. Kuormittamattomana sama moottori saattaa käyttäytyä, kuin vikaa ei olisikaan.

Nykyisin avoimen jäähdytysjärjestelmän toteutukseen on käytetty korjaamoilla rakennuksen painevesiverkkoa, josta veden paine on johdettu perämoottorille. Tässä mallissa vesi pumpataan ulkopuolisen pumpun pakottamana jäähdytysjärjestelmään, jolloin ei pystytä varmistamaan perämoottorin oman vesipumpun toimintaa. Lisäksi tämä menetelmä roiskii runsaasti vettä hukkaan käyttöympäristöönsä pakotetun paineen johdosta.

4.2 Vaatimukset

Perämoottorin koekäyttöaltaan suunnittelussa on huomioitava käyttäjän tarpeet, jotka tässä yhteydessä ovat työn tilaajan esittämät vaatimukset. Vaatimukset koskevat koekäyttöaltaan muotoa, kokoa, toimintoja, kuormituskestävyyttä ja sijoittamista korjaamotilassa. Rakennelman pitää olla rakenteeltaan mahdollisimman yksinkertainen, jotta sen pystyy tarvittaessa kopioimaan. Rakennelman ei tarvitse olla CE-merkinnän vaatimusten mukainen, eikä sen tarvitse olla siirrettävä, mutta muodon suunnittelussa on huomioitava erilaiset asennustilat. Riippumatta korjaamotilan muodosta, allas on oltava asennettavissa niin keskelle lattiaa, nurkkaan, kuin suoran seinänkin viereen. Korroosiokestävyydestä johtuen, valmistusmateriaali on ruostumaton teräs. Koekäyttöaltaan on simuloitava veden

kuormitusta käytettäessä moottoria täydellä teholla. Käyttökohteena ovat moottoriteholtaan 2,5-30 hevosvoimaiset moottorit. Lisäksi on suunniteltava menetelmä, joka helpottaa moottorin nostamista altaan ulkopuolelta sisäpuolelle. Voimanlähteenä suunniteltava nostin käyttää paineilmaa. Altaan on oltava osittain suljettu, sillä koekäytön aikana potkurin aiheuttama voimakas vedenvirtaus pyrkii altaasta ulos. Koekäytön yhteydessä syntyvät pakokaasut pitää saada imettyä pakokaasuimurilla pois altaan läheisyydestä työturvallisuuden takia. Altaan puhdistus, joka onnistuu vain altaan tyhjennyksen jälkeen, on myös huomioitava suunnittelussa.

4.3 Tavoitteet

Suunnittelutyö on aloitettu täysin tyhjältä pöydältä, eikä työn tilaajalla ole aluksi selkeää näkemystä altaan mallista. Suunnittelussa laaditaan kaksi luonnosta altaan muodosta, joista työn tilaaja päättää jatkokehittävän version. Tavoitteena on saada kaikki työn tilaajan toiveet ja näkemykset toteutettua. Suunnittelussa huomioidaan erilaiset korjaamotilat, käytettävät moottorimallit ja käyttäjien tarpeet. Suunnitelmasta laaditaan selkeä 3D-piirros, jonka perusteella valmistetaan mallikappale alihankkijalla.

4.4 Työturvallisuus

Lähtökohtaisesti koekäyttöaltaassa ei ole liikkuvia osia, jotka voisi vaikuttaa työturvallisuuteen. Mutta perämoottorin nostamiseen ulkopuolelta altaan sisään tarvitaan nostolaite, jonka toiminnasta ja turvallisuudesta vastaa työn tilaajan päätöksellä nostimen toimittaja. Nostimen on oltava riittävän pitkä ja kestävä, jotta se pystyy kannattelemaan moottoria noin kahden metrin korkeudessa. Moottorin painon takia nostolaitteen pitää olla tehokas, mutta liikkua hitaasti, jotta käyttäjä ehtii reagoida painavan moottorin liikkeisiin ilmassa. Nostimen liikerata on työsylinterin päästä katsottuna ympyräkaaren muotoinen ja kääntönopeus on riippuvainen käyttäjän aiheuttamasta kääntövoimasta. Sylinterin pituussuunnassa nostolaite liikkuu 1100 mm kohtisuoraan ylös ja alas. Jotta nosto ja lasku nopeus on turvallinen, asetetaan järjestelmän paineliitäntään ilmavirtauksensäädin.

4.5 CE-Merkintä

Koekäyttöaltaalle kiinnitettävä nostin, hydraulinesesäiliö ja ohjainlaitteet ovat valmistajiensa toimesta CE-merkittyjä. Nostimen sylinterin päähän tehdään muutoksia, jotta se

toiminnaltaan vastaisi työn tilaajan tarpeita. Tämä muutos aiheuttaa riskianalyysin tarpeen, jotta koko laitteelle voidaan myöntää CE-merkintä. Konedirektiivin soveltamisoppaan (2006/42/EY) mukaisesti koneen valmistajan on suoritettava seuraavat kohdat, voidakseen kiinnittää CE-kilven koneeseen:

- Kone on suunniteltava hyvän konepajakäytännön mukaisesti, tai jos mahdollista, soveltaa konedirektiivin tuotestandardeja
- Koneelle tulee laatia konedirektiivin 2006/42/EC ja standardin EN12100 mukainen riskien arviointi, sekä huomioida näiden tulokset suunnitelmissa. Jos kaikkia havaittuja riskejä ei ole mahdollista poistaa rakenteellisilla muutoksilla, on ne huomioitava käyttö- ja huolto-ohjeissa
- Laatia käyttö- ja huolto-ohjeet koneesta
- Laatia vaatimustenmukaisuusvakuutus
- Laatia direktiivin 2006/42/EY mukainen tekninen tiedosto
- Kiinnittää laitteeseen ohjeistuksen mukainen CE-kilpi.

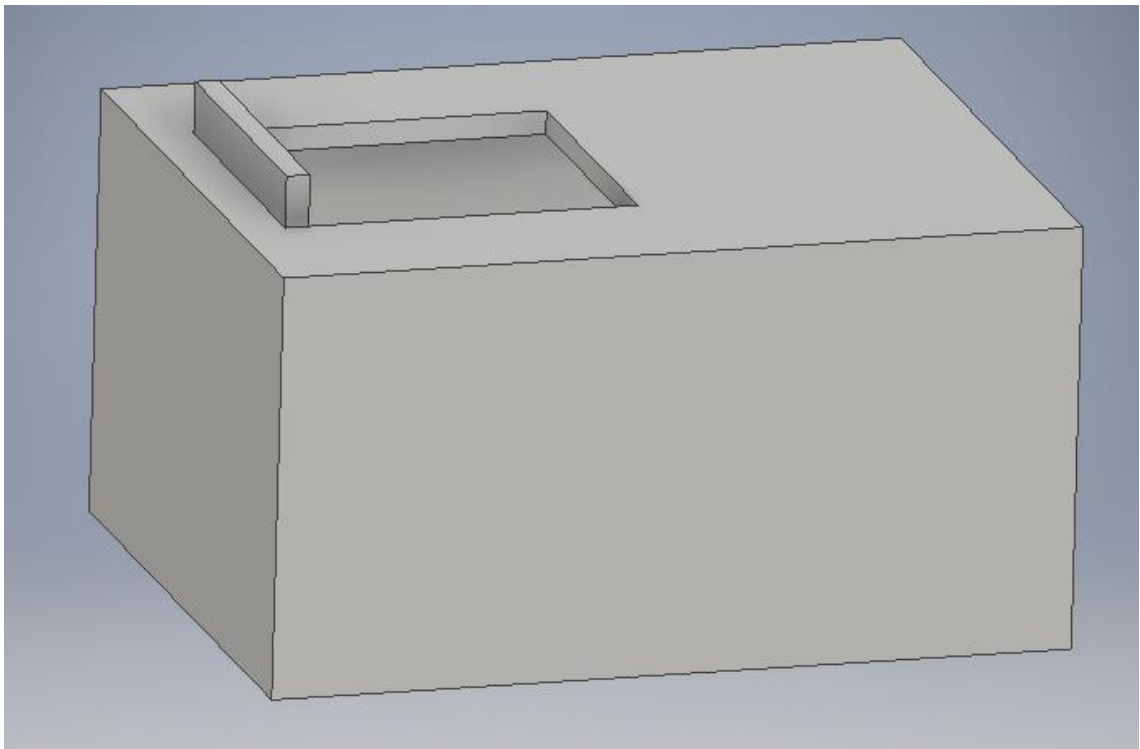
Valmistajan on laadittava riskien arviointi, jotta koneelle sovellettavat turvallisuus- ja terveysvaatimukset voidaan määrittää. Riskien arviointi tehdään konedirektiivin 2006/42/EC mukaan ja sen tulokset analysoidaan taulukoinnilla. Konedirektiivin mukaisesti taulukoinnilla arvioidaan tapaturman vakavuus, altistuminen, vaarallisen tapahtuman esiintymistodennäköisyys ja välttämisen mahdollisuus. Arvioinnissa määritellään riskikerroin väliltä 1–6. Kun riskit on arvioitu, muodostetaan keino riskien vähentämiseksi, jonka jälkeen riskit arvioidaan uudelleen.

