

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Venealan koulutusohjelma

Vesa Saari

UUDEN KAJAKIN SUUNNITTELU KAJAK-SPORT OSAKEYHTIÖLLE

Opinnäytetyö 2011

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Venealan koulutusohjelma

SAARI, VESA	Uuden kajakin suunnittelu Kajak-Sport Oy:lle
Opinnäytetyö	33 sivua + 68 liitesivua
Työn ohjaajat	Terho Halme, Marko Bryggare, Ari Haapanen
Toimeksiantaja	Kajak-Sport Oy, TULVA-projekti
Maaliskuu 2011	
Avainsanat	kajakit, kajakin suunnittelu, mallintaminen, vakavuus

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella uusi kajakkimalli jo olemassa olevan mallin pohjalta. Opinnäytetyön tilaaja oli kajakkien ja kajakkikomponenttien toimittaja Kajak-Sport Oy. Opinnäytetyö liittyy Tulevaisuuden veneala –projektiin (TULVA).

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella suorituskyvyltään mahdollisimman hyvä uusi kajakki pysyen kuitenkin tilaajan esittämien muutoksien rajoissa. Uuden kajakin tuli olla muotoilultaan uudenlainen malli, joka kuitenkin tunnistettaisiin Kajak-Sport Oy:n malliksi. Opinnäytetyössä keskityttiin vain kajakin rungon suunnitteluun ja mallinnukseen.

Vertailutulosten saamiseksi olemassa oleva kajakki (Artisan Millenium exp.) mallinnettiin ja siitä tehtiin parametriset laskelmat. Tilaaja esitti uuteen kajakkiin haluamansa muutokset, joiden perusteella uutta kajakkia alettiin mallintaa. Se tehtiin käyttämällä Rhinoceros 4.0 -ohjelmaa ja laskelmiin ohjelman lisäosaa Orcaa. Uuden kajakin rungon mallinnuksesta tehtiin parametriset laskelmat, jotka esitettiin tilaajalle.

Opinnäytetyön tuloksena mallinnettiin uusi kajakin runko, jonka tilaaja hyväksyi. Mallinnuksesta saatujen tulosten perusteella uusi kajakki on vakavuudeltaan parempi kuin olemassa oleva kajakki. Parametristen laskelmien perusteella uuden kajakin tilaajan haluamat ominaisuudet saavutettiin. Tulosten luotettavuutta saattavat kuitenkin heikentää mahdolliset mallinnuksessa tapahtuneet virheet.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Boat Manufacturing

SAARI, VESA

Designing a New Kayak for Kajak-Sport Oy

Bachelor's Thesis

33 pages and 68 pages of appendices

Supervisor

Terho Halme, Marko Bryggare, Ari Haapanen

Commissioned by

Kajak-Sport Oy, TULVA Project

April 2011

Keywords

Kayaks, designing a kayak, modelling, stability

The purpose of the Bachelor's thesis was to design a new kayak model on the basis of an already existing model. The thesis was commissioned by Kajak-Sport Oy, which supplies kayaks and kayak components. The thesis is linked to TULVA project (a future boat programme).

The aim of the thesis was to design a new kayak of the best possible performance, however, staying within the bounds of changes proposed by the customer. The new kayak was to have a novel design, which, however, would be recognized as a model owned by Kajak-Sport Oy. In the thesis the focus was entirely on designing and modelling the kayak framework.

To receive results for comparison, the existing kayak (Artisan Millenium exp.) was modelled and parameter calculations were made of it. The customer proposed the changes it wanted to be made in the new kayak, on the basis of which the construction of the new kayak began. In the construction process Rhinoceros 4.0 was used, and for calculations its additional part Orca. The modelling of the framework of the new kayak was subjected to parameter calculations, which were then presented to the customer.

As a result of the graduate thesis a new kayak framework was modelled and approved by the customer. The findings of the modelling show that the new kayak has a higher level of stability than the already existing kayak. As judged by the parameter calculations, the new kayak was equipped with the properties that the customer wanted. However, the reliability of the findings may be weakened by possible errors during modelling.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO	6
2	MERIKAJAKKI	7
3	RESISTANSSI	9
	3.1 Kitkavastus	9
	3.2 Aaltovastus ja siihen vaikuttavat tekijät	10
	3.3 Kajakin muodot	13
	3.4 Muut vastukset	13
4	KAJAKIN LIIKKEET	14
	4.1 Rungon liikkeet	14
	4.2 Kajakin kääntyminen	15
	4.3 Suuntavakavuuteen vaikuttavat tekijät	15
	4.4 Kajakin ohjailtavuusominaisuuden vaikuttavat tekijät	16
5	VAKAVUUS	16
	5.1 Vakavuuden määrittäminen ja tulkitseminen	17
	5.2 Vakavuuden alue	18
6	KAJAKIN SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAA	18
	6.1 Rungon keulaosa	18
	6.2 Keskiosa	19
	6.3 Perän muoto	20
	6.4 Vakavuus ja turvallisuus	20
7	SUORITUSKYVYN ENNUSTAMINEN	20
8	ARTISAN MILLENIUM EXPEDITION	21
9	UUSI KAJAKKI	22
	9.1 Uuden kajakin rungon muoto	23
	9.2 Vakavuus	24

10 TOTEUTUS	24
10.1 Olemassa oleva kajakki	24
10.2 Kajakin mallintaminen	24
10.3 Painolaskelmat	25
10.4 Nopeusennustelaskelma Orcalla	26
11 TULOKSET	27
11.1 Vakavuus	27
11.2 Vakavuus pienillä kulmilla	28
11.3 Suorituskyky	29
11.4 Kajakin suunnitteluprosessi	30
12 TULOSTEN TARKASTELU JA PÄÄTELMÄT	31
LÄHTEET	33
LIITTEET	
Liite 1. Tilaaajan esittämät muutokset	
Liite 2. Uuden kajakin linjapiirustus	
Liite 3. Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille	
Liite 4. Vakavuuslaskelmat olemassa olevalle kajakille	
Liite 5. Nopeusennustelaskelmat olemassa olevalle kajakille	
Liite 6. Parametrisetlaskelmat uudelle kajakille	
Liite 7. Vakavuuslaskelmat uudelle kajakille	
Liite 8. Nopeusennustelaskelmat uudelle kajakille	

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö liittyy Tulevaisuuden veneala –projektiin (TULVA), jonka yksi yhteistyökumppani on Kajak-Sport Oy. Se on kajakkeja ja kajakkikomponentteja toimittava yritys, joka on aloittanut toimintansa vuonna 1989.

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Kajak-Sport Oy, jolle suunniteltiin uusi kajakkimalli. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella uusi kajakin runko Kajak-Sport Oy:lle. Uusi kajakki mallinnettiin käyttämällä Rhinoceros 4.0 -ohjelmaa ja laskelmiin ohjelman lisäosaa Orcaa. Uuden kajakin rungon suunnittelussa käytettiin vertailupohjana olemassa olevaa Kajak-Sport Oy:n hyväksi todettua kajakkimallia. Uuden kajakin tuli olla muotoilultaan uudenlainen malli, joka kuitenkin tunnistettaisiin Kajak-Sport Oy:n malliksi. Tässä opinnäytetyössä keskityttiin uuden kajakin rungon suunnitteluun.

Opinnäytetyössä oli tavoitteena parantaa uuden kajakin vakavuus- ja kulkuominaisuuksia. Uuden kajakin tuli olla päämitoiltaan lyhyempi ja kapeampi mutta kuitenkin vakaampi kuin vertailupohjana oleva kajakki.

Uuden kajakin mallinnuksesta teetettiin prototyyppi. Ennen sen valmistamista kajakin mallinnuksesta tehtiin myös pienoiskappale 3D-tulostimella. Kajakin prototyyppi valmistettiin jyrsimällä kajakki ensin styroksista Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tiloissa Kouvolassa. Jyrityn mallin avulla Kajak-Sport Oy valmisti prototyypin kajakista.

Kajakin suunnittelun apuna käytetään erilaisia veneensuunnitteluohjelmia, kuten Rhinocerosia ja Orcaa. Suunnitteluohjelmat tarjoavat tehokkaan työkalun esimerkiksi luonnoksien, mallien ja piirustusten tekemiseen. Suunnitteluohjelmien avulla on mahdollista mallintaa täsmällisesti suunniteltavat kohteet.

## 2 MERIKAJAKKI

Merikajakit on suunniteltu melottaviksi avovesillä. Pitkän rungon ansiosta merikajakilla on helppo meloa pitkiä matkoja. Yksi merikajakin ominaisuus on kevytkulkuisuus, jolla tarkoitetaan sujuvaa liikkuvuutta vedessä. Tyypillisesti merikajakin runko on pitkä, minkä vuoksi se on myös painava. Tämän vuoksi merikajakin hallittavuus on vaikeampaa kuin esimerkiksi vapaa-ajan kajakin. (Guillemot Kayaks.Kayak Design.2005-2010.)

Merikajakkien tulee olla ominaisuuksiltaan avomerikelpoisia (Winters 2005, 71). Avomerellä olosuhteet voivat muuttua nopeasti. Merikajakilla tulee pystyä melomaan kovassa tuulessa ja korkeassa aallokossa. Merikajakissa on kansi, minkä vuoksi kajakille voidaan suunnitella matalampi varalaita (Winters 2005, 71). Varalaidalla tarkoitetaan parraslinjan ja vesilinjan välistä pystysuoraa pituutta (Larsson & Eliasson 2007, 19). Matala varalaita vähentää tuulenvastusta ja melojan on mahdollista istua matalammalla. Kun meloja istuu matalammalla, saadaan kajakin painopistettä myös alemmaksi. Tämä mahdollistaa kajakin suunnittelussa kapeamman rungon muodon. (Winters 2005, 71.)

Merikelpoisuudella tarkoitetaan veneen pysymistä pinnalla pystyasennossa ilman miehistön apua. Välttääkseen kaatumisen kajakki tarvitsee melojan apua, joten kajakkeihin tätä määritelmää ei voida soveltaa. Kuitenkin kajakkeja pidetään merikelpoisina. Yhtenä kriteerinä merikelpoisuudelle on myös se, että vene ei päästä vettä sisään. Kajakin kannen ja vesitiiviiden luukkujen ansiosta kajakki täyttää tämän kriteerin. (Winters 2005, 37.)

Merikajakkeja melotaan kaksoislapaisella melalla. Se on tehokkaampi kuin yksilapainen, koska melan vetojen välille jää vähemmän aikaa. Kaksoislapaisen melan tehokkuus sekä merikajakin kapeus muodostavat käytännölliseksi matkanopeudeksi  $Fn$  0,3. (Winters 2005, 71.) Frouden luku ( $Fn$ ) (kaava 1) kuvaa nopeutta, jossa nopeus ilmoitetaan yksikössä m/s (Larsson & Eliasson 2007, 74).

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (1)$$

missä

V on nopeus

g on mitoittava kiihtyvyys

L on vesilinjan pituus.

Merikajakien prismaattisen kertoimen ( $C_p$ ) (kaava 2) tulisi olla 0,54–0,57 (Winters 2005, 71). Prismaattinen kerroin kuvaa aluksen päiden täyteläisyyttä. Mitä täyteläisemmät keula ja perä ovat, sitä suurempi on prismaattinen kerroin. Prismaattisen kertoimen optimaalinen arvo riippuu nopeudesta. (Larsson & Eliasson 2007, 17,19.)

$$C_p = \nabla / (Ax * L_{WL}) \quad (2)$$

missä

$\nabla$  on uppouma

Ax on märkäpinta-ala

$L_{WL}$  on vesilinjan pituus.

Melottaessa kaksilapaisella melalla aiheutuu kajakkiin rotaationaalista liikettä. Sitä pyritään vähentämään suunnittelemalla kajakki siten, että sillä on suhteellisen matala reagointi kääntävään momenttiin. Kääntävään momenttiin vaikuttaa kajakin blokkikerroin ( $C_b$ ). (Winters 2005, 71.) Blokkikerroin voidaan laskea seuraavasta kaavasta (kaava 3) (Winters 2005, 13):

$$C_b = \frac{\nabla}{LBH} \quad (3)$$

missä

$\nabla$  on uppouma

L on rungon vedenalaisen osan pituus

B on rungon vedenalaisen osan leveys

H on rungon vedenalaisen osan korkeus.

Useimmilla kajakeilla on matala blokkikerroin. Kajakeilla blokkikerroin on yleensä 0,35–0,5. Matala blokkikerroin kuvaa kajakin rungon V-muotoisuutta; mitä pienempi



luku, sen enemmän V-muotoa on rungolla. Blokkikerroin on tärkeä kuvaaja kajakin suuntavakavuudelle. (Winters 2005, 13.)

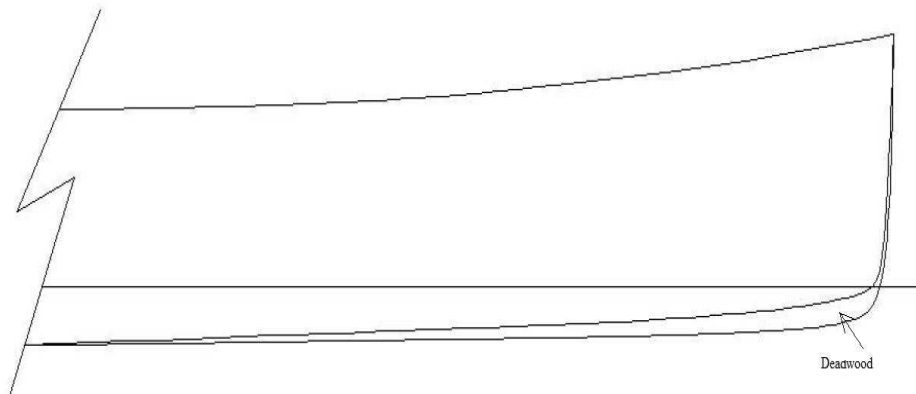
### 3 RESISTANSSI

Alukseen vaikuttavien vastusten kokonaisvastusta kutsutaan resistanssiksi. Hydrodynaamiset voimat vastustavat jokaista veneen liikettä. Hydrodynaamisiin voimiin kuuluvat kitkavastus, aaltovastus, pyörrevastus ja normaali painevastus. Kitka ja aaltovastus ovat merkittävimmät voimat, jotka vaikuttavat veneen kulkuun. (Winters 2005, 16.)

#### 3.1 Kitkavastus

Vedessä aluksen kitkaan vaikuttaa rungon ympärillä liikkuva vesi. Veden molekyylit kiinnittyvät veneen rungon pinnan kerrokseen aiheuttaen kitkaa molekyylien välillä. (Winters 2005, 17.) Kitkavastus on kitkaa veden ja veneen rungon pinnan välillä. Kitkavastusta voidaan pienentää vähentämällä veneen rungon märkäpinta-alaa. (Larsson & Eliasson 2007, 63.) Muutettaessa veneen kokonaispituutta voidaan veneen muuttunut märkäpinta-ala laskea ottamalla neliöjuuri veneen kokonaispituudesta (Winters 2005, 18).

Kitkavastukseen vaikuttavia tekijöitä ovat myös kajakin perän ja keulan muoto. Kajakin keulassa ja perässä ovat kapeat osat, joissa on suuri pinta-ala, mutta pieni tilavuus. Nämä osat vaikuttavat kajakin hallittavuuteen ja aallonmuodostukseen. Päiden muodot vaikuttavat myös prismaattiseen kertoimeen. Kajakin keulassa ja perässä olevista osista käytetään nimitystä Deadwood (kuva 1). Vähentämällä Deadwood osaa kajakin keulassa voidaan vaikuttaa kajakin suuntavakavuuteen vain hieman, mutta kitkavastuksen vähenemiseen tällä voi olla suuri merkitys. Toisaalta kajakin perässä olevan Deadwood osan vähentämisellä on suurempi vaikutus suuntavakavuuteen, mutta pienempi vaikutus kitkaan. Tähän on syynä turbulenttinen virtaus perässä. (Winters 2005, 18.)



Kuva 1. Kajakin Deadwood (Mukaillen Winters 2005)

Yksi kitkavastukseen vaikuttava tekijä on kajakin kaarten muoto. Kaarien muodolla voidaan vähentää kajakin märkäpinta-alaa. Kun kajakkien leveyden ja syvyyden suhde on noin 2,8:1, voidaan saavuttaa pieni märkäpinta-ala kajakille. Kajakit saavuttavat harvoin täysin ideaalia leveys-syväysarvoa. Ideaali keskikaaren ( $C_x$ ) (kaava 4) kerroin kajakeilla on 0,88–0,94. Haluttujen ulkonäkö- tai hallittavuusominaisuuksien saavuttamiseksi harvoin päästään ideaalikertoimiin. Tavallisesti kajakeilla keskikaaren kerroin on alle 0,80. Keskikaaren kerroin kuvaa kaarten täyteläisyyttä ja vedenalaisten kaarten muotoa. Keskikaaren kerroin voidaan laskea seuraavasta kaavasta (Winters 2005, 18, 13.):

$$C_x = A_x / BH \quad (4)$$

missä

$A_x$  on suurimman osan ala

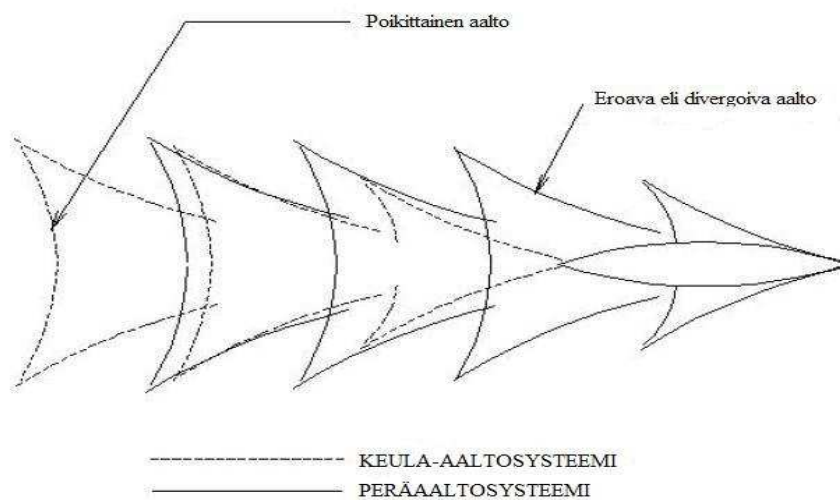
BH on leveys\*syväys.

### 3.2 Aaltovastus ja siihen vaikuttavat tekijät

Kajakin matkatessa veden läpi syntyy aaltosysteemi (Kuva 2). Veden osuessa kajakin keulaan nopeus hidastuu ja muodostuu keula-aaltoja. Keula-aaltojen kulkiessa kajakin rungon läpi veden virtauksen täytyy kasvaa, koska rungon tilavuus kasvaa aaltojen kulkiessa kohti kajakin perää. Kajakin perässä syntyy myös aaltoja, joissa virtaus hi-

distuu kun, aallot erkanevat kajakin rungosta. Jokainen aalto voi vahvistaa tai heikentää toisiaan ja, näiden yhteisvaikutuksesta syntyy aaltovastus. (Winters 2005, 19.)

Kajakin kulkiessa vedessä muodostuu kaksi isoa aaltosarjaa (kuva 2), jotka molemmat lähtevät kajakin keulasta ja perästä. Ensimmäistä aaltosarjaa kutsutaan hajaantuviksi aalloiksi, jotka ovat vähemmän merkitseviä kokonaisaaltovastukseen. Toista aaltosarjaa kutsutaan poikittaisiksi aalloiksi, jotka asettuvat kohtisuoraan rungon kurssille. Poikittaisten aaltojen koko ja nopeus vaihtelee veneen nopeuden ja koon mukaan, jolloin voidaan arvioida kajakin kokonaisaaltovastusta. (Winters 2005, 20.)



Kuva 2. Aaltosysteemi (Mukaiillen Winters 2005, Räisänen 2000.)

Aaltovastus syntyy kaikkien muodostuvien aaltojen summasta. Tällöin voidaan olettaa, että aaltovastus ei kasva tasaisesti vaan muuttuu keula- ja peräaaltojen vuorovaikutuksen mukaisesti. Tällä ei kuitenkaan ole merkitsevää vaikutusta kevyille veneille. Yhtenä suurimpana vaikuttavana tekijänä aallonvastukseen voidaan pitää kajakin pituutta. (Winters 2005, 20–21.)

Aaltovastus on niiden aluksen keulaan ja perään vaikuttavien nestevoimien summa jotka vaikuttavat kohtisuorasti kaikkiin aluksen rungon osiin (Räisänen 2000,9-8). Aaltovastukseen vaikuttavia tekijöitä ovat esimerkiksi kajakin pituus, kajakin keulan ja perän muoto sekä kajakin keskiosan muoto. Pitkillä ja keveillä aluksilla aallonvastus kasvaa hitaammin ja on riippuvainen rungon muodosta. Kajakin pituuden lisäämisellä on vaikutusta aaltovastukseen vain, kun Frouden luku ( $F_n$ ) ylittää 0,24. Tämä

johtuu siitä, että vain kitkavastuksella on merkitystä nopeuden ollessa alle  $F_n 0,24$ . Kajakeilla, joiden tilavuuskerroin ( $C_v$ ) on alle 0,7, aaltovastus saavuttaa huippunsa Frouden luvun ollessa noin 0,47. Tällöin aaltovastus kasvaa vain vähän tai jopa vähenee nopeuden lisääntyessä. Kun kajakeilla on tilavuuskerroin alle 0,7, voidaan niiden hallitsevana vastuksena pitää kitkavastusta. Tilavuuskerroin ( $C_v$ ) kuvaa aluksen tilavuuden suhdetta pituuteen (Winters 2005, 21). Tilavuuskerroin voidaan laskea seuraavan kaavan avulla:

$$C_v = \nabla / (0,10L)^3 \quad (5)$$

missä

$\nabla$  on uppouma

L on rungon vedenalaisen osan pituus

(Winters 2005, 13).

Vesiallastestien perusteella voidaan todeta, että suurempi tilavuus kajakin keulassa ja perässä vähentää aaltovastusta suuremmilla nopeuksilla. Tämä johtuu siitä, että pienemmillä nopeuksilla vain kajakin keula ja perä ovat vaikutuksessa aallonmuodostukseen. Kajakin nopeuden kasvaessa aallot pitenevät ja aaltovastukseen vaikuttaa enemmän kajakin rungon keskiosa. Vesiallastestien perusteella voidaan todeta, että ideaali keskikaaren kerroin ( $C_x$ ) aaltovastuksen vähentämiseksi on 0,80–0,95. (Winters 2005, 22.)

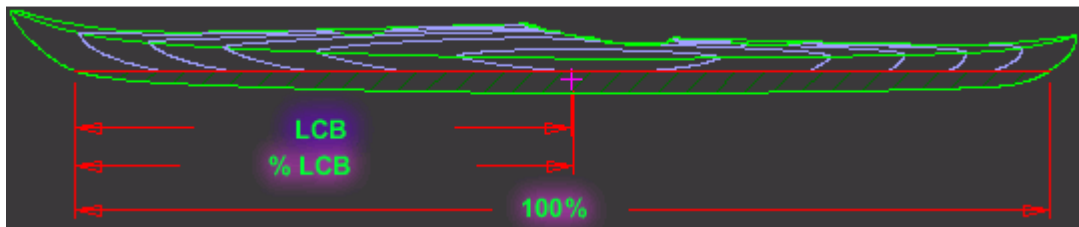
Aaltovastukseen vaikuttavat kajakin päiden muodot. Suunniteltaessa kajakkia tulisi ottaa huomioon päiden muodot suhteessa suunniteltavaan nopeuteen. Koverat vesilinjat mahdollistavat pienemmän aaltovastuksen nopeuden ollessa Froude ( $F_n$ ) alle 0,30. Suorat vesilinjat tuottavat pienemmän aaltovastuksen Frouden luvun ( $F_n$ ) ollessa yli 0,30. William Froude on todennut että U-muotoinen keulaosa ja V-muotoinen peräosa tuottavat pienemmän aaltovastuksen. Pienillä keveillä veneillä U-muotoinen keulaosa voi aiheuttaa aallokossa jyskintää. Voimakas V-muotoinen peräosa voi pienentää tilavuutta perässä, mikä vaikuttaa surffausominaisuuteen. (Winters 2005, 22.)

Surffausominaisuudella tarkoitetaan liukumista kajakin takaa tulevan aallon avulla. Liukumisella ei kuitenkaan tarkoiteta samaa kuin veneillä tapahtuvaa jatkuvaa liuku-

mista, jossa käytetään apuna ulkoista voimanlähdettä. Kun kajakki menettää takaa tulevan aallon, myös surffaus loppuu. Tarvittava voima surffaukseen tulee aallon synnyttämästä energiasta. (Winters 2005, 21.)

### 3.3 Kajakin muodot

Kuvasta 3 näkyy kajakin pitkittäisen painopisteen (LCB) sijainti. %LCB on yksikkö, joka ilmaisee kajakin pitkittäisen painopisteen (LCB) sijainnin mitattuna kajakin vesilinjan päästä. Usein %LCB kuvaa sitä, onko kajakin rungon muoto Fish- vai Swede-muotoinen. Fish-muotoisilla kajakeilla pitkittäinen painopiste (LCB) on vähemmän kuin 50 % vesilinjan pituudesta ja swede-muotoisilla enemmän kuin 50 %. Swede-runkomuoto syrjäyttää vettä tehokkaammin vähentäen aallonvastusta, ja tällaiset kajakit ovat nopeampia, eritoten suurilla matkanopeuksilla. Swede-muotoisilla kajakeilla on myös etuna verrattuna fish-muotoon pienempi eteenpäin kallistuva liike aallokossa ja hyvä hallittavuus, kun aallot tulevat kajakin takaa. (One Ocean Kayaks, 1999–2011.)



