

# Analiza formi brodova s dinamičkim uzgonom

---

Valerjev, Marin

Master's thesis / Diplomski rad

2009

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:497791>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

**DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA FORMI BRODOVA S DINAMIČKIM UZGONOM**

Prof.dr.sc Izvor Grubišić

Marin Valerjev

Zagreb, 2009.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Odbor za diplomske ispite  
Povjerenstvo studija brodogradnje

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Marin Valerjev**

Mat. br.: 35982152

Naslov: **ANALIZA FORME BRODOVA S DINAMIČKIM UZGONOM**

Opis zadatka:

Forme brodova s dinamičkim uzgonom su specifične u odnosu na deplasmanske brodove. Potrebno je prikupiti bazu podataka takvih forma te provesti analizu njihovih osnovnih brodograđevnih parametara.

Forme u bazi podataka treba prethodno izgladiti korištenjem nekog od dostupnih softvera. Forme treba prikazati standardnim nacrtom linija kao i projekcijom 3D forme. Također treba prirediti i priložiti tablicu očitavanja svih krivulja u nacrtu forme. Sve forme se preračunavaju na standardiziranu duljinu od 10 m mjereno po najvjerojatnijoj projektnoj vodnoj liniji.

Hidrostatičke podatke forme treba odrediti za projektnu vodnu liniju i za još 5-6 susjednih vodnih linija tako da se obuhvati cijelo područje mogućeg variranja opterećenja tih brodova.

Analizom treba obuhvatiti osnovne brodograđevne parametre te njihovu relaciju prikazati dijagramima. Procjena hidrodinamičkih karakteristika treba se osloniti na dostupne približne metode obuhvaćene u programu NavCAD.

Zadatak zadan:  
15. siječnja 2009.

Rok predaje rada:  
19. ožujka 2009.

Predviđeni datum obrane:  
25.-27. ožujka 2009.

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:

Prof dr. sc. Izvor Grubišić

Prof. dr. sc. Većeslav Čorić

## Sažetak

Ovaj diplomski rad predstavlja malu bazu podataka formi brodova s hidrodinamičkim uzgonom koje su projektirane na temelju deset predložaka. Forme su svedene na istu duljinu vodne linije od 10 metara kako bi se mogle lakše uspoređivati njihove osobine. 3D modeli formi rađeni su računalnim programom Rhinoceros, a u radu su predstavljene nacrtima standardnih brodskih linija u mjerilu 1:50 i tabličnim očitanjima njihovih točaka.

Iz 3D modela su očitane osnovne izmjere i izračunati osnovni hidrostatički podaci formi što je predstavljeno tabelarno i grafički. Također, na temelju dvaju računalna programa koji se koriste metodom Savitsky, izvršen je proračun otpora i drugih parametara bitnih za njihovu hidrodinamiku. Otpori su međusobno komparirani koeficijentima efikasnosti transporta i koeficijentom otpora na bazi  $F_V$ .

## Sadržaj:

Sažetak .....	1
Popis slika: .....	3
Popis tabela: .....	4
Popis oznaka i mjernih jedinica (po redoslijedu pojavljivanja):.....	6
1. Uvod.....	9
1.1 Općenito o brodovima s hidrodinamičkim uzgonom .....	9
1.2 Modeliranje formi.....	13
1.3 Razmotljive plohe .....	15
2. Prikaz formi.....	17
2.1 Forma F1.....	18
2.2 Forma F2.....	22
2.3 Forma F3.....	26
2.4 Forma F4.....	30
2.5 Forma F5.....	34
2.6 Forma F6.....	38
2.7 Forma F7 .....	42
2.8 Forma F8 .....	46
2.9 Forma F9 .....	50
2.10 Forma F10.....	54
3. Hidrostatički podaci.....	59
3.1 Areala rebara za $T_0$ .....	60
3.2 Tabelarni podaci o plovnosti .....	62
3.3 Grafički podaci o plovnosti.....	67
3.4 Stabilitet formi.....	77
4. Hidrodinamika formi.....	79
4.1 Hidrodinamički podaci .....	81
4.2 Usporedni prikaz otpora .....	87
4.3 Usporedba trima u vožnji .....	92
4.4 Koeficijenti otpora za uspoređivanje hidrodinamičke kvalitete formi.....	93
5. Zaključak .....	105
Literatura:.....	106

## Popis slika:

Slika 1-Prikaz dužine vala ovisno o brzini i dužini broda (deplasmanski brod i HDU-brod).....	10
Slika 2-Shematski prikaz otpora deplasmanskih, pludeplasmanskih i gliserskih brodova ovisno o koeficijentu $v/L_{vl}^{0.5}$ .....	11
Slika 3-Predložak za formu F1 .....	18
Slika 4-3D prikaz linija forme F1.....	19
Slika 5-Nacrt forme F1 .....	20
Slika 6-Predložak forme F2 .....	22
Slika 7-3D prikaz linija forme F2.....	23
Slika 8-Nacrt forme F2.....	24
Slika 9-Predložak forme F3 .....	26
Slika 10-3D prikaz linija forme F3.....	27
Slika 11-Nacrt forme F3.....	28
Slika 12-Predložak forme F4 .....	30
Slika 13-3D prikaz linija forme F4.....	31
Slika 14-Nacrt forme F4.....	32
Slika 15-Predložak forme F5 .....	34
Slika 16-3D prikaz linija forme F5.....	35
Slika 17-Nacrt forme F5.....	36
Slika 18-Predložak forme F6 .....	38
Slika 19-3D prikaz linija forme F6.....	39
Slika 20-Nacrt forme F6.....	40
Slika 21-Predložak forme F7 .....	42
Slika 22-3D prikaz linija forme F7.....	43
Slika 23-nacrt forme F7 .....	44
Slika 24-Predložak forme F8 .....	46
Slika 25-3D prikaz linija forme F8.....	47
Slika 26-Nacrt forme F8.....	48
Slika 27-Predložak forme F9 .....	50
Slika 28-3d prikaz linija forme F9 .....	51
Slika 29-Nacrt forme F9.....	52
Slika 30-Predložak forme F10 .....	54
Slika 31-3D prikaz linija forme F10.....	55
Slika 32-Nacrt 1/2 forme F10.....	56
Slika 33-Nacrt 2/2 forme F10.....	57
Slika 34-Položaj LCB, VCB i BMt u odnosu na koordinatni sustav.....	59
Slika 35-Graf areala rebara .....	61
Slika 36-Plovnost F1 .....	67
Slika 37-Plovnost F2 .....	68
Slika 38-Plovnost F3 .....	69
Slika 39-Plovnost F4 .....	70
Slika 40-Plovnost F5 .....	71
Slika 41-Plovnost F6 .....	72

Slika 42-Plovnost F7 .....	73
Slika 43-Plovnost F8 .....	74
Slika 44-Plovnost F9 .....	75
Slika 45-Plovnost F10 .....	76
Slika 46-Poluge stabiliteta .....	78
Slika 47-Ravnoteža sila glisirajućeg tijela .....	80
Slika 48-Usporedni prikaz otpora forme F1 .....	87
Slika 49-Usporedni prikaz otpora forme F2 .....	87
Slika 50-Usporedni prikaz otpora forme F3 .....	88
Slika 51-Usporedni prikaz otpora forme F4 .....	88
Slika 52-Usporedni prikaz otpora forme F5 .....	89
Slika 53-Usporedni prikaz otpora forme F6 .....	89
Slika 54-Usporedni prikaz otpora forme F7 .....	90
Slika 55-Usporedni prikaz otpora forme F8 .....	90
Slika 56-Usporedni prikaz otpora forme F9 .....	91
Slika 57-Usporedni prikaz otpora forme F10 .....	91
Slika 58-Komparativni prikaz trima pri vožnji .....	92
Slika 59-Graf koeficijenta $T_e$ -brzina ( Orca 3D) .....	95
Slika 60-Graf koeficijenta $T_e$ -brzina (MaxSurf) .....	96
Slika 61-Graf koeficijenta $C_{FV}$ - $F_v$ prema Orca 3D .....	98
Slika 62-Graf koeficijenta $C_{FV}$ - $F_v$ (2-3.5) prema Orca 3D .....	99
Slika 63-Graf koeficijenta $C_{FV}$ - $F_v$ (3.4-6) prema Orca 3D .....	100
Slika 64-Graf koeficijenta $C_{FV}$ - $F_v$ prema MaxSurf .....	102
Slika 65-Graf koeficijenta $C_{FV}$ - $F_v$ (2-3.5) prema MaxSurf .....	103
Slika 66-Graf koeficijenta $C_{FV}$ - $F_v$ (3.4-5.8) prema MaxSurf .....	104

## Popis tabela:

Tabela 1-Osnovne izmjere formi .....	17
Tabela 2-Očitanja F1 .....	21
Tabela 3-Očitanja F2 .....	25
Tabela 4-Očitanja F3 .....	29
Tabela 5-Očitanja F4 .....	33
Tabela 6-Očitanja F5 .....	37
Tabela 7-Očitanja F6 .....	41
Tabela 8-Očitanja F7 .....	45
Tabela 9-Očitanja F8 .....	49
Tabela 10-Očitanja F9 .....	53
Tabela 11-Očitanja F10 .....	58
Tabela 12-Površine rebara za $T_0$ .....	60
Tabela 13-Plovnost F1 .....	62
Tabela 14 -Plovnost F2 .....	62
Tabela 15-Plovnost F3 .....	63
Tabela 16-Plovnost F4 .....	63