Koekäyttöaltaan suunnittelussa työn tilaajalla ei ollut vaatimuksena CE-merkinnän asettaminen, vaikka valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (403/2008) -mukaisesti työnantajan on arvioitava ja selvitettävä kaikkien koneiden turvallisuus. Tämä huomioiden altaassa ja sen apulaitteissa on käytetty mahdollisimman paljon valmiiksi CE-merkittyjä osia, jotta työn tilaajalla on halutessaan CE-merkinnän hankkimiseksi kokonaisuudelle pienempi vaiva.

5 LUONNOKSET

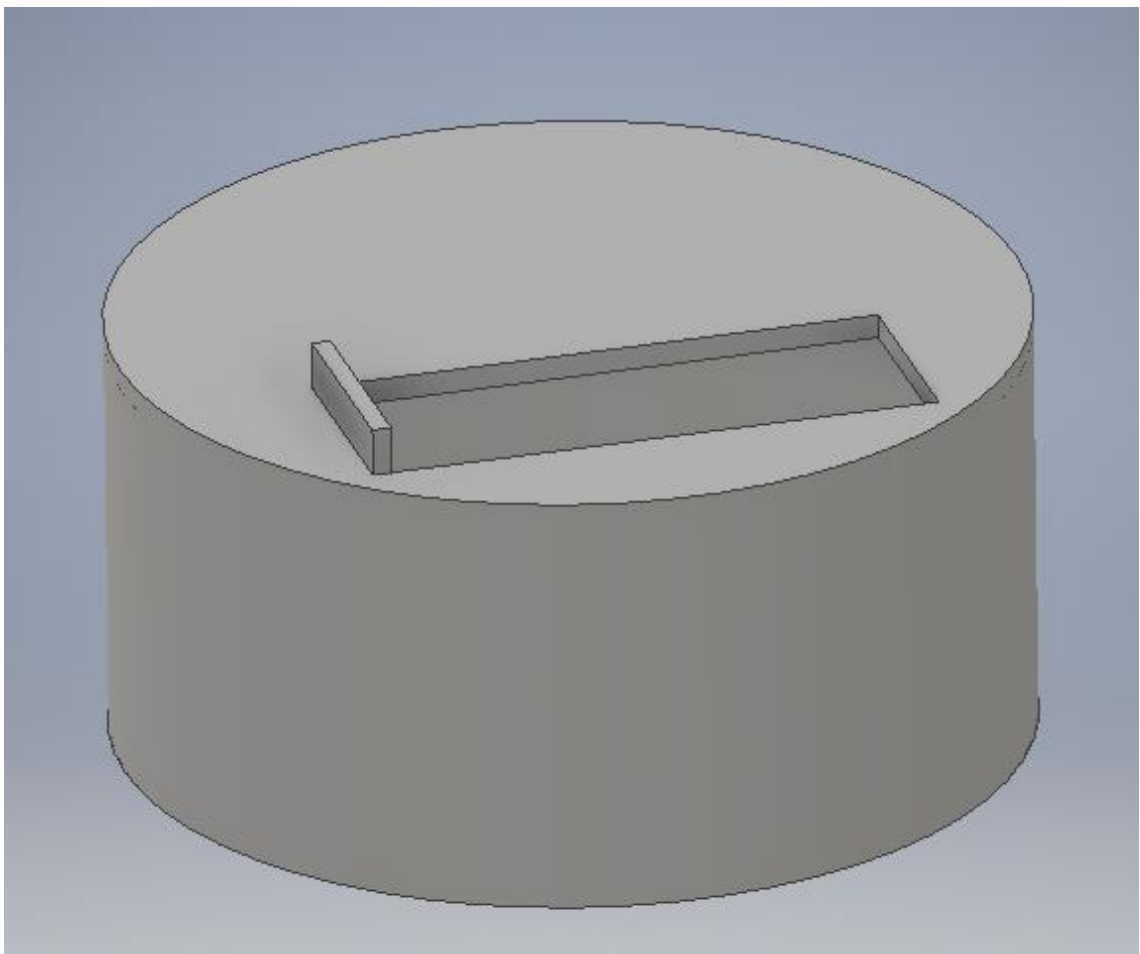
Kun koekäyttöaltaan vaatimukset ovat tiedossa, on tutustuttava käyttökohteisiin, perämootoreihin. Työn tilaajan ilmoittama suurin kone kokoluokka asetti vaatimukset koekäyttöaltaan mitoitukselle ja muodolle. Suurin kokonaispaino tulisi olemaan 98 kg ja suurin rikipituus moottoripukin alapinnasta vaihteistokotelon alapäähän on 552 mm, lisäksi suurin moottorinleveys on 420 mm. Näiden pohjalta on tehty kaksi graafista luonnosta, jotta voitiin analysoida kummankin edut ja heikkoudet. Luonnoksien ei tässä vaiheessa tarvinnut ottaa kantaa tarvittavan nostolaitteen liittämiseksi.

Ensimmäinen luonnos on neliönmallinen (kuva 5) ja muistuttaa säiliötä. Tässä mallissa moottoria käytetään altaan pidemmän seinämän päädystä. Neliömuodon etuna on tilan käytön maksimoiminen, muotojen yksinkertaisuus, valmistusmateriaalimenekin vähäisyys ja valmistuksen helppous. Lisäksi koneen käyttäjä ylettää hyvin moottorin kummallakin puolelle. Suurin heikkous on potkurin aiheuttama nopea vesimassan työntö altaan toiseen ääripäähän, jolloin korvaavan veden saaminen potkurille muodostuu ongelmaksi. Jotta konetta voidaan käyttää täydellä teholla ilman taukoja, on veden kierto potkurille järjestettävä katkeamatta ja tasaisena virtana.



KUVA 5. Ensimmäinen luonnos.

Toinen luonnos on muodoltaan ympyrä (kuva 6). Tässä mallissa konetta käytetään kaarevan seinämän välittömässä läheisyydessä. Tämän mallin etuna on potkurin aiheuttaman vesimassan liike, joka palautuu muodon ansiosta aina takaisin. Moottori tekee vedelle liikkeen, joka muistuttaa nesteen sekoittamista kupissa. Näin vesi virtaa potkurille tasaisesti koko käytön ajan, ja samalla saadaan aikaiseksi haluttu vesikuormitus moottorille. Ympyrämuodon heikkouksia on suuri valmistusmateriaalimenekki ja monimuotoisuudesta johtuva valmistuksen hankaloituminen. Veden paluukierrosta johtuva muoto heikentää myös käyttötilan optimointia, sekä koneen käyttäjän huonoa ulottuvuutta moottorin vasemmalle kyljelle.



KUVA 6. Toinen luonnos.

Molemmissa altaat auttavat perämoottorin oman vesipumpun toiminnan tarkastuksessa, sillä koekäytön aikana moottori imee jäähdytysveden suoraan altaasta. Kun vesi on kiertänyt koneessa, se palautuu takaisin altaaseen, jolloin ei mene vettä hukkaan, eikä synny

roiskeita. Molempien altaiden edut ja haitat on listattu taulukossa 1, jonka pohjalta työn-tilaaja päätti jatkokehittäväksi menevän muodon.

Vertailussa molempien altaiden muodoilla on etunsa ja laskennallisesti altaat päätyvät tasoihin. Moottorin jatkuvalle kuormitukselle koekäytön aikana annetaan suurin painoarvo ja parhaiten tätä pystytään simuloimaan ympyrän muotoisella altaalla. Koska altaiden pisteytys on tasavertainen, on valinta suoritettu käyttökokemusten perusteella. Käyttökokemusten perusteella työn tilaaja päätti ympyrän muotoisen altaan jatkokehittäväksi, sillä valmistuksen yhteydessä materiaalimenekki on vain kertaluonteinen menetys.

Korjaus ja vianhaku tilanteita tulee korjaamoille vuosittain kymmeniä. Jos jokaisella kerralla työaika pitenee puolen tunnin verran siksi, että ei ole pystytty kuormittamaan moottoria kunnolla vian löytämiseksi nopeasti, on allas maksanut materiaalimenekin takaisin jo vuoden aikana.

TAULUKKO 1. Luonnosten vertailu.