Kuva 3. Pitkittäinen painopiste (LCB) (One Ocean Kayaks, 1999–2011)

### 3.4 Muut vastukset

Painovoima (g) ja veden viskositeetti vaikuttavat kajakin nopeuteen. Nopeuden ylittäessä tietyn pisteen veden virtaus kajakin ympärillä tulee mahdottomaksi, ja tämä aiheuttaa pyörteiden syntymisen. (Winters 2005, 22.) Pienemmillä nopeuksilla hallitseva vastus on kitkavastus. Kitkavastus aiheuttaa erikokoisten pyörteiden syntymisen, joihin häviää energiaa rungon perässä. Pyörrevastus lisääntyy suhteellisen hitaasti nopeuden kanssa. (Larsson & Eliasson 2007, 60.) Pyörteiden aiheuttama resistanssi on noin 5 % kajakin kokonaisresistanssista. Kajakin suunnittelussa pyritään rungon muodolla minimoimaan pyörteiden syntymistä. Vesiallastestien perusteella on todettu, että

myös kulmista terävät peräevät voivat vähentää pyörteiden syntymistä. (Winters 2005, 22–23.)

Yksi kajakin vastuksista on melojan liikkeestä muodostuva mutkittelu. Kun kajakkia melotaan kaksilapaisella melalla kajakin keskeltä, kajakkiin syntyy rotaationaalista liikettä. Jo pienillä liikkeillä mutkittelu voi aiheuttaa jopa 5 % kokonaisresistanssista. Kajakin rungon muodolla ei ole merkitystä mutkitteluvastukseen. Kajakin rungon suunnittelussa täytyy ottaa huomioon kajakilta haluttuja ominaisuuksia suuntavakaavuuden eli kurssinsa pitävyyden ja ohjailtavuuden väliltä. (Winters 2005, 23.)

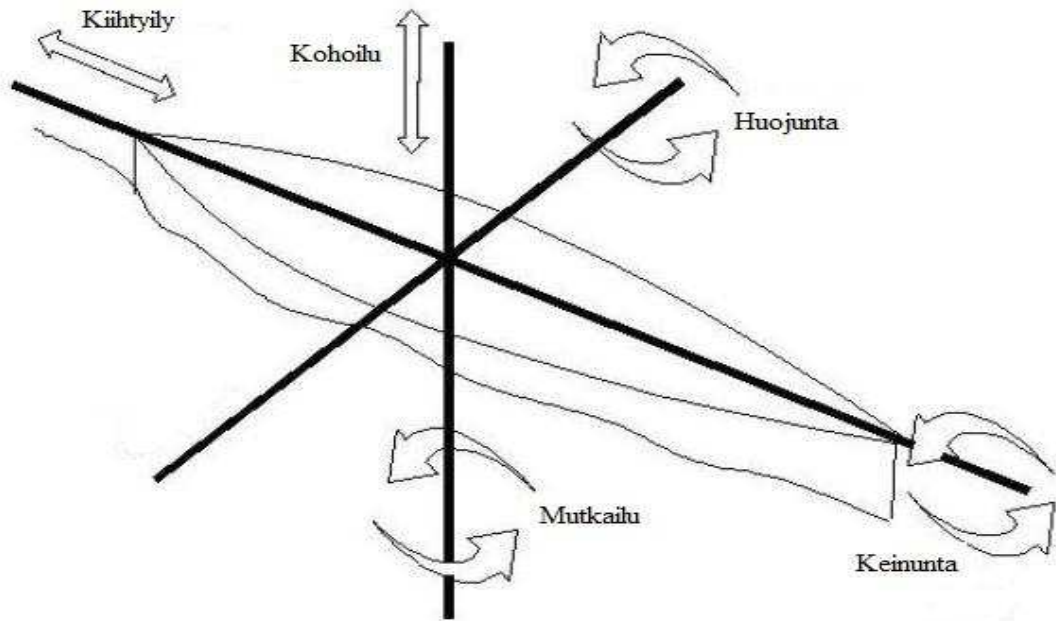
Tuulivastuksen syntymistä voidaan vähentää suunnittelemalla kajakille matalampi varalaita. Siinä tulee kuitenkin ottaa huomioon kajakille sopiva tilavuus. Suurin tuulivastus tapahtuu 30 asteen kulmalla veneen kurssiin nähden. Meloja voi pienentää tuulivastusta pitämällä kajakin ja tuulen kohtaamiskulmaa yli tai alle 30 asteen. (Winters 2005, 23.)

## 4 KAJAKIN LIIKKEET

Jokainen voima kajakin ympärillä, kuten aallot, tuulet ja melojan liikkeet, aiheuttaa jonkinlaisen liikkeen kajakkiin (Winters 2005, 27). Merenkäynti aiheuttaa kajakille erilaisia liikkeitä, kuten kohoilua, keinuntaa ja jyskintää. Liikkeiden suuruus on riippuvainen aallokon korkeudesta, kajakin nopeudesta, painojakaumasta ja kajakin rungon muodosta. (Räisänen 2000, 10-2.)

### 4.1 Rungon liikkeet

Kajakissa tapahtuvia liikkeitä kutsutaan esimerkiksi lineaarisiksi, rotationaalisiksi sekä aksiaalisiksi liikkeiksi. Lineaarinen liike tarkoittaa pitkittäistä liikettä, jota tapahtuu kajakilla kiihdytettäessä. Mutkailu on kajakissa tapahtuvaa rotaationaalista liikettä. Huojunta kuvaa poikittaisakselilla tapahtuvaa liikettä kajakissa sekä sivuttaista keinumisliikettä kajakin laidalta laidalle. Kohoilu kuvaa kajakissa tapahtuvaa pystysuoraa liikettä. Keinunta tarkoittaa kajakin pitkittäisakselilla tapahtuvaa liikettä. (Winters 2005, 27.)



Kuva 4. Kajakissa tapahtuvat liikkeet (Mukaiillen Winters 2005, Räsänen 2000.)

#### 4.2 Kajakin kääntyminen

Kajakilla käännettäessä kajakin runko pyörähtää painopisteensä (CG) ympäri ja koettaa pitää alkuperäisen kurssinsa. Käännöksessä kajakin keula muodostaa pienemmän ympyrän kuin kajakin keskipiste. Kajakin keula kääntyy tällöin ympyrän sisään. Kajakin perä muodostaa suurimman ympyrän käännöksen aikana. Melojasta tuntuu, kuin kajakki kääntyisi pisteen ympäri, joka sijaitsee noin 20 % kajakin pituudesta perästä keulaan päin. Tämä johtuu veden virtauksesta keulan poikki ja kajakille tapahtuvasta sorrosta eli sivuttaisesta liikkeestä. Voimamomentit määrittävät kajakin tekemän käännöksen ympyrän säteen. Voimamomenteilla tarkoitetaan melojan käyttämää voimaa kajakin käännöksen aikana. (Winters 2005, 28.)

#### 4.3 Suuntavakavuuteen vaikuttavat tekijät

Suuntavakavuudella tarkoitetaan kajakin kurssin pysyvyyttä. Sitä voidaan parantaa lisäämällä kajakin rungon profiilia perässä. Kajakin suuntavakavuus paranee myös matalammalla blokkikertoimella ( $C_b$ ), koska kajakin kääntävä momentti vaikuttaa sen painopisteessä. Mitä pienempi blokkikerroin on, sitä pienempi reagointi kajakilla on kääntävään momenttiin. Lisäämällä kajakin pituuden ja leveyden sekä pituuden ja syvyyden suhdetta voidaan saavuttaa kajakille parempi suuntavakavuus. Jonkin verran

suuntavakavuuteen voidaan vaikuttaa LCB:n sijainnilla. (Winters 2005, 28.) LCB on pitkittäinen painopisteen sijainti (Larsson & Eliasson 2007, 19).

#### 4.4 Kajakin ohjailtavuusominaisuuteen vaikuttavat tekijät

Ominaisuudet, jotka ovat haitallisia kajakin suuntavakavuudelle, parantavat yleensä kajakin ohjailtavuutta. Kajakin ohjailtavuutta voidaan parantaa lisäämällä kajakin rockeria eli kajakin rungon pitkittäistä kaarevuutta. Lisäämällä kajakin rockeria prismaattinen kerroin ( $C_p$ ) pienenee. Lisäksi ohjailtavuutta voidaan parantaa vähentämällä kajakin pituutta sekä käyttämällä pyöreämpiä kaaria. Toisaalta tämä vähentää kajakin nopeutta ja huonontaa kiihtyvyyttä. Siirtämällä LCB:tä kohti kajakin perää voidaan parantaa kajakin eteenpäin kääntyvyyttä kallistettaessa. (Winters 2005, 29.)

## 5 VAKAVUUS

Vakavuudella tarkoitetaan kajakin herkkyyttä palautua takaisin pystyasentoon kajakkiin kohdistuvan ulkoisen voiman aiheuttaman kallistumisen jälkeen. Vakavuus voidaan jaotella kolmeen osaan: alkuvakavuus eli vakavuus pienillä kallistuskulmilla, loppuvakavuus ja dynaaminen vakavuus eli koko vakavuusalue pystyasennosta kaatumispisteeseen. (Winters 2005, 32.)

Kaksi samansuuruista ja vastaista voimaa vaikuttaa kajakin runkoon. Painovoima vetää kajakkia alaspäin ja kelluvuusvoimat kannattelevat sitä. Painovoima vaikuttaa pystysuoraan kajakin painopisteeseen. Painopisteen ympärillä tasapainottelevat kaikki kajakkiin kohdistuvat painot, joita ovat esimerkiksi kajakin oma massa, melojan ja varusteiden massa. Kaikki kelluvuusvoimat vaikuttavat pystysuoraan uppouman painopisteen ympärillä, jossa kelluvuusvoimat tasapainottelevat. (Winters 2005, 32.)

Kajakin vedenalaisen rungon muoto muuttuu, kun kajakin trimmikulmaa muutetaan tai kajakkia kallistetaan. Tämä siirtää kajakin uppouman painopistettä, jonka vaikutuksesta painovoiman ja kelluvuusvoiman tasapaino menetetään. Näiden voimien vuorovaikutuksesta riippuen kajakki palautuu alkuperäiseen asentoonsa tai kaatuu. Painovoima ja kelluvuusvoima muodostavat oikaisevan varren. Sen suuruus ja kajakin uppouma määrittävät kajakin oikaisevan momentin. (Winters 2005, 32.)



Kajakin vakavuutta voidaan parantaa lisäämällä kajakin leveyttä (Winters 2005,33). Tämä voidaan todeta kaavan 6 avulla (Räisänen 2000,6-2). Laskettaessa kajakin painopistettä (CG) vakavuus paranee. Lisättäessä myös kajakin märkäpinta-alaa kajakin vakavuus paranee. (Winters 2005,33.)

$$BM = I_T/\nabla \quad (6)$$

missä

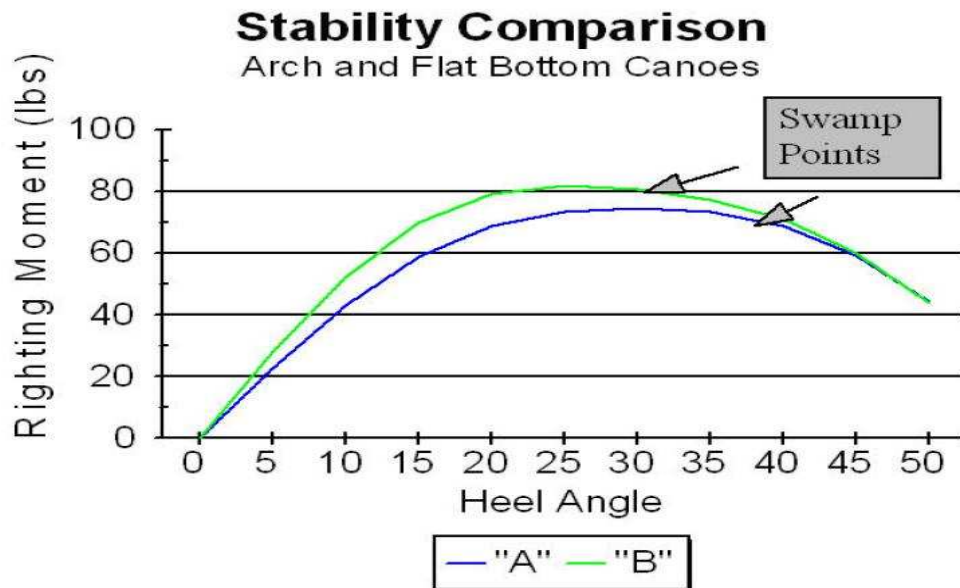
$\nabla$  on uppouma

$I_T$  on vesiviivapinnan pitkittäisen painopisteakselin suhteen laskettu neliömomentti (Räisänen 2000, 6-2).

## 5.1 Vakavuuden määrittäminen ja tulkitseminen

Vakavuutta voidaan määrittää tietokoneohjelmien ja diagrammien avulla. Vakavuuskäyrien avulla voidaan vertailla kajakien vakavuuksia. Kuvassa 5 kuvaajan käyrän alla oleva alue kuvaa oikeasevan momentin määrää rungon oikaisemiseksi. (Winters 2005, 33.)

Kuvassa 5 on vertailtu kahta kajakia, joilla on sama pituus, paino ja keskipiste. Kajakilla A on pyöreämpi pohja ja hieman koverat vesilinjat. Kajakilla B on suhteellisen tasainen pohja ja hieman kuperat vesilinjat. Käyrä kajakille B saavuttaa nopeasti huippunsa 25 asteen kallistuksella, kunnes 34 asteen kallistuksella kajakki alkaa kaatua. Käyrä kajakille A saavuttaa huippunsa 30 asteen kallistuksella hitaammin. Se saavuttaa kaatumispisteensä 40 asteen kulmassa. (Winters 2005, 33.)



Kuva 5. Kahden kajakin vakavuusvertailu (Winters 2005)

## 5.2 Vakavuuden alue

Vakavuuden alue tarkoittaa oikeasevan momentin määrää, jonka kajakin runko tekee alkutilanteesta kaatumispisteeseen. Vakavuuden alueita ovat vakavuus pienillä kulmil-la eli alkuvakavuus ja lopullinen vakavuus, joka jossakin pisteessä katoaa. (Winters 2005, 35.)

## 6 KAJAKIN SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVAA

Aallokkoisissa vesissä kajakkiin vaikuttavat samanaikaisesti, vaihtuvien astein kaikki kuvassa 4 esitetyt liikkeet. Jokainen ominaisuus rungon muodossa voi vaikuttaa joko positiivisesti tai negatiivisesti yhteen tai useampaan liikkeeseen. Esimerkiksi pieneen resistanssiin suunniteltu kajakin keulaosa voi aiheuttaa jyskintää tai vähentää ohjailta-vuutta. Kajakkia suunniteltaessa tulee huomioida kajakin ominaisuudet kokonaisuute-na eikä erillisinä osa-alueina. (Winters 2005, 37.)

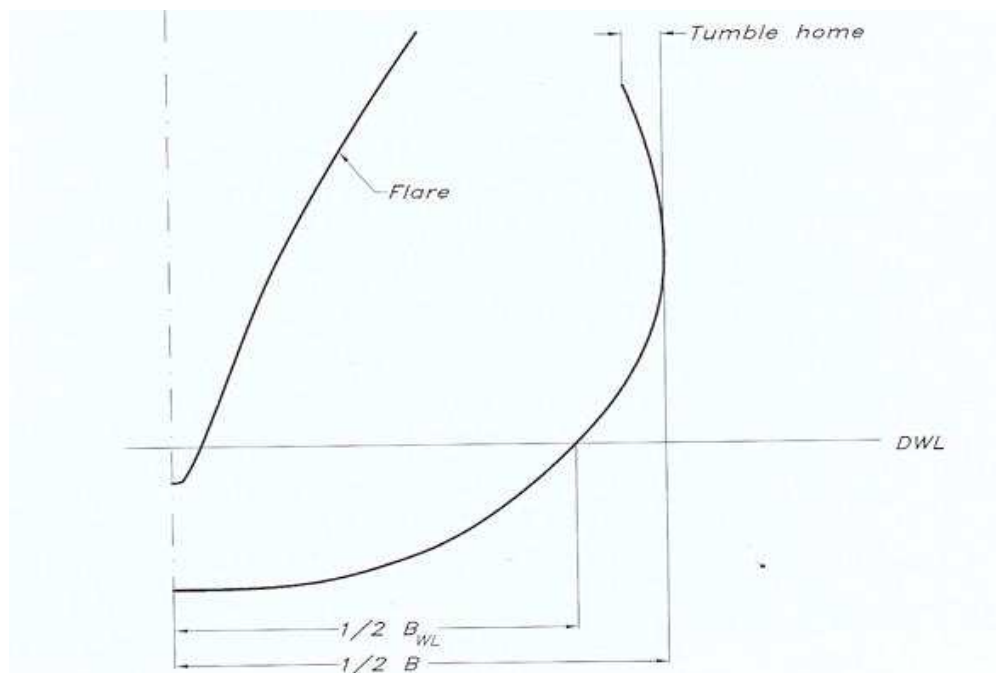
### 6.1 Rungon keulaosa

Rungon keulaosalla pyritään vähentämään kajakkiin ja melojaan kohdistuvia veden roiskeita. Kajakki kohtaa suhteessa pituuteensa isoja aaltoja, joista syntyy roiskeita. Roiskeita voidaan vähentää suunnittelemalla kajakille matalampi varalaita. Kannen ansioista kajakilla voi olla matalampi varalaita, joka on tyypillisesti 5-8 % kajakin pi-

tuudesta. Prismaattisesta kertoimesta ( $C_p$ ) ja tilavuuden jakaumasta riippuu se, kuinka hyvin kajakki reagoi aallon törmäykseen. Esimerkiksi kajakit, joilla on korkea prismaattinen kerroin ( $C_p$ ), törmäävät voimakkaammin aaltoon. Törmäyksestä aiheutuva energianhukka voi saada kajakin pysähtymään. Kajakkeja pyritään suunnittelemaan siten, että ne syrjäyttävät veden asteittain, kun ne törmäävät aaltoon. (Winters 2005, 38.)

## 6.2 Keskiosa

Kajakin keskiosan varalaidan korkeus määräytyy rungon muodosta, Tumble home määräästä tai kaarevuudesta (Winters 2005, 38). Kuvassa 5 on esitetty Tumble home´ ja Flare-termien eroavaisuus. Tumble home´-muotoiset kaaret ovat pyöreämpi kuin taas Flare-muotoiset kaaret jotka ovat koveria. Riittävä varalaita ehkäisee kajakin kaa- tumista jokaisella kallistusasteella lähellä maksimaalista oikeasevaa vartta (Winters 2005, 38).



Kuva 6. Tumble home´ ja Flare-termien erot (Larsson & Eliasson 2007, 19)

### 6.3 Perän muoto

Käytettäessä kajakin suunnittelussa U-muotoisia kaaria perässä saavutetaan korkea prismaattinen kerroin, joka on sopiva suurille nopeuksille. Perässä U-muotoiset kaaret lisäävät kajakin tilavuutta. Lisääntynyt tilavuus perässä aiheuttaa kajakille nopean nosteen, kun perästä tuleva aalto menee sen alitse. Tämä voi aiheuttaa kajakin kaatumisen. Toisaalta V-muotoiset kaaret perässä parantavat suuntavakavuutta. (Winters 2005, 39.)

### 6.4 Vakavuus ja turvallisuus

Leveä kajakki on vakaa muotovakavuutensa ansioista. Kajakki pyrkii mukailemaan aallon muotoa. Aallot, jotka ovat leveydeltään noin 1,5 kertaa veneen leveys ja korkeudeltaan vähemmän kuin 10 kertaa aallonpituus, aiheuttavat kajakille nopean liikkeen, kun se yrittää seurata aallon muotoa. Kajakin nopea liike laidalta laidalle voi olla epämukava ja aiheuttaa ongelmia joissakin olosuhteissa. Esimerkiksi murtuvissa aalloissa vesimolekyylit aallonharjalla eivät enää kulje murtumattomien aaltojen ympäriradoilla vaan hajoavat eteneväksi liikkeeksi. Aallonharjalla vesi voi kulkea 2,8 kertaa nopeammin kuin aallon nopeus. (Winters 2005, 39–40.)

Kajakit ovat riippuvaisia melojan toiminnasta ylläpitää pystyasento aallokossa. Tämä on ongelma erittäin kapeilla kajakeilla, koska kaatumisen riski suurenee jos meloja on väsynyt tai keskittyminen melontaan katoaa. Kajakilla tulee olla tarpeeksi vakavuutta, jotta pystyasento säilyisi myös silloin kun meloja hetkellisesti ei sitä itse pysty pitämään. Vakavuutta voidaan lisätä suunnittelemalla kajakista leveämpi. Leveämpi kajakki aiheuttaa kuitenkin ongelman melottaessa aallokossa, koska kallistaminen aaltoa vasten tulee vaikeammaksi. Leveämmällä kajakilla aaltoa vasten kallistamista voidaan helpottaa nostamalla kajakin painopistettä. Leveän kajakin painopistettä nostettaessa kajakin kaatumisriski kuitenkin suurenee. (Winters 2005, 40.)

## 7 SUORITUSKYVYN ENNUSTAMINEN

Suorituskykyä voidaan ennustaa erilaisten kaavojen avulla, jotka perustuvat vesiallastesteihin. Nykyään erilaisten tietokoneohjelmien avulla, kuten Michlet ja suorituskyvyn optimointiin tarkoitettu Godzilla, saadaan paljon tarkempia tuloksia kuin laske-  
malla eri osa-alueita erikseen. (Winters 2005, 50–52.)

Ensimmäinen suosittu pienille veneille suunnattu suorituskyvyn ennustamiseen käytetty testausohjelma tuli käyttöön 1993. Ennustusohjelma perustui kuuteen allastestattuun kajakkiin. Ohjelman kaava perustui kahteen erilaiseen kajakin pituuteen ja märkäpinta-alaan ja nopeusalueena oli käytetty 3 - 4 solmua. John Winters on kehittänyt oman KAPER-kaavan (kaava 7) kaavan suorituskyvyn ennustamiselle. Tämä kaava perustuu kajakkien, kanoottien ja pienveneiden allastestien tuloksiin. Testattavana oli 74 venettä. (Winters 2005, 51.)

KAPER kaava on:

$$\text{Kokonaisresistanssi} = RR + RF \quad (7)$$

missä

$$RR \text{ on } \left[ \left( \frac{4C_5DV^4}{L^2} \right) + C_1 + C_2 \right] C_3 C_4 C_6$$

$D$  on *Uppouma pitkinä tonneina (2240lp)*

$V$  on *Nopeus solmuina*

$C_1$  on *funktio leveys jaettuna pituudella*

$C_2$  on *funktio tulokulmasta*

$C_3$  on *cosini käyrä funktio*

$C_4$  on  *$C_p$  – kerroin taulukosta*

$C_5$  on *funktio LCBstä*

$C_6$  on *peräpeilikerroin taulukosta*

$RF$  on  $CfSv^2$ ,  $Cf$  on *kitkakerroin ITTC 1954 standardi*

(Winters 2005, 51–52)

## 8 ARTISAN MILLENIUM EXPEDITION

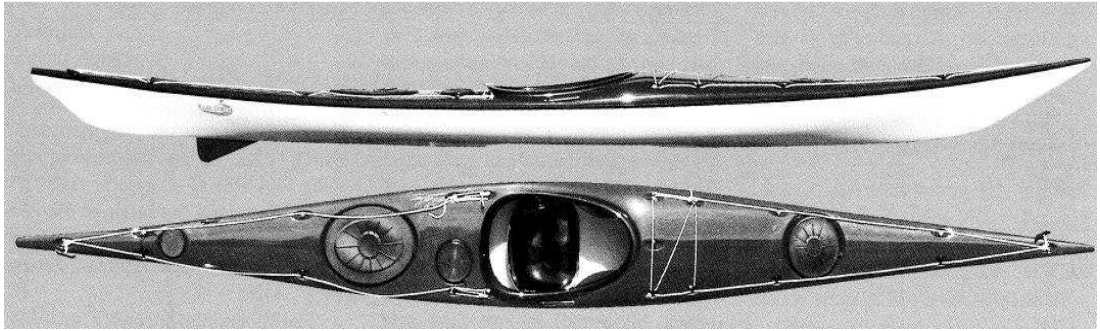
Artisan Millenium exp. on Fish-tyyppinen merikajakki, jolla on helppo meloa vaikeissa olosuhteissa ja tiheämmässä aallokossa. Kajakilla on loiva V-muotoinen pohja, kevyt melottavuus ja hyvät ominaisuudet aallokossa. (Kajak-Sport Oy 2010.) Tässä opinnäytetyössä käytettiin Artisan Millenium exp.-merikajakkia vertailupohjana uuden kajakin suunnittelussa.

Rungon mitat

Malli

Artisan Millenium exp.

Pituus	550 cm
Leveys	55 cm
Tilavuus	370 l
Paino	25 kg
Vesilinjapituus	475 cm
Vesilinjaleveys	50 cm



Kuva 7. Artisan Millennium exp.-kajakki (Wong 1999,13.)

Artisan Millennium exp. on suunniteltu retkikajakiksi kokeneille melojille. Siinä on pitkä vesilinja ja kevyesti V-muotoiltu runko. Kajakilla on pieni tuulivastus, mikä tekee siitä kevyesti melottavan kaikissa olosuhteissa. Artisan Millenniumin exp:n runko on suunniteltu Fish-muotoon, mikä tuo kajakille suuntavakavuutta. Kajakilla on hyvä hallittavuus johtuen sen rockeruuden määrästä. Kajakilla on hyvä alku- ja loppuvakavuus, joka varmistaa melojan tasaisen liikkeen. Pyörähtämisominaisuus ympäri tarvittaessa on hyvä. Kaiken kaikkiaan kajakki on kevyt massaltaan, suuri tilavuudeltaan sekä sitä on helppo hallita. Kajakissa on retkikajakin kokoiset varusteluukut. (Wong 1999,14.)