Tabela 17-Plovnost F5 .....	64
Tabela 18-Plovnost F6 .....	64
Tabela 19-Plovnost F7 .....	65
Tabela 20 -Plovnost F8 .....	65
Tabela 21-Plovnost F9 .....	66
Tabela 22-Plovnost F10 .....	66
Tabela 23-Početna metacentarska visina i moment.....	77
Tabela 24-Poluge stabiliteta .....	77
Tabela 25-Hidrodinamički podaci F1.....	81
Tabela 26-Hidrodinamički podaci F2.....	82
Tabela 27-Hidrodinamički podaci F3.....	82
Tabela 28-Hidrodinamički podaci F4.....	83
Tabela 29-Hidrodinamički podaci F5.....	83
Tabela 30-Hidrodinamički podaci F6.....	84
Tabela 31-Hidrodinamički podaci F7.....	84
Tabela 32-Hidrodinamički podaci F8.....	85
Tabela 33-Hidrodinamički podaci F9.....	85
Tabela 34-Hidrodinamički podaci F10.....	86
Tabela 35-Koeficijent $T_e$ prema Orca 3D.....	94
Tabela 36- Koeficijent $T_e$ prema MaxSurf-u .....	94
Tabela 37- Koeficijent $C_{Fv}$ Orca 3D .....	97
Tabela 38- Koeficijent $C_{Fv}$ MaxSurf.....	101



## Popis oznaka i mjernih jedinica (po redoslijedu poj avljivanja):

$v$ [m/s]	- brzina
$\lambda$ [m]	- valna duljina
$L_{vl}$ [m]	- duljina vodne linije
$F_n$	-Froudeov broj
$F_V$	-Froudeov broj na bazi volumena istisnine
$\nabla$ [m <sup>3</sup> ]	- volumen istisnine broda
$L_{OA}$ [m]	- duljina broda preko svega
$B_{OA}$ [m]	- širina broda preko svega
$B_{VL}$ [m]	- širina vodne linije
$H$ [m]	-visina
$T$ [m]	- gaz
$LCB$ [m]	- uzdužno težište istisnine
$VCB$ [m]	- vertikalno težište istisnine
$S$ [m <sup>2</sup> ]	- oplakana površina broda
$BM_t$ [m]	- poprečni metacentarski radius
$BM_l$ [m]	- uzdužni metacentarski radius
$A$ [m <sup>2</sup> ]	- površina rebara
$A_{vl}$ [m <sup>2</sup> ]	- površina vodne linije
$C_b$	- blok koeficijent
$C_m$	- koeficijent glavnog rebra
$C_{wp}$	- koeficijent vodne linije
$C_p$	- prizmatični koeficijent
$GM_t$ [m]	- poprečna metacentarska visina
$M_{st}$ [kg/m]	- početni moment poprečnog stabiliteta
$h$ [m]	- poluga stabiliteta
$\varphi$ [°]	- kut nagiba broda
$R$ [N]	- otpor golog trupa broda
$R_u$ [N]	- otpor tlaka

$R_T$ [N]	- otpor tlaka
$T$ [N]	- sila trenja
$\tau$ [°]	- kut nagiba broda
$S_{ef}$ [m <sup>2</sup> ]	- efektivna oplakana površina broda prilikom glisiranja
$B_{ef}$ [m]	- efektivna širina broda prilikom glisiranja
$\beta_{ef}$ [°]	- efektivni kut dna broda prilikom glisiranja
$\beta_{sr}$ [°]	- kut dna na sredini broda
$T_e$ [N/kg]	- koeficijent efikasnosti transporta
$C_{Fv}$	- koeficijent hidrodinamičke kvalitete forme na bazi $F_v$

## Izjava

Izjavljujem da sam ovaj rad radio samostalno, uz stručnu pomoć mentora, prof.dr.sc. Izvora Grubišića u obliku korisnih podataka ili savjeta, ali i slijedećih stručnjaka kojima svima ovom prilikom zahvaljujem:

Aničić, Sebastijan, brod.teh.

Božinović, Ranko, dipl.ing.

Golac, Andrej, stroj. teh.

Margić, Ivan, dipl. ing.

Munić, Ivan, dipl.ing

Rukavina, Gvozden, dipl. ing.

Valerjev, Davor, dipl. ing.

Rijeka, 16.03.2009.

Marin Valerjev

## 1. Uvod

Smisao ovog rada je da se na temelju grafičke razrade deset predložaka različitih formi brodova s hidrodinamičkim uzgonom definira njihova geometrija, a zatim i utvrdi hidrostatičke i hidrodinamičke karakteristike koji iz toga proizlaze. Izneseni podaci mogu poslužiti projektantu kao baza podataka prilikom osnivanja sličnih brodova, a i kao mali katalog formi pogodnih za daljnju obradu, analizu ili odabir za određeni projekt budući da rad sadržava njihove nacрте i tablice očitavanja brodskih linija. Osim ovih izravno praktičnih namjena postoji i šira namjera da se postavi temelj ili ponudi ideja za opsežniju studiju formi brodova s hidrodinamičkim uzgonom u smislu proučavanja odnosa osnovnih parametara koji iz nje proizlaze.

### 1.1 Općenito o brodovima s hidrodinamičkim uzgonom<sup>1</sup>

HDU- brodovima smatraju se oni kojima, uslijed brzine kretanja, voda nastujavajući na oplatu djeluje hidrodinamičkim tlakom, čiji jedan dio djelovanja rezultira kao uzgon i preuzima značajnu (poludeplasmanski brodovi) ili predominantnu (gliseri) komponentu u sumi ukupnog uzgona, za razliku od istisninskih brodova gdje su i pri kretanju kao i pri mirovanju težina i istisnina broda u ravnoteži.

Općenito, pri kretanju, brod savladava otpor koji pojednostavljeno možemo podijeliti na otpor trenja i otpor vlastitih valova. Otpor trenja je u ovisnosti sa oplakanom površinom i brzinom kretanja broda. Otpor valova je ovisan o dužini vodne linije i brzini kretanja čemu je razlog taj što poprečni sustav valova ima brzinu jednaku kao i samo plovilo te stoga što se duljina valova povećava s brzinom. Dakle postoji ona brzina broda pri kojoj se duljina vlastitog valnog sustava broda i duljina vodne linije izjednače. Istisninski brod se tada nalazi u valnom dolu pri čemu dobije veći zagažaj. Plovilo se ulaganjem veće energije ne uspijeva popeti na val čime se valna visina proporcionalno povećava, a time i otpor te brod dostiže svoju maksimalnu teoretsku brzinu.

Ona se može izraziti jednadžbom [1,2] za brzinu širenja vala u dubokoj vodi;

---

<sup>1</sup> Nadalje u tekstu HDU-brodovi – Namjera nije stvoriti novi termin nego izbjeći pretjerano ponavljanje fraze (op. autora)

$$v = \sqrt{\frac{\lambda \cdot g}{2\pi}}$$

tako što valnu duljinu  $\lambda$  izjednačimo sa duljinom vodne linije  $L_{vl}$ . Ako riješimo omjer konstanti pod korijenom dobivamo:

