

Joono Kujalo, Tuomas Nieminon & Juho Kallio

Kokoava projekti 1 & 2

R1 - Pienoismalliveneet

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotesuunnittelu
Loppuraportti
10.5.2011

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Työvaihe	1
2.1	Purjeveneeseen pienoismalli	1
2.1.1	Lähtötilanne	2
2.1.2	Opintojakso alkaa	2
2.1.3	Testaus	4
2.1.4	Korjauksia ja parantelua	6
2.2	Vesisuihkun pienoismalli	7
2.2.1	Lähtötilanne	8
2.2.2	Alkuvalmistelut	9
2.2.3	Ja homma käyntiin	9
3	Yhteenveto	13

Liitteet

Liite 1. Purjeveneeseen allastestivideon URL

Liite 2. Projektin wikisivut

1 Johdanto

Projektin tavoitteena on vesisuihku- ja purjevenepienoismallien rakentaminen. Toinen toimii vesisuihkuilla ja toiseen tulee ns. saildrive. Pienoismallit toteutetaan osana iBoats -projektia.

Vesisuihkun tarkoitus on olla Alamarin-Jetin ja Oceanvoltin yhteistyötestiveneen (3mm alumiinia, mitat: n. 1150 x 3500, l x k) pienomalli, jolla testataan miehittämättömän aluksen ohjauslogiikkaa ennen kuin vastaavaa logiikkaa sovelletaan varsinaiseen testi-veneeseen. Näin voidaan havaita mahdolliset viat ja virheet mahdollisten aineellisten vahinkojen jäädessä pienomallisteelle.

Purjeveneen pienomallilla Oceanvolt haluaa testata purjeveneen käyttäytymistä kahdella saildrive -vetolaitteella, kolmessa eri asennuskohdassa, yhdessä sekä yhden että kahden peräsimen kanssa ja verrata käyttäytymistä samoilla järjestelyillä mutta kääntyvillä vetolaitteilla. Tavoitteena siis selvittää onko järkevää aloittaa oman pysty akselin suhteen kääntyvän vetolaitteen tuotekehitys, kuinka suurilla etuja sillä saavutetaan jos ollenkaan.

2 Suunnittelu- ja työvaihe

Teimme alustavan suunnitelman jonka pohjalta aloitimme pienomallien rakentamisen. Ryhmällämme oli ennestään vahvaa kokemusta harrastustoimisesta osien valmistamisesta, suunnittelusta ja rc-laitteista. Tämän takia emme tehneet erityisen tiukkoja mit-tapiirroksia tms. Teimme karkeat suunnitelmat ja yksityiskohtien suunnittelun teimme rakentelutöiden edetessä.

2.1 Purjeveneen pienomalli

Pienomallin kehitys alkoi jo kesällä 2010 ja vastuu siirtyi Kokoava projekti 1 OJ:n työryhmälle Tammikuussa 2011. Joonas Kujala on ollut projektissa mukana alusta asti.

2.1.1 Lähtötilanne

Ennen Kokoava projekti OJ:n alkamista mallinnettiin ja tulostettiin 3D-tulostimella köli (NACA 65-0015), kaksi pienempää peräsintä (NACA 0015) ja yksi iso peräsin (NACA 0015). Siipiprofiilin mallintamiseen käytettiin Wikipediasta löytyvää kaavaa sekä Excelin Catia-macroa PointSplineLoft. Oceanvoltilta saadun pienoismallin runkoon vedettiin seitsemän narua pitkittäissuunnassa ja viisi narua poikittain, narujen leikkauspisteistä mitattiin koordinaatit kuvassa näkyvällä mittakäsivarrella. Koordinaatit tallennettiin .STEPpinä ja avattiin Catiilla. Pisteiden avulla mallinnettiin koko muoto. Hobby Pointin kautta tilattiin 2 kpl Graupner Schottelantrieb I -kääntyviä vetolaitteita jotka myös mallinnettiin.