## 9 UUSI KAJAKKI

Uuden kajakin suunnittelu aloitettiin olemassa olevan Artisan Millennium exp.-kajakin pohjalta. Uuden kajakin tilaaja oli Kajak-Sport Oy. Tilaaja esitti haluamansa muutokset uuteen kajakkiin. Uusi kajakki suunniteltiin käytettäväksi päivä- ja viikonloppumelontaan. Kun kajakkia käytetään lyhyempikestoisilla melontaretkillä, tarvittava varustemäärä vähenee, jolloin kajakista voitiin suunnitella tilavuudeltaan pienempi kuin olemassa oleva kajakki. Uusi kajakki suunniteltiin keskikokoiselle melojalle. Optimaalisina arvoina suunnittelussa käytettiin melojan painona 80 kg, varusteiden painona 7 kg ja kajakin ominaispainona käytettiin 25 kg. Tällöin uuden kajakin vesilinja tu-

lisi kajakin rungon ja kannen väliseen saumaan asti. Rungon ja kannen välinen sauma on leveydeltään noin 1 cm. Uuden kajakin suunnitelluiksi maksimikäyttöarvoiksi määritettiin melojan painoksi 80 kg, kajakin painoksi 25 kg ja varusteiden yhteispainoksi 30 kg. Maksimiarvoilla kajakin vesilinja tulisi rungon ja kannen välisen sauman yläreunaan. Suunnittelussa huomioitiin kajakille myös varmuusarvo, jolloin kajakin tulisi kokonaispainolla 155 kg pysyä osittain veden pinnalla.

Suunniteltavaksi nopeudeksi uudelle kajakille määritettiin 8 km/h (Fn 0,33), joka olisi kevyesti melottava retkinopeus. Tavoitteena oli myös parantaa uuden kajakin surfhausominaisuutta aallokoissa verrattuna olemassa olevaan kajakkiin. Hyvällä surfhausominaisuudella aalloissa kajakilla saavutetaan suurempi hetkellinen nopeus, jolloin pidempien matkojen melonta helpottuu.

Tilaaajaa pyydettiin antamaan arvot 1 - 5 uuden kajakin korostettaville ominaisuuksille (liite 1). Arvostelu selkeyttää kajakilta toivottuja ominaisuuksia ja auttaa selventämään, mihin ominaisuuksiin kannattaa kiinnittää enemmän huomiota. Yhden ominaisuuden korostaminen voi heikentää toista ominaisuutta, joten kaikkia yhden kajakin ominaisuuksia ei saada hyväiksi.

## 9.1 Uuden kajakin rungon muoto

Uuden kajakin rungon muodon tuli noudattaa Kajak-Sport Oy:n kajakki mallistoa. Runko pyrittiin kuitenkin muuttamaan nykyaikaisemman näköiseksi. Muutoksena Artisan Millenium exp. -kajakkiin uuden kajakin päämittoja muutettiin. Pituussuuntaista kaarevuutta (rocker) haluttiin lisätä uuteen kajakkiin. Tilaaja halusi uuden kajakin olevan lyhyempi ja kokonaisleveydeltään kapeampi. Uuden kajakin rungon haluttiin olevan muodoltaan swede, jolloin rungon levein kohta olisi meloja-aukon takapuolella.

Uuden rungon mitat (liite 2)

Malli	4Flow
Pituus	530 cm
Leveys	53 cm
Tilavuus	300 – 330 l
Paino	25 kg

## 9.2 Vakavuus

Suunniteltavaan kajakkiin haluttiin parantaa vakavuusominaisuutta. Uuden kajakin vakavuus pyrittiin suunnittelemaan siten, että kajakki olisi helpompi hallita kallistettaessa kajakilla käännöksiin. Tavoitteena oli parantaa uuden kajakin alkuvakavuutta, jolloin kajakin GMT:n tulisi olla arvoltaan korkeampi. GMT:llä tarkoitetaan alkuvaihtokeskuskorkeutta. Jos GMT on suurempi kuin 0, on alus vakaa ja jos GMT on pienempi kuin 0, on alus epävakaa. (Räisänen 2000, 6-1.) Hyvällä alkuvakavuudella kajakin käyttö olisi helpompaa myös kokemattomammille melojille, jolloin kajakin vakavuuden tuntu olisi parempi ja kajakkia myös uskallettaisiin kallistaa.

## 10 TOTEUTUS

Ensimmäisenä työvaiheena oli jo olemassa olevan kajakin Artisan Millenium exp:n mallintaminen. Vanhan kajakin mallintamisen jälkeen saatiin vertailupohja suunniteltavalle kajakille. Ennen uuden kajakin mallintamista ohjelmalla käytiin tilaajan kanssa rungon muotoilua läpi tapaamisessa. Silloin sovittiin kajakin rungon tuleva muoto ja yksityiskohdat, jotka tilaaja kajakkiin halusi.

### 10.1 Olemassa oleva kajakki

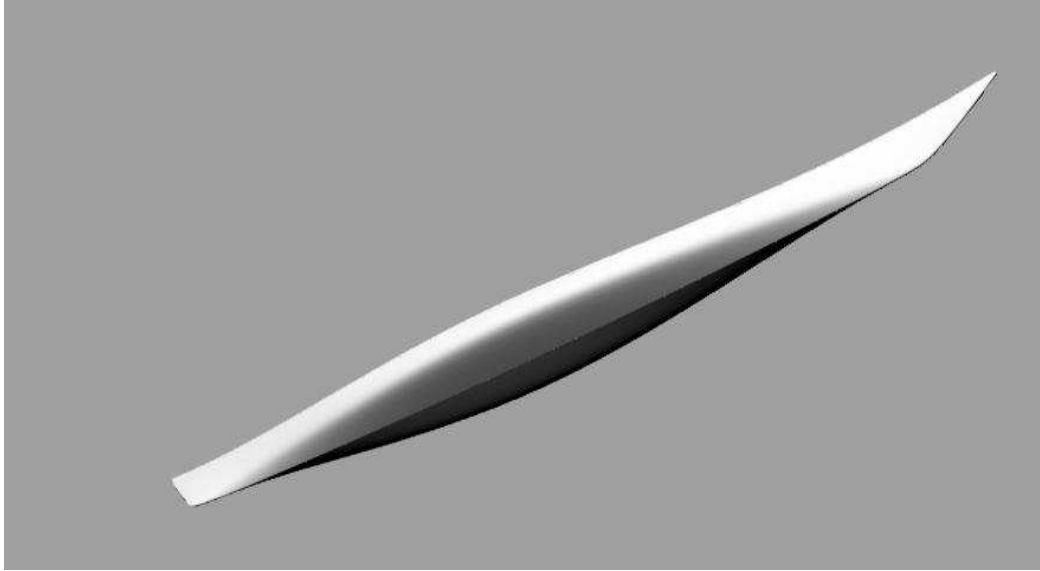
Artisan Millenium exp. -kajakille tehtiin parametriset laskelmat (liite 3), vakavuuslaskelmat (liite 4) ja nopeusennustelaskelmat (liite 5) Rhinoceros 4.0 -ohjelman lisäosalla Orcalla. Laskelmat tehtiin Artisan Millenium exp. -kajakin mallinnukselle. Mallinnus tehtiin Kajak-Sport Oy:n lähettämien käyrien perusteella. Parametriset laskelmat tehtiin vertailupohjaksi uudelle suunniteltavalle kajakille. Parametrisissa laskelmissa käytettiin samoja optimiarvoja melojalle ja varusteille kuin suunniteltavassa uudessa kajakissa.

### 10.2 Kajakin mallintaminen

Uuden kajakin suunnitteluun ja mallintamiseen käytettiin Rhinoceros 4.0 -ohjelmaa. Runkoa ryhdyttiin mallintamaan kolmen apukaaren avulla, jotka määrittivät rungon muodon. Apukaaria käytettiin kajakin rungon perässä, keskellä ja keulassa. Keskikaarta muokkaamalla määritettiin, kuinka tasaiseksi kajakin pohja tulisi rungon keskiosasta. Uuden kajakin vakavuuden parantamiseksi rungon keskiosasta tehtiin tasaisempi



(kuva 6) kuin olemassa olevassa kajakissa. Uuden kajakin V-muotoisuutta vähennettiin. Apukaarien väliin tehtiin ohjelmalla pinta. Pintaa muokattiin tilaajan haluamiin muotoihin, kunnes kajakki näytti oikeanlaiselta ja korostetut ominaisuudet saavutettiin.



Kuva 8. Uuden kajakkirungon mallinnus

Mallinnetusta uudesta kajakista tehtiin parametriset laskelmat (liite 6), vakavuuslaskelmat (liite 7) sekä nopeusennustelaskelmat (liite 8) Rhinoceros 4.0 -ohjelman lisäosalla Orcalla. Suunniteltavasta kajakista tehtiin monta erilaista versiota ja tutkittiin, miten erilaiset muutokset vaikuttivat kajakin ominaisuuksiin. Jokainen versio lähetettiin tilaajalle ja tilaaja esitti mahdolliset haluamansa muutokset. Jokaisesta versiosta tehtiin omat laskelmat jokaisen mallinnuksen ja muutoksen jälkeen.

### 10.3 Painolaskelmat

Kajakin, melojan ja varusteiden painopisteen korkeutta VCG (kaava 8) määritettäessä melojan painopiste asetettiin 250 mm yläpuolelle istuimen alimmasta pisteestä. Painopisteen korkeus uuden kajakin suunnittelussa määritettiin samaksi kuin olemassa olevan kajakin. Tällöin uuden kajakin vertaaminen olemassa olevaan kajakkiin on helppoa. Istuimen korkeudeksi olemassa olevan kajakin rungon pohjasta mitattiin 22 mm. Painopisteen korkeuden määrittämiseen on käytetty kaavaa:

$$VCG = \frac{\sum m_i * z_i}{\sum m_i} \quad (8)$$

missä

$z_i$  on yksittäisen osan korkeussuuntainen painopiste

$m_i$  on yksittäisen osan massa.

Pituussuuntainen painopiste LCG (kaava 9) kajakin ollessa tasapainotilassa sijoittuu 44 mm kajakin keskeltä perään päin. Melojan pituussuuntainen painopiste on sijoitettu samaan kuin kajakin painopiste. Varusteiden pituussuuntainen painopiste on arvioitu käyttäen referenssinä Artisan Millenium -kajakin arvoja. Varusteiden painopiste sijoituu 800 mm kajakin keskeltä perään päin. Painopisteen pituussuunnassa laskemiseen on käytetty kaavaa:

$$LCG = \frac{\sum m_i * x_i}{\sum m_i} \quad (9)$$

missä

$x_i$  on pituussuuntainen painopiste

$m_i$  on yksittäisen osan massa.

#### 10.4 Nopeusennustelaskelma Orcalla

Rhinoceros 4.0:n lisäosa ORCA käyttää nopeusennusteen tekemiseen J. Holtropin kehittämää kaavaa, joka perustuu 334 erilaiseen venemalliin, jotka ovat vesiallastestattuja. Tässä menetelmässä veneen vastus on täysin horisontaalista ja liikkeen vastakkaisuuntainen. Pääasiassa veneen runkoon vaikuttaa kaksi eri vastusta, joista syntyy kokonaisvastus (kaava 10) eli pinnan aiheuttama kitkavastus ja aaltovastus. Viskoosinen vastus riippuu pinnan ominaispiirteistä ja muodosta. Näihin vaikuttavat rungon ulko-kuoren rajapinnan paksuus, pinnan karheus ja veden viskositeetti. Jäännösvastus riippuu eniten muodon tilavuudesta ja energiahukasta joka syntyy veden syrjäyttäessä veneen rungon. Holtropin menetelmä noudattaa kitkakerroin ITTC-1978 standardia. Holtropin kaava esitetään seuraavasti (Orca3D,2010):

$$\text{Rungon vastus} = \text{viskoosivastus} + \text{jäännösvastus} \quad (10)$$

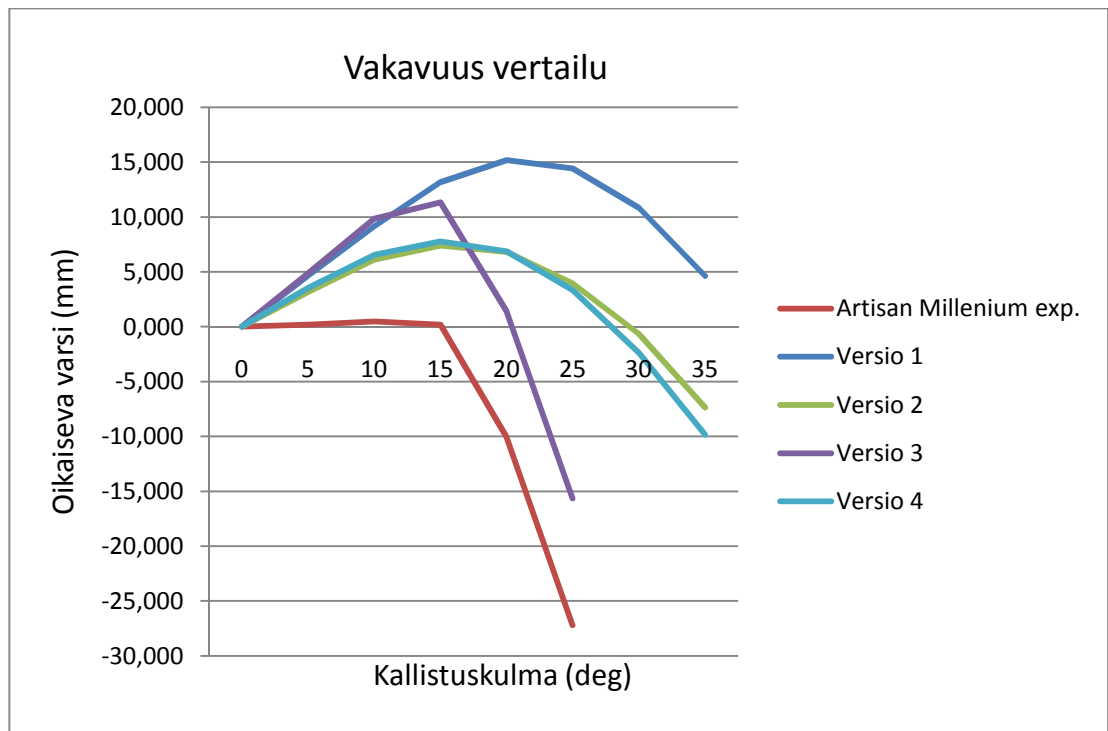
## 11 TULOKSET

Tulokset perustuvat Rhinoceros 4.0 -ohjelmalla tehtyihin mallinnuksiin sekä Rhinoceros 4.0 -ohjelman lisäosalla Orcalla saatuihin tuloksiin. Lopputuloksena uudesta kajakki mallinnuksesta tuli kokonaismitoiltaan lyhyempi ja kapeampi verrattuna olemassa olevaan kajakkiin. Uuden kajakin rungon muotoilussa päädyttiin swede form muotoon.

Tuloksissa uuden mallinnetusta kajakista blokkikertoimeksi (Cb)(liite 7) saatiin hie- man suurempi arvo kuin olemassa olevalle kajakille (liite 2). Uuden kajakin mallin- nuksessa ohjailtavuus ominaisuus tulosten perusteella tulisi paranemaan. Uuden kaja- kin mallinnuksen pitkittäistä kaarevuutta eli rockeria lisättiin verrattuna olemassa ole- vaan Artisan Millenium exp. -kajakkiin. Tällä saavutettiin uuden kajakin mallinnuk- selle parempi ohjailtavuusominaisuus. Lisäksi kajakin mallinnuksen ohjailtavuuden tulisi myös parantua, koska kajakin kokonaispituus myös lyheni. Lopullisessa mallin- nusversiossa, johon päädyttiin, tuulipinta-ala väheni huomattavasti verrattuna olemas- sa olevaan Artisan Millenium exp. -kajakkiin. Tulosten perusteella lopputulokseksi saatiin kapeampi kajakki, jota on helppo kallistaa. Aallokkomelonnin tulisi helpottua, koska kajakilla voidaan helpommin kallistaa aaltoa vasten.

### 11.1 Vakavuus

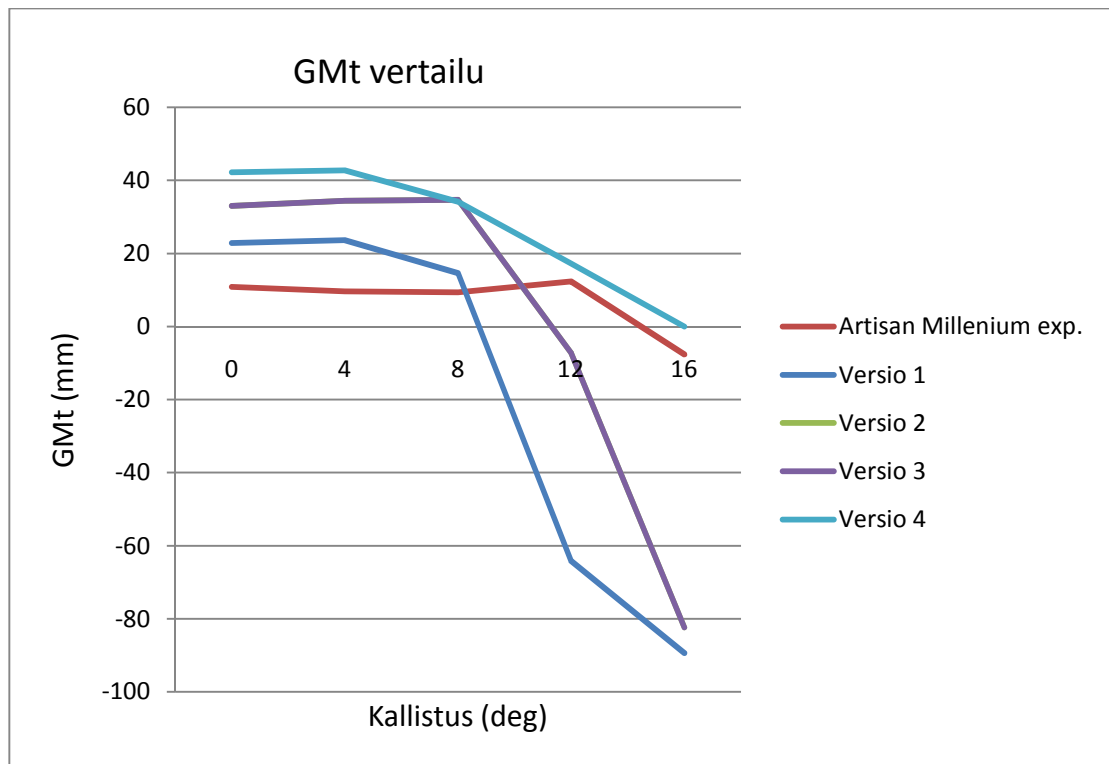
Kuvassa 9 on vertailtu eri kajakkimallinnuksia vakavuusominaisuuksiltaan olemassa olevaan Artisan Millenium exp. -kajakkiin. Uuden kajakin eri versioiden välillä vaka- vuutta on pyritty parantamaan muuttamalla kajakin keskiosan V-muotoa. Versio 4:ssä saavutettiin halutut vakavuus ominaisuudet kajakin rungolle, ja myös tilaaja hyväksyi ne. Taulukossa on esitetty eri kajakkimallinnuksien vakavuusominaisuuden vertailu. Tulosten perusteella uusi kajakkimalli (versio 4) tulisi olemaan vakavuusominaisuu- deltaan parempi verrattuna olemassa olevaan kajakkiin.



Kuva 9. Mallinnettujen kajakkirunkojen vakavuusvertailu.

## 11.2 Vakavuus pienillä kulmilla

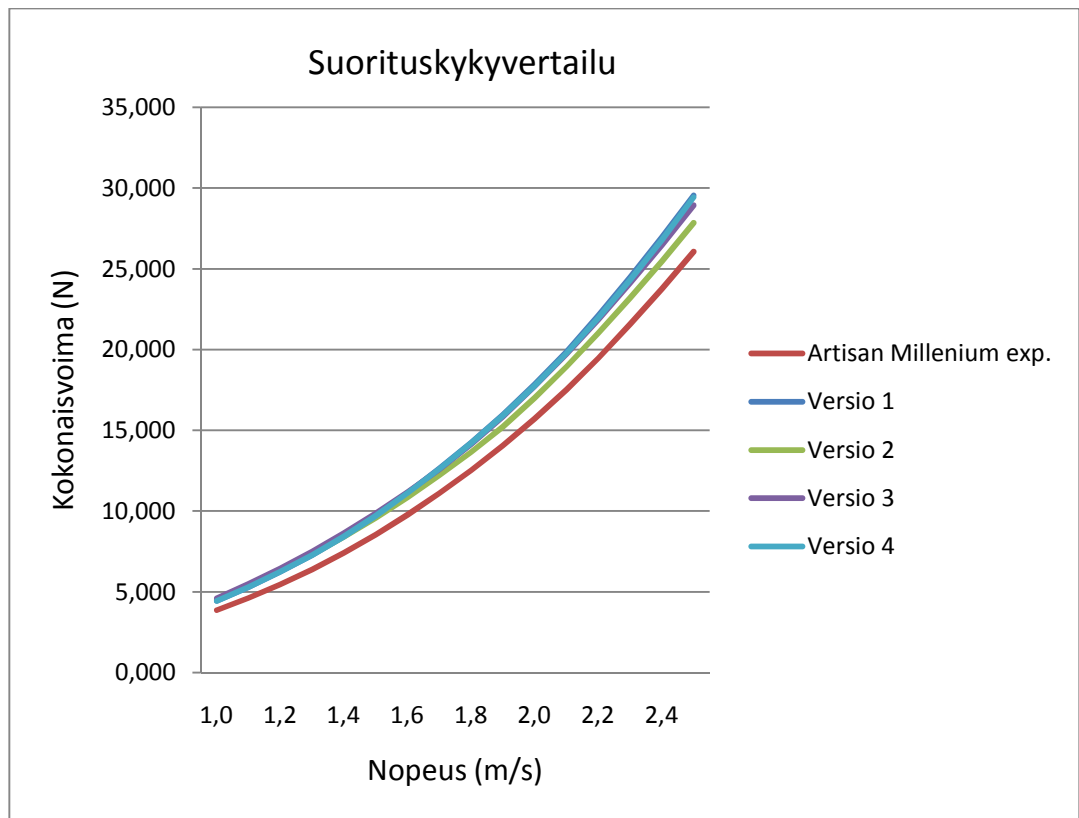
Kuvassa 10 on vertailtu uuden kajakin mallinnuksien alkuvakavuutta olemassa olevaan Artisan Millenium exp. -kajakkiin. Olemassa olevalla kajakilla oli tulosten perusteella tasainen alkuvakavuus, mutta vakavuuden menetys tapahtuu nopeasti. Mallinnusversio 4:llä on korkein alkuvakavuus, jolloin kajakin tulisi olla parhaiten hallittavissa melojan pienillä kallistuksilla. Mallinnusversio 4 osoittautui tulosten perusteella alkuvakavuudeltaan parhaimmaksi versioksi.



Kuva 10. Mallinnettujen kajakkirunkojen alkuvakavuusvertailu.

### 11.3 Suorituskyky

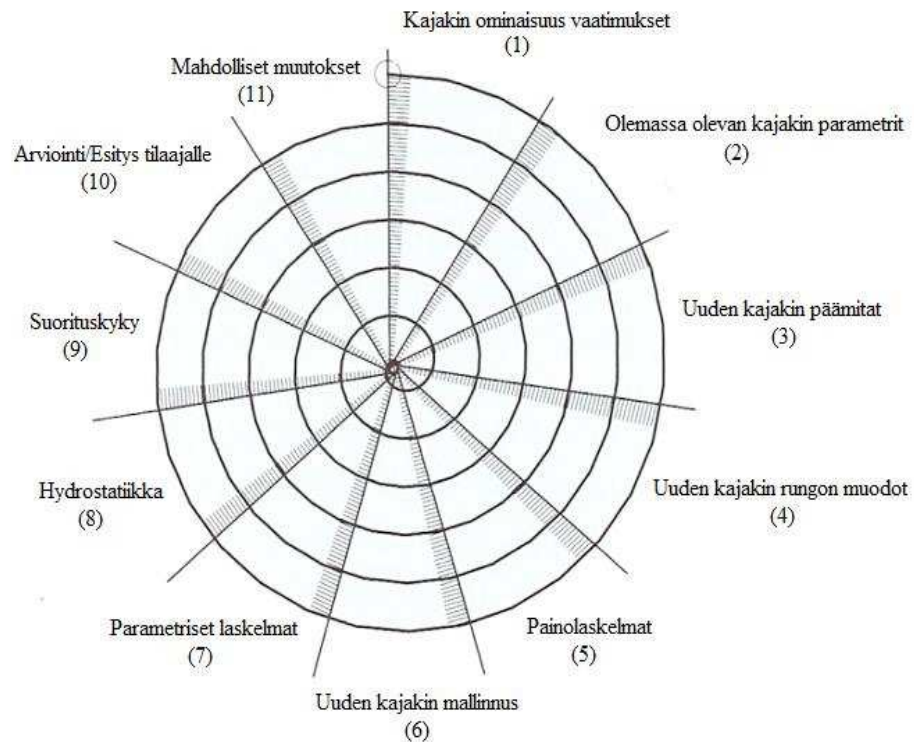
Kuvassa 11 on kuvattu suorituskyvyn vertailutulokset. Uuden kajakin mallinnuksia on vertailtu olemassa olevaan Artisan Millenium exp. -kajakkiin. Taulukossa on kuvattu kajakin tarvitsemaa voimaa sen eteenpäin viemiseksi jokaisella eri nopeudella. Tulosten perusteella voidaan todeta, että uuden kajakkimallinnuksen suorituskyky ei parane verrattuna olemassa olevaan kajakkiin.



Kuva 11. Mallinnettujen kajakkirunkojen suorituskykyvertailu.

#### 11.4 Kajakin suunnitteluprosessi

Suunnittelu on jatkuvaa ”koettamis ja virhe” -prosessia, jossa pyrkimyksenä on päästä lopputulokseen, joka täyttää ennalta määritetyt vaatimukset. Päästäkseen tähän suunnittelijan täytyy aloittaa olettamuksilla, joilla vaadittuihin lopputuloksiin mahdollisesti voidaan päästä. Todennäköisesti vaadittuihin lopputuloksiin ei päästä ensimmäisellä kerralla. Tällöin joitain olettamuksia joudutaan vaihtamaan ja suorittamaan prosessi uudelleen. Yleensä prosessi toistetaan useita kertoja. Tällaista prosessia kuvataan usein spiraaliksi (kuva 12), jossa suunnittelija toistaa prosessia, kunnes saavutetaan haluttu lopputulos. (Larsson & Eliasson 2007, 5.)