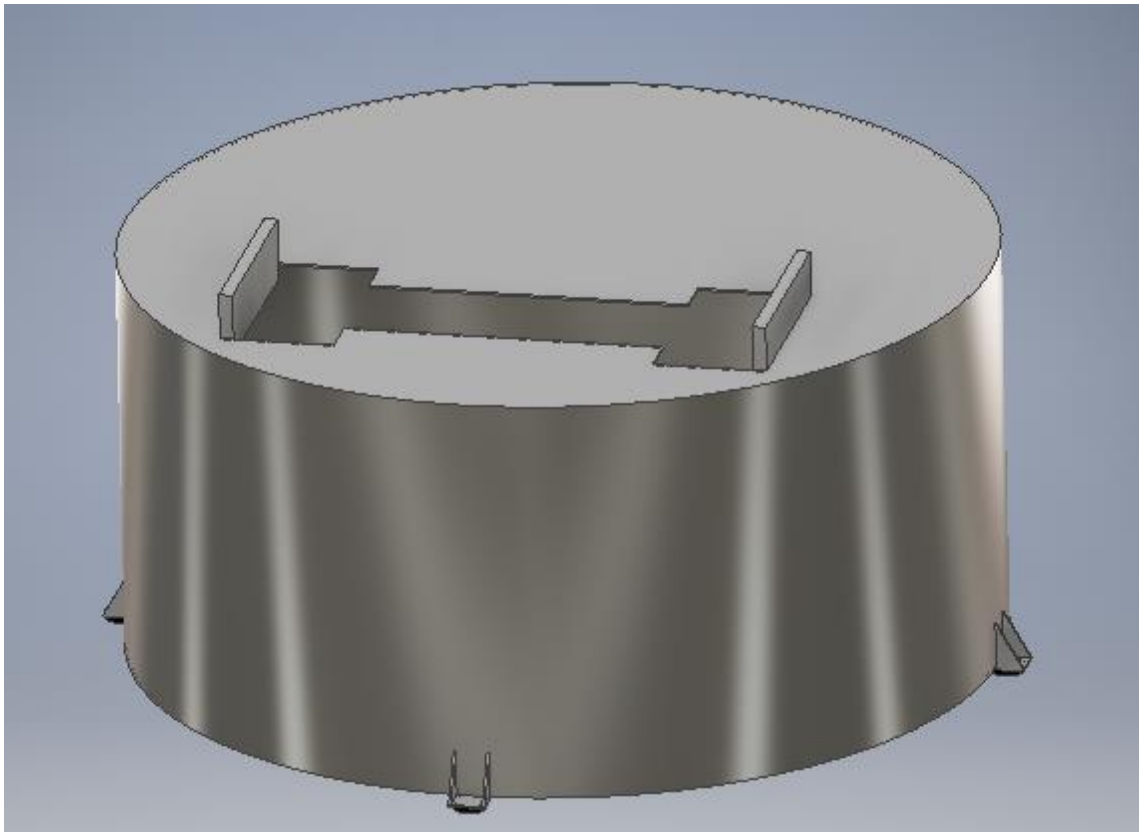
	Neliöallas	Ympyräallas	Painoarvo
Materiaalimenekki	X		1
Tilan optimointi	X		1
Yksinkertainen valmistaa	X		2
Jatkuva vesipumpun käyttö	X	X	3
Jatkuva moottorin kuormitus		X	4
Yhteensä	7	7	

6 SUUNNITTELU

Koekäyttöaltaan keskeisin toiminto on tuottaa luonnollisen kaltainen vesikuorma moottorille ja tämän mahdollistaa altaan pyöreä muoto, joka ohjaa potkurin aiheuttaman vedenliikkeen takaisin potkurille tasaisena virtana. Altaassa koekäytettävät moottorit ovat teholtaan 1,8-23 kW ja painoltaan 17-95 kg, joten koekäyttöaltaan suunnittelussa ja mitoituksessa on käytetty suurinta mahdollista teho- ja painoluokkaa, jota altaassa tullaan käyttämään.

6.1 Muotoilu

Työn tilaajan vaatimuksena on allas, joka soveltuu muodoltaan keskelle lattiaa, suoran seinän viereen tai tarvittaessa nurkkaan. Sellainen muoto, joka täyttää kaikki altaalle asetetut vaatimukset ja toimii kaikissa vaadituissa asennustiloissa yhtä tehokkaasti, on vaikea suunnitella. Mutta tästä syntyi idea muunneltavuudesta, sillä allasta ei oikeastaan tarvitse asentaa käyttöä varten kuin yhden kerran, jonka jälkeen se palvelee vuosia samalla asetuksella. Jos allas asennetaan erimalliseen tilaan, pienellä muutoksella sen saa jälleen käyttöön tehokkaasti. Jotta altaan pystyy asentamaan mihin tahansa sijaintiin korjaamotilassa ja vielä käyttämään mistä tahansa suunnasta, on koekäyttö aukon oltava peilikuva itsensä kanssa. Kuva 7 osoittaa asennus ja käyttö suunnan ratkaisumallin. Tässä mallissa pyöreän altaan voi kääntää korjaamotilaan sopivaan asentoon ja peilikuvana toimiva koekäyttöaukko mahdollistaa käytön niin oikealta, kuin vasemmaltakin puolelta allasta. Moottorin tuottama veden kierto toimii eri puolelta käytettynä päinvastaiseen suuntaan, mutta silti katkeamattomana virtana. Veden roiskeiden välttämiseksi ja pakokaasujen kaappaamiseksi altaan sisään, on moottorin upotusaukko muotoiltu kapeammaksi keskialueelta. Suljettu keskialue ei ole mahdollinen, sillä toisinaan moottori pitää nostaa oman kippinsä varassa vaaka asentoon korjauksien ja säätöjen mahdollistamiseksi. Aukon päädyt ovat keskialuetta suurempia ja kokonaisuus on mitoitettu suurimman konekokuoluokan mukaisesti (liite 1).



KUVA 7. Asennus ja käyttösuunnan ratkaisumalli.

6.2 Toiminnot

Koekäyttöaltaan pitää olla käyttäjän näkökulmasta helppokäyttöinen ja yksinkertainen. Helpottaakseen käyttäjän fyysistä työtä, altaalle suunnitellaan nostolaite, jolla suurin konekokoluokka on helppo nostaa altaan ulkopuolelta sisäpuolelle. Käyttövoimaksi on määriteltävä paineilma, jota on helposti saatavilla jokaisella alan korjaamolla.

Suurimman konekokoluokan koekäyttöön tarvitaan kaukohallintalaite, jolla ohjataan koneen käyttäytymistä, kuten käynnistystä, kaasuttamista ja sammutusta. Tässä hallintalaitteessa on 6 m pitkä johto mukana, joka on aikaisempien koekäyttökokemuksien yhteydessä havaittu aiheuttavan kulkuesteitä koneen ympärillä. Kulkuesteiden vähentämiseksi altaan yhteyteen suunnitellaan pysyvä kiinnitys moottorin kaukohallintalaitteelle, joka on yhteensopiva kaikkien altaassa käytettävien konekokoluokkien kanssa.

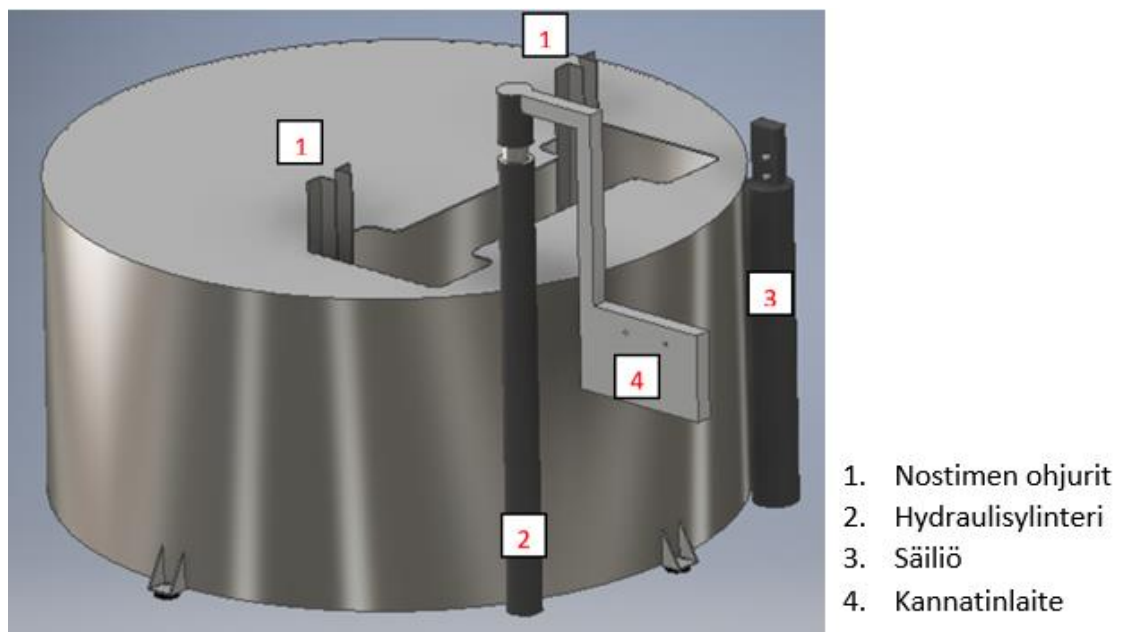
Käytettäessä konetta voimakkaasti kuormitettuna, syntyy runsaasti hengitykselle haitallista pakokaasua, joten tämä huomioidaan myös suunnittelussa. Lisäksi voimakas kuormitus tuottaa pakokaasujen kautta veteen öljypitoista likaa, joka on säännöllisesti puhdistettava pois. Siksi altaan täyttö ja tyhjennys on tehtävä helpoksi.