2.1.2 Opintojakso alkaa

Veneen pohjaan on porattu kaikki tarvittavat reiät peräsinakseleita, vetolaitteita ja köli-kiinnitystä varten.



Peräsinakseleille on tehtiin rosteriputkesta läpiviennit, joiden yläpää tulevat vesilinjan yläpuolelle. Lopullisessa asennuksessa putket tiivistetään sisäpuolelta vaseliinilla tms. korroosion ja läpivuodon estämiseksi.



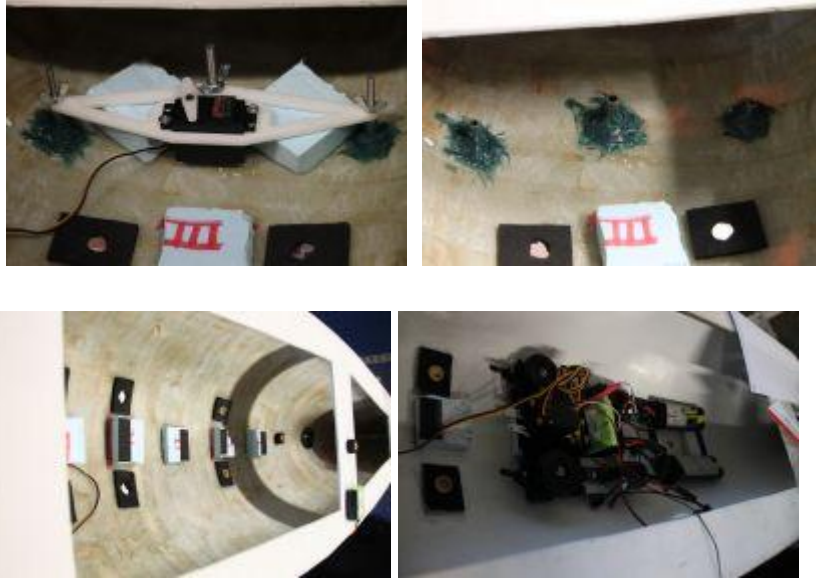
Pienten peräsimien akselit tehtiin M4x50 ruuveista jotka liimattiin kiinni peräsimiin. Ruuvien yläpäähän kiinnitettiin servon mukana toimitettavat säätölaipat sekä siipi- että tavallisilla muttereilla. Ison peräsimen akseli toteutettiin samalla tavalla M6x50 ruuvista sillä erolla että säätölaippa sekä akselille että servoon jouduttiin itse valmistamaan.

Mittausvirheen ja 3D-tulostimen virhetoiminnon saattelemana päätimme tehdä voimansiirtolaitteiston "kelkan" ensimmäiseen versioon alumiiniset kiinnityspalat mootto-reita varten -> tukevampi rakenne ja samalla jäähdyttää hieman mootto-reita.



Peräsinakseleiden läpiviennit kiinnitettiin pohjaan lasikuituepoksilla.

Vetolaitteille porattuihin reikiin laitettiin silikonilla kiinni muutaman millin paksuista solumuovia tiivisteeksi ja voimansiirtoa varten tulostetulle kelle asennettiin pohjaan finnfoamista tehtyjä tukitasoja.



Tukitasoihin liimattiin velcroa ja vastakappaleita kelkan pohjaan, näin kelkka ei pääse liikkumaan ajossa.

Pohjan läpivienteihin hankittiin rautakaupasta 16mm karmitulppia.

Tekniikan toimivuus testattiin ja säätöjen tarve todettiin ennen lopullisia vedessä suoritettavia testejä.

Pienoismallin painotusta varten hankittiin n. 4kg ohutta lyijylevyä jonka avulla vene saadaan helposti ja tarkasti haluttuun painoon. Painotus suoritettiin lopullisten viimeistelyjen ohessa kun venettä päästiin ensimmäisen kerran uittamaan.

Veneen pohja maalattiin sisäpuolelta valkoiseksi ja vene luovutettiin toimivana ja ehjänä joksikin aikaa Kasurisen Timon IT-porukan haltuun pc-softan tekemistä varten.