Kuva 12. Kajakin suunnitteluprosessi (Mukaillen Larsson & Eliasson 2007, 5.)

Kuvassa 12 on esitetty suunnitteluprosessi, jota on käytetty kajakin suunnittelussa tässä opinnäytetyössä. Prosessin alussa tilaaja esitti uudelta kajakilta vaadittavat ominaisuudet, ja tämän jälkeen laskettiin olemassa olevan kajakin parametrit vertailutulosten saamiseksi. Tämän pohjalta määritettiin yhdessä tilaajan kanssa uuden kajakin päämitat sekä rungon muotoilu. Ennen uuden kajakin mallintamista tehtiin painolaskelmat kajakin optimaaliseen käyttöön. Uuden kajakin mallinnuksesta tehtiin parametriset laskelmat sekä arvioitiin kajakin hydrostaatiikkaa eli vakavuusominaisuuksia. Kajakin mallinnukselle tehtiin myös suorituskykyennustelaskelmat, minkä jälkeen lopputulos esitettiin tilaajalle. Prosessin loppuksi arvioitiin yhdessä tilaajan kanssa mahdollisia muutoksia ja prosessi toistettiin, kunnes päädyttiin haluttuun lopputulokseen.

## 12 TULOSTEN TARKASTELO JA PÄÄTELMÄT

Kajakin mallinnuksen muotoilussa sekä kokonaismitoissa päädyttiin tilaajan esittämään muutoksiin. Mallinnuksessa kajakille saatiin tulokseksi suurempi blokkikerroin ( $C_b$ ) verrattuna Artisan Millenium exp. kajakkiin. Tästä voidaan päätellä, että mallinnetun kajakin suuntavakavuus on heikompi. Tilaajan haluama tärkein korostettavin

ominaisuus oli ohjailtavuus. Tästä johtuen mallinnuksessa ohjailtavuusominaisuuden korostaminen heikensi mallinnuksen suuntavakavuutta.

Tulosten perusteella voidaan todeta, että uuden kajakin mallinnuksen vakavuus parani olemassa olevaan Artisan Millenium exp. -kajakkiin verrattuna. Uuden kajakin mallinnuksen pohjan V-muotoisuutta vähennettiin, jolloin kajakin mallinnukselle saavutettiin parempi vakavuus. Tällöin uuden mallinnuksen märkäpinta-ala pysyi lähes samana kuin olemassa olevalla kajakilla vaikka uuden kajakin pituus lyheni. Tästä johtuen suorituskyvyn vertailussa tulokset eivät parantuneet. Lopputuloksena päädyttiin ominaisuuksiltaan ja muotoilultaan tilaajan hyväksymään uuteen kajakin rungon mallinnukseen.

Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet saavutettiin suunnitellussa aikataulussa. Opinnäytetyössä saavutettiin tilaajan uudelle kajakille asettamat ominaisuudet. Tulosten luotettavuutta lisää niiden yhteys kajakin suunnittelun teorian tietoon. Tulosten luotettavuutta saattavat heikentää mahdolliset mallinnuksessa tapahtuneet virheet. Tuloksia voidaan hyödyntää suunniteltaessa uudenlaisia kajakkimalleja. Uuden kajakin mallin suunnittelussa rajoittavia tekijöitä olivat tilaajan asettamat yksityiskohtaiset muotoilulliset tekijät.

Opinnäytetyön tulosten perusteella jatkotutkimusaiheena voisi olla esimerkiksi uuden kajakin mallinnuksesta tehdyn prototyypin vesiallastestaus, jossa testataan kajakin mallinnuksesta saatuja ominaisuuksia.



## LÄHTEET

Guillemot Kayaks. Kayak Design. 2005-2010. Saatavissa: [http://www.guillemot-kayaks.com/guillemot/information/kayak\\_design/varieties\\_of\\_kayaks/sea\\_kayaks](http://www.guillemot-kayaks.com/guillemot/information/kayak_design/varieties_of_kayaks/sea_kayaks) (viitattu 21.11.2010).

Kajak-Sport Oy 2010. Saatavissa:

[http://www.kajaksport.com/?kayaks\\_fi/kajakit.php&tuote=0006](http://www.kajaksport.com/?kayaks_fi/kajakit.php&tuote=0006) (Viitattu 16.1.2011).

Larsson, L. & Eliasson, E. 2007. Principles of yacht design. Third Edition. Lontoo: Adlar Coles Nautical an imprint of A & C Black Publisher Ltd.

One Ocean Kayaks 1999–2011, verkkosivut. Saatavissa:

[www.oneoceankayaks.com/smhydro/hydro.htm](http://www.oneoceankayaks.com/smhydro/hydro.htm) (Viitattu 28.1.2011).

Orca3D 2010, verkkosivut. Saatavissa:

[http://www.orca3d.com/support/manual/index.html?resistance\\_holtrop\\_introduction.htm](http://www.orca3d.com/support/manual/index.html?resistance_holtrop_introduction.htm) (Viitattu 28.1.2011).

Räisänen, P. 2000. Laivatekniikka modernin laivanrakennuksen käsikirja. Gummerus Kirjapaino Oy. Jyväskylä.

Winters, J. 2005. The Shape of The Canoe. Third Edition. Saatavissa:

<http://www.greenval.com/order.html>. (Viitattu 16.1.2011).

Wong, P. 1999. Artisan Millennium by Kajak-Sport. Sea Kayaker 10/1999 s. 14.

Projekti	4Flow-merikajakki
KajakSPORT Oy	Marko Bryggare
TULVA	Ari Haapanen
KyAMK	Vesa Saari
	Terho Halme

Muutoksena Artisaniiin runkoa madalletaan pienemmän tuulipinta-alan saavuttamiseksi ja ylimääräisen tilavuuden pienentämiseksi. Kajakki on tarkoitettu päivä ja viikonloppu melontaan jolloin retkivarusteiden tarve on pienempi, ja optimi melontakuorma on kevyempi. Suunniteltu käyttäjä on keskikokoinen --> Tilavuutta voidaan pienentää.

Tilanne	Kuorma	Uppouma
Optimi:	Meloja 80 kg + kajakki 25 kg + 7 kg tarviketta	sauma + tarvittava varalaita
Max	Meloja 80 kg + kajakki 25 kg + 30 kg varustetta	Sauman yläreuna

Runko	
Pituus 530 cm	Lyhennetään
Max leveys 53 cm	Kavennetaan Rungon levein kohta melonta-aukon takana
Rungon muoto, Swede form	
Rungon painopiste, hieman keskilinjaa etupuolelle (48%) ? Vesilinjaa pituus, hieman lyhyempi kuin Artisanissa 80+25+7= 112kg kuormalla	Vesilinja kasvaa suhteessa kajakin pituuteen hieman, mutta rockeroitua Suoristetaan perää/madalletaan perää kohti
Muutetaan runkoa nykyaikaisemman näköiseksi.	
Parannetaan kallistusvastusta, 3 kallistus tasoa (1. Sauma 2. Kansi 3. Aukon kehys). Oikaisumomentti suunnilleen sama mutta heilahdusaika pitää saada pidemmäksi	Helpompi kallistaa ohjatessa ja vähemmän kiikkerän oloinen Rungon pituus-suuntainen muoto
Parannetaan ohjattavuutta/kääntyvyyttä kallistettaessa	vesilinjaa alapuolella Suurempi hetkellinen nopeus ja lisää tilavuutta kajakin takaosaan melojan
Parannetaan surffaus ominaisuutta	Muutetaan molemmat kärjet noin 1,5 cm säteeksi
Kavennetaan kärjet aggressiivisemmän näköiseksi	

Kansi	
Pienennetään meloja-aukko hieman Kallistetaan meloja aukko taaksepäin ja painetaan aukon takaosa niin alas kuin mahdollista	Suunnitellaan kajakki keskikokoisille melojille Helpompi kulkea, aggressiivisempi meloja
Viistetään kyljet melojan kohdalta jyrkästi alaspäin Uusitaan aukonkehys hieman pidemmäksi ja takaa paremman muotoiseksi	Helpottaa melontatekniikoita Mahdollistaa käyttäjien kokoiset ihmiset koukistamaan jalkansa
Lisätään varusteluukkuja	Pyöreät 24 cm, 15 cm, 20 cm ja ovaali
Lisätään melojan taakse pelastautumispidikkeet	Upotetaan / Häivytetään muotoon

Tähän arvot 1-5 (5 on tärkein) haluttujen ominaisuuksien korostamiseksi.

Ominaisuus	Arvo
Ohjattavuus / ketteruus	5
Pieni tuulipinta ja aallokkelontaa	4
Helppo kallistettavuus / Vakaus	3
Nopeus (mahd. kevytkulkuinen 8 km/h)	2
Suunta vakaa	1



Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille  
 Hydrostatics & Stability Analysis  
 Default Company  
 Report Time: 6.3.2010 12:17:30



### Condition Summary

#### Load Condition Parameters

Condition #	Weight (kgf)	Model Trim (deg)	Model Heel (deg)	VCG (mm)
1	112,000	0,000	0,000	229
2	112,000	0,000	4,000	229
3	112,000	0,000	8,000	229
4	112,000	0,000	12,000	229
5	112,000	0,000	16,000	229

#### Resulting Model Attitude and Hydrostatic Properties

Condition #	Sinkage (mm)	Heel(deg)	Trim(deg)	Ax(m^2)
1	113,777	0,000	0,000	0,05
2	113,352	4,000	0,000	0,05
3	112,081	8,000	0,000	0,05
4	109,917	12,000	0,000	0,05
5	106,672	16,000	0,000	0,05

Condition #	Displacement(kgf)	LCB(mm)	TCB(mm)	VCB(mm)	Wet Area (m^2)
1	112,00	2785,669	0,000	68,226	1,79
2	112,00	2787,019	-11,793	68,648	1,79
3	112,00	2787,110	-23,459	69,917	1,79
4	112,00	2787,521	-35,057	71,997	1,79
5	112,00	2787,321	-46,671	74,904	1,79

Condition #	Awp(m^2)	LCF(mm)	TCF(mm)	VCF(mm)
1	1,38	2747,527	0,000	113,777
2	1,38	2748,297	-4,443	113,939
3	1,38	2749,069	-8,861	114,428
4	1,38	2749,603	-14,474	115,449
5	1,35	2752,875	-20,712	116,910

Condition #	BMt(mm)	BMI(mm)	GMt(mm)	GMI(mm)
1	169,617	11958,977	8,84	11798,20
2	168,266	11958,471	7,52	11797,73
3	167,992	11979,212	7,35	11818,56
4	170,257	12011,076	9,75	11850,57
5	167,162	12060,094	6,86	11899,79

Condition #	Cb	Cp	Cwp	Cx	Cws	Cvp
1	0,379	0,493	0,584	0,768	2,486	0,649
2	0,381	0,493	0,585	0,773	2,485	0,652
3	0,386	0,494	0,585	0,782	2,485	0,660
4	0,372	0,494	0,579	0,753	2,487	0,642
5	0,350	0,494	0,562	0,709	2,492	0,623

#### Notes

1. Locations such as the center of buoyancy and center of flotation are measured from the origin in the Rhinoceros world coordinate system.

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 6.3.2010 12:17:30



---

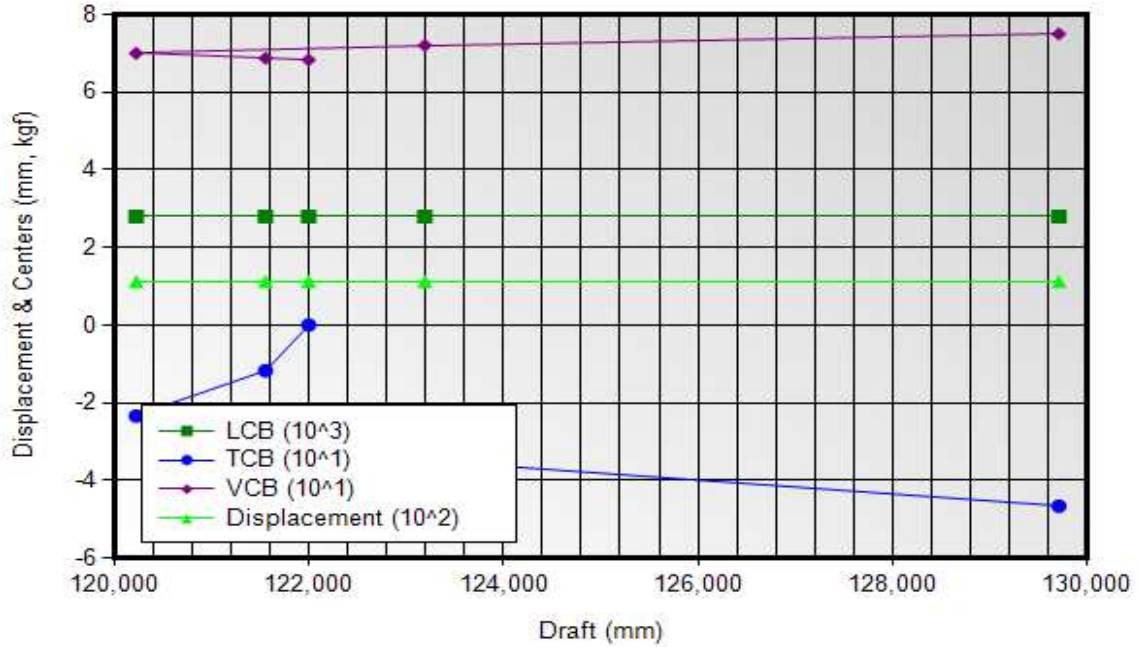
2. The orientation of the model for an Orca3D hydrostatics solution is defined in terms of "sinkage," "trim," and "heel." The sinkage value represents the depth of the body origin (i.e. the Rhino world origin) below the resultant flotation plane, and is sometimes referred to as "origin depth." Heel and trim represent angular rotations about the Rhino longitudinal and transverse axes, respectively, and are taken in that order. For a more detailed description of these terms see the Orca3D documentation.

3. Hull form coefficients are non-dimensionalized by the waterline length.

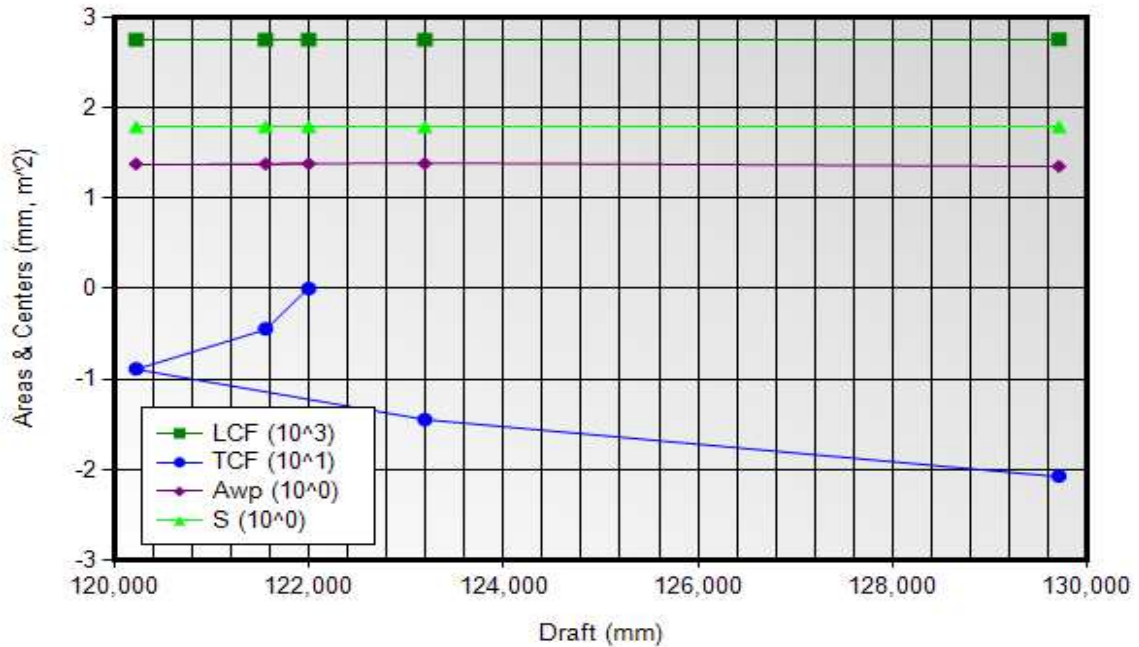
4. Calculation of  $C_p$  and  $C_x$  use Orca sections to determine  $A_x$ . If no Orca sections are defined, these values will be reported as zero.



**Volumetric Properties**

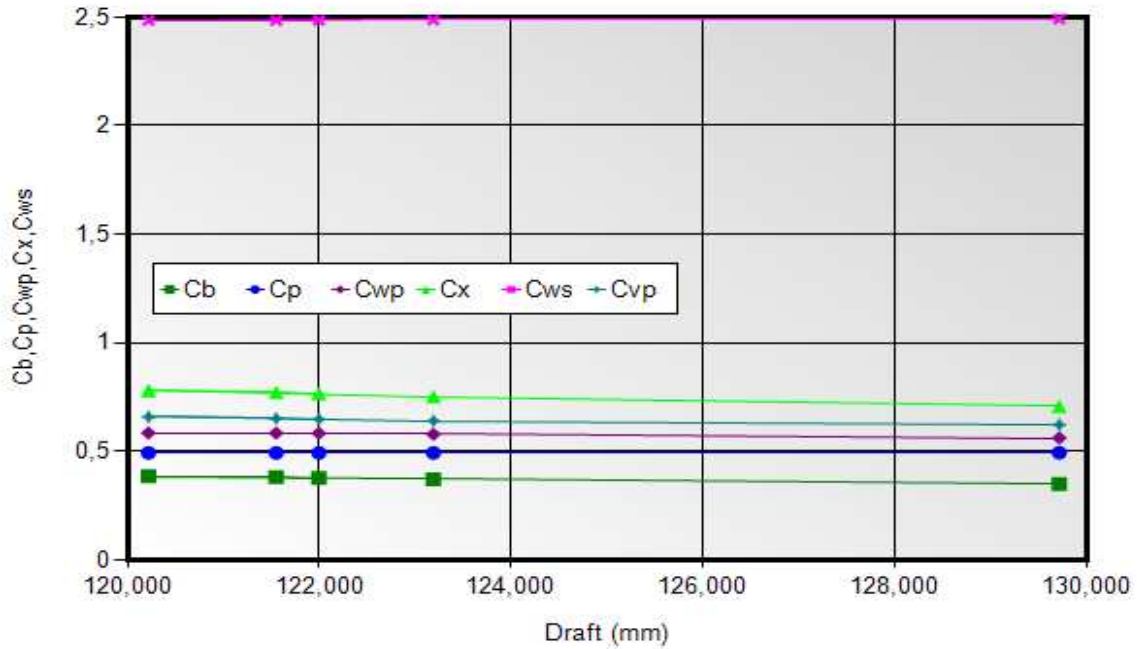


**Area Properties**





**Hull Form Coefficients**



*Weight=112,00, Model Trim=0,00, Model Heel=0,00*

**Analysis Type** FreeFloatEquilibrium

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
Model Trim	0,000 deg
Model Heel	0,000 deg
VCG	229 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	0,000 deg	Sinkage	113,777 mm
Trim Angle	0,000 deg		

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 6.3.2010 12:17:30



Overall Dimensions			
Length Overall, LOA	5499,904 mm	Loa / Boa	9,946
Beam Overall, Boa	553,000 mm	Boa / D	1,372
Depth Overall, D	403,187 mm		

Waterline Dimensions			
Waterline Length, Lwl	4763,231 mm	Lwl / Bwl	9,609
Waterline Beam, Bwl	495,703 mm	Bwl / T	4,063
Navigational Draft, T	121,995 mm	D / T	3,305

Volumetric Values			
Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,883
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	2785,669 mm	FB / Lwl	0,520
TCB	0,000 mm	TCB / Bwl	0,000
VCB	68,226 mm		
Wetted Surface Area	1,79 m <sup>2</sup>		

Waterplane Values			
Waterplane Area, Awp	1,38 m <sup>2</sup>		
LCF	2747,527 mm	FF / Lwl	0,512
TCF	0,000 mm	TCF / Lwl	0,000

Sectional Parameters			
Ax	0,046 m <sup>2</sup>		
Ax Location	2836,505 mm	Ax Location / Lwl	0,596

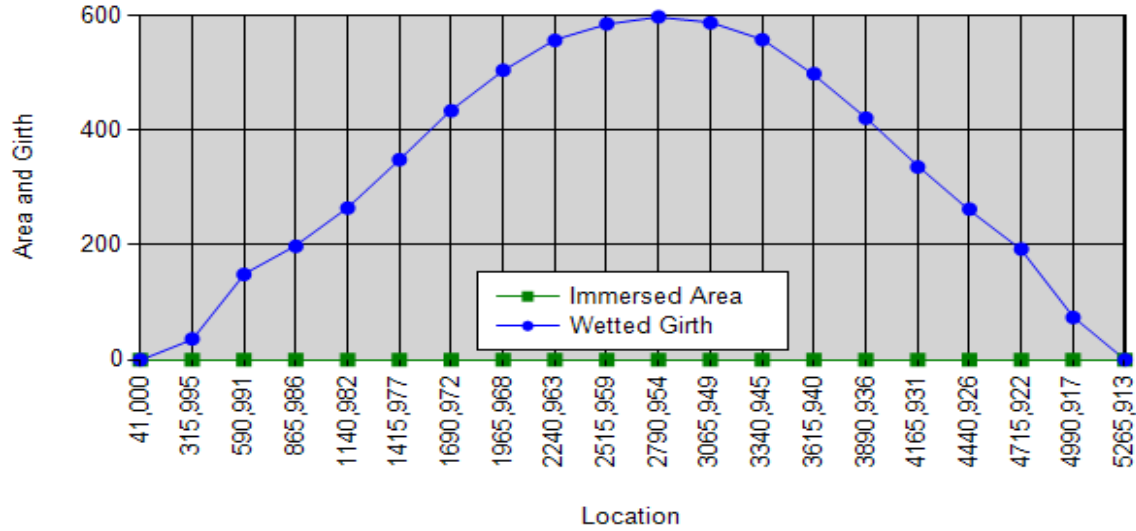
Hull Form Coefficients			
Cb	0,379	Cx	0,768
Cp	0,493	Cwp	0,584
Cvp	0,649	Cws	2,486

Static Stability Parameters			
I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,3 m <sup>4</sup>
BMt	169,617 mm	BMI	11958,977 mm
GMt	8,84 mm	GMI	11798,20 mm





**Station Data**



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
41,738	0,000	0,000
316,733	0,000	36,147
591,728	0,002	148,500
866,724	0,005	197,506
1141,719	0,010	264,109
1416,715	0,018	348,406
1691,710	0,026	433,455
1966,705	0,034	504,038
2241,701	0,040	556,145
2516,696	0,044	584,877
2791,692	0,046	597,185
3066,687	0,045	586,699
3341,682	0,042	557,413
3616,678	0,035	498,031
3891,673	0,026	420,800
4166,669	0,017	335,524
4441,664	0,010	262,152
4716,659	0,005	192,632
4991,655	0,001	73,424
5266,650	0,000	0,000

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 6.3.2010 12:17:30



*Weight=112,00,Model Trim=0,00,Model Heel=4,00*

**Analysis Type** FreeFloatEquilibrium

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
Model Trim	0,000 deg
Model Heel	4,000 deg
VCG	229 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	4,000 deg	Sinkage	113,352 mm
Trim Angle	0,000 deg		

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5499,904 mm	Loa / Boa	9,946
Beam Overall, Boa	553,000 mm	Boa / D	1,372
Depth Overall, D	403,187 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4762,187 mm	Lwl / Bwl	9,632
Waterline Beam, Bwl	494,390 mm	Bwl / T	4,067
Navigational Draft, T	121,550 mm	D / T	3,317

**Volumetric Values**

Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,902
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	2787,019 mm	FB / Lwl	0,520
TCB	-11,793 mm	TCB / Bwl	-0,024

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**  
 Hydrostatics & Stability Analysis  
 Default Company  
 Report Time: 6.3.2010 12:17:30



VCB	68,648 mm
Wetted Surface Area	1,79 m <sup>2</sup>

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,38 m <sup>2</sup>		
LCF	2748,297 mm	FF / Lwl	0,512
TCF	-4,443 mm	TCF / Lwl	-0,001

**Sectional Parameters**

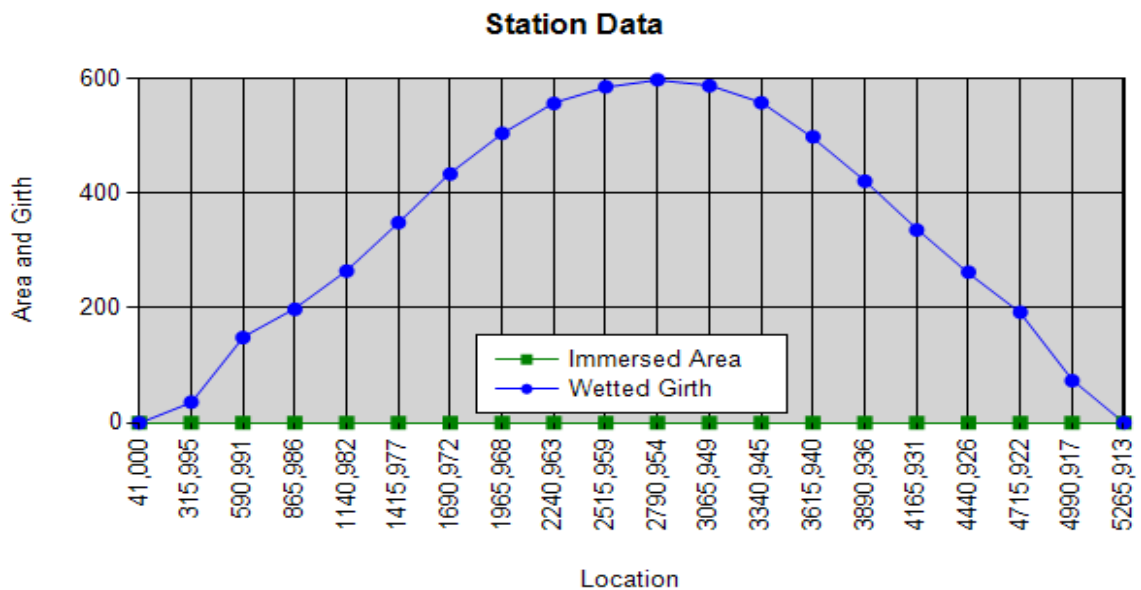
Ax	0,046 m <sup>2</sup>		
Ax Location	2835,793 mm	Ax Location / Lwl	0,595