6.3 Nostolaite

Nostolaitteen suunnittelussa kävi ilmi, että markkinoilta ei löydy tarkoitukseen sopivaa nostinta, joten sellainen on teetettävä. Altaan korkeus määrittelee nostimen maksimi nostokorkeuden ja suurimman altaassa käytettävän moottorin paino määrittelee nostimen nostokapasiteetin. Nostimen lähtökohtana on yhden sylinterin, yksitoiminen nostin. Yksitoiminen tarkoittaa yhteen suuntaan voimaa tuottavaa sylinteriä, tässä tapauksessa ulos työntyvää vartta. Kun nostin on normaalitilanteessa moottorilla kuormattuna ja ulos työntyneenä, moottorin paino työntää sylinterin varren takaisin sisään. Käyttövoimaksi sylinterille on valittu paineilma, joka saadaan korjaamorakennuksen paineilmaverkosta. Paineilmaalla toimivan sylinterin haittapuolena on kuitenkin huono ohjauksen vaste ja äkkipikaiset liikkeet. Kun sylinteri käytön yhteydessä nostetaan ääriasentoonsa ylös ja sen varassa on 100 kg painava moottori, sekä kannatinlaite, ei työturvallisuuden takia äkkipikaiset nostimen liikkeet ole sallittuja. Tämän takia suunnittelun alku vaiheessa on jo selvää, että nostin on toteutettava paineilmaalla ja hydrauliliikalla. Vastuu kysymyksistä johduen työn tilaaja käyttää nostimen valmistuksessa alihankkijan tuotteita ja osaamista. Nostimen toimittajalle selvitetään nostimelle suunniteltu kannatinlaite, käyttötarkoitus, kuormitus ja mitat. Nostimen toimittaja suunnittelee sylinterin kiinnityksen altaan reunaan.

Jotta allas olisi edelleen käytettävissä monessa eri tilassa vasemmalta ja oikealta puolelta, on nostolaite suunniteltava niin, että sen pystyy käyttöönoton yhteydessä määrittelemään joko oikealle, tai vasemmalle puolelle toimivaksi. Nostimen hydraulisynteriksi valikoitui ulkohalkaisijaltaan 100 mm ja tehomitaltaan 70 mm suuruinen sylinteri. Tehomitta tarkoittaa tässä männän varren halkaisijaa. Sylinterin pituus on 1400 mm ja iskupituus 1100 mm, jolloin kokonaispituus on 2500 mm. Moottorin valmistajan ilmoittama maksimi pituus moottoripukin kantopinnasta vaihteistokotelon alapintaan on enintään 870,90 mm (liite 1), joten hydraulisynterin 1100 mm pitkä iskupituus on varmasti riittävä. Valittu hydraulisynteri toimii hydrauliojlyllä siten, että erillisestä säiliöstä työnnetään paineilman avulla työsynteriin hydraulinestettä, joka edelleen aiheuttaa nousuvoiman männän varteen. Tällä tavalla hallintavaste on parempi ja sylinterin liikkeet hitaita. Koska altaaseen pitää kiinnittää kaksi eri nostimen toiminnan kannalta olennaista osaa, sylinteri ja säiliö, on kiinnityksien osalta luontevaa käyttää jälleen peilikuva menetelmää suunnittelussa.

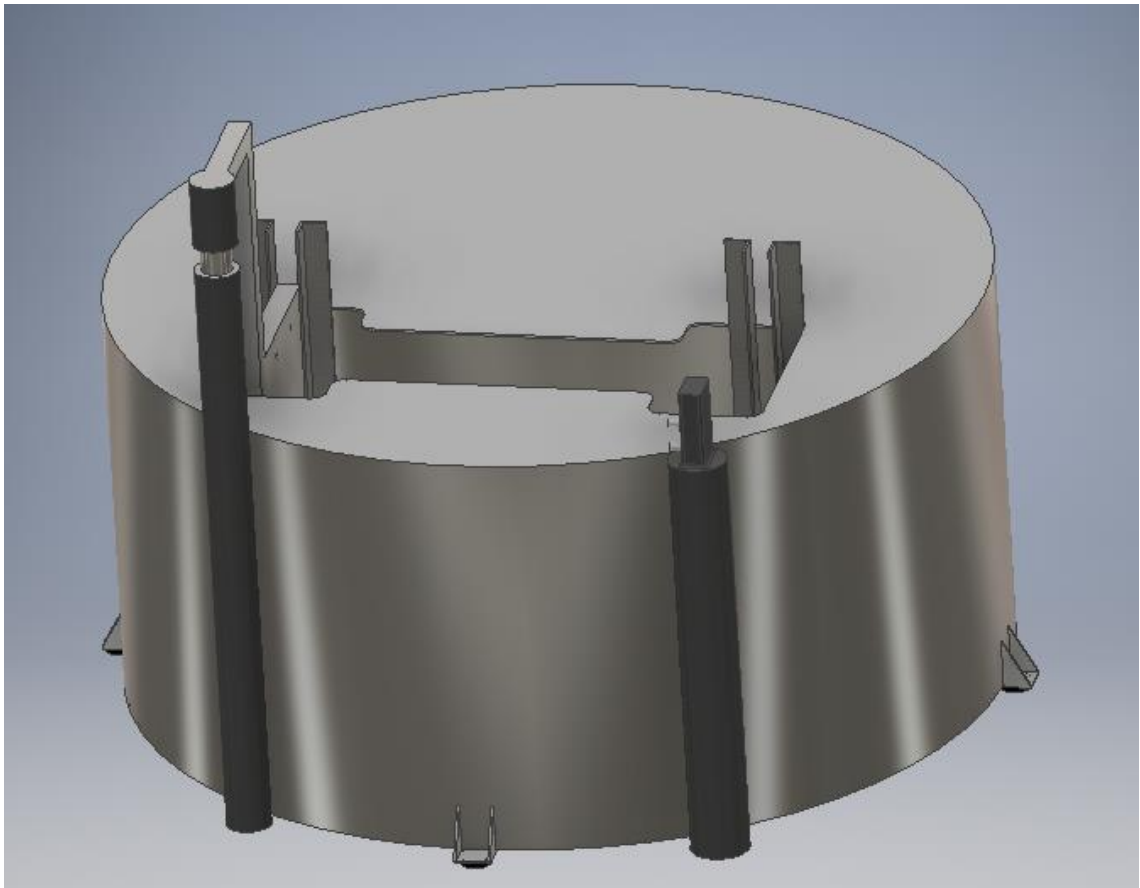
Hydraulisyylinterin männän varteen mitoitetaan moottorin kannatinlaite, joka kääntyy sylinterin männän kääntyessä. Tämä mahdollistaa moottorin nostamisen altaan ulkopuolelta ja nostimen kääntämisen altaan sisäpuolelle, jossa moottori jälleen lasketaan alas. Jotta nostolaite kestäisi moottorin aiheuttaman vääntömomentin, on altaan sisään mitoitettu kannatinlaitteen tuenta, joka samalla toimii ohjurina kannatinlaitteen laskemisessa. Hydraulisyylinterin toimittajan mukaan sylinteri kestää moottorin aiheuttaman kuormituksen altaaseen suunnitellun tuennan avulla. Kuvassa 8 on luonnos vasemmalta puolelta käytettävästä hydraulisyylinteristä, moottorin kannatinlaitteesta, ohjureista, sekä oikealla puolella sijaitsevasta säiliöstä.



KUVA 8. Nostolaitteen rakenne.

Moottorin kannatinlaitteeseen on mitoitettu moottoripukin kiinnityspulttien reiät (liite 2), jotta moottori saadaan luotettavasti pysymään paikallaan kuormituksen aikana. Joissakin malleissa on siipipultti kiinnitys, jolloin ei tarvita erillisiä kiinnityspultteja. Mutta tällä kannatinlaite mallilla varmistetaan, että kaikki halutut konemallit soveltuvat nostimeen.