2.1.3 Testaus

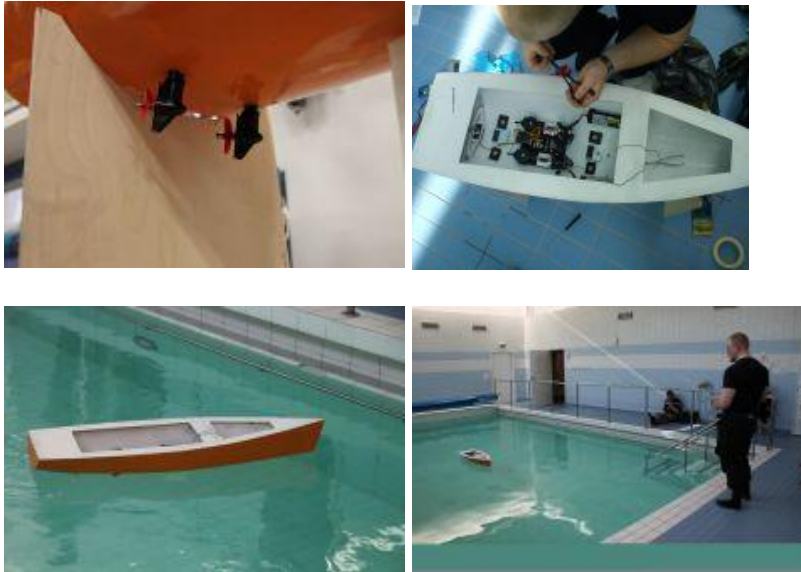
Ensimmäiset allastestit suoritettiin Metropolian Vanhan Viertotien toimipisteessä terapia-altaassa.

Ennen ensimmäisiä allastestejä vetolaitteisiin hankittiin 2-lapaiset potkurit ja niiden kiinnitykseen valmistettiin soviteholkit sekä akuille valmistettiin kiinnitykset velcrosta.

Testeissä havaittiin seuraavia asioita:

- Silikonilla pohjaan liitetyt solukumit yhdessä karmitulppien kanssa eivät ole riittävän tiiviitä. Jouduttiin paikkaamaan ilmastointiteipillä jotta testejä pystyttiin jatkamaan.

- Tehtiin kokonaan uusiksi. Uudet tarkemmin muotoillut kahdessa kerroksessa olevat solukumit liitettiin hiottuun ja putsattuun pohjaan huokosille materiaaleille sopivalla sikafleximaisella töhnällä.
- Vetolaitteiden ja solukumien välistä vuotaa aavistuksen verran.
 - Huomioitiin edellä mainituissa korjauksissa.
- Vetolaitteiden käännessä runsaasti klappia, jonka seurauksena kääntömekanismi hyppi jatkuvasti pois hammastukselta.
 - Paranneltiin itsevalmistetuilla jäykemmillä kappaleilla sekä liitetään servotankojen päihin välyksettömät pallonivelet.
- Moottorit aivan liian tehokkaat vetolaitteille sekä autokäyttöön tarkoitettujen nopeudensäätimien epätarkkuus pienellä virralla.
 - JOS halutaan tarkemmaksi ja säädettävämmäksi (riippuu softantekoporuksista ja Oceanvoltista) moottorit vaihdettava harjallisiin noin 50 watin moottoreihin sekä venekäyttöön tarkoitettuihin nopeudensäätimiin.
- Nopeudensäätimet ja vastaanotin vaarallisen lähellä pohjaa kun pohjalle kertyy vettä.
 - Nostettiin ylemmäksi ja käännettiin ylösalaisin, jotta mahdollinen vesi ei jää seisomaan laitteiden päälle ja sisälle.
- Vetolaitteiden kulmavaihteet eivät ole lähelläkään vesitiiviitä.
 - Täytettiin litiumrasvalla.
- Veneen kipparointi melko haastavaa.
 - Reeniä reeniä
- Sivuttaisliike täysin mahdollista. [Liite 1]
 - Kuvaushetkellä vetolaitteet keskimmaisissä rei'issä
 - Vetolaitteessa Graupnerin 4-lapaiset potkurit sekä niiden suuttimet.
 - Iso peräsin, joka oli lukittu keskiasentoon.
 - Altaassa oli kiertovesisuuttimet puhaltamassa vettä videon oikeasta reunasta aiheuttaen suhteellisen virtauksen veden pinnassa. Kuten voidaan havaita vene liikkuu sivuttain riippumatta siitä mistä suunnasta nämä pintavirtaukset veneeseen kohdistuivat.