**Hull Form Coefficients**

Cb	0,381	Cx	0,773
Cp	0,493	Cwp	0,585
Cvp	0,652	Cws	2,485

**Static Stability Parameters**

I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,3 m <sup>4</sup>
BMt	168,266 mm	BMI	11958,471 mm
GMt	7,52 mm	GMI	11797,73 mm



**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 6.3.2010 12:17:30



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
41,738	0,000	0,000
316,733	0,000	35,862
591,728	0,002	148,257
866,724	0,005	197,403
1141,719	0,010	264,187
1416,715	0,018	348,465
1691,710	0,026	433,263
1966,705	0,034	503,866
2241,701	0,040	556,060
2516,696	0,044	584,987
2791,692	0,046	597,302
3066,687	0,045	586,735
3341,682	0,042	557,329
3616,678	0,035	497,968
3891,673	0,026	420,765
4166,669	0,017	335,657
4441,664	0,010	262,194
4716,659	0,005	192,479
4991,655	0,001	73,162
5266,650	0,000	0,000

*Weight=112,00,Model Trim=0,00,Model Heel=8,00*

<b>Analysis Type</b>	FreeFloatEquilibrium		
<b>Surface Meshing Parameters</b>			
Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False
<b>Load Condition Parameters</b>			
Weight	112,000 kgf		
Model Trim	0,000 deg		
Model Heel	8,000 deg		
VCG	229 mm		

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 6.3.2010 12:17:30



Fluid Type	Seawater		
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>		
Mirror Geometry			

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	8,000 deg	Sinkage	112,081
Trim Angle	0,000 deg		mm

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5499,904 mm	Loa / Boa	9,946
Beam Overall, Boa	553,000 mm	Boa / D	1,372
Depth Overall, D	403,187 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4759,036 mm	Lwl / Bwl	9,627
Waterline Beam, Bwl	494,361 mm	Bwl / T	4,112
Navigational Draft, T	120,219 mm	D / T	3,354

**Volumetric Values**

Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,960
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	2787,110 mm	FB / Lwl	0,520
TCB	-23,459 mm	TCB / Bwl	-0,047
VCB	69,917 mm		
Wetted Surface Area	1,79 m <sup>2</sup>		

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,38 m <sup>2</sup>		
LCF	2749,069 mm	FF / Lwl	0,512
TCF	-8,861 mm	TCF / Lwl	-0,002

**Sectional Parameters**

Ax	0,046 m <sup>2</sup>		
Ax Location	2833,800 mm	Ax Location / Lwl	0,595

**Hull Form Coefficients**

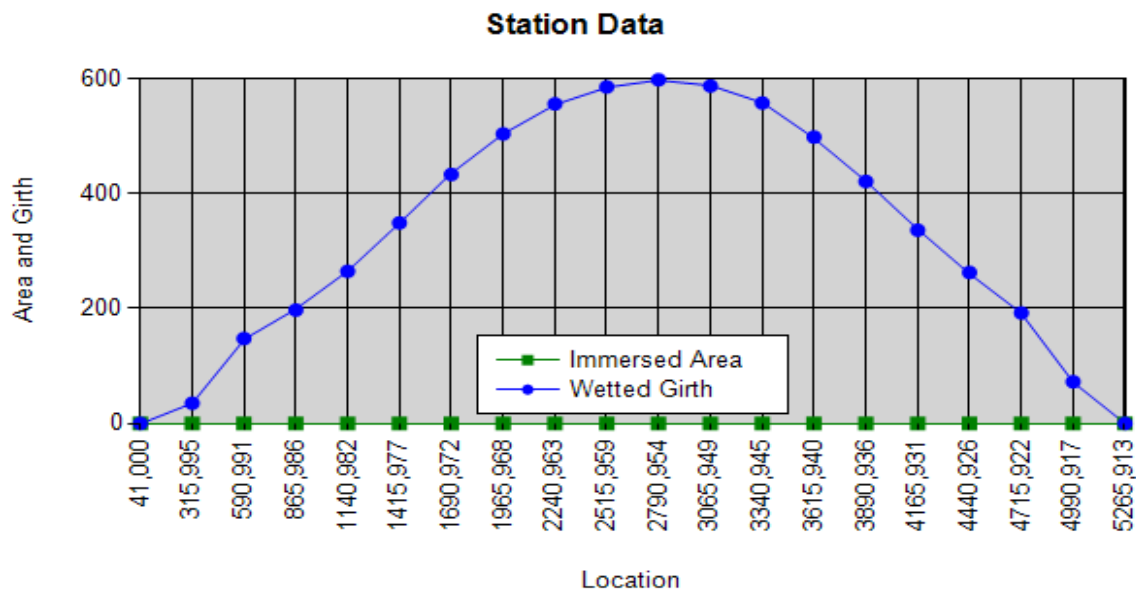
Cb	0,386	Cx	0,782
Cp	0,494	Cwp	0,585
Cvp	0,660	Cws	2,485

**Static Stability Parameters**

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**  
 Hydrostatics & Stability Analysis  
 Default Company  
 Report Time: 6.3.2010 12:17:30



I(transverse)	0,0 m^4	I(longitudinal)	1,3 m^4
BMt	167,992 mm	BMI	11979,212 mm
GMt	7,35 mm	GMI	11818,56 mm



Location (mm)	Immersed Area (m^2)	Wetted Girth (mm)
41,738	0,000	0,000
316,733	0,000	35,000
591,728	0,002	147,524
866,724	0,005	197,095
1141,719	0,010	264,437
1416,715	0,018	348,637
1691,710	0,026	432,793
1966,705	0,034	503,387
2241,701	0,040	555,627
2516,696	0,044	585,144
2791,692	0,046	597,596
3066,687	0,045	586,825
3341,682	0,042	557,117
3616,678	0,035	497,803
3891,673	0,026	420,741
4166,669	0,017	336,062
4441,664	0,010	262,328

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 6.3.2010 12:17:30



4716,659	0,005	192,020
4991,655	0,001	72,370
5266,650	0,000	0,000

*Weight=112,00,Model Trim=0,00,Model Heel=12,00*

**Analysis Type** FreeFloatEquilibrium

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
Model Trim	0,000 deg
Model Heel	12,000 deg
VCG	229 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	12,000 deg	Sinkage	109,917 mm
Trim Angle	0,000 deg		

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5499,904 mm	Loa / Boa	9,946
Beam Overall, Boa	553,000 mm	Boa / D	1,372
Depth Overall, D	403,187 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4753,318 mm	Lwl / Bwl	9,474
Waterline Beam, Bwl	501,701 mm	Bwl / T	4,073
Navigational Draft, T	123,189 mm	D / T	3,273

**Volumetric Values**

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 6.3.2010 12:17:30



Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	29,064
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	2787,521 mm	FB / Lwl	0,521
TCB	-35,057 mm	TCB / Bwl	-0,070
VCB	71,997 mm		
Wetted Surface Area	1,79 m <sup>2</sup>		

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,38 m <sup>2</sup>		
LCF	2749,603 mm	FF / Lwl	0,513
TCF	-14,474 mm	TCF / Lwl	-0,003

**Sectional Parameters**

Ax	0,047 m <sup>2</sup>		
Ax Location	2830,710 mm	Ax Location / Lwl	0,596

**Hull Form Coefficients**

Cb	0,372	Cx	0,753
Cp	0,494	Cwp	0,579
Cvp	0,642	Cws	2,487

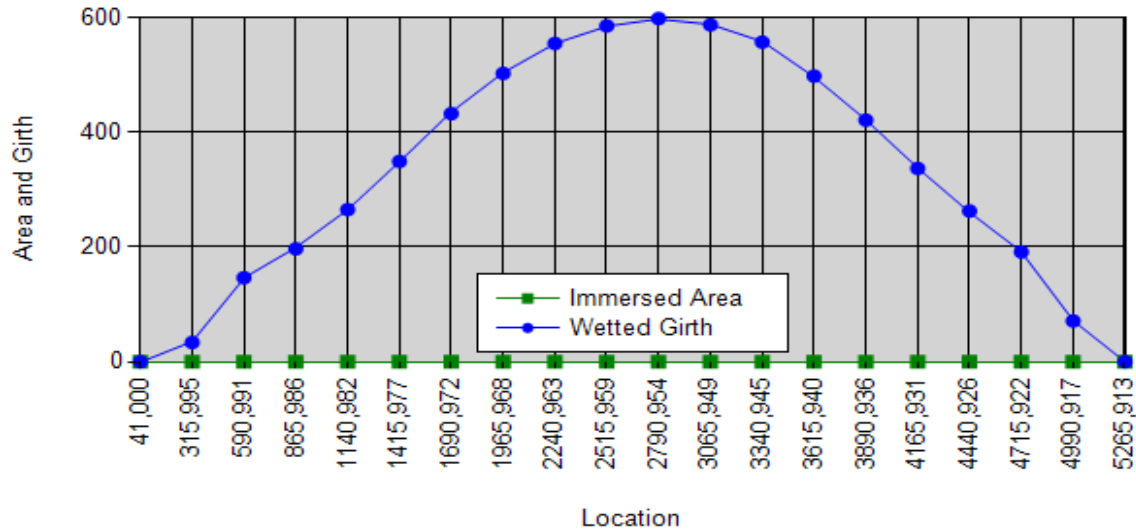
**Static Stability Parameters**

I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,3 m <sup>4</sup>
BMt	170,257 mm	BMI	12011,076 mm
GMt	9,75 mm	GMI	11850,57 mm





**Station Data**



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
41,738	0,000	0,000
316,733	0,000	33,429
591,728	0,002	146,171
866,724	0,005	196,464
1141,719	0,010	264,760
1416,715	0,018	348,825
1691,710	0,026	432,073
1966,705	0,034	502,137
2241,701	0,040	554,383
2516,696	0,044	584,971
2791,692	0,046	597,784
3066,687	0,045	586,714
3341,682	0,042	556,565
3616,678	0,035	497,527
3891,673	0,026	420,716
4166,669	0,017	336,648
4441,664	0,010	262,463
4716,659	0,005	191,133
4991,655	0,001	70,912
5266,650	0,000	0,000

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 6.3.2010 12:17:30



*Weight=112,00,Model Trim=0,00,Model Heel=16,00*

**Analysis Type** FreeFloatEquilibrium

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
Model Trim	0,000 deg
Model Heel	16,000 deg
VCG	229 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	16,000 deg	Sinkage	106,672 mm
Trim Angle	0,000 deg		

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5499,904 mm	Loa / Boa	9,946
Beam Overall, Boa	553,000 mm	Boa / D	1,372
Depth Overall, D	403,187 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4743,420 mm	Lwl / Bwl	9,369
Waterline Beam, Bwl	506,300 mm	Bwl / T	3,903
Navigational Draft, T	129,713 mm	D / T	3,108

**Volumetric Values**

Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	29,247
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	2787,321 mm	FB / Lwl	0,521
TCB	-46,671 mm	TCB / Bwl	-0,092

**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**  
 Hydrostatics & Stability Analysis  
 Default Company  
 Report Time: 6.3.2010 12:17:30



VCB	74,904 mm
Wetted Surface Area	1,79 m <sup>2</sup>

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,35 m <sup>2</sup>		
LCF	2752,875 mm	FF / Lwl	0,513
TCF	-20,712 mm	TCF / Lwl	-0,004

**Sectional Parameters**

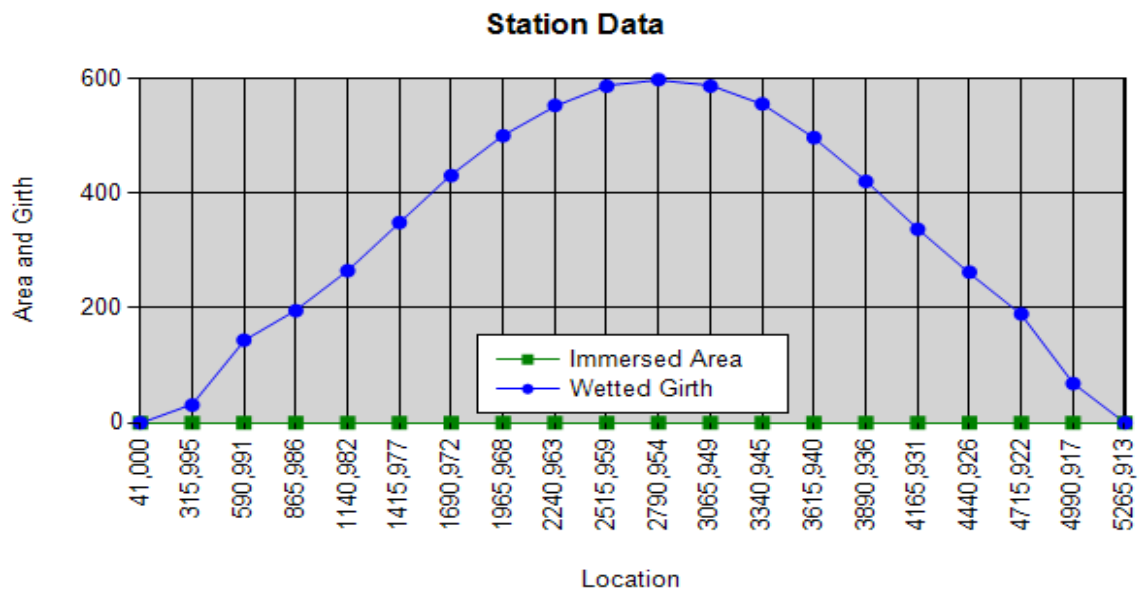
Ax	0,047 m <sup>2</sup>		
Ax Location	2826,230 mm	Ax Location / Lwl	0,596

**Hull Form Coefficients**

Cb	0,350	Cx	0,709
Cp	0,494	Cwp	0,562
Cvp	0,623	Cws	2,492

**Static Stability Parameters**

I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,3 m <sup>4</sup>
BMt	167,162 mm	BMI	12060,094 mm
GMt	6,86 mm	GMI	11899,79 mm



**Parametriset laskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 6.3.2010 12:17:30



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
41,738	0,000	0,000
316,733	0,000	30,687
591,728	0,002	143,733
866,724	0,005	195,049
1141,719	0,010	264,697
1416,715	0,018	348,706
1691,710	0,026	430,423
1966,705	0,034	499,768
2241,701	0,040	552,542
2516,696	0,044	586,167
2791,692	0,047	597,587
3066,687	0,045	586,257
3341,682	0,042	555,233
3616,678	0,035	496,488
3891,673	0,026	420,345
4166,669	0,017	337,021
4441,664	0,010	262,170
4716,659	0,004	189,359
4991,655	0,001	68,313
5266,650	0,000	0,000

**Vakavuuslaskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 1.3.2010 19:13:41

**Condition Summary****Load Condition Parameters**

Condition #	Weight (kgf)	Model Trim (deg)	Model Heel (deg)	VCG (mm)
1	112,000	0,000	0,000	229

**Resulting Model Attitude and Hydrostatic Properties**

Condition #	Sinkage (mm)	Heel(deg)	Trim(deg)	Ax(m^2)
1	120,867	0,000	0,000	0,05

Condition #	Displacement(kgf)	LCB(mm)	TCB(mm)	VCB(mm)	Wet Area (m^2)
1	112,00	2798,468	-0,001	72,985	1,86

Condition #	Awp(m^2)	LCF(mm)	TCF(mm)	VCF(mm)
1	1,34	2760,322		0,000

Condition #	BMt(mm)	BMI(mm)	GMt(mm)	GMI(mm)
1	158,086	11453,145	2,07	11297,13

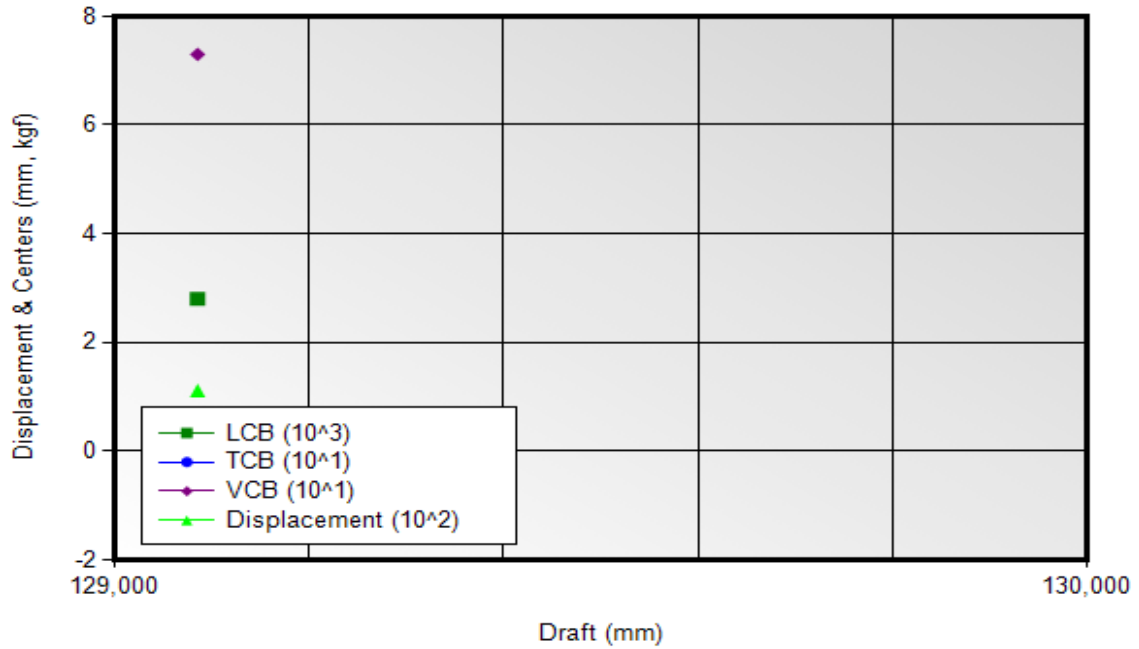
Condition #	Cb	Cp	Cwp	Cx	Cws	Cvp
1	0,353	0,458	0,558	0,771	2,568	0,633

**Notes**

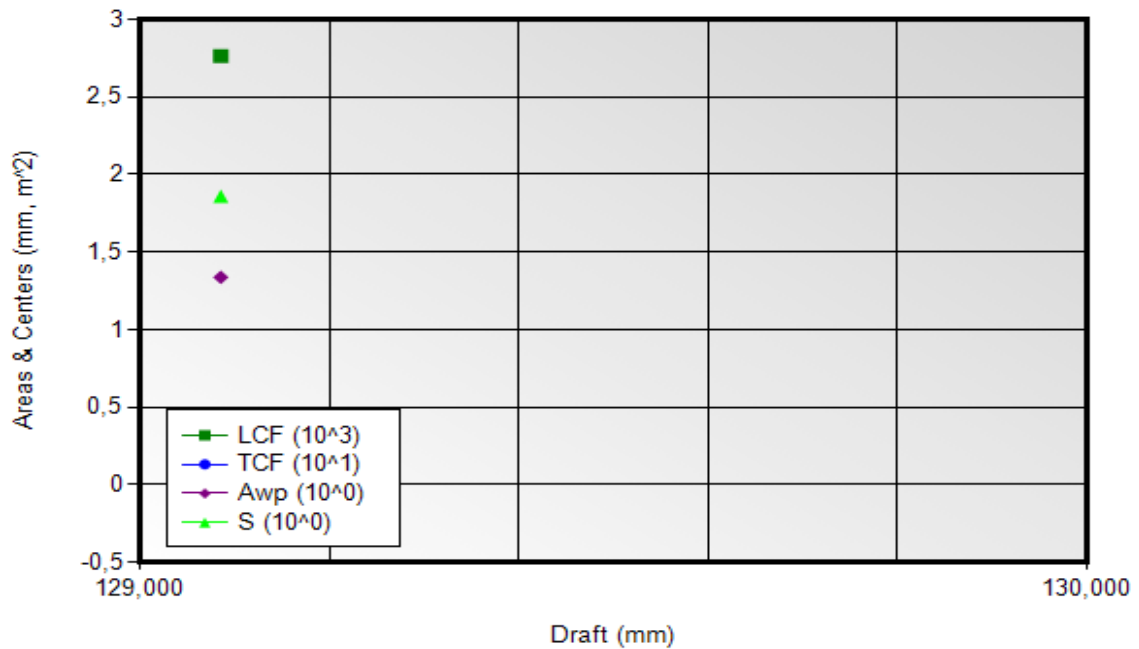
1. Locations such as the center of buoyancy and center of flotation are measured from the origin in the Rhinoceros world coordinate system.
2. The orientation of the model for an Orca3D hydrostatics solution is defined in terms of "sinkage," "trim," and "heel." The sinkage value represents the depth of the body origin (i.e. the Rhino world origin) below the resultant flotation plane, and is sometimes referred to as "origin depth." Heel and trim represent angular rotations about the Rhino longitudinal and transverse axes, respectively, and are taken in that order. For a more detailed description of these terms see the Orca3D documentation.
3. Hull form coefficients are non-dimensionalized by the waterline length.
4. Calculation of Cp and Cx use Orca sections to determine Ax. If no Orca sections are defined, these values will be reported as zero.



### Volumetric Properties

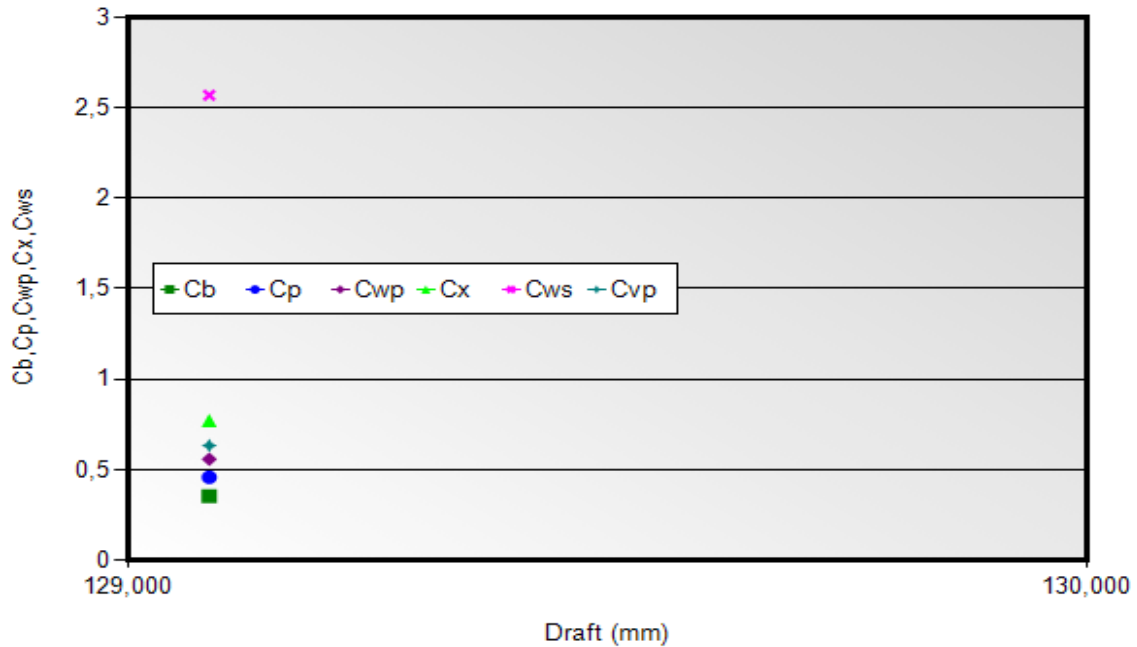


### Area Properties





**Hull Form Coefficients**



*Weight=112,00, Model Trim=0,00, Model Heel=0,00*

**Analysis Type** FreeFloatEquilibrium

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
Model Trim	0,000 deg
Model Heel	0,000 deg
VCG	229 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	0,000 deg	Sinkage	120,867 mm
Trim Angle	0,000 deg		

**Vakavuuslaskelmat olemassa olevalle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 1.3.2010 19:13:41



Overall Dimensions			
Length Overall, LOA	5499,869 mm	Loa / Boa	10,494
Beam Overall, Boa	524,102 mm	Boa / D	1,325
Depth Overall, D	395,443 mm		

Waterline Dimensions			
Waterline Length, Lwl	4796,750 mm	Lwl / Bwl	9,607
Waterline Beam, Bwl	499,293 mm	Bwl / T	3,868
Navigational Draft, T	129,085 mm	D / T	3,063

Volumetric Values			
Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,282
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	2798,468 mm	FB / Lwl	0,523
TCB	-0,001 mm	TCB / Bwl	0,000
VCB	72,985 mm		
Wetted Surface Area	1,86 m <sup>2</sup>		

Waterplane Values			
Waterplane Area, Awp	1,34 m <sup>2</sup>		
LCF	2760,322 mm	FF / Lwl	0,515
TCF	0,000 mm	TCF / Lwl	0,000

Sectional Parameters			
Ax	0,050 m <sup>2</sup>		
Ax Location	2835,806 mm	Ax Location / Lwl	0,591