Jotta allas olisi käytettävissä oikealta puolelta kuvasta 8 poiketen, on hydraulisyylinterin ja säiliön kiinnitys suunniteltu peilikuvaksi. Keskenään näiden osien paikkaa vaihtamalla allasta ja nostinta voidaan käyttää oikealta puolelta. Siksi myös altaan oikealla puolella on nostimen ohjurit.

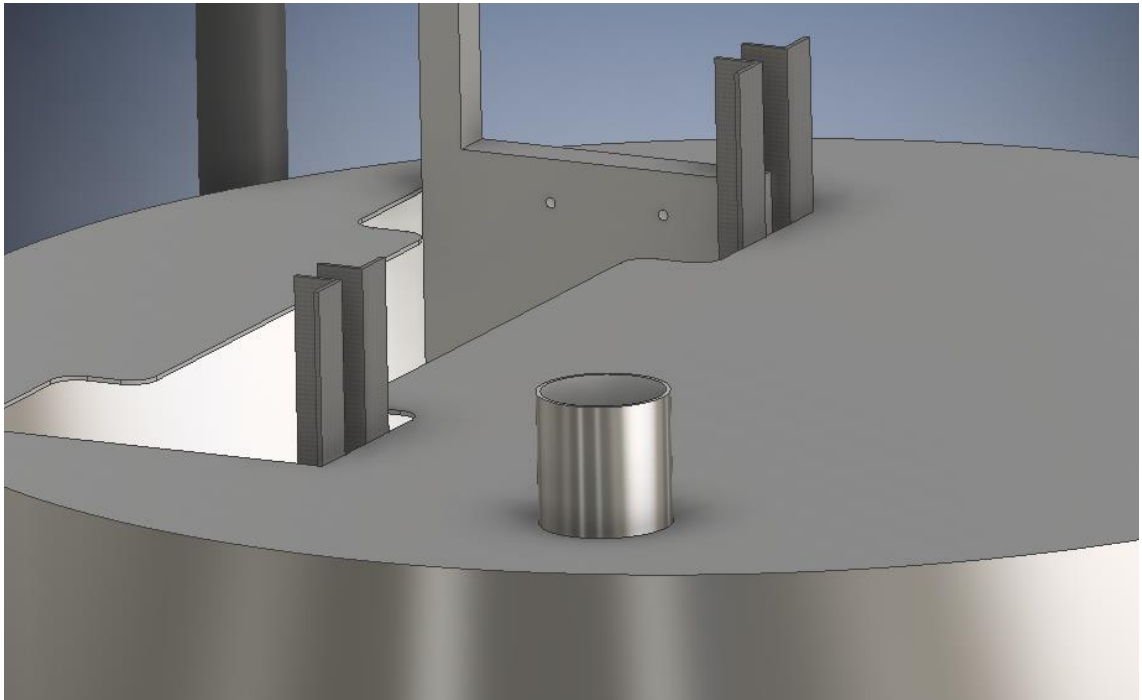


KUVA 10. Nostimen ja säiliön valinnainen kiinnityspiste.

6.4 Pakokaasujen poisto

Moottoritekniikoiden välillä on merkittäviä eroja pakokaasupäästöjen kannalta. Pääasiassa eroja syntyy kaksi- ja nelitahtimoottoreiden välillä, sekä kaasutin- ja ruiskutekniikan välillä. Kaikissa bensiini ja diesel käyttöisissä moottoreissa syntyy kuitenkin aina jonkin verran pakokaasuja moottorin käydessä. Pakokaasut ovat ihmiselle haitallisia, koska ne sisältävät mm. hiilimonoksidia, typen oksideja ja hiilivetyjä. Näiden tiedetään aiheuttavan ihmiselle ainakin hengitystie- ja sydänsairauksia, kuten astmaa, keuhkohtaumatautia, sepelvaltimotautia ja sydämen vajaatoimintaa. Joten pakokaasun poisto on äärimmäisen tärkeä toiminto aina, kun bensiini tai diesel moottoria käytetään huonosti ilmastoidussa tilassa. Korjaamotilat ovatkin yleensä mukavuus ja tehokkuus syistä sisätiloissa, joissa ei juurikaan ole riittävän tehokasta ilman vaihtoa. Koekäyttöaltaan yhteyteen on siten suunniteltu pakokaasujen imua varten 150 mm halkaisijalla oleva lähtö, johon saadaan kytkettyä koneellinen pakokaasuimuri. Yleisimmät pakokaasuimureiden letkukoot ovat 100, 125, 150 ja 200 mm. Altaan pakokaasulähtö on tarkoituksella suunniteltu hie- man ylimittaiseksi, sillä liian suurta lähtöä on helpompi pienentää, kuin liian pientä lähtöä suurentaa. Lisäksi liian pieni lähtö aiheuttaisi suuremman imuvastuksen imurille ja näin

ollen kuormittaisi imulaitetta turhaan. Lähdön koko muutokset tapahtuvat sovite kartioilla, jotka toimittaa pakokaasuimurin valmistaja.



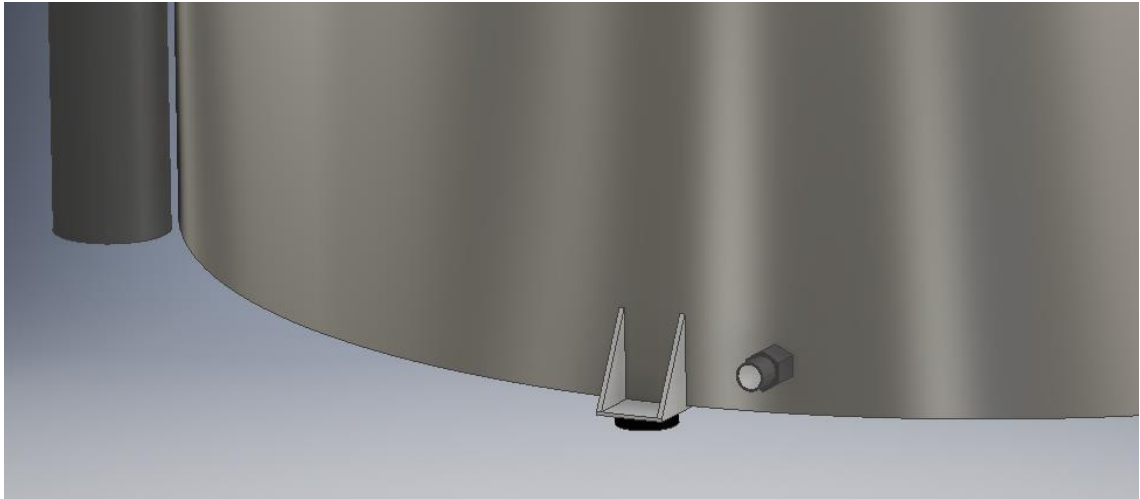
KUVA 11. Pakokaasujen poistoliitäntä.

Perämoottorissa pakokaasut tulevat pääasiassa vaihteistokotelon ohjaamana potkurin keskistä ympäröivään veteen. Vesi toimii tässä yhteydessä ääntä eristävänä elementtinä, sillä perämoottoreissa ei ole erillistä äänenvaimenninta. Riippuen moottoritekniikasta, joissakin moottoreissa on keskirungon alueella pieni pakoputkeen liitetty huohotin. Huohottimen kautta poistuu pakoputken jäähdyttämisestä syntyvää vesihöyryä, sekä pieni määrä pakokaasua. Molemmat pakokaasujen ulostulot osoittavat kuitenkin pois päin koneesta ja potkurin pyöriessä veden liike kuljettaa pakokaasuja kauemmaksi. Pakokaasujen poistoa varten tehty lähtö sijaitsee altaan suljetulla osalla, johon kerääntyy vedestä nousevat savukaasut.