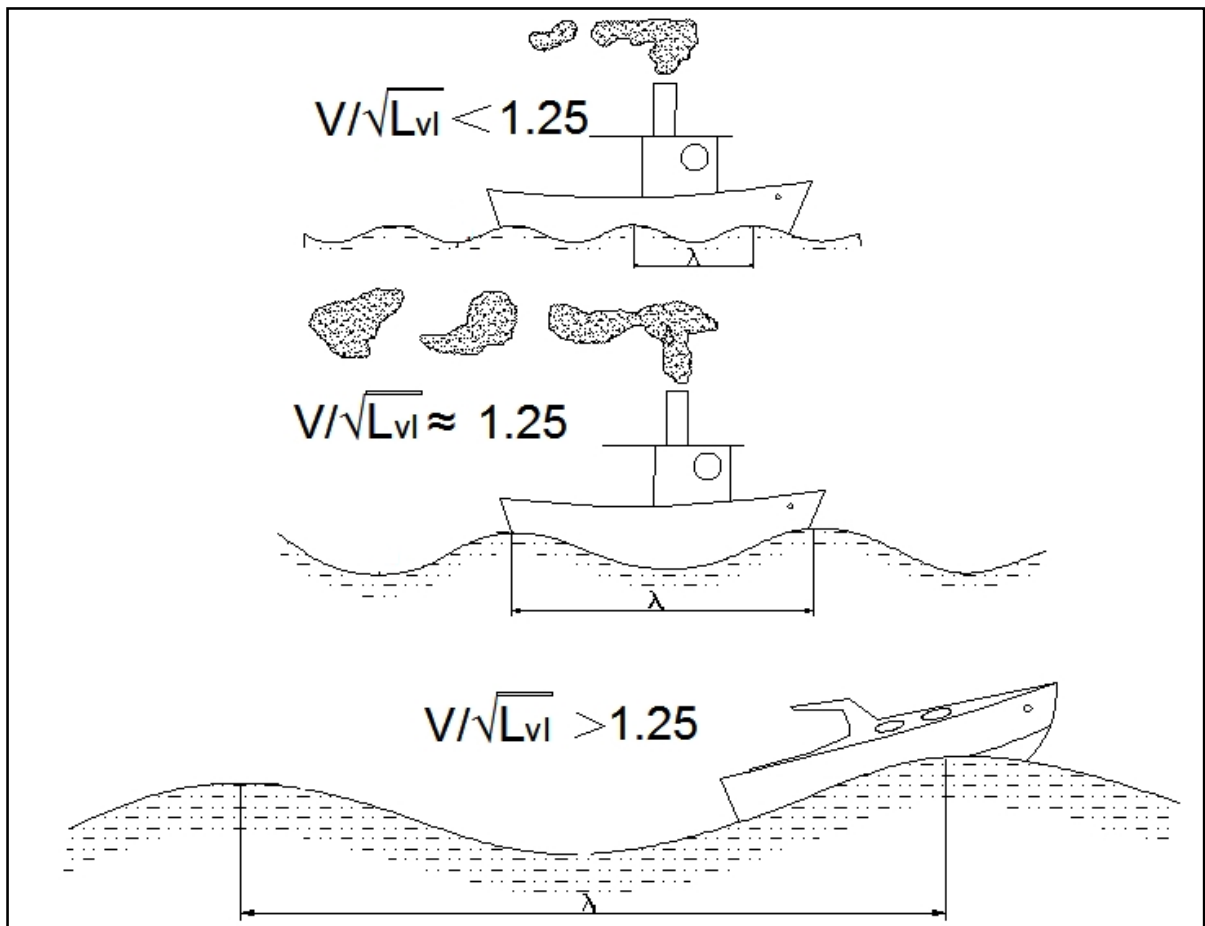
$$v \cong 1.25\sqrt{L_{vl}} \text{ [m/s]},$$

ili približno izraženo u čvorovima:

$$v \cong 2.5\sqrt{L_{vl}} \text{ [kn]},$$

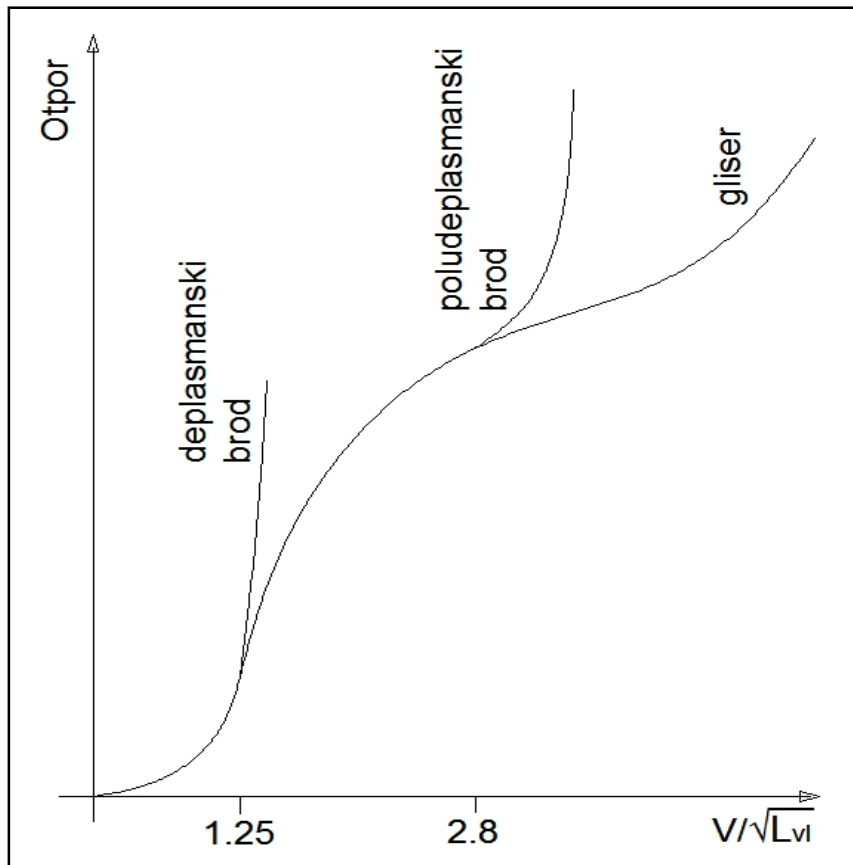
a najčešće u literaturi [3]:

$$v \cong 1.34\sqrt{L_{vl}} \text{ [kn]}, \text{ za } L_{vl} \text{ izražen u stopama [ft]}$$



Slika 1-Prikaz dužine vala ovisno o brzini i dužiri broda (deplasmanski brod i HDU-brod)

HDU- brodovi mogu ploviti brže od teoretske brzine; posljedica hidrodinamičkog uzgona je smanjivanje istisnine broda, odnosno brod postaje prividno lakši; zatim uzgon se javlja izrazitije na pramčanom dijelu broda čime dolazi do značajnog tima (zatege); i konačno - smanjuje se oplakana površina broda što dovodi do relativnog smanjenja otpora trenja. Kod brzina bliskih kritičnoj brod se penje na svoj pramčani val uslijed čega otpor valova više ne predstavlja krajnje ograničenje brzini kretanja broda. Krajnja brzina, ovisno o snazi, uvelike može premašivati iznos od  $v \cong 1.25\sqrt{L_{vl}}$ , štoviše potpuno glisirajućim brodovima [3] smatraju se tek oni kojima odnos  $v/L_{vl}^{0.5} > 2.8$ , dok se oni s  $2.8 > v/L_{vl}^{0.5} > 1.25$  smatraju poludeplasmanskima.



Slika 2-Shematski prikaz otpora deplasmanskih, pludeplasmanskih i gliserskih brodova ovisno o koeficijentu  $v/L_{vl}^{0.5}$

Koeficijent  $v/L_{vl}^{0.5}$  ima očitu sličnost s Froudevim brojem na bazi vodne linije:

$$F_n = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L_{vl}}}$$

no kod definiranja HDU-brodova kao mjera za procjenu brzine forme uvodi se Froudeov broj na bazi volumena istisnine:

$$F_V = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \nabla^{\frac{1}{3}}}}$$

pri čemu se brodovi s  $F_V > 3$  smatraju gliserskim, a brodovi s  $3 > F_V > 1$  poludeplasmanskima.

Naravno, nije moguće udovoljiti odnosima u jednadžbama bez odgovarajuće forme jer o njoj ovisi da li brod uopće ima potencijal za stvaranje dovoljnog hidrodinamičkog uzgona. Poludeplasmanske forme obično [3] karakteriziraju:

- fine linije ulaska vode na pramcu i ravne linije uzdužnica na redini s laganim konstantnim usponom ka krmi koje završavaju na djelomično uronjenom, oštro odrezanom zrcalu krme
- zaobljeni uzvoj duž oplata, iako neki dizajneri preferiraju kombinaciju oštrog zgiba na krmi i oblog na pramcu ili obratno, u novije vrijeme zaobljeni uzvoj prelazi u dva zgiba pod blažim kutem u središnjem i krmenom dijelu broda
- ravna, „V“ rebra na pramcu i prednjem dijelu trupa

Za glisirajuće forme karakteristično je:

- potpuno izbjegavanje konveksnih površina da se spriječi razvoj negativnog tlaka na dnu
- oštri zgib na uzvoju koji treba omogućiti odvajanje poprečnog strujanja od dna
- duboko uronjen, široki, oštro odrezani transom koji treba osigurati potpuno odvajanje uzdužnog strujanja od dna tako da je cijeli neoplakan
- ravne uzdužnice duž dna prema krmi
- „V“ rebra s priklonim kutem koji raste prema pramcu radi bolje pomorstvenosti i koji predstavlja dovoljni bočni profil oplakivane površine potrebne za održavanje kursa i upravljivosti

Za razliku od deplasmanskih brodova položaj uzdužnog težišta sustva uvelike utječe na performanse HDU-brodova zbog njegovog utjecaja na trim u glisirajućem režimu plovidbe pa o tome valja posebno voditi računa prilikom projektiranja. Također treba napomenuti; iako su HDU - brodovi predviđeni za relativno velike brzine, oni moraju proći cijeli raspon brzina od mirovanja do glisirajućeg režima pri čemu su opisane forme nepovoljne s aspekta otpora zbog svoje izlomljenosti.

## 1.2 Modeliranje formi

Prikupljeno je deset predložaka formi iz različitih izvora u obliku kopija nacrtu i crteža brodskih linija. Nepoznata su mjerila, pa čak i proporcije u slučajevima kada se radi samo o nacrtu rebara bez ostalih projekcija. U tom slučaju pretpostavljeno je da širina broda na najširem dijelu zgiba iznosi 3.2 m. Kao što je navedeno u zadatku, forme su svedene na jednaku duljinu vodne linije  $L_{vl} = 10$  m na očitom ili procijenjenom (ako nije na crtežu naznačen) projektnom gazu. Obrada predložaka i modeliranje formi vršeno je računalnim programima AutoCAD i Rhinoceros i može se podijeliti u nekoliko faza.