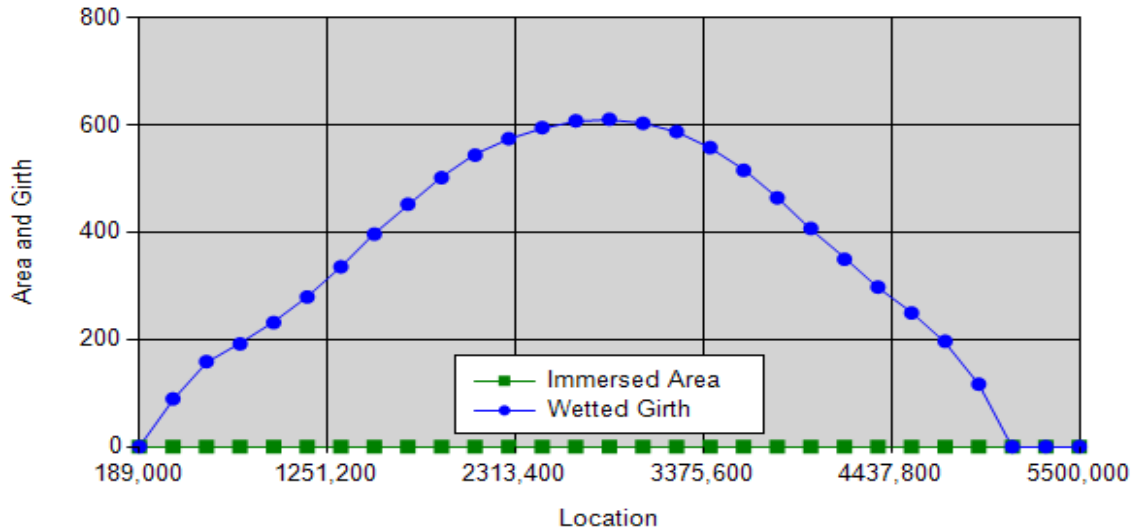
Hull Form Coefficients			
Cb	0,353	Cx	0,771
Cp	0,458	Cwp	0,558
Cvp	0,633	Cws	2,568

Static Stability Parameters			
I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,3 m <sup>4</sup>
BMt	158,086 mm	BMI	11453,145 mm
GMt	2,07 mm	GMI	11297,13 mm





**Station Data**



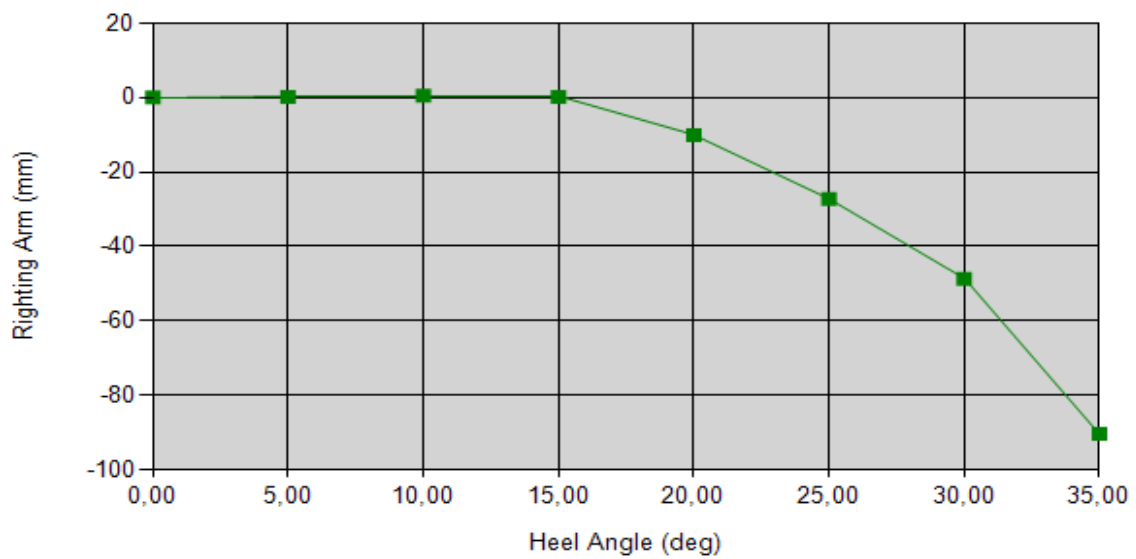
Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
189,655	0,000	0,000
379,310	0,001	88,952
568,966	0,002	158,384
758,621	0,004	191,385
948,276	0,007	231,130
1137,931	0,012	278,784
1327,586	0,017	335,016
1517,241	0,023	395,911
1706,897	0,029	451,650
1896,552	0,035	501,108
2086,207	0,040	543,050
2275,862	0,044	573,771
2465,517	0,047	594,409
2655,172	0,049	606,983
2844,828	0,050	609,757
3034,483	0,049	602,295
3224,138	0,047	586,788
3413,793	0,043	557,233
3603,448	0,038	514,761
3793,103	0,031	463,513
3982,759	0,025	406,312
4172,414	0,018	349,150
4362,069	0,013	297,207

**Vakavuuslaskelmat olemassa olevalle kajakille**  
 Hydrostatics & Stability Analysis  
 Default Company  
 Report Time: 1.3.2010 19:13:41



4551,724	0,008	248,989
4741,379	0,005	196,242
4931,034	0,002	116,478
5120,690	0,000	0,000
5310,345	0,000	0,000
5500,000	0,000	0,000

**Stability Curve**



Heel(deg)	Trim(deg)	Righting Arm (mm)	Righting Moment (mm-kgf)
0,000	0,000	0,000	0,0
5,000	0,002	0,187	0,0
10,000	0,006	0,480	0,1
15,000	0,006	0,179	0,0
20,000	-0,091	-10,067	-1,1
25,000	-0,312	-27,201	-3,0
30,000	-0,846	-48,676	-5,5
35,000	-9,493	-90,368	-10,1

No Points of Interest to Report

**Nopeusennustelaskelmat olemassa olevalle kajakille**

Displacement Hull Resistance

Default Company

Report Time: 27.11.2009 10:20:14



Prediction Parameter	Value	Vessel Data	Value
Method	Holtrop 1984 (mod)	LengthWL	4701,250 mm
SpeedCheck	OK	BeamWL	490,420 mm
HullCheck	OK	MaxMoldedDraft	113,218 mm
DesignMarginPercent	0	DisplacementBare	99,764 kgf
DesignSpeed	2200 mm/s	WettedSurface	1,702 m <sup>2</sup>
WaterType	Salt	MaxSectionArea	0,042 m <sup>2</sup>
WaterDensity	1025,9 kg/m <sup>3</sup>	WaterplaneArea	1,346 m <sup>2</sup>
WaterViscosity	1,1883E-06 m <sup>2</sup> /s	LCBFwdTransom	2747,300 mm
FormFactor	1,058	BulbAreaAtFP	0,000 m <sup>2</sup>
CorrAllowance	0,00059	BulbCentroidBelowWL	0,000 mm
Propulsive Efficiency	50 %	TransomArea	0,002 m <sup>2</sup>
		HalfEntranceAngle	6,300 deg
		SternTypeCoef	-15,400

Parameter Check	Value	Minimum	Maximum	Type
FnMax	0,324	0,00	0,40	Computed
PrismaticCoef	0,49	0,55	0,85	Computed
LwlBwlRatio	9,59	3,90	14,90	Computed
LambdaCoef	0,42	0,00	0,99	Computed
BwlDraftRatio	4,33	2,10	4,00	Computed

Speed (mm/s)	Fn	Cf (x 1000)	Cr (x 1000)	Rbare (N)	PEtotal (W)	Rtotal (N)
1000,000	0,147	3,550	0,280	3,9	3,86	3,86
1100,000	0,162	3,490	0,280	4,6	5,07	4,61
1200,000	0,177	3,430	0,310	5,5	6,54	5,45
1300,000	0,191	3,380	0,360	6,4	8,31	6,39
1400,000	0,206	3,330	0,410	7,4	10,39	7,42
1500,000	0,221	3,290	0,470	8,6	12,82	8,55
1600,000	0,236	3,250	0,530	9,8	15,64	9,78
1700,000	0,250	3,220	0,590	11,1	18,86	11,10
1800,000	0,265	3,190	0,640	12,5	22,53	12,52
1900,000	0,280	3,150	0,710	14,1	26,69	14,05
2000,000	0,295	3,130	0,780	15,7	31,41	15,71
2100,000	0,309	3,100	0,850	17,5	36,78	17,51
2200,000	0,324	3,070	0,940	19,5	42,82	19,46
2300,000	0,339	3,050	1,020	21,6	49,58	21,56
2400,000	0,353	3,030	1,100	23,8	57,04	23,77
2500,000	0,368	3,010	1,180	26,1	65,19	26,07

**Nopeusennustelaskelmat olemassa olevalle kajakille**

Displacement Hull Resistance

Default Company

Report Time: 27.11.2009 10:20:14



Speed (mm/s)	Fv	Rbare (N)	PEtotal (W)	PPtotal (W)	Prediction Check
1000,000	0,471	3,9	3,86	7,72	OK
1100,000	0,518	4,6	5,07	10,14	OK
1200,000	0,565	5,5	6,54	13,08	OK
1300,000	0,612	6,4	8,31	16,62	OK
1400,000	0,659	7,4	10,39	20,78	OK
1500,000	0,706	8,6	12,82	25,64	OK
1600,000	0,753	9,8	15,64	31,28	OK
1700,000	0,801	11,1	18,86	37,72	OK
1800,000	0,848	12,5	22,53	45,06	OK
1900,000	0,895	14,1	26,69	53,38	OK
2000,000	0,942	15,7	31,41	62,82	OK
2100,000	0,989	17,5	36,78	73,56	OK
2200,000	1,036	19,5	42,82	85,64	OK
2300,000	1,083	21,6	49,58	99,16	OK
2400,000	1,130	23,8	57,04	114,08	OK
2500,000	1,177	26,1	65,19	130,38	OK

Sensitivity Analysis	Index	To Reduce Drag
Max section area	0,10	Increase
Waterplane area	0,51	Decrease
Immersed transom area	0,07	Increase
LCB forward of transom	0,11	Decrease

**Prediction Checks**

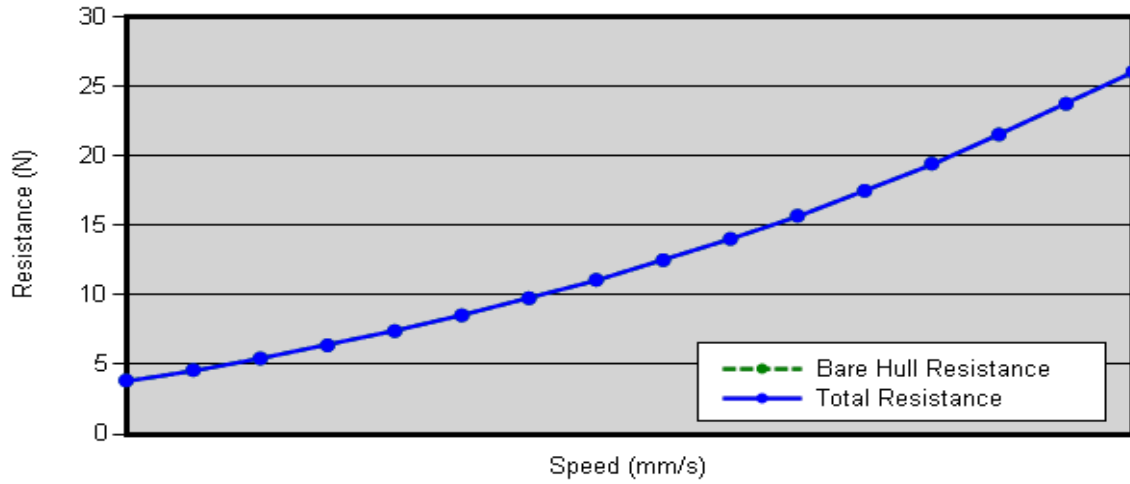
1. The Holtrop prediction method has a defined upper limit of 0.80 for the length-based Froude number (Fn). Extrapolating speed beyond this value is not recommended.
2. The Holtrop prediction method contains a calculation parameter (Lambda) that is used to estimate the hump and hollows in the drag curve. Anecdotal experience and testing by HydroComp have identified
3. The Holtrop prediction method is based on a variety of hull forms, including collections of transom-stern

**Notes**

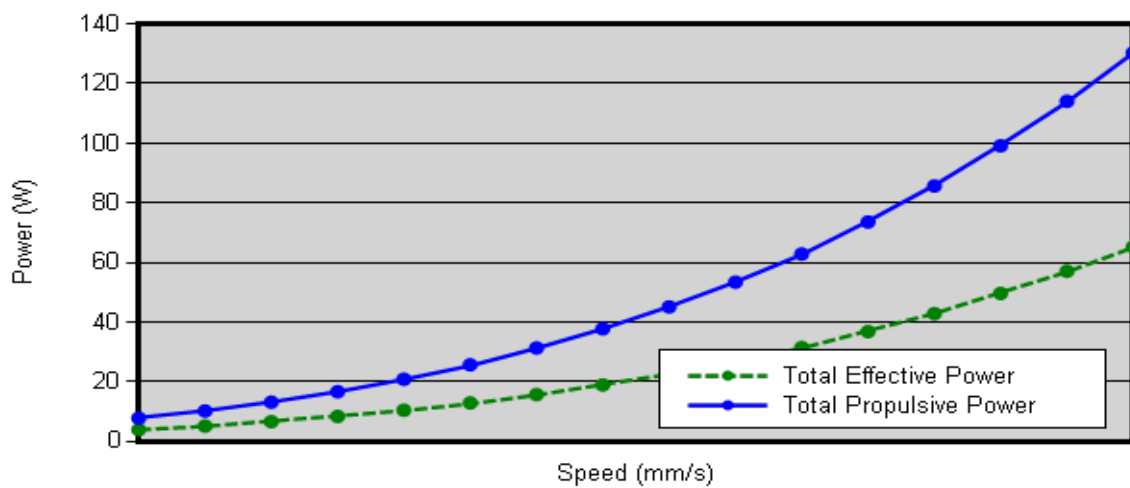
A Sensitivity index with a higher value has a greater influence on drag. Sensitivity values greater than 1.0 are considered significant.



**Orca3D Holtrop Analysis (Resistance)**

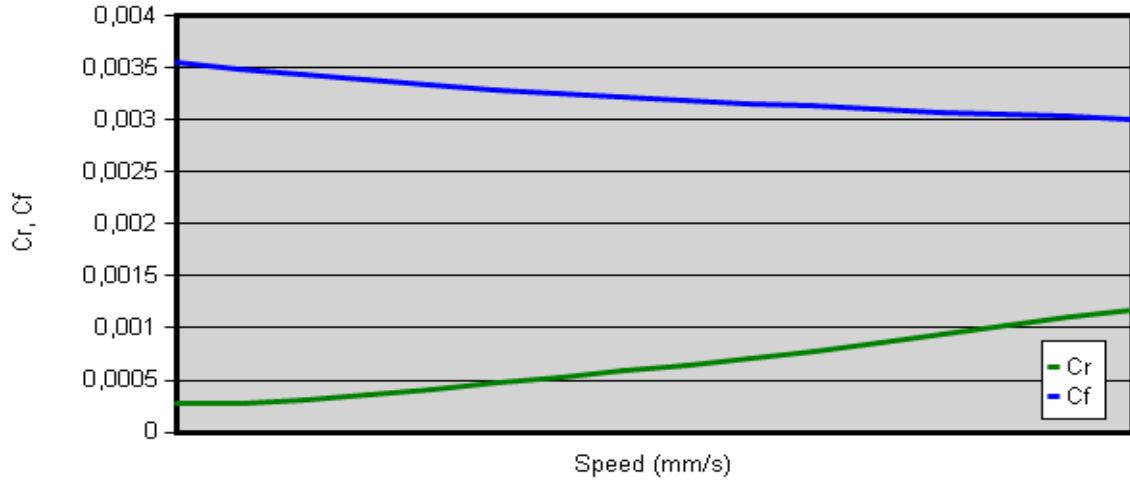


**Orca3D Holtrop Analysis (Power)**





**Orca3D Holtrop Analysis (Coefficients)**









**Parametrisetlaskelmat uudelle kajakille**

Hydrostatics & Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28



**Condition Summary**

Load Condition Parameters					
Condition #	Weight (kgf)	LCG (mm)	Model Heel (deg)	VCG (mm)	
1	112,000	-116,000	0,000	223	
2	112,000	-116,000	4,000	223	
3	112,000	-116,000	8,000	223	
4	112,000	-116,000	12,000	223	
5	112,000	-116,000	16,000	223	

Resulting Model Attitude and Hydrostatic Properties					
Condition #	Sinkage (mm)	Heel(deg)	Trim(deg)	Ax(m^2)	
1	100,424	0,000	-0,218	0,05	
2	100,075	4,000	-0,216	0,05	
3	99,067	8,000	-0,210	0,05	
4	97,473	12,000	-0,207	0,05	
5	95,408	16,000	-0,206	0,05	

Condition #	Displacement(kgf)	LCB(mm)	TCB(mm)	VCB(mm)	Wet Area (m^2)
1	112,00	-116,617	0,000	60,799	1,88
2	112,00	-116,611	-14,240	61,331	1,88
3	112,00	-116,596	-28,093	62,763	1,88
4	112,00	-116,589	-41,014	65,004	1,89
5	112,00	-116,587	-52,572	67,882	1,90

Condition #	Awp(m^2)	LCF(mm)	TCF(mm)	VCF(mm)	
1	1,51	-87,513	0,000	100,757	
2	1,51	-87,575	-3,903	100,924	
3	1,50	-86,524	-4,715	101,024	
4	1,46	-85,599	-5,154	101,063	
5	1,42	-76,581	-4,610	100,862	

Condition #	BMt(mm)	BMI(mm)	GMT(mm)	GMI(mm)	
1	204,401	14008,027	42,20	13845,82	
2	204,799	14027,994	42,73	13865,93	
3	196,001	14083,476	34,19	13921,66	


**Parametrisetlaskelmat uudelle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

4	178,784	14086,919	17,26	13925,39
5	161,357	14042,382	-0,01	13881,01

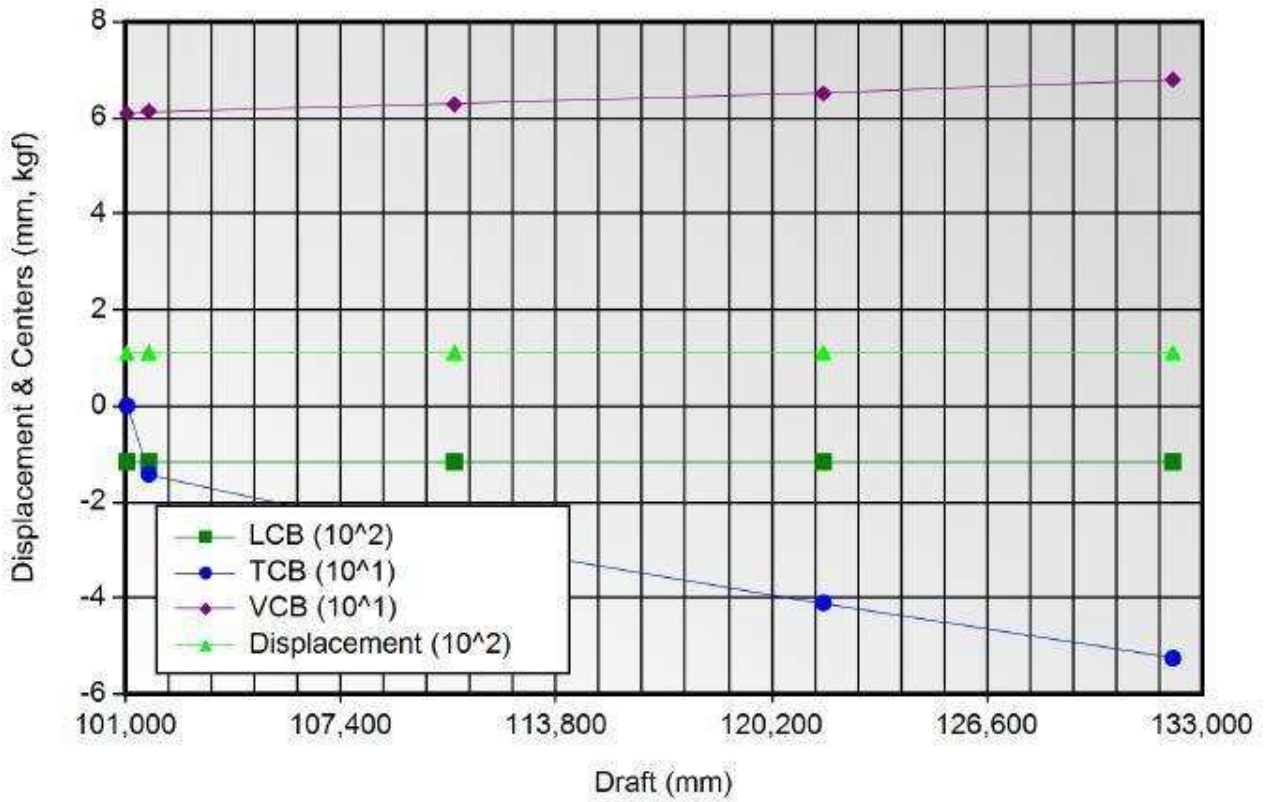
Condition #	Cb	Cp	Cwp	Cx	Cws	Cvp
1	0,430	0,499	0,599	0,861	2,594	0,717
2	0,426	0,499	0,599	0,855	2,595	0,712
3	0,401	0,499	0,609	0,804	2,604	0,659
4	0,379	0,501	0,619	0,756	2,610	0,613
5	0,360	0,506	0,621	0,713	2,624	0,580

**Notes**

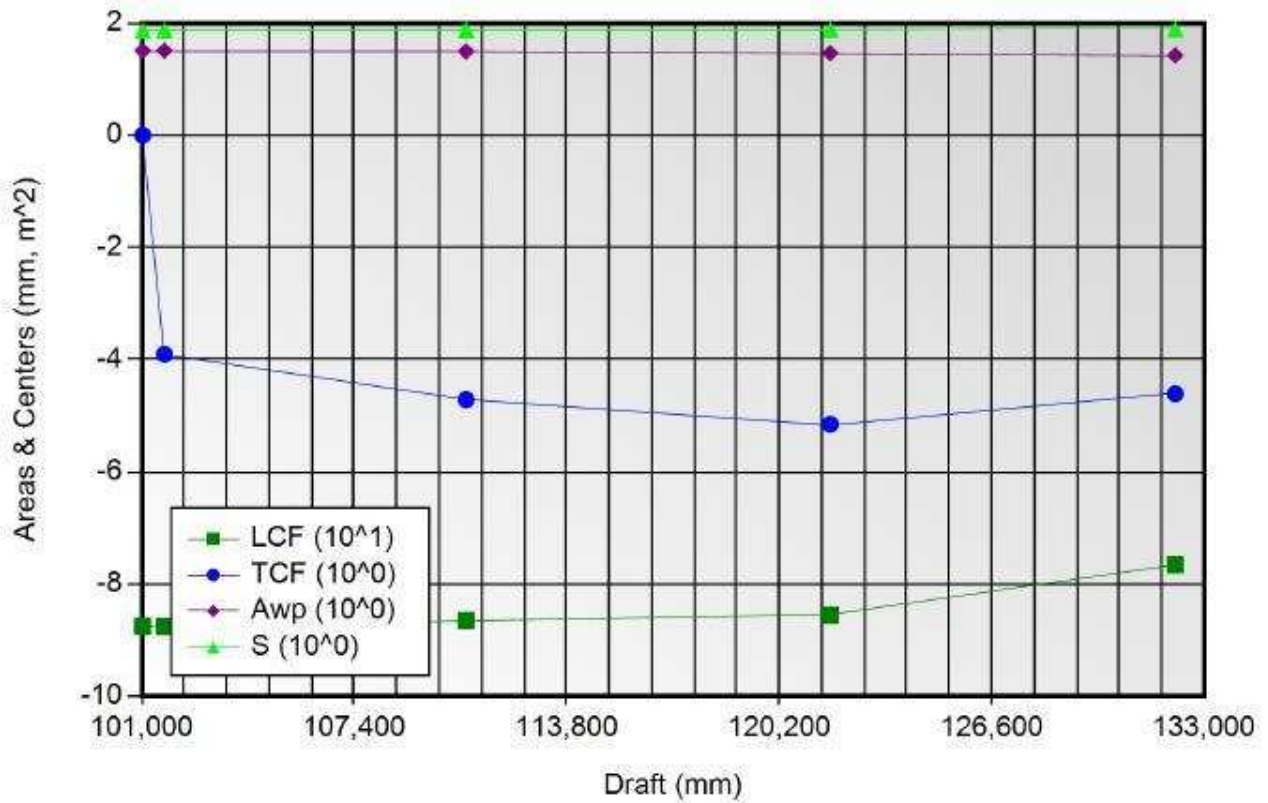
1. Locations such as the center of buoyancy and center of flotation are measured from the origin in the Rhinoceros world coordinate system.
2. The orientation of the model for an Orca3D hydrostatics solution is defined in terms of "sinkage," "trim," and "heel." The sinkage value represents the depth of the body origin (i.e. the Rhino world origin) below the resultant flotation plane, and is sometimes referred to as "origin depth." Heel and trim represent angular rotations about the Rhino longitudinal and transverse axes, respectively, and are taken in that order. For a more detailed description of these terms see the Orca3D documentation.
3. Hull form coefficients are non-dimensionalized by the waterline length.
4. Calculation of Cp and Cx use Orca sections to determine Ax. If no Orca sections are defined, these values will be reported as zero.