6.5 Altaan täyttö ja tyhjennys

Altaan laskennallinen tilavuus on noin $2,55 \text{ m}^3$, joka on yli 2500 l vettä. Laskelma ei huomioi altaan sisään sijoitettavia tuentoja tai loiskelevyjä, jotka altaan valmistaja lisää vasta valmistusvaiheessa. Altaan täyttö tapahtuu avonaisesta osasta esimerkiksi puutarhaletkulla. Ajan kuluessa moottoreiden koekäytön yhteydessä veteen pääsee moottoreista irtoavaa likaa, kuten öljyä ja hiekkaa. Öljy kevyempänä nousee aina veden pintaan ja on

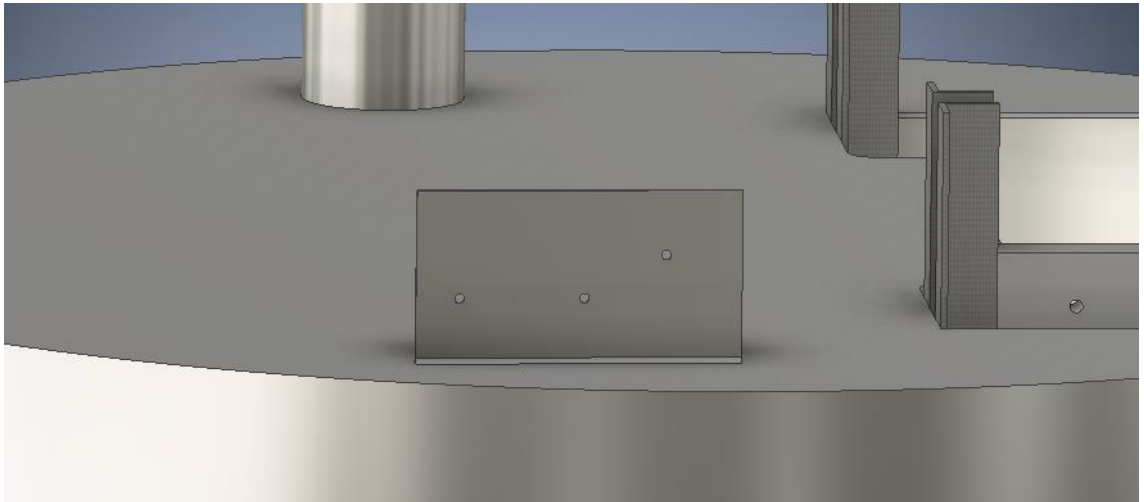
näin ollen poistettavissa öljynimeytysmatolla, mutta pinnalle noussut öljy kuitenkin sotkee samalla altaan sisäpintaa. Sisäpinnan puhdistamiseksi ja altaan pohjalle valuvan hiekan poistamiseksi altaan alareunaan on suunniteltu vedentyhjennysventtiili. Altaan valmistaja tekee vesiputkikierre standardin G2 tyyppisen ulkokierre lähdön kuvan 12 mukaisesti, johon liitetään Oraksen valmistama palloventtiili (liite 3).



KUVA 12. Altaan tyhjennyslähtö.

6.6 Moottorin ohjauslaitteet

Koekäyttöallas on suunniteltu 2,5-30 hevosvoimaisille perämoottoreille, joista 8 hevosvoimaisesta alkaen on saatavana sähkökäynnisteinen kauko-ohjattava moottorimalli. Kauko-ohjattavissa malleissa ei ole hallinta laitteita koneen kyljessä, kuten pienemmissä moottorikokoluokissa. Joten niiden ohjaus on mahdollista vain kaukohallintalaitteella, joka normaalissa käyttötilanteessa sijaitsee veneen sisällä kuljettajan penkin vieressä. Koska koekäyttö ja korjaustilanteessa olisi liian työlästä, sekä samalla asiakkaan näkökulmasta liian kallista purkaa moottorin ohjainlaite veneestä, on altaan yläpintaan sijoitettu teline kaukohallintalaitetta (liite 4) varten. Työn tilaajan asiakkaista 99 % omistaa Yamaha merkkisen moottorin, joten tässä yhteydessä voidaan kiinnittää Yamahan kaukohallintalaite altaan telineeseen. Yamahan mallimerkiltään 703 kaukohallintalaite on yhteensopiva aina 8-225 hevosvoimaisten moottoreiden kanssa ja on siksi helppoa koekäytön yhteydessä siirtää vain moottoria. Altaassa kiinni oleva kaukohallintalaite on koekäytön yhteydessä helppo liittää käytönkohteena olevaan moottoriin yhden pistokkeen välityksellä. Tämä pistoke ja siihen liittyvät johdot tulevat Yamahan kaukohallintalaitteen mukana.



KUVA 13. Yamahan 703 kaukohallintalaitteelle sopiva asennusteline.

7 LOPPUTULOS

Tämän opinnäytetyön lopputuloksena on saatu graafinen suunnitelma perämoottorin koekäyttöaltaasta. Koekäyttöallas on varustettu moottorinostimella, jonka toiminta käy ilmi kuvan 14 kuvasarjasta. Kuvan 14 asetuksella allas on käytettävissä vasemmalta puolelta, mutta vaihtamalla nostimen ja säiliön paikkaa keskenään, saadaan altaalle asetus, jolla sitä voidaan käyttää oikealta puolelta. Altaan pyöreä muoto mahdollistaa sijoittelun erityyppisissä korjaamotilaratkaisuissa. Altaassa on pakokaasujen poistoa varten lähtö, veden tyhjennykseen palloventtiilin paikka ja kaukohallintalaitteelle kiinteä teline. Kaikki edellä mainitut ominaisuudet ovat työn tilaajan asettamia vaatimuksia ja niiden toteutumisen myötä voidaan katsoa kaikki vaatimukset täytetyksi.



KUVA 14. Kuvasarja altaan nostimen toiminnasta.

Lopullinen suunnitelma on esitetty työn tilaajalle ja tämä on hyväksynyt suunnitelman sellaisenaan. Hyväksymisen jälkeen altaan mittapiirroksat (liite 5; liite 6) toimitettiin alihankkijalle, joka valmistaa koekappaleen käyttökokemuksien keräämiseksi. Alihankkija valmistaa altaan lisäksi nostimeen tulevan kannatinlaitteen.

Tämän opinnäytetyön loppuvaiheilla alihankkija on saanut valmiiksi suunnitelman mukaisen koekappaleen altaasta. Altaan kokoonpano on suoritettu KX-Center Oy:n tiloissa alihankkijan toimesta. Kuvassa 15 koekäyttöallas on koottu ja altaaseen suunniteltu nostinlaite on altaan sisäpuolella.



KUVA 15. Nostinlaite altaan sisällä.

Kokoonpanon yhteydessä nostinlaitteella suoritettiin koenosto. Koenostoa varten nostinlaitteelle asetettiin 30 kg painava Yamaha merkinen perämoottori. Nostinlaite toimi odotusten mukaisesti ja nostimella suoritettut nostot, sekä käännökset ovat hyvin hallittavissa. Valittu perämoottori on Yamahan perämoottorimalliston toiseksi pienin moottori, joka valikoitiin koenostoon kevyen painonsa johdosta. Koenostossa kuitenkin havaittiin, että nostinlaite on todella tukeva ja kestää varmasti kaikkien altaalle suunniteltujen perämoottorimallien painon. Kuvassa 16 ja 17 nostinlaite on perämoottorilla kuormitettuna.



KUVA 16. Nostinlaite perämootorilla kuormitettuna altaan ulkopuolella.



KUVA 17. Nostinlaite perämootorilla kuormitettuna altaan sisäpuolelle käännettynä.

Altaan myöhäisestä valmistumisesta johtuen kokoonpanoa ja ensimmäistä nostokertaa lukuun ottamatta, altaasta ei ole ehditty keräämään käyttökokemuksia. Työn tilaaja on koenoston perusteella hyväksynyt tässä opinnäytetyössä tehdyn suunnitelman ja sen perusteella valmistetun koealtaaseen.

8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella perämoottorikorjaamoille soveltuva koekäyttöallas, jolla voidaan simuloida veden aiheuttamaa kuormaa perämoottorille. Koekäytön tarkoitus on veden kuormituksen avulla paljastaa moottorin todellinen käyttäytyminen. Koekäyttöaltaan toimintoihin suunnitellaan nostolaite, pakokaasujen poisto, altaan tyhjennys ja kaukohallintalaitteen teline, jotka perustuvat työn tilaajan asettamiin vaatimuksiin.

Suunnittelun tuloksena on 3D-piirros koekäyttöaltaasta, jonka pohjalta on valmistettu koekappale käyttökokemusten keräämiseksi. Koekäyttöaltaan toiminnot täyttävät työn tilaajan asettamat vaatimukset, joten voidaan katsoa suunnittelu onnistuneeksi.

Jatkossa altaan käytöstä kerätään kokemuksia, joiden avulla voidaan tehdä lisää tuotekehittelyä. Esimerkiksi nostimen käyttövoiman muutos paineilmasta sähkömoottorilla toimivaksi hydraulipumpuksi vähentäisi nostimen kiihtyviä nousu ja lasku liikkeitä. Tässä yhteydessä kiinteän sähköliittymän rakentaminen altaan läheisyyteen on edullisempaa, kuin paineverkon rakentaminen. Sähköinen hydraulipumppu poistaisi myös energia häviöt, jotka syntyvät paineilmaverkon vuodoista.