Prva faza je da se prikupljene forme pažljivo prouči kako bi se shvatio smisao nacrtu i kako bi se uočili i razjasnili eventualni nedostaci i nejasnoće koji su nastali u samom crtanju, precrtavanju ili kopiranju te kako bi se rekonstruirali podaci koji nedostaju (položaj projektnog gaza, pozicije i broj rebara...)

Druga faza je da se digitalizirane kopije predložaka unesu u „AutoCAD“. One se zatim koriste kao pozadina preko kojih se vuku odgovarajuće krivulje. Iako se taj postupak prema [4] može raditi i direktno u Rhinocerosu pokazalo se jednostavnije primjenjivati AutoCAD u ovoj fazi.

Direktno precrtavanja predložka znatno ubrzava cjelokupni proces jer eliminira fazu očitavanja i pogreške uz to vezane (izrada mjerila, nesavršenost očitavanja, nemogućnost očitavanja uslijed nejasnoća, zaokruživanje brojeva, nedostatan ili prevelik broj očitavanja itd.) Ucertanim i rekonstruiranim (u slučaju kad nisu bile dobro vidljive ili razlučive) linijama forme i pomoćnim linijama (simetrala, vodna linija, pozicije rebara...), potrebno je provjeriti i korigirati njihovu zakrenutost u odnosu na koordinatni sustav AutoCADA budući da su svi predlošci više ili manje zakrenuti uslijed kopiranja.

Treća faza je učitavanje datoteke s unešenim linijama u računalni program Rhinoceros čija je primarna namjena 3D modeliranje. Budući da su sve linije prema predlošku nacrtane dvodimenzionalno i na istoj plohi, valja ih orjentirati u koordinatnom sustavu programa prema njihovim projekcijama; također, linije je potrebno dodatno iskopirati u zaseban „layer“ koji će nam služiti za kontrolu.

Prostorne krivulje (linija zgiba, razme, linije transoma) se 3D modeliraju prema svojim plošnim projekcijama, kontroliraju i glade. Plošne krivulje (rebra) se raspoređuju na njihove



pozicije. Zatim se krivulje međusobno usklađuju, odnosno prilagođavaju jedna drugoj tako da rebra počinju na liniji statve-dna, prekidaju se na liniji zgiba i završavaju na liniji razme.

Krivulje je potrebno proučiti dijagramom zakrivljenja, redefinirati (naredba „rebuild“) s što manjim brojem točaka, ali pri tome voditi računa da odstupanja od originala budu što manja i na poslijetku izgladiti (naredba „fair“ ili „nudge“ ovisno o stupnju i načinu deformiranosti). Postupak treba kontrolirati i iterativno ponavljati dok konačni rezultat ne postane trodimenzionalna mreža međusobno povezanih, izgladenih brodskih krivulja.

Četvrta faza je oblikovanje formi u Rhinoceros-u pri čemu se koriste NURBS<sup>2</sup> plohe. Razni autori [5,4,6], pri izradi brodskih plohi preporučaju različite postupke, no svi se slažu da ih je najbolje modelirati naredbom „loft“. Ona nam na temelju unešenih linija može dati najgladu plohu, ali njena mana je ponekad veliko odstupanje od predloška jer nije pogodna za definiranje plohe kombinacijom krivulja različitog smjera nego se pri tom isključivo koristi krivuljama istog smjera odnosno vrsta (tako možemo, primjerice, modelirati plohu boka rebrima, ali da pri tome zanemarujemo krivulju zgiba i razme). Ona se čini izrazito pogodnom kada forma koju modeliramo nije striktno vezana uz predložak nego ga koristi samo kao ideju. Nasuprot tome naredba „curve network“ uzima u obzir krivulje različitih smjerova i daje plohu čije presječnice vrlo malo odstupaju od izvornika, ali je i najmanje glatka i najkompliciranija. Naredbe „sweep two rail“, „sweep one rail“ izvrsne su za modeliranje plohi čija se zakrivljenost malo mijenja u jednom smjeru, a znatno duž prostornih krivulja u drugome, no tu njihove mogućnosti prestaju.

Treba težiti izradi što jednostavnijih plohi kako bi se čim više izbjeglo dugotrajno glaćenje formi koje predstavlja naporan i zahtjevan posao u kome se može puno odstupiti od predloška. Na jednostavnost treba gledati kao na preduvjet za krajnju realizaciju, ali i točnost. (No naravno ne treba težiti onoj jednostavnosti koja će nam već u početku dati velika odstupanja.) U ovome radu, zbog želje da se što vjernije, ali i što jednostavnije prenesu predlošci, korištene su različite opcije u Rhinocerosu za koje se projektant mora odlučiti ovisno o situaciji.

Nakon izvedbe ploha, njihovog redefiniranja u svrhu pojednostavljenja (naredba „rebuild“) treba pristupiti glaćenju (naredbama „nudge“ ili „MoveUVN“). Donekle izgladene plohe treba provjeravati „izvlačenjem“ novih rebara na odgovarajućim pozicijama kako bi se

---

<sup>2</sup> NURBS - Non-Uniform Rational Basis Spline – nastaju poopćenjem Bezierovih splineova

usporedila sa izvornima da ne bi došlo do prevelikog odstupanja. Ukoliko su se rubovi ploha previše razdvojili uslijed redefiniranja, glađenja i/ili samog modeliranja (što se gotovo redovno dešava ukoliko ste ih modelirali naredbom „curve network“) potrebno je pristupiti novoj iteraciji pri čemu će se „izvučena“ rebra i prostorne krivulje iz plohi koristiti kao novi predložak. Dakle, potrebno je vratiti se u treću fazu i ponoviti postupak, pri čemu valja voditi računa da sve intervencije u same krivulje budu samo one nužne.

Sa svakom iteracijom moguće je dobivati finije i usklađenije plohe ovisno o krajnoj svrhi 3d modela. U ovome radu provedene su 2-3 iteracije ovisno o formi i njenoj zahtjevnosti, što je dovoljno za potrebe analize. Za potrebe proizvodnje ili izrade modela za bazensko ispitivanje vjerojatno bilo bi potrebno pristupiti daljnjem glađenju.

### 1.3 Razmotljive plohe

Iako forme predstavljene u ovome radu nisu definirane kao razmotljive plohe, ne treba unaprijed odbaciti mogućnost da se projektant odluči za takvu gradnju. Odavno je poznata njihova korisnost primjene u brodogradnji, a pogotovo u maloj brodogradnji. One nam osiguravaju jeftiniju i bržu proizvodnju brodova građenih od metala jer štede na radu i strojevima potrebnim za formiranje, omogućuju izradu brodova od šperploče koju inače nije moguće plastično deformirati te olakšavaju izradu kalupa za stakloplastične i druge kompozitne brodove

Razmotljive plohe su naročito interesantne pri izradi trupova HDU-brodova. Njihove „razlomljene“, „V“ forme, često je moguće u potpunosti ili barem u velikom dijelu definirati kao razmotljive plohe ili ih njima aproksimirati uz relativno male gubitke u izvornosti. One se [7] definiraju kao pravčaste<sup>3</sup>, ali uz dodatni uvjet da imaju osobinu razmotljivosti, odnosno da se mogu razviti u ravninu samo savijanjem bez plastičnih deformacija. Jedostavni primjeri takvih ploha su plaštevni stožaca i valjaka te, naravno, njihovi segmenti.

Najjednostavniji način da se prepozna razmotljiva plohe je taj da se provjeri da li se susjedni pravci (odnosno izvodnice ploha) povučeni između dviju direktrisa (zgibova

---

<sup>3</sup> Pravčaste plohe su karakteristične po tome da im je Gaussova zakrivljenost jednaka nuli, tj. geometrijski gledano, moguće je u svakoj točki plohe postaviti pravac koji leži na plohi.

predstavljenih prostornim krivuljama koje omeđuju plohu) sijeku izvan plohe ili se mimoilaze. Ako se mimoilaze ploha nije razmotljiva, a ako se sijeku, pravci su izvodnice stošca.

Klasični način konstrukcije razmotljive plohe počinje određivanjem zgibova koje se može preuzeti iz neke druge forme slične željenoj ili analizom strujnica na sličnim zaobljenim formama. Po zgibovima se potom „kližu“ pravci iz jedne točke čime se generira ploha koja je segment stošca. Mana takvog postupka je ograničenost na izvedbu samo najjednostavnijih formi i težak postupak pronalaženja vrhova odgovarajućeg stošca.

Bolje rezultate mogu nam dati Kilgoreov i Nolanov algoritam no i njihova primjena uzmiče pred primjenom računalnih programa koji u sebi imaju ugrađene algoritme za modeliranje brodova razmotljivim plohami, a i za transformacije nerazmotljivih u razmotljive.

## 2. Prikaz formi

Nacrti su prikazani standardnim projekcijama linija, odnosno rebrima, uzdužnicama, vodnim linijama i prostornim krivuljama (linija razme, zgiba, dna i statve, transoma) u mjerilu M 1: 50.