### Volumetric Properties

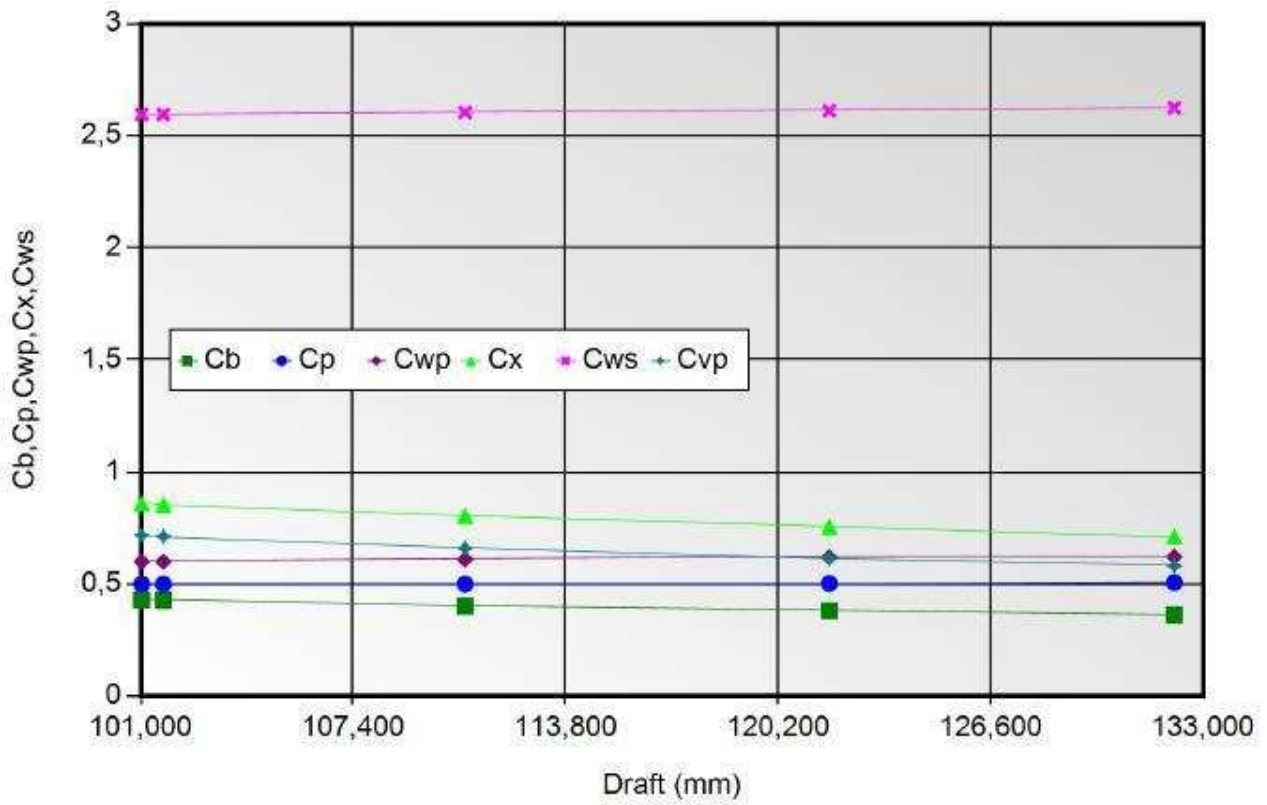


### Area Properties





### Hull Form Coefficients





**Default Project**

Hydrostatics & Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

*Weight=112,00,LCG=-116,00,Model Heel=0,00*

<b>Analysis Type</b>	FreeFloatEquilibrium
----------------------	----------------------

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
LCG	-116,000 mm
Model Heel	0,000 deg
VCG	223 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	0,000 deg	Sinkage	100,424 mm
Trim Angle	-0,218 deg		

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5298,612 mm	Loa / Boa	9,957
Beam Overall, Boa	532,142 mm	Boa / D	1,525
Depth Overall, D	349,028 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4784,563 mm	Lwl / Bwl	9,101
Waterline Beam, Bwl	525,735 mm	Bwl / T	5,203
Navigation Draft, T	101,035 mm	D / T	3,455

**Default Project**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

**Volumetric Values**

Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,499
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	-116,617 mm	FB / Lwl	0,495
TCB	0,000 mm	TCB / Bwl	0,000
VCB	60,799 mm		
Wetted Surface Area	1,88 m <sup>2</sup>		

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,51 m <sup>2</sup>		
LCF	-87,513 mm	FF / Lwl	0,501
TCF	0,000 mm	TCF / Lwl	0,000

**Sectional Parameters**

Ax	0,046 m <sup>2</sup>		
Ax Location	-122,246 mm	Ax Location / Lwl	-0,026

**Hull Form Coefficients**

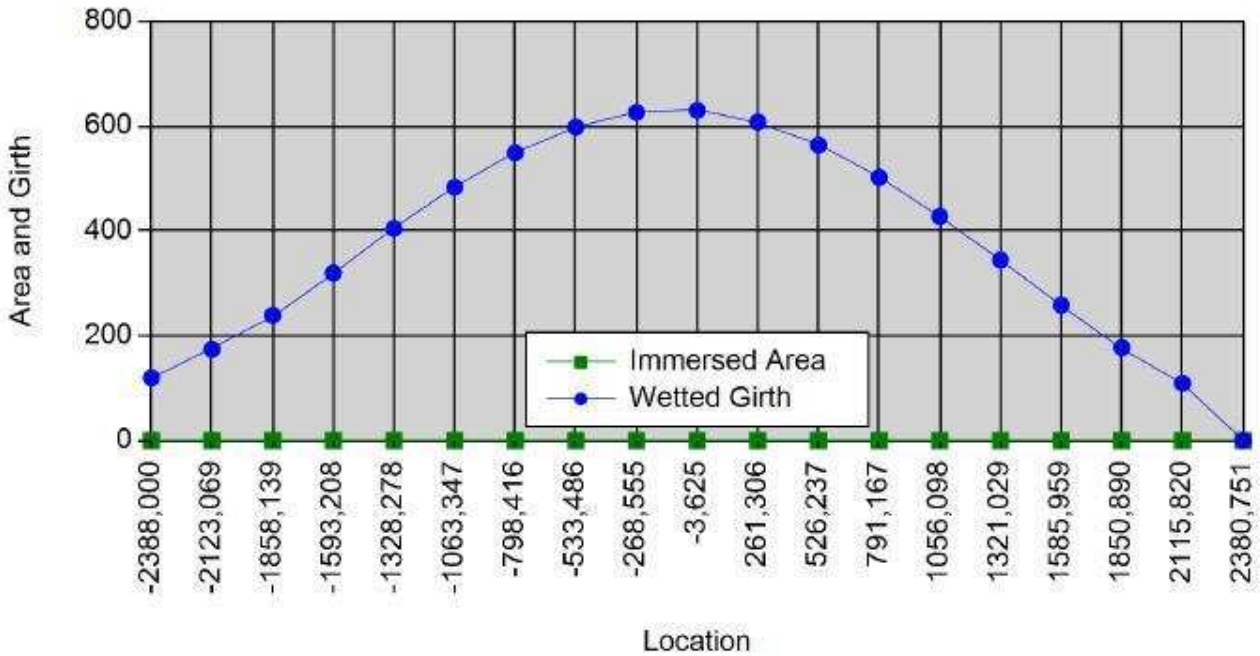
Cb	0,430	Cx	0,861
Cp	0,499	Cwp	0,599
Cvp	0,717	Cws	2,594

**Static Stability Parameters**

I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,5 m <sup>4</sup>
BMt	204,401 mm	BMI	14008,027 mm
GMt	42,20 mm	GMI	13845,82 mm



**Station Data**



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
-2388,000	0,001	119,703
-2123,069	0,004	174,188
-1858,139	0,009	238,903
-1593,208	0,015	319,646
-1328,278	0,022	404,506
-1063,347	0,030	483,077
-798,416	0,037	548,836
-533,486	0,042	597,603
-268,555	0,045	625,698
-3,625	0,045	629,680
261,306	0,043	607,679
526,237	0,037	563,473
791,167	0,031	501,933
1056,098	0,024	427,476
1321,029	0,016	344,442
1585,959		
1850,890		
2115,820		
2380,751		



**Default Project**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
1586,885	0,010	258,385
1851,816	0,005	177,376
2116,746	0,002	109,370
2381,677	0,000	0,000

**Default Project**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

*Weight=112,00,LCG=-116,00,Model Heel=4,00*

<b>Analysis Type</b>	FreeFloatEquilibrium
----------------------	----------------------

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
LCG	-116,000 mm
Model Heel	4,000 deg
VCG	223 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	4,000 deg	Sinkage	100,075 mm
Trim Angle	-0,216 deg		

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5298,612 mm	Loa / Boa	9,957
Beam Overall, Boa	532,142 mm	Boa / D	1,525
Depth Overall, D	349,028 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4786,382 mm	Lwl / Bwl	9,099
Waterline Beam, Bwl	526,035 mm	Bwl / T	5,173
Navigational Draft, T	101,688 mm	D / T	3,432



**Default Project**

Hydrostatics & Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

**Volumetric Values**

Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,466
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	-116,611 mm	FB / Lwl	0,495
TCB	-14,240 mm	TCB / Bwl	-0,027
VCB	61,331 mm		
Wetted Surface Area	1,88 m <sup>2</sup>		

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,51 m <sup>2</sup>		
LCF	-87,575 mm	FF / Lwl	0,501
TCF	-3,903 mm	TCF / Lwl	-0,001

**Sectional Parameters**

Ax	0,046 m <sup>2</sup>		
Ax Location	-123,046 mm	Ax Location / Lwl	-0,026

**Hull Form Coefficients**

Cb	0,426	Cx	0,855
Cp	0,499	Cwp	0,599
Cvp	0,712	Cws	2,595

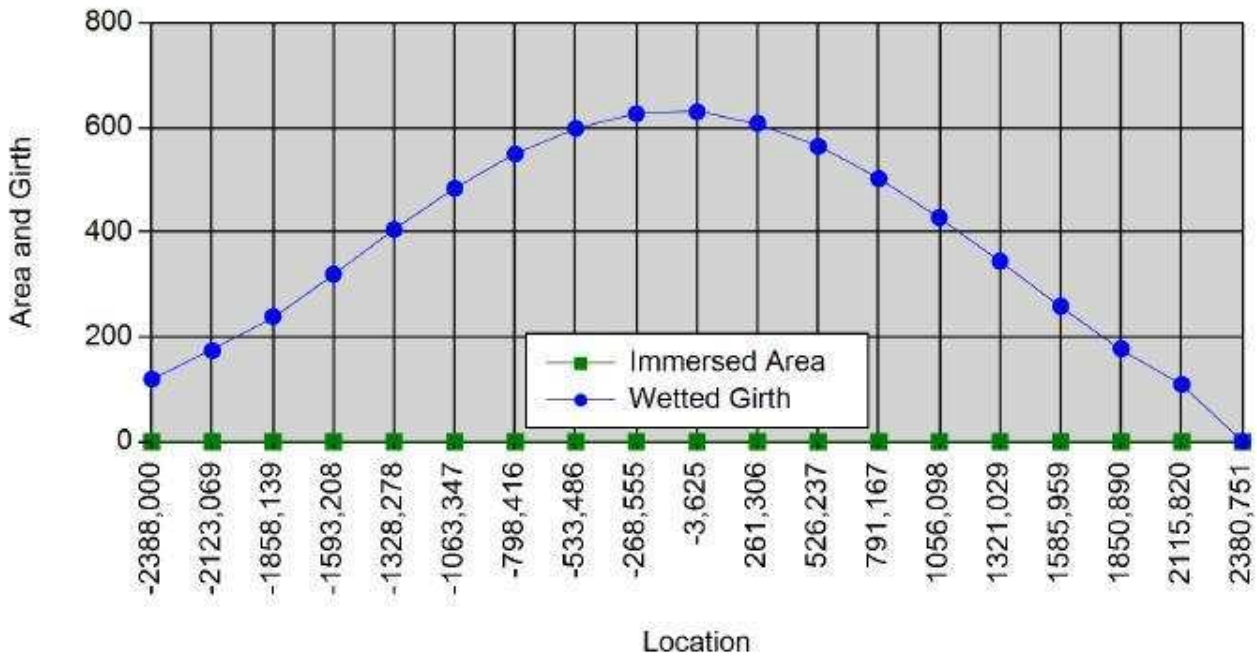
**Static Stability Parameters**

I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,5 m <sup>4</sup>
BMt	204,799 mm	BMI	14027,994 mm
GMt	42,73 mm	GMI	13865,93 mm

**Default Project**  
 Hydrostatics & Stability Analysis  
 Default Company  
 Report Time: 14.3.2010 12:36:28



**Station Data**



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
-2387,074	0,001	119,354
-2122,143	0,004	173,971
-1857,213	0,009	238,944
-1592,282	0,015	319,963
-1327,351	0,022	404,978
-1062,421	0,030	483,543
-797,490	0,037	549,196
-532,560	0,042	597,825
-267,629	0,045	625,812
-2,698	0,045	629,728
262,232	0,043	607,725
527,163	0,038	563,564
792,093	0,031	502,103
1057,024	0,024	427,723
1321,955	0,016	344,732

**Default Project**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
1586,885	0,010	258,639
1851,816	0,005	177,506
2116,746	0,002	109,374
2381,677	0,000	0,000



**Default Project**

Hydrostatics & Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

*Weight=112,00,LCG=-116,00,Model Heel=8,00*

<b>Analysis Type</b>	FreeFloatEquilibrium
----------------------	----------------------

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
LCG	-116,000 mm
Model Heel	8,000 deg
VCG	223 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	8,000 deg	Sinkage	99,067 mm
Trim Angle	-0,210 deg		

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5298,612 mm	Loa / Boa	9,957
Beam Overall, Boa	532,142 mm	Boa / D	1,525
Depth Overall, D	349,028 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4787,803 mm	Lwl / Bwl	9,336
Waterline Beam, Bwl	512,844 mm	Bwl / T	4,630
Navigational Draft, T	110,774 mm	D / T	3,151



**Default Project**

Hydrostatics & Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

**Volumetric Values**

Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,441
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	-116,596 mm	FB / Lwl	0,494
TCB	-28,093 mm	TCB / Bwl	-0,055
VCB	62,763 mm		
Wetted Surface Area	1,88 m <sup>2</sup>		

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,50 m <sup>2</sup>		
LCF	-86,524 mm	FF / Lwl	0,501
TCF	-4,715 mm	TCF / Lwl	-0,001

**Sectional Parameters**

Ax	0,046 m <sup>2</sup>		
Ax Location	-122,081 mm	Ax Location / Lwl	-0,025

**Hull Form Coefficients**

Cb	0,401	Cx	0,804
Cp	0,499	Cwp	0,609
Cvp	0,659	Cws	2,604

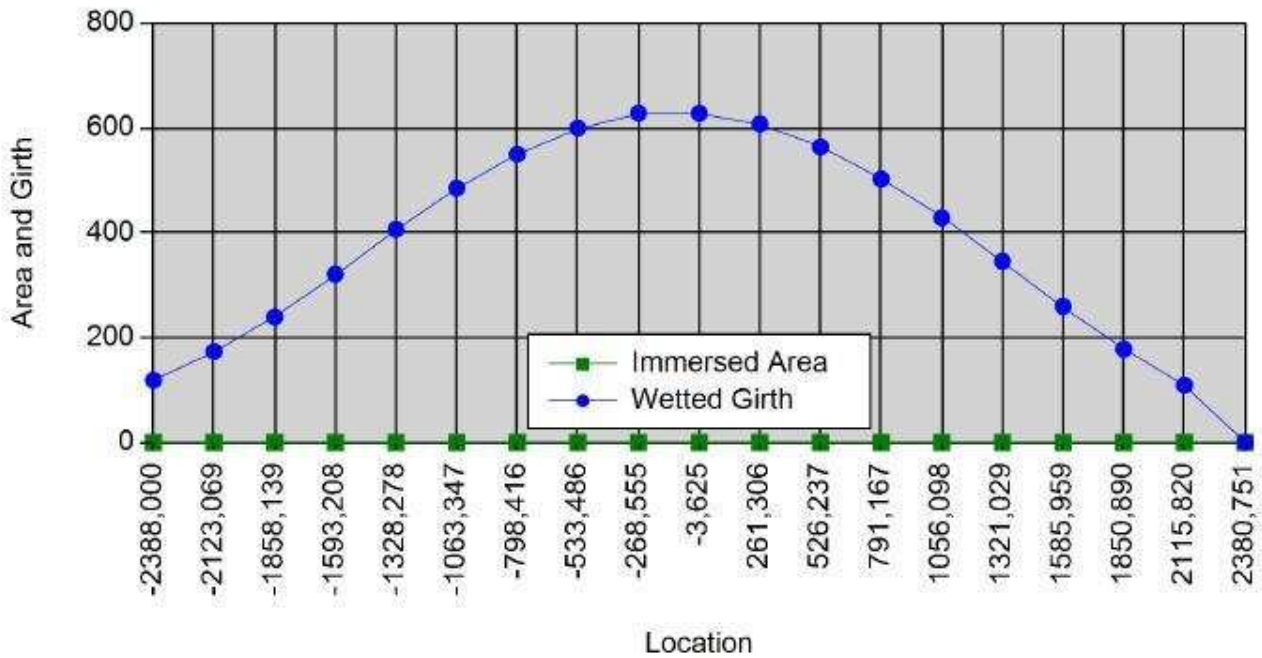
**Static Stability Parameters**

I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,5 m <sup>4</sup>
BMt	196,001 mm	BMI	14083,476 mm
GMt	34,19 mm	GMI	13921,66 mm

**Default Project**  
 Hydrostatics & Stability Analysis  
 Default Company  
 Report Time: 14.3.2010 12:36:28



**Station Data**



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
-2388,000	0,001	118,506
-2123,069	0,004	173,520
-1858,139	0,009	239,270
-1593,208	0,015	321,114
-1328,278	0,023	406,579
-1063,347	0,030	484,918
-798,416	0,037	549,888
-533,486	0,042	599,527
-268,555	0,045	628,134
-3,625	0,045	627,791
261,306	0,043	607,649
526,237	0,038	563,655
791,167	0,031	502,632
1056,098	0,024	428,475
1321,029	0,016	345,607
1585,959		
1850,890		
2115,820		
2380,751		



**Default Project**  
Hydrostatics & Stability Analysis  
Default Company  
Report Time: 14.3.2010 12:36:28



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
1586,885	0,010	259,394
1851,816	0,005	177,868
2116,746	0,002	109,336
2381,677	0,000	0,000



**Default Project**

Hydrostatics & Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

*Weight=112,00,LCG=-116,00,Model Heel=12,00*

<b>Analysis Type</b>	FreeFloatEquilibrium
----------------------	----------------------

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
LCG	-116,000 mm
Model Heel	12,000 deg
VCG	223 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	12,000 deg	Sinkage	97,473 mm
Trim Angle	-0,207 deg		

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5298,612 mm	Loa / Boa	9,957
Beam Overall, Boa	532,142 mm	Boa / D	1,525
Depth Overall, D	349,028 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4788,778 mm	Lwl / Bwl	9,699
Waterline Beam, Bwl	493,727 mm	Bwl / T	4,056
Navigational Draft, T	121,742 mm	D / T	2,867

**Default Project**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

**Volumetric Values**

Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,423
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	-116,589 mm	FB / Lwl	0,494
TCB	-41,014 mm	TCB / Bwl	-0,083
VCB	65,004 mm		
Wetted Surface Area	1,89 m <sup>2</sup>		

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,46 m <sup>2</sup>		
LCF	-85,599 mm	FF / Lwl	0,501
TCF	-5,154 mm	TCF / Lwl	-0,001

**Sectional Parameters**

Ax	0,045 m <sup>2</sup>		
Ax Location	-110,790 mm	Ax Location / Lwl	-0,023

**Hull Form Coefficients**

Cb	0,379	Cx	0,756
Cp	0,501	Cwp	0,619
Cvp	0,613	Cws	2,610

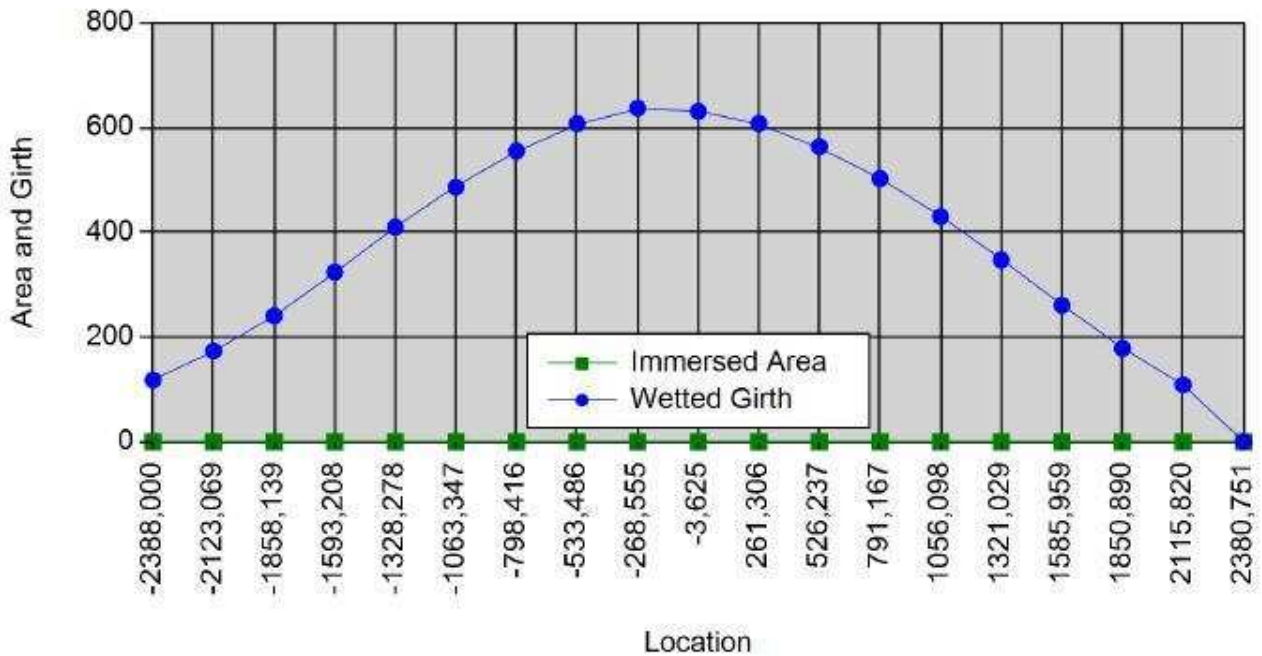
**Static Stability Parameters**

I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,5 m <sup>4</sup>
BMt	178,784 mm	BMI	14086,919 mm
GMt	17,26 mm	GMI	13925,39 mm

Default Project  
 Hydrostatics & Stability Analysis  
 Default Company  
 Report Time: 14.3.2010 12:36:28



**Station Data**



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
-2388,000	0,001	117,779
-2123,069	0,004	173,444
-1858,139	0,009	240,503
-1593,208	0,015	323,718
-1328,278	0,023	409,715
-1063,347	0,030	486,217
-798,416	0,037	554,923
-533,486	0,042	607,472
-268,555	0,045	636,733
-3,625	0,045	630,927
261,306	0,043	607,764
526,237	0,038	563,311
791,167	0,031	502,504
1056,098	0,024	429,597
1321,029	0,016	346,955
1585,959		
1850,890		
2115,820		
2380,751		

**Default Project**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
1586,885	0,010	260,494
1851,816	0,005	178,233
2116,746	0,002	108,955
2381,677	0,000	0,000



**Default Project**

Hydrostatics & Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

*Weight=112,00,LCG=-116,00,Model Heel=16,00*

<b>Analysis Type</b>	FreeFloatEquilibrium
----------------------	----------------------

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
LCG	-116,000 mm
Model Heel	16,000 deg
VCG	223 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	16,000 deg	Sinkage	95,408 mm
Trim Angle	-0,206 deg		

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5298,612 mm	Loa / Boa	9,957
Beam Overall, Boa	532,142 mm	Boa / D	1,525
Depth Overall, D	349,028 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4789,653 mm	Lwl / Bwl	10,009
Waterline Beam, Bwl	478,558 mm	Bwl / T	3,622
Navigational Draft, T	132,130 mm	D / T	2,642



**Default Project**

Hydrostatics & Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

**Volumetric Values**

Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,408
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	-116,587 mm	FB / Lwl	0,494
TCB	-52,572 mm	TCB / Bwl	-0,110
VCB	67,882 mm		
Wetted Surface Area	1,90 m <sup>2</sup>		

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,42 m <sup>2</sup>		
LCF	-76,581 mm	FF / Lwl	0,503
TCF	-4,610 mm	TCF / Lwl	-0,001

**Sectional Parameters**

Ax	0,045 m <sup>2</sup>		
Ax Location	-91,003 mm	Ax Location / Lwl	-0,019

**Hull Form Coefficients**

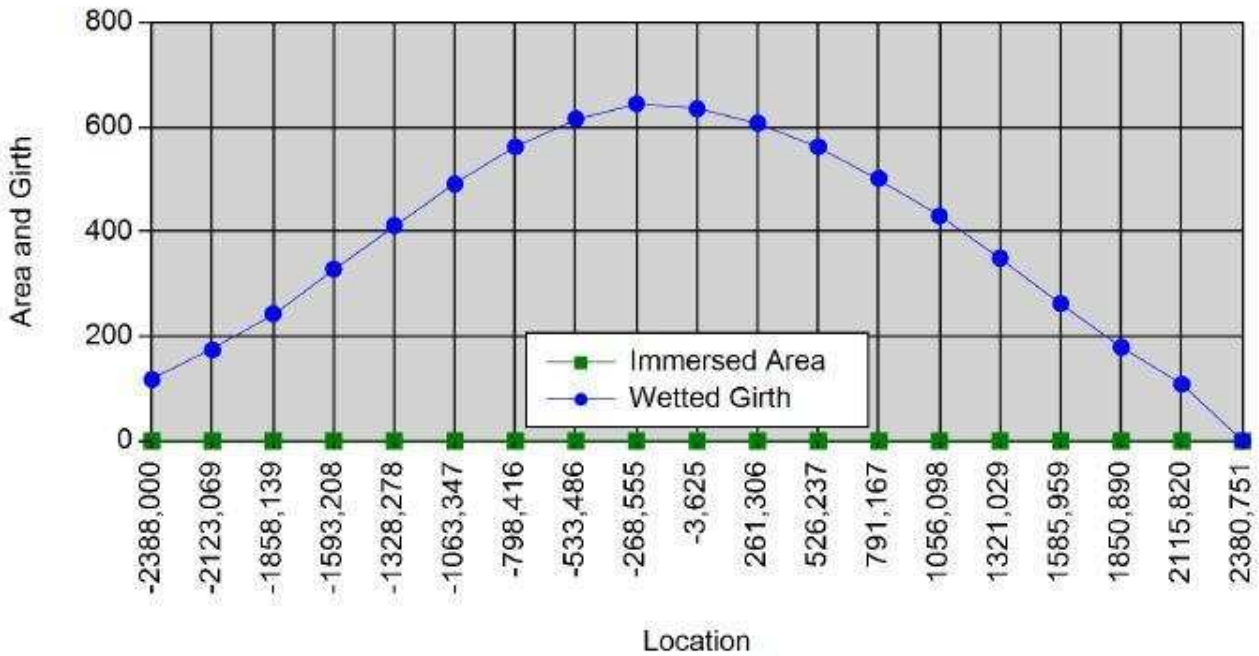
Cb	0,360	Cx	0,713
Cp	0,506	Cwp	0,621
Cvp	0,580	Cws	2,624