LÄHTEET

Finder. 2017. KX-Center Oy taloustiedot. Luettu 20.1.2017.

<https://www.finder.fi/Moottoripy%C3%B6ri%C3%A4+mopoja+skoottereita+ja+moottorikelkkoja/KX-Center+Oy/Tampere/yhteystiedot/315087>

Yamaha Motor Europe. 2017. Perämoottorimallit. Luettu 30.1.2017.

<https://www.yamaha-motor.eu/fi/products/peramoottorit/index.aspx>

Yamaha Motor Europe. 2017. Yamaha F2.5 perämoottorin tekniset tiedot. Luettu 30.1.2017

<https://www.yamaha-motor.eu/fi/products/peramoottorit/portables/f2-5.aspx?view=featurestechspecs>

Yamaha Motor Europe. 2017. Yamaha F30 perämoottorin tekniset tiedot. Luettu 30.1.2017

<https://www.yamaha-motor.eu/fi/products/peramoottorit/mid-range/f30.aspx?view=featurestechspecs>

Y-Shop Yamaha Motor. 2017. Lisävarusteet ja varaosat. Luettu 1.3.2017

<https://yshop.yamaha-motor.com.au/products/mechanical-703-side-mount-control-box>

Nionwatersport-webshop.nl. 2017. Yamaha 703 kaukohallintalaite. Luettu 10.3.2017

<https://www.nionwatersport-webshop.nl/schakelkasten/134-yamaha-703-schakelkast.html>

Onninen. 2017. Palloventtiilit. Luettu 10.3.2017

http://products.onninen.com/catalog/150058/product/46419/AAO090_FIN1.html

Taloon.com. 2017. Palloventtiilit. Luettu 10.3.2017

<http://www.taloon.com/palloventtiili-oras-ms-dn50-400050/LVI-3713509/dp?openGroup=6319>

Oras. 2017. Palloventtiilit. Luettu 15.3.2017

<http://www.oras.com/fi>

Ehow. 2017. Perämoottorin koekäyttöläpät. Luettu 15.3.2017

http://www.ehow.com/how_6068263_use-earmuffs-outboard.html

Basspro. 2017. Huoltovälineet. Luettu 15.3.2017

<http://www.basspro.com/>

Edilex. 19.6.2008. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta 403/2008. Luettu 15.4.2017

<https://www.edilex.fi/smur/20080403>

EUR-Lex. 17.5.2006. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY. Luettu 15.4.2017

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/fi/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0042>

Finlex. 12.6.2008. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. Luettu 17.4.2017
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080400>

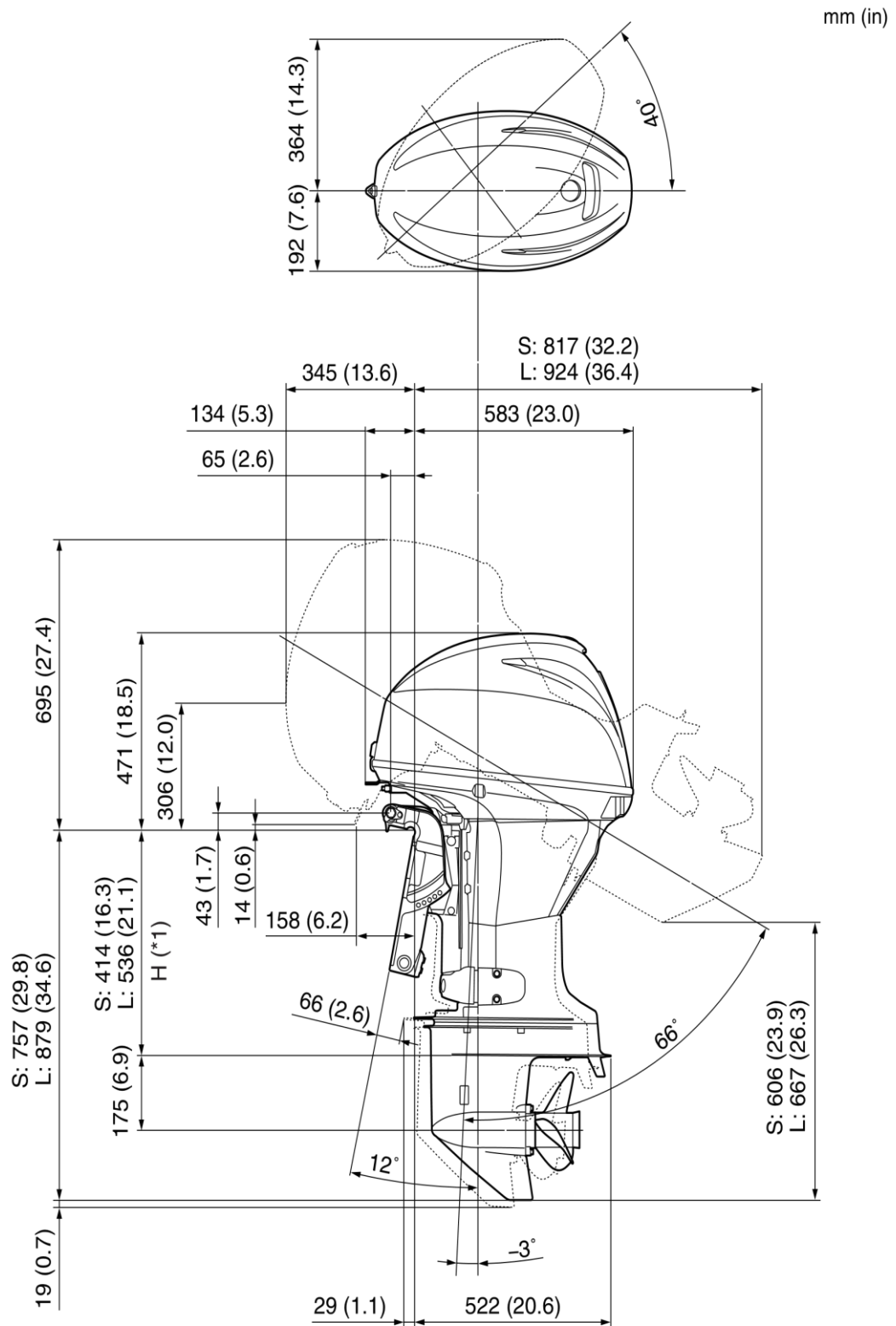
SFS. 2006. Konedirektiivin 2006/42/EY soveltamisopas. Luettu 19.4.2017
<http://ec.europa.eu/DocsRoom/documents/9202/attachments/1/translations/>

SFS. 2015. Koneturvallisuuden standardit. Luettu 20.4.2017
<https://www.sfs.fi/files/63/Koneturvallisuusesite2015web.pdf>

LIITTEET

Liite 1. Perämootorin mitat

Ulkopinta F30BET

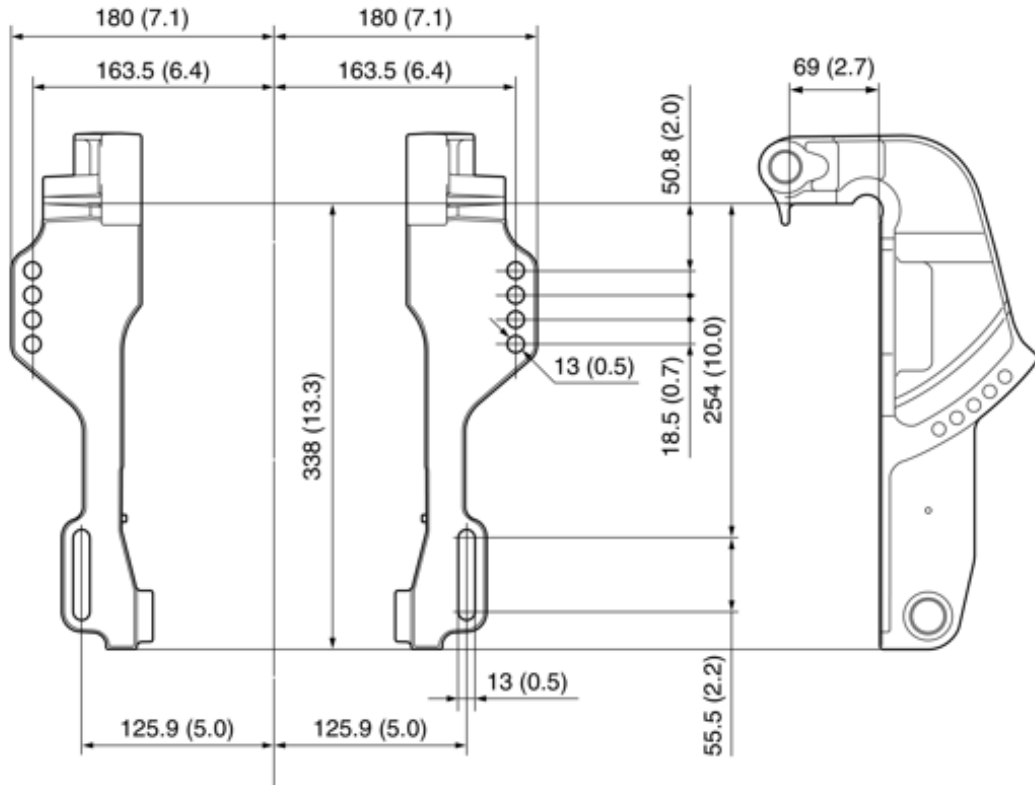


(*1) Perälaudan korkeus

Liite 2. Moottoripukin mitat

Puristinkiinnitin

mm (in)