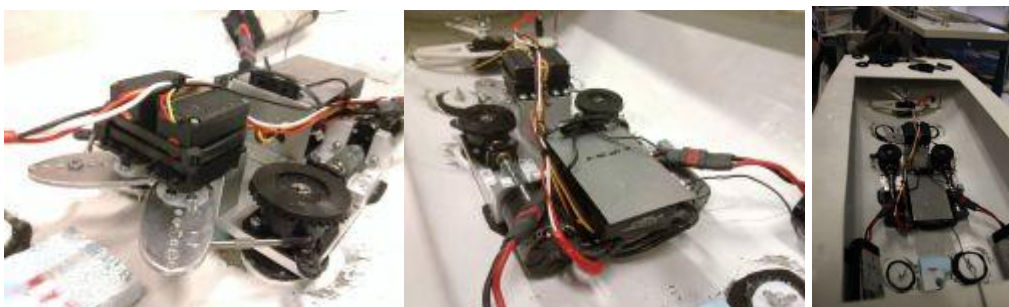
2.1.4 Korjauksia ja parantelua

Voimansiirrolle valmistettiin kokonaan uusi kelkan alumiinista sekä vetolaitteiden kääntöön tarvittavat tukevammat osat (palloniveliä hankittiin Tietonikkarista sekä Tuomak- sen taskuista).

Joutilaiden läpivientireikien tiivistykseen tehtiin karmitulpista, ruuveista, muovilevystä sekä siipimuttereista kiristettävät tulpat.

Akselikytkimien päälle tehtiin kumiletkusta kaulukset estämään akselien kiristysruuvien löystymisen ja karkailun.

Antennia varten tehtiin masto sähköputkesta ja vanerista.



Vene luovutettiin IT-porukan käpisteltäväksi hieman surkuhupaisissa tunnelmissa (Kuva IT-allas). Vastaanottavan osapuolen pienestä mittavirheestä johtuen suunniteltuja toisia allastestejä ei voitu toteuttaa luovutuksen yhteydessä koska vene ei mahtunut poikittain altaaseen ja potkurien aiheuttamat virtaukset sotkivat koko systeemin.



Kuva IT-allas

Vene oli myös näytillä 15. - 17.4.2011 järjestetyssä Model Expossa Metropolian osastolla. Messuja varten pukin pikku apurit Sasu ja Pauli hommailivat purkkkariin maston ja WB Sailsilta saatiin sopiva purje.



2.2 Vesisuihkun pienoismalli

Aloituskokouksessa päätettiin rakentaa pienoismalli valmiista osista sen sijaan että niitä tehtäisiin itse, esim. mallinnettisiin suihkujen mekaniikka. Toki koululta löytyviä koneita ja materiaaleja käytettiin tarpeen ja tilanteen vaatiessa kaupasta osien etsimisen sijaan.

Tietonikkarille on jätettiin tarjouspyyntö seuraavista osista

- Graupner Jet Propulsion Unit (2340)
- Graupner Reversing Mechanism for Jet Propulsion Unit (2340.1)
- Graupner Jet propulsion unit gearbox (2341)
- V-pohjaisen veneen aihio (ready-set -paketti josta jätetään polttomoottori)
- Vortex experience 2 -moottori + nopeudensäädin
- 12 akkuliitintä
- Servotankoja
- Palloniveliä

Huom. Sekä vesisuihkun että purjeveneiden pienoismalleissa käytetään Vortex Experience 2 -moottoreita, purjeveneessä on kaksi moottoria ja vesisuihkuun tulee yksi moottori.