**Static Stability Parameters**

I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,5 m <sup>4</sup>
BMt	161,357 mm	BMI	14042,382 mm
GMt	-0,01 mm	GMI	13881,01 mm



Station Data



Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
-2387,074	0,001	117,339
-2122,143	0,004	173,958
-1857,213	0,009	242,952
-1592,282	0,015	328,164
-1327,351	0,023	411,326
-1062,421	0,031	490,638
-797,490	0,037	561,907
-532,560	0,042	615,511
-267,629	0,044	644,216
-2,698	0,045	634,450
262,232	0,042	607,236
527,163	0,038	562,079
792,093	0,031	501,787
1057,024	0,024	429,628
1321,955	0,017	349,050



**Default Project**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:36:28

Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
1586,885	0,010	262,283
1851,816	0,005	178,914
2116,746	0,002	108,499
2381,677	0,000	0,000

Vakavuuslaskelmat uudelle kajakille  
 Hydrostatics & Stability Analysis  
 Default Company  
 Report Time: 17.3.2010 21:44:30



## Condition Summary

### Load Condition Parameters

Condition #	Weight (kgf)	LCG (mm)	Model Heel (deg)	VCG (mm)
1	112,000	-116,000	0,000	223

### Resulting Model Attitude and Hydrostatic Properties

Condition #	Sinkage (mm)	Heel(deg)	Trim(deg)	Ax(m^2)
1	100,424	0,000	-0,218	0,05

Condition #	Displacement(kgf)	LCB(mm)	TCB(mm)	VCB(mm)	Wet Area (m^2)
1	112,00	-116,617	0,000	60,799	1,88

Condition #	Awp(m^2)	LCF(mm)	TCF(mm)	VCF(mm)
1	1,51	-87,513	0,000	100,757

Condition #	BMt(mm)	BMI(mm)	GMt(mm)	GMI(mm)
1	204,401	14008,027	42,20	13845,82

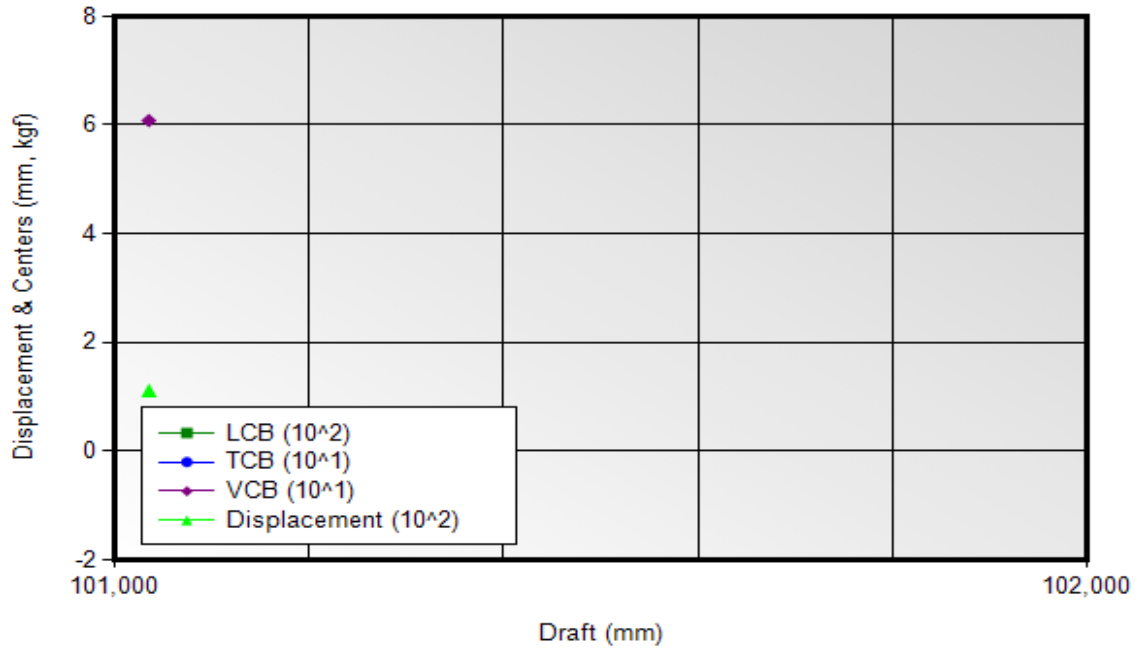
Condition #	Cb	Cp	Cwp	Cx	Cws	Cvp
1	0,430	0,499	0,599	0,861	2,594	0,717

## Notes

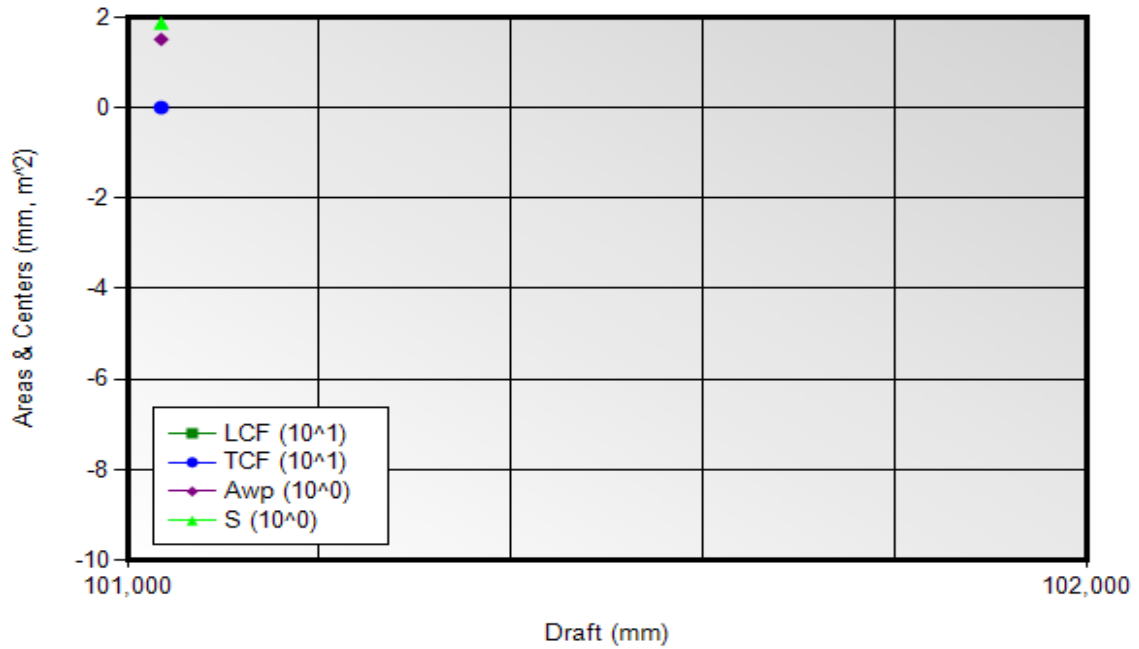
1. Locations such as the center of buoyancy and center of flotation are measured from the origin in the Rhinoceros world coordinate system.
2. The orientation of the model for an Orca3D hydrostatics solution is defined in terms of "sinkage," "trim," and "heel." The sinkage value represents the depth of the body origin (i.e. the Rhino world origin) below the resultant flotation plane, and is sometimes referred to as "origin depth." Heel and trim represent angular rotations about the Rhino longitudinal and transverse axes, respectively, and are taken in that order. For a more detailed description of these terms see the Orca3D documentation.
3. Hull form coefficients are non-dimensionalized by the waterline length.
4. Calculation of Cp and Cx use Orca sections to determine Ax. If no Orca sections are defined, these values will be reported as zero.



### Volumetric Properties

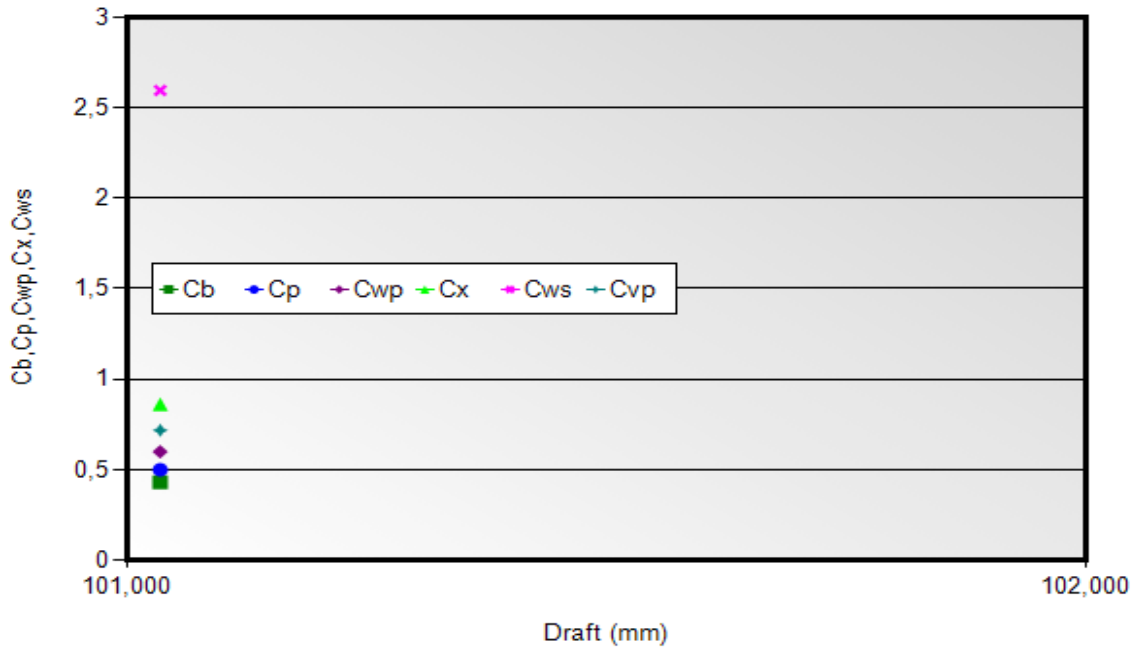


### Area Properties





**Hull Form Coefficients**



*Weight=112,00,LCG=-116,00,Model Heel=0,00*

**Analysis Type** FreeFloatEquilibrium

**Surface Meshing Parameters**

Density	0,7	Minimum edge length	1E-07 mm
Maximum angle	0	Maximum edge length	0 mm
Maximum aspect ratio	0	Max distance, edge to surf.	0 mm
Minimum initial grid quads	0	Jagged seams	False
Refine mesh	False	Simple planes	False

**Load Condition Parameters**

Weight	112,000 kgf
LCG	-116,000 mm
Model Heel	0,000 deg
VCG	223 mm
Fluid Type	Seawater
Fluid Density	1025,900 kg/m <sup>3</sup>
Mirror Geometry	

**Resultant Model Attitude**

Heel Angle	0,000 deg	Sinkage	100,424 mm
Trim Angle	-0,218 deg		

**Vakavuuslaskelmat uudelle kajakille**

Hydrostatics &amp; Stability Analysis

Default Company

Report Time: 17.3.2010 21:44:30

**Overall Dimensions**

Length Overall, LOA	5298,612 mm	Loa / Boa	9,957
Beam Overall, Boa	532,142 mm	Boa / D	1,525
Depth Overall, D	349,028 mm		

**Waterline Dimensions**

Waterline Length, Lwl	4784,563 mm	Lwl / Bwl	9,101
Waterline Beam, Bwl	525,735 mm	Bwl / T	5,203
Navigational Draft, T	101,035 mm	D / T	3,455

**Volumetric Values**

Displacement	112,0 kgf	Displ-Length Ratio	28,499
Volume	0,1 m <sup>3</sup>		
LCB	-116,617 mm	FB / Lwl	0,495
TCB	0,000 mm	TCB / Bwl	0,000
VCB	60,799 mm		
Wetted Surface Area	1,88 m <sup>2</sup>		

**Waterplane Values**

Waterplane Area, Awp	1,51 m <sup>2</sup>		
LCF	-87,513 mm	FF / Lwl	0,501
TCF	0,000 mm	TCF / Lwl	0,000

**Sectional Parameters**

Ax	0,046 m <sup>2</sup>		
Ax Location	-122,246 mm	Ax Location / Lwl	-0,026

**Hull Form Coefficients**

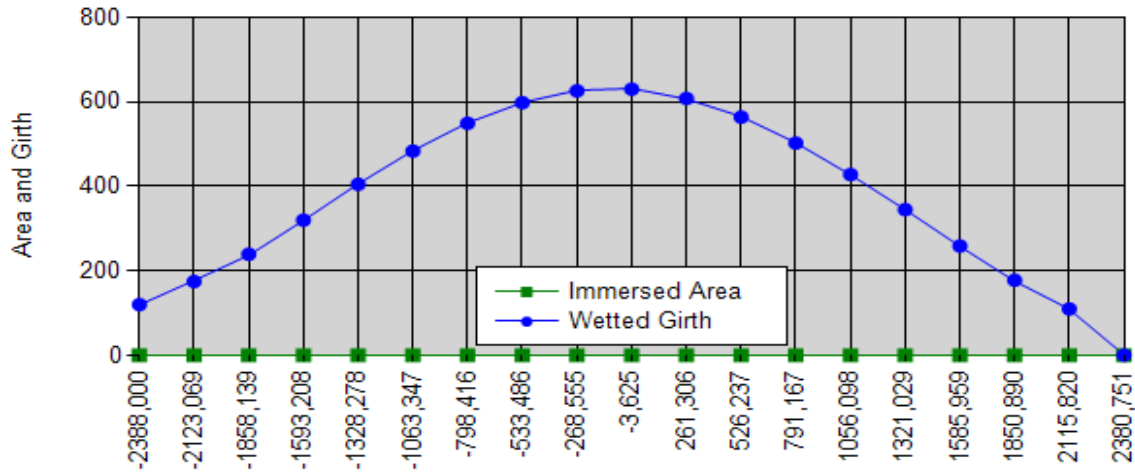
Cb	0,430	Cx	0,861
Cp	0,499	Cwp	0,599
Cvp	0,717	Cws	2,594

**Static Stability Parameters**

I(transverse)	0,0 m <sup>4</sup>	I(longitudinal)	1,5 m <sup>4</sup>
BMt	204,401 mm	BMI	14008,027 mm
GMt	42,20 mm	GMI	13845,82 mm



**Station Data**

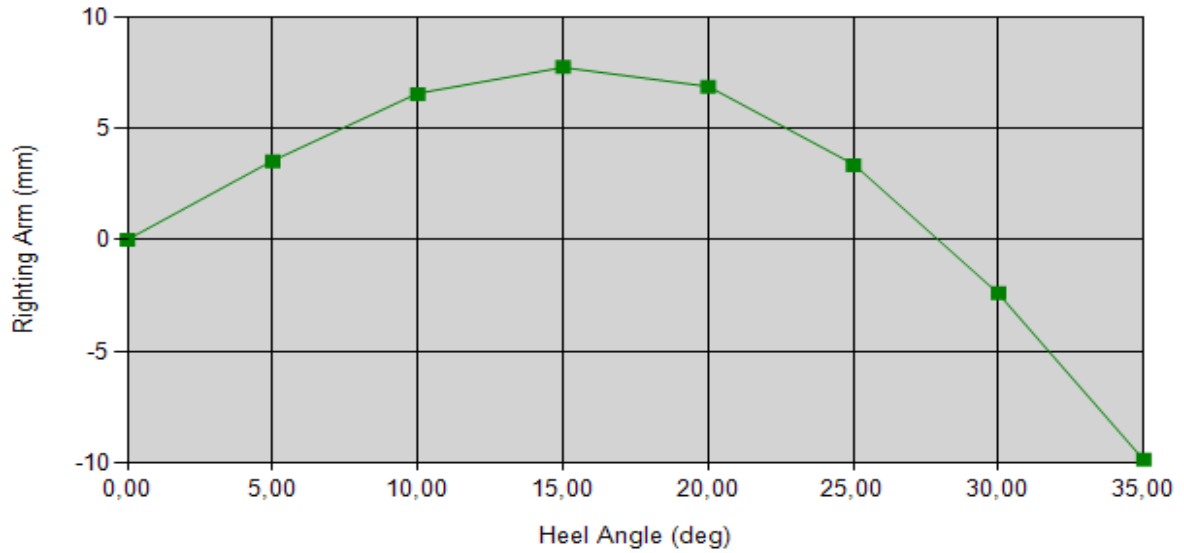


Location

Location (mm)	Immersed Area (m <sup>2</sup> )	Wetted Girth (mm)
-2387,074	0,001	119,703
-2122,143	0,004	174,188
-1857,213	0,009	238,903
-1592,282	0,015	319,646
-1327,351	0,022	404,506
-1062,421	0,030	483,077
-797,490	0,037	548,836
-532,560	0,042	597,603
-267,629	0,045	625,698
-2,698	0,045	629,680
262,232	0,043	607,679
527,163	0,037	563,473
792,093	0,031	501,933
1057,024	0,024	427,476
1321,955	0,016	344,442
1586,885	0,010	258,385
1851,816	0,005	177,376
2116,746	0,002	109,370
2381,677	0,000	0,000



**Stability Curve**



Heel(deg)	Trim(deg)	Righting Arm (mm)	Righting Moment (mm-kgf)
0,000	-0,218	0,000	
5,000	-0,214	3,534	
10,000	-0,209	6,544	
15,000	-0,206	7,770	
20,000	-0,206	6,872	
25,000	-0,213	3,347	
30,000	-0,227	-2,378	
35,000	-0,243	-9,847	

No Points of Interest to Report

**Nopeusennustelaskelmat uudelle kajakille**

Displacement Hull Resistance

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:34:47



Prediction Parameter	Value	Vessel Data	Value
Method	Holtrop 1984 (mod)	LengthWL	4784,560 mm
SpeedCheck	OK	BeamWL	525,740 mm
HullCheck	OK	MaxMoldedDraft	101,035 mm
DesignMarginPercent	0	DisplacementBare	112,000 kgf
DesignSpeed	2200 mm/s	WettedSurface	1,875 m <sup>2</sup>
WaterType	Salt	MaxSectionArea	0,046 m <sup>2</sup>
WaterDensity	1025,9 kg/m <sup>3</sup>	WaterplaneArea	1,506 m <sup>2</sup>
WaterViscosity	1,1883E-06 m <sup>2</sup> /s	LCBFwdTransom	2763,223 mm
FormFactor	1,098	BulbAreaAtFP	0,000 m <sup>2</sup>
CorrAllowance	0,0006	BulbCentroidBelowWL	0,000 mm
Propulsive Efficiency	50 %	TransomArea	0,003 m <sup>2</sup>
		HalfEntranceAngle	7,910 deg
		SternTypeCoef	10,000

Parameter Check	Value	Minimum	Maximum	Type
FnMax	0,321	0,00	0,40	Computed
PrismaticCoef	0,50	0,55	0,85	Computed
LwlBwlRatio	9,10	3,90	14,90	Computed
LambdaCoef	0,44	0,00	0,99	Computed
BwlDraftRatio	5,20	2,10	4,00	Computed

Speed (mm/s)	Fn	Cf (x 1000)	Cr (x 1000)	Rbare (N)	PEtotal (W)	Rtotal (N)
1000,000	0,146	3,540	0,480	4,4	4,43	4,43
1100,000	0,161	3,470	0,480	5,3	5,82	5,29
1200,000	0,175	3,420	0,490	6,2	7,48	6,24
1300,000	0,190	3,370	0,510	7,3	9,45	7,27
1400,000	0,204	3,320	0,560	8,4	11,81	8,43
1500,000	0,219	3,280	0,610	9,7	14,57	9,71
1600,000	0,234	3,240	0,670	11,1	17,77	11,11
1700,000	0,248	3,210	0,730	12,6	21,42	12,60
1800,000	0,263	3,180	0,790	14,2	25,56	14,20
1900,000	0,277	3,140	0,840	15,9	30,23	15,91
2000,000	0,292	3,120	0,900	17,8	35,52	17,76
2100,000	0,307	3,090	0,980	19,8	41,51	19,77
2200,000	0,321	3,060	1,060	22,0	48,29	21,95
2300,000	0,336	3,040	1,140	24,3	55,90	24,30
2400,000	0,350	3,020	1,230	26,8	64,33	26,80
2500,000	0,365	3,000	1,300	29,4	73,56	29,42



**Nopeusennustelaskelmat uudelle kajakille**

Displacement Hull Resistance

Default Company

Report Time: 14.3.2010 12:34:47



Speed (mm/s)	Fv	Rbare (N)	PEtotal (W)	PPtotal (W)	Prediction Check
1000,000	0,462	4,4	4,43	8,86	OK
1100,000	0,508	5,3	5,82	11,64	OK
1200,000	0,554	6,2	7,48	14,96	OK
1300,000	0,600	7,3	9,45	18,90	OK
1400,000	0,647	8,4	11,81	23,62	OK
1500,000	0,693	9,7	14,57	29,14	OK
1600,000	0,739	11,1	17,77	35,54	OK
1700,000	0,785	12,6	21,42	42,84	OK
1800,000	0,831	14,2	25,56	51,12	OK
1900,000	0,878	15,9	30,23	60,46	OK
2000,000	0,924	17,8	35,52	71,04	OK
2100,000	0,970	19,8	41,51	83,02	OK
2200,000	1,016	22,0	48,29	96,58	OK
2300,000	1,062	24,3	55,90	111,80	OK
2400,000	1,109	26,8	64,33	128,66	OK
2500,000	1,155	29,4	73,56	147,12	OK

Sensitivity Analysis	Index	To Reduce Drag
Max section area	0,03	Decrease
Waterplane area	0,49	Decrease
Immersed transom area	0,07	Increase
LCB forward of transom	0,12	Decrease

**Prediction Checks**

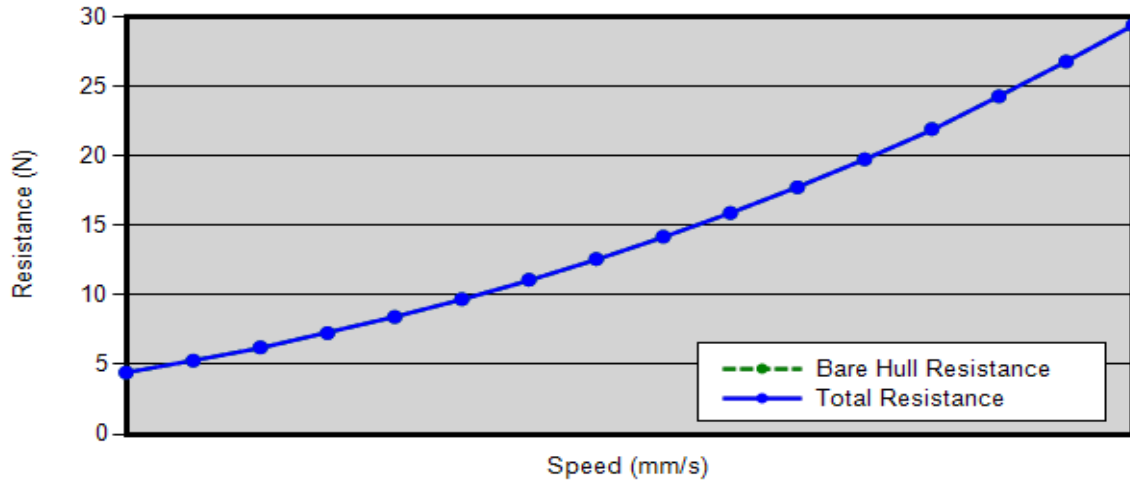
1. The Holtrop prediction method has a defined upper limit of 0.80 for the length-based Froude number (Fn). Extrapolating speed beyond this value is not recommended.
2. The Holtrop prediction method contains a calculation parameter (Lambda) that is used to estimate the hump and hollows in the drag curve. Anecdotal experience and testing by HydroCamp have identified
3. The Holtrop prediction method is based on a variety of hull forms, including collections of transom-stern

**Notes**

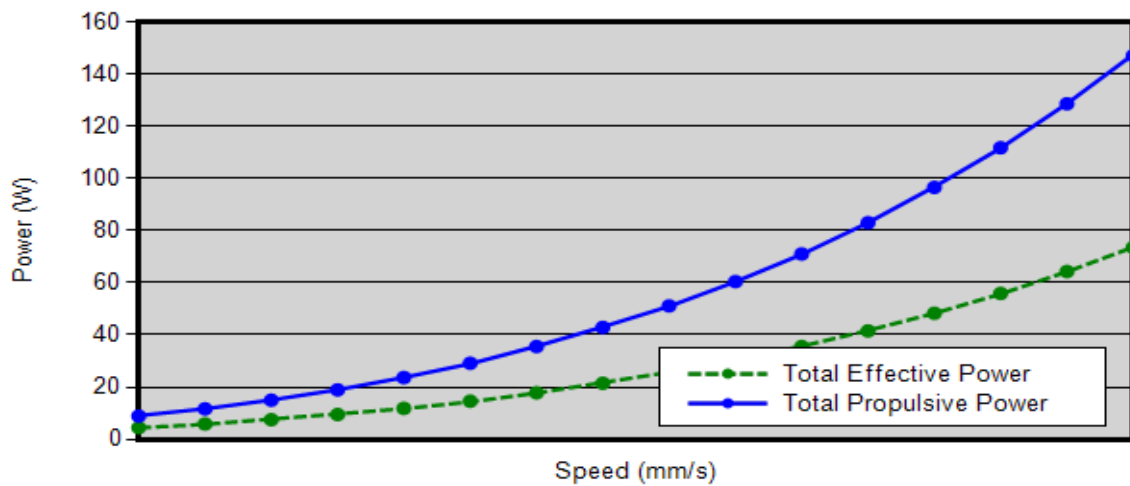
A Sensitivity index with a higher value has a greater influence on drag. Sensitivity values greater than 1.0 are considered significant.



Orca3D Holtrop Analysis (Resistance)



Orca3D Holtrop Analysis (Power)





Orca3D Holtrop Analysis (Coefficients)