Liite 3. Oras palloventtiili


MS-PALLOVENTTIILIT
4000**Tekniset tiedot**

Käyttöpaine	0 – 25 bar (0 – 2.5 MPa)
Käyttölämpötila	-30°C – +180°C
Raaka-aine	erikoismessinki, sinkinkadonkestävä
Kahva	sinkitty teräs
Tiivisteet	PTFE
Liitäntä	sisäkierteinen

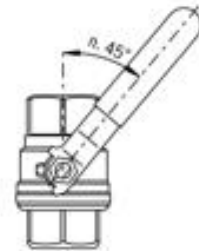
Yleistä

Aukaise kahva aina rajoittimeen saakka.

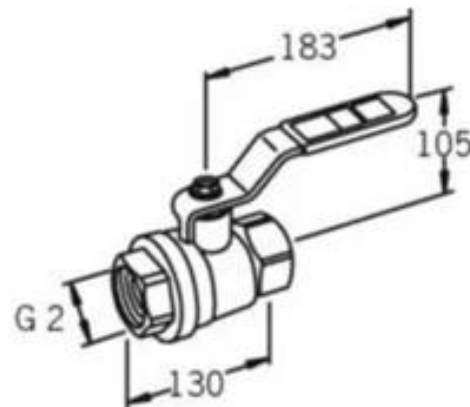
Huolto

Palloventtiili ei tarvitse huoltoa. Ainoa mahdollinen huoltotoimenpide on karan tiivisteeseen ("pöksin") kiristys. Karan tiivisteeseen kiristys

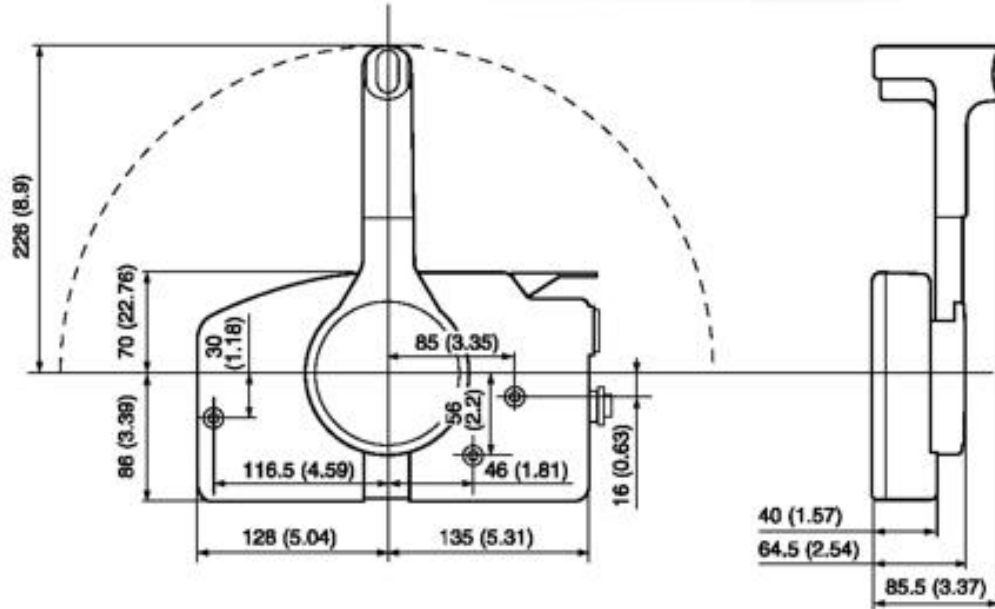
- Irrota kahva ja kiristä kahvan alla olevaa ruuviholkkia.

**Jäätymisvaara**

Jos venttiili on asennettuna paikkaan (esim. jakojohdo), jossa on jäätymisvaara, pitää vipu jättää noin 45° kulmaan, jotta karan ja pallon väliin jäävä vesi pääsee virtaamaan pois.

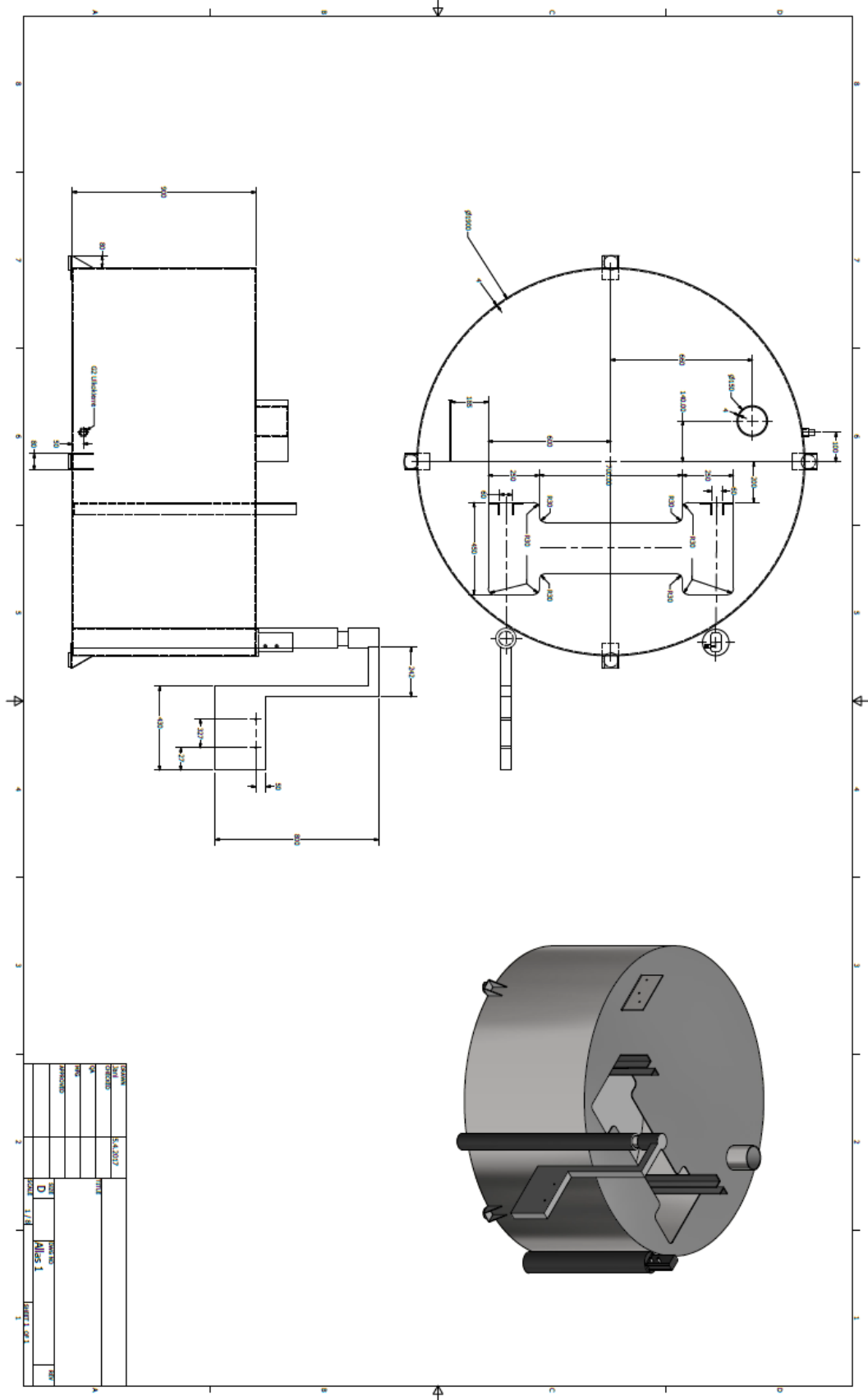


Liite 4. Yamahan 703 kaukohallintaite



Liite 5. Koekäyttöaltan mittapiirros

1(2)



Liite 6. Koekäyttöaltaan mittapiirros

2(2)