Ishodište koordinatnog sustava određeno je u točki presjeka projektne vodne linije, transoma i simetrale broda. (X- pozitivan prema pramcu, Y- prema boku, Z – od projektne vodne linije pozitivan prema palubi, negativan prema dnu).

Rebra su razmaknuta 1 m, ima ih 10-12 ovisno o dužini broda s 2-3 polurebra između krajnjih pramčanih rebara. S lijeve strane nacrtu rebara prikazana su krmena rebra (0-5) i transom, a s desne pramčana (5-11).

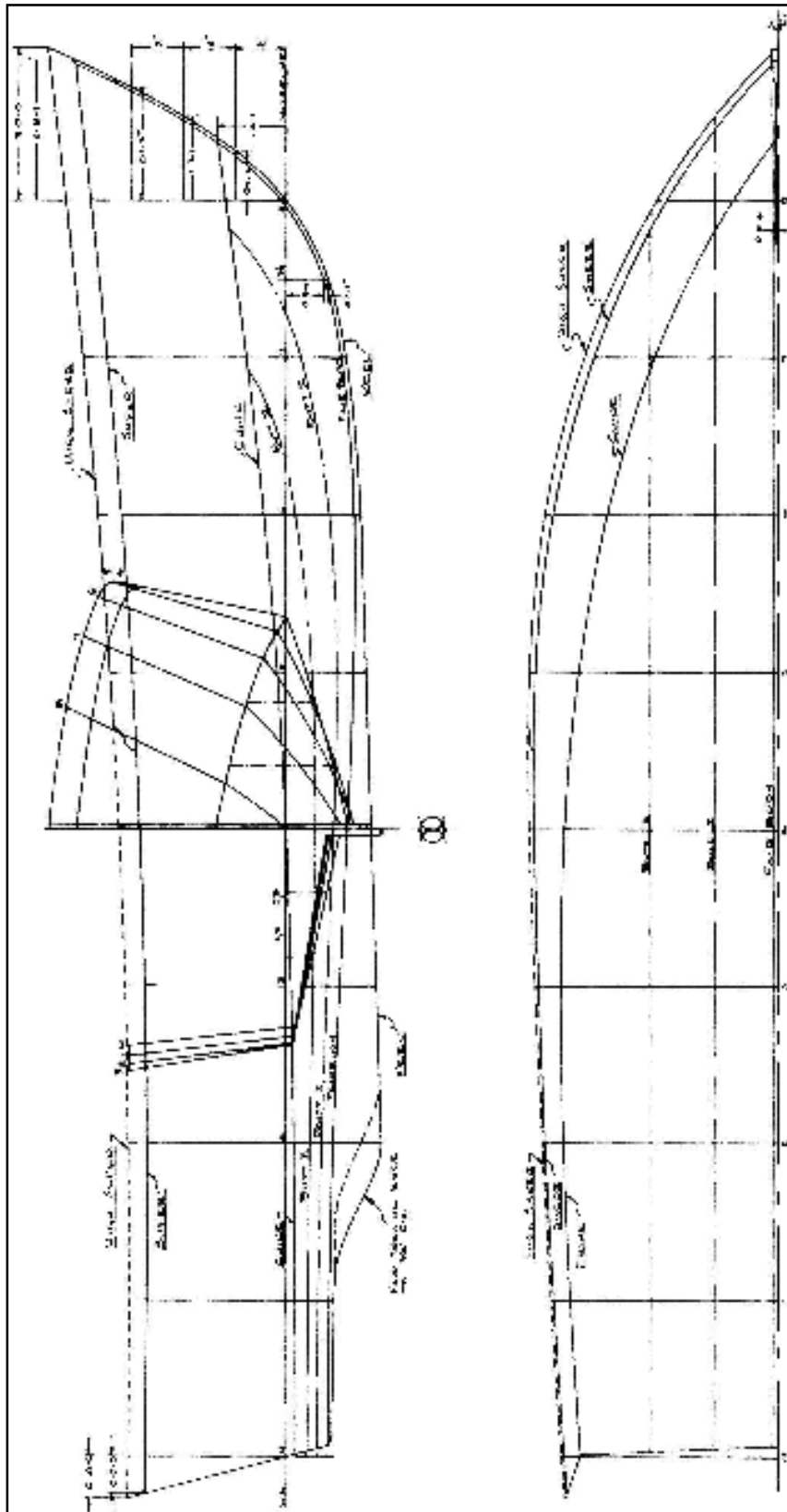
Vodne linije su razmaknute svakih 0.2 m od projektnog gaza naniže, a svaka 0.4 m naviše. Uzdužnice su raspoređene svakih 0.4 m od linije statve-dna prema boku.

Nacrt forme F10 prikazan je dodatno i širnicama zbog pripadajućih tabličnih očitavanja. Inače, ostalim formama su linije očitavanja su gušćeg rasporeda nego što je to u nacrtu prikazano; vodne linije su postavljene svakih 0.1 m, a uzdužnice svaka 0.2 m.

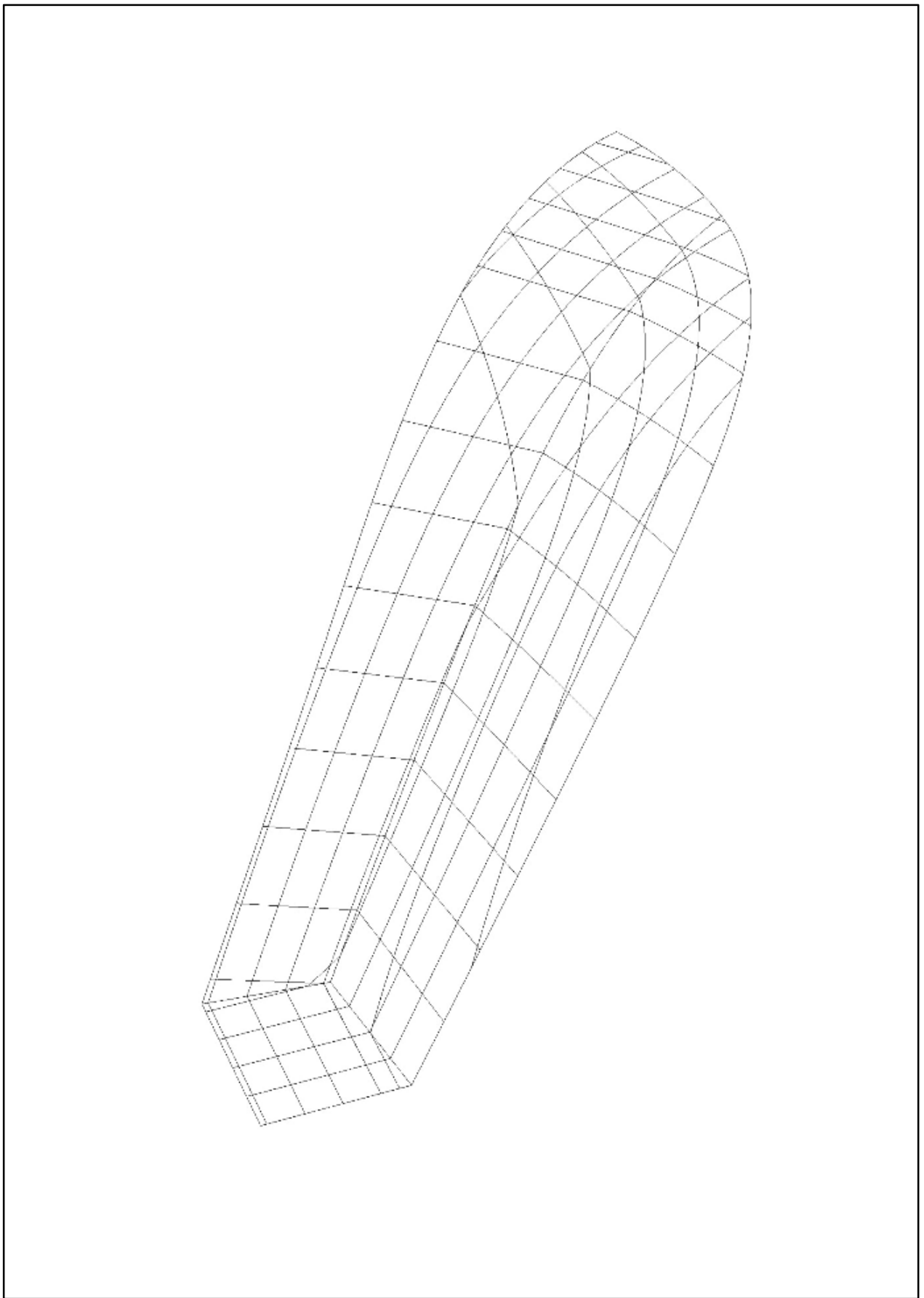
Tabela 1 - Osnovne izmjere formi

Forma	Loa [m]	Lvl [m]	BoA [m]	BvL [m]	H [m]	T <sub>0</sub> [m]	∇ [m <sup>3</sup> ]	Δ [kg]
F1	11.584	9.969	4.012	3.478	2.443	0.550	7.046	7228
F2	11.462	9.999	4.433	3.467	2.127	0.623	8.876	9106
F3	11.672	10.008	4.110	3.518	2.445	0.717	8.739	8966
F4	10.490	10.005	3.789	3.301	2.148	0.739	10.374	10643
F5	11.561	10.002	4.222	3.732	2.218	0.609	7.699	7898
F6	10.253	9.997	3.597	3.223	1.535	0.648	9.027	9261
F7	11.272	9.957	4.528	3.954	2.726	0.701	9.756	10008
F8	11.018	9.991	3.455	3.204	1.951	0.631	8.847	9076
F9	10.542	10.001	3.430	3.204	1.384	0.648	8.362	8579
F10	11.332	10.003	4.009	3.425	1.745	0.660	11.572	11872