2.2.1 Lähötilanne

Veneen aihiona päädyttiin käyttämään Kyosho Sunstorm 1000 GP ready-to-race -pakettia. Paketista jätettiin pois sen mukana normaalisti toimitettava polttomoottori sekä siihen kuuluvat kilkkeet.



Jetiksi valittiin Graupnerin Jet Propulsion Unit 2 (+ siihen kuuluva peruutuskauha sekä alennusvaihde)



2.2.2 Alkuvalmistelut

Vene purettiin alkutekijöihin ja siitä poistettiin pohjaan kitattu potkuriakselitunneli sekä rumat tarrat kyljistä ja kannelta.



Alamarin-Jetin kanssa pidetyssä alkupalaverissä todettiin ettei jettiveneen pohjassa ole suotavaa olla porrastusta kölilinjassa, joten pohjan muoto jouduttiin korjaamaan. Pohjan muodon korjausta ja muuta rakentamista ja tiivistämistä varten hankittiin n.1mm paksuista muovilevyä, yleisepoksia, muovipakkeliä, sikaflexiä, muoviliimaa sekä nestemäistä kumia.

2.2.3 Ja homma käyntiin

Koska veneellä tullaan ajamaan täysiä ja moottori tulee olemaan suljetussa tilassa se tarvitsee erillistä jäähdytystä. Näin ollen moottorille valmistettiin rosteriputkesta vesi-jäähdytyslementti.



Toisessa kuvassa mallailua osat löyhästi nojailemassa toisiinsa ja toisessa staattori-suutin-ohjaussuutin-kauha -yhdistelmä.



Pohjan portaat leikattiin Dremelillä pystysuorasta pinnasta auki sekä vähän matkaa kyljistä veneen pituussuunnassa. Näin pohjan osat voitiin kevyesti taittaa linjaan keskenään ja vahvistaa sekä täyttää liitokset epoksilla ja pakkelilla. Liittämistä varten pohjan pinnat veneen sisäpuolelta myös hiottiin paremman tarttuvuuden saavuttamiseksi.

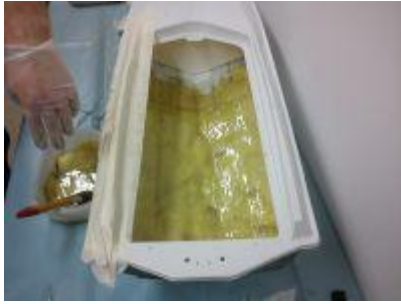


Ennen pohjan duunaamista piti myös valmistella jetin imuaukon läpivienti, jotta voitiin viimeistellä koko pohja yhdellä kertaa. Imuaukon tarkan sijainnin selvittämiseksi piti peräpeiliin puhkaista suuttimen vaatima läpivienti, tämän jälkeen läpivientiin asetettiin suuttimen puolikas hollille ja siihen jetin imukanava jolloin voitiin piirtämällä suoraan pohjaan määrittää mihin kohtaan imukanavalle pitää tehdä läpivienti. Samalla mallailtiin hiukan miltä jettikokonaisuus tulee näyttämään.



Taivuttamalla tehty pohjan muoto oli sen verran arveluttavan näköinen että päätimme tehdä kunnan linjan pohjaan leikkaamalla pohja irti peräpeilistä ja aina puoleen väliin venettä asti. Tämän jälkeen hahmoteltiin uusi muoto käyttämällä apuna jesaria ja pel-linpaloja. Hahmottelun jälkeen muoto viimeisteltiin kevlarilla (koska lasikuitua olisi pitänyt ostaa ja kevlaria löyty omasta takaa), myös alumiinilevystä tehty insertti jetin imu-kanavaa varten tehtiin tässä vaiheessa yhdeksi pohjan muodon kanssa. Kevlarin hartsin kuivuttua täysin pohjan muoto viimeisteltiin muovipakkellilla ja siistittiin valkoisella spray-maalilla.