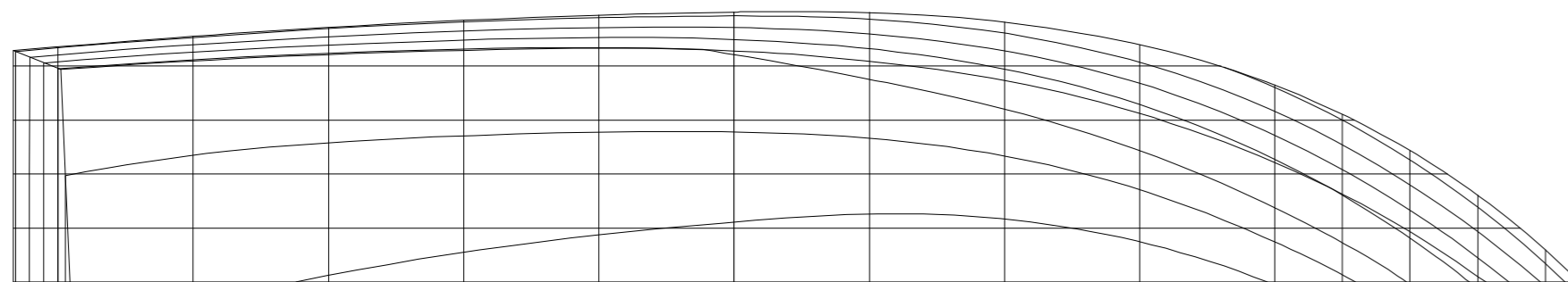
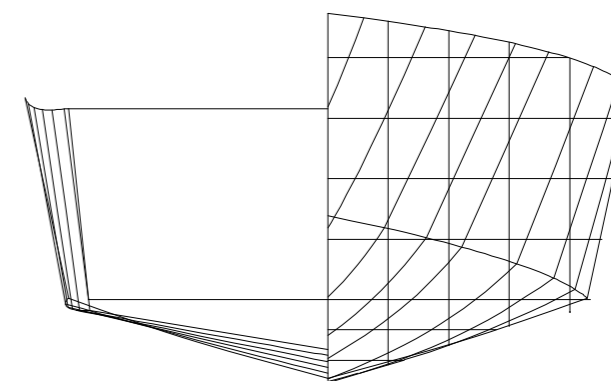
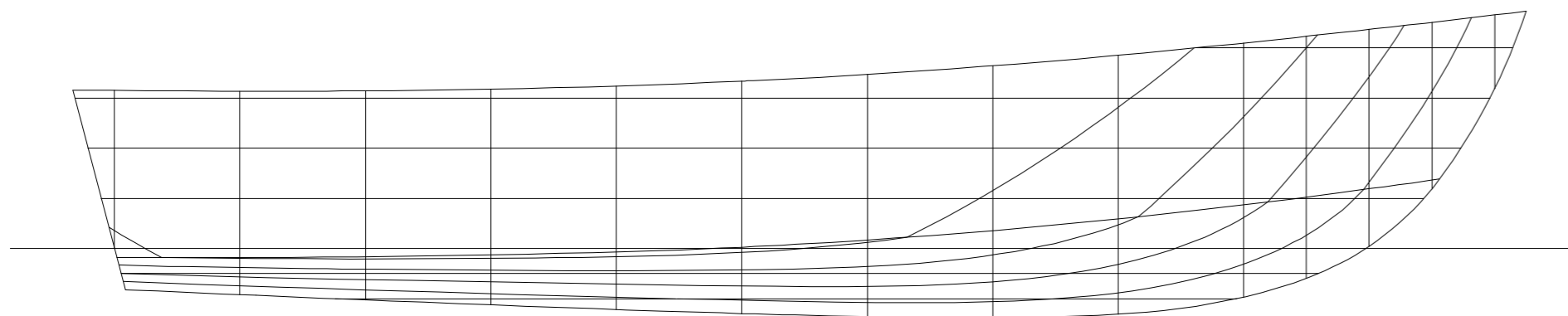
## 2.1 Forma F1



Slika 3-Predložak za formu F1



Slika 4 - 3D prikaz linija forme F1



**Glavne izmjere**

Loa= 11.58 m  
 Lwl= 9.97 m  
 Boa= 4.01 m  
 Bwl= 3.48 m  
 T= 0.55 m  
 H= 2.44 m

Istisnina 7230 kg

	Datum	Ime i prezime	Potpis							
Projektirao		Marin Valerjev		 <b>FSB Zagreb</b>						
Razradio										
Crtao										
Pregledao				<table border="1"> <tr> <td>Listova</td> <td>Mjerilo</td> <td>Str.</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1:50</td> <td>20</td> </tr> </table>	Listova	Mjerilo	Str.	1	1:50	20
Listova	Mjerilo	Str.								
1	1:50	20								
Objekt :	Forma s hidrodinamičkim uzgonom		Objekt br. F1							

Tabela 2-Očitanja F1

TABLICA OČITANJA																								
Forma:		F1																						
Jedinice:		[m]																						
Vodne I. POLUŠIRINE																								
Rebra	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Vodne I.	Statva-Dno	Razma	Zgib	Rebra
	-0.500	-0.400	-0.300	-0.200	-0.100	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400				
0.000						0.000	1.595	1.607	1.620	1.632	1.645	1.658	1.671	1.684	1.697	1.710	1.723	1.736				1.744		0.000
1.000			0.385	0.940	1.487	1.649	1.663	1.676	1.690	1.704	1.717	1.731	1.745	1.759	1.772	1.786	1.800	1.814			0.000	1.821	1.639	1.000
2.000		0.049	0.546	1.033	1.516	1.696	1.711	1.727	1.742	1.757	1.772	1.788	1.803	1.818	1.833	1.849	1.864	1.879			0.000	1.888	1.686	2.000
3.000		0.222	0.659	1.085	1.508	1.726	1.743	1.760	1.777	1.794	1.811	1.828	1.844	1.861	1.878	1.895	1.912	1.928			0.000	1.940	1.718	3.000
4.000		0.350	0.738	1.111	1.474	1.739	1.758	1.776	1.794	1.813	1.831	1.849	1.868	1.886	1.904	1.923	1.941	1.960			0.000	1.977	1.734	4.000
5.000	0.070	0.446	0.794	1.113	1.408	1.686	1.734	1.755	1.777	1.799	1.821	1.843	1.864	1.886	1.908	1.929	1.951	1.973	1.994		0.000	2.002	1.714	5.000
6.000	0.158	0.505	0.807	1.067	1.296	1.503	1.646	1.674	1.702	1.729	1.757	1.785	1.813	1.840	1.868	1.895	1.922	1.949	1.975		0.000	1.998	1.637	6.000
7.000	0.165	0.468	0.723	0.936	1.118	1.281	1.432	1.513	1.547	1.580	1.613	1.647	1.680	1.713	1.746	1.779	1.812	1.844	1.877	1.909	0.000	1.927	1.495	7.000
8.000	0.061	0.299	0.507	0.685	0.839	0.975	1.098	1.212		1.316	1.356	1.395	1.435	1.474	1.513	1.551	1.590	1.629	1.667	1.706	0.000	1.759	1.251	8.000
9.000			0.148	0.298	0.432	0.552	0.661	0.758	0.847	0.910	0.954	0.999	1.044	1.088	1.133	1.177	1.222	1.266	1.311	1.355	0.000	1.461	0.886	9.000
9.500				0.053	0.180	0.293	0.394	0.486	0.570	0.645	0.694	0.740	0.786	0.832	0.878	0.924	0.970	1.016	1.062	1.108	0.000	1.243	0.652	9.500
10.000							0.085	0.174	0.253	0.325	0.386	0.436	0.484	0.532	0.580	0.627	0.674	0.721	0.768	0.814	0.000	0.974	0.374	10.000
10.500											0.018	0.074	0.129	0.181	0.232	0.281	0.329	0.376	0.422	0.468	0.000	0.646	0.043	10.500
11.000																			0.011	0.055	0.000	0.241		11.000

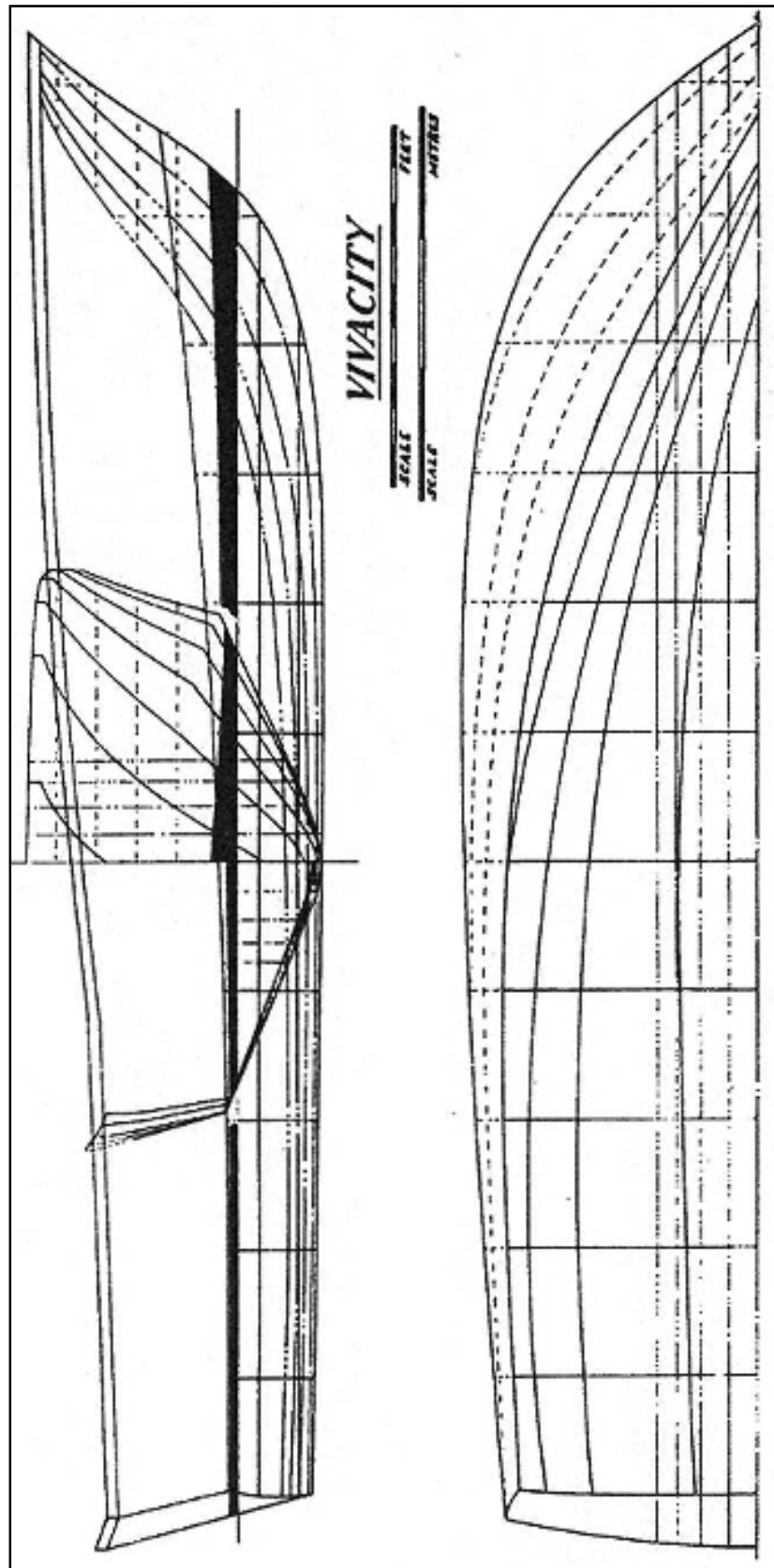
Forma:		F1												
Jedinice:		[m]												
Uzdužnice - VISINE														
Rebra	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Statva-Dno	Razma	Zgib	Rebra
	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800					
0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.143				1.260		0.000
1.000	-0.333	-0.297	-0.262	-0.225	-0.189	-0.153	-0.116	-0.079	1.101	-0.368	1.255	-0.072		1.000
2.000	-0.370	-0.330	-0.289	-0.248	-0.207	-0.166	-0.124	-0.083	0.681	-0.410	1.257	-0.064		2.000
3.000	-0.405	-0.360	-0.314	-0.267	-0.220	-0.173	-0.125	-0.078	0.435	-0.449	1.270	-0.050		3.000
4.000	-0.437	-0.387	-0.336	-0.284	-0.230	-0.176	-0.121	-0.065	0.331	-0.486	1.296	-0.028		4.000
5.000	-0.466	-0.412	-0.357	-0.298	-0.237	-0.171	-0.103	-0.031	0.405	-0.518	1.334	0.011		5.000
6.000	-0.488	-0.431	-0.370	-0.302	-0.227	-0.143	-0.051	0.049	0.654	-0.543	1.388	0.068		6.000
7.000	-0.489	-0.424	-0.351	-0.266	-0.166	-0.051	0.079	0.461	1.064	-0.550	1.456	0.143		7.000
8.000	-0.443	-0.353	-0.249	-0.126	0.020	0.190	0.611	1.125		-0.524	1.541	0.236		8.000
9.000	-0.267	-0.125	0.043	0.246	0.603	1.051	1.501			-0.387	1.639	0.348		9.000
9.500	-0.083	0.106	0.339	0.730	1.165	1.599				-0.238	1.692	0.410		9.500
10.000	0.231	0.528	0.942	1.369						0.018	1.747	0.476		10.000
10.500	0.837	1.252	1.698							0.474	1.804	0.545		10.500
11.000	1.756									1.274	1.862			11.000

PRAMAC	x	y	z
Razma	11.251	0	1.892
Zgib	10.562	0	0.554

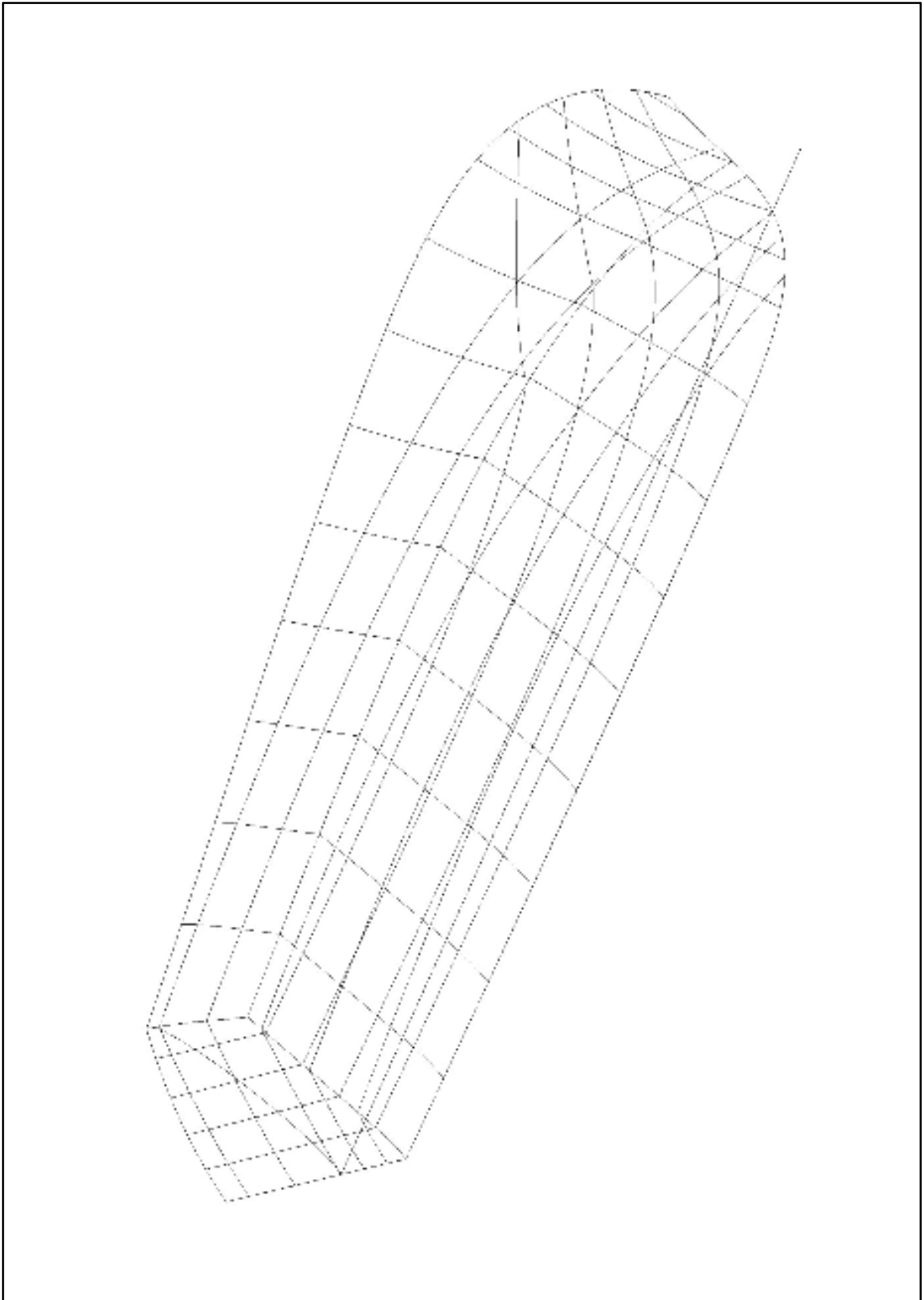
TRANSOM	x	y	z
Simetrala	-0.3327	0	1.2638
	-0.0865	0	0.3285
Bok	0.01934	1.5746	0.0715
	-0.3327	1.7145	1.2638