Servoille hommailtiin alumiinilevystä kiinnityspalikat, jotka kiinnitettiin tarkoitukseen sopivalla sikaflexillä. Moottorin kiinnityslevyä/vaihteistoa hetki pyöriteltyä päädyttiin tekemään tämäkin kokonaan alusta itse ja alumiinilevystä, näin saatiin helpommin voimansiirtokokonaisuus kiinnitettyä veneeseen. Hammashihnan välityksellä tapahtuvan voimansiirron pienempi, moottorin akseliin kiinnitettävä, hammaspyörä tuotti hieman ärräpäitä sen vaatiman akselipaksuuden ollessa 5mm ja moottorin akselin halkaisijan ollessa 3.2mm. Muutama holkki valmistettiin, mutta niiden laatu ei läpäissyt vaatimuksia. Myöhemmillä yrityksillä tässä onnistuttiin paremmin ja holkista saatiin toimiva. Toisessa kuvassa kokonaisuuden mallailua.



Moottori-/vaihteistolevy kiinnitettiin pohjaan sikaflexillä. Vesijäähdytystä varten asennettiin letkunippa jetin ulostulosuuttimeen, josta saadaan jäähdykseen vesi kierto. Ulostulevalle vedelle vedettiin letku peräpeilin läpi. Akku(j)a varten veneen sisäpuolelle vedettiin koko pohjan matkalta velcroa molemmin puolin, jolloin akkujen määrällä ja sijoittelulla voidaan myös vaikuttaa ajo-ominaisuuksiin.



Tekniikan toimivuus ja veneen tiiveys testattiin "IT-altaassa" ja toimivuuden havaittua veneen kansi maalattiin oranssiksi.



Kun paketti oli kasassa käytiin venettä testaamassa Bodom-järvellä Espoossa.



Testeissä havaittiin veneen uivan ja käyttäytyvän kuten pitääkin, mutta moottori oli valitettavasti liian tehoton tähän käyttöön sopivaksi jetin tarvitessa enemmän vääntöä ja vähemmän kierroksia. Nykyinen n.4000r/V -moottori vaihdettava noin 2000r/V moottoriin, tällöin voidaan myös lisätä akkujännitettä eli akkujen määrää ja saavuttaa suuremmat tehot jolloin koko veneen suorituskyky kasvaa huomattavasti.

3 Yhteenveto

Koko projektin osalta kaikki tavoitteet saavutettiin täysin ja molemmista veneistä on tullut hyvää palautetta. Oceanvolt oli erityisen tyytyväinen jo ensimmäisissä allastes-teissä saavutettuihin tuloksiin.

Parempiinkin tuloksiin olisi päästy jos kaikki osat, erityisesti radio ja moottorit, olisi valittu ja hankittu projektiryhmän voimin eikä olisi jouduttu käyttämään olemassa olevia laitteita. Näin olisi kumpaankin veneeseen saatu mahdollisimman tarkoituksenmukaiset moottorit, nopeudensäätimet ja radio.

Purjeveneen pienoismalli pääsee kesällä kovaan testaukseen riippuen Oceanvoltin aikataulun kiireellisyydestä. Ennemmin tai myöhemmin joka tapauksessa.

Vesisuihkun pienoismallia tullaan vielä parantelemaan opintojakson päätyttyä erilaisilla moottoreilla ja akuilla sekä se tullaan tiivistämään täysin vesitiiviiksi, jotta sillä voidaan huoletta ajaa ääri rajoilla.

Isommat kuvat ja hienoja videoita projektin wikisivuilla. [Liite 2]

Liite 1

<http://www.youtube.com/watch?v=rXEPTxyayn4> Purjeveneen ensimmäiset allastestit

Liite 2

<https://wiki.metropolia.fi/display/konetekniikanprojektit/R1> projektin wikisivut.