## 2.2 Forma F2

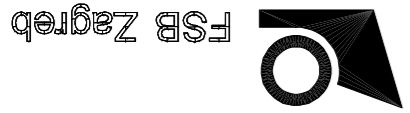


Slika 6-Predložak forme F2

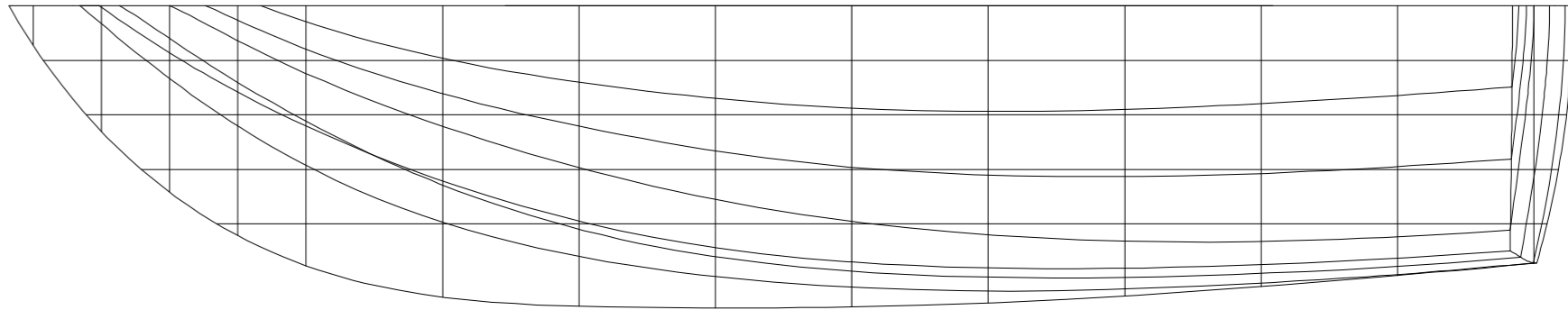


Slika 7-3D prikaz linija forme F2

Objekt	Forma s hidrodinamičkim uzgonom		
Pregledao			
Crtao			
Razradio			
Projektirao	Marin Valerjev		
Datum	Ime i prezime	Potpis	
Objekt br.	F2	Lista	1
		Mjerilo	1:50
		Str.	24



FSB Zagreb



Istisnina 9110 kg

Loa= 11.46 m  
Lwl= 9.99 m  
Boa= 4.43 m  
Bwl= 3.47 m  
T= 0.62 m  
H= 2.13 m

Glavne izmjere

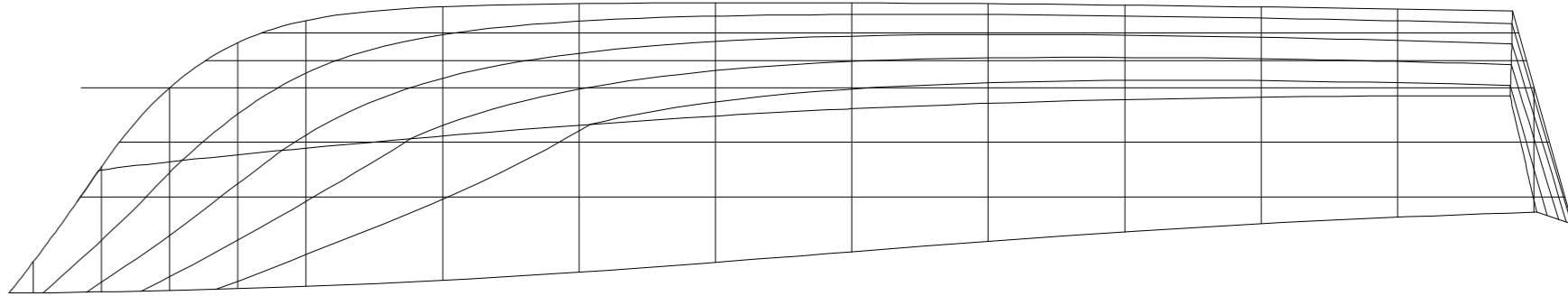
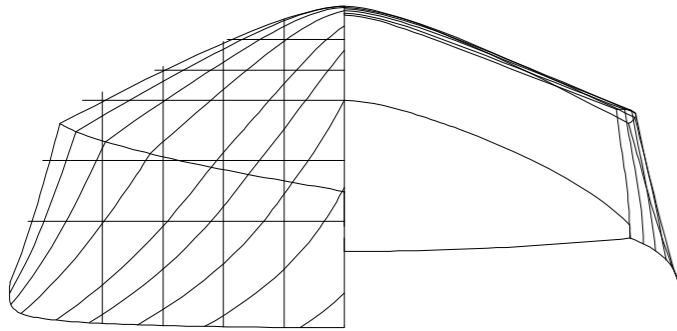


Tabela 3-Očitanja F2

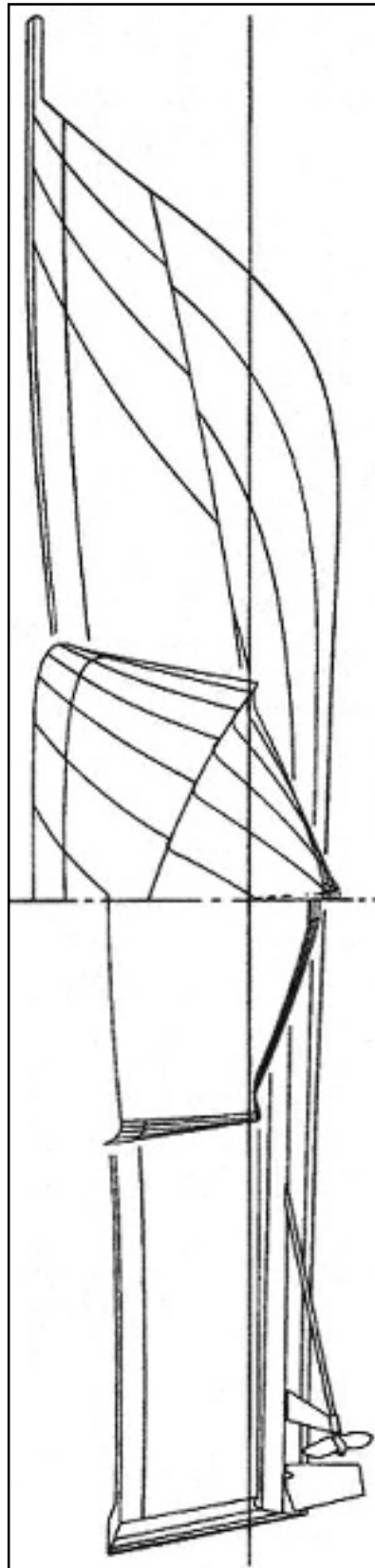
TABLICA OČITANJA																									
Forma:		F2																							
Jedinice		[m]																							
Vodne linije - poluširine																									
rebra	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	razma	Zgib	Statva Dno	rebra
	-0.500	-0.400	-0.300	-0.200	-0.100	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500				
0.000						0.000	0.493	0.781	1.030	1.250	1.441	1.606	1.745	1.860	1.889							1.890			0.000
1.000	0.370	0.657	0.921	1.179	1.436	1.694	1.858	1.876	1.894	1.912	1.930	1.946	1.960	1.971	1.977							1.978	1.852	0.000	1.000
2.000	0.434	0.718	0.978	1.231	1.481	1.730	1.905	1.924	1.944	1.964	1.983	2.002	2.019	2.035	2.048							2.059	1.900	0.000	2.000
3.000	0.485	0.760	1.010	1.253	1.492	1.726	1.928	1.949	1.970	1.993	2.015	2.036	2.058	2.078	2.098	2.118						2.129	1.925	0.000	3.000
4.000	0.511	0.775	1.013	1.241	1.463	1.679	1.892	1.943	1.967	1.992	2.016	2.041	2.067	2.092	2.119	2.146	2.173					2.180	1.923	-0.001	4.000
5.000	0.504	0.751	0.974	1.184	1.386	1.583	1.776	1.893	1.920	1.948	1.976	2.004	2.034	2.065	2.097	2.132	2.169	2.208				2.209	1.881	-0.001	5.000
6.000	0.462	0.679	0.877	1.064	1.245	1.421	1.594	1.764	1.807	1.841	1.875	1.910	1.947	1.986	2.027	2.071	2.118	2.171				2.217	1.775	-0.001	6.000
7.000	0.377	0.560	0.725	0.883	1.036	1.186	1.333	1.476	1.592	1.639	1.687	1.736	1.787	1.839	1.895	1.954	2.017	2.087	2.163			2.206	1.580	-0.001	7.000
8.000	0.230	0.385	0.519	0.644	0.765	0.883	1.000	1.114	1.226	1.314	1.379	1.447	1.516	1.587	1.662	1.742	1.827	1.918	2.017	2.126		2.137	1.284	0.000	8.000
9.000		0.117	0.223	0.318	0.408	0.496	0.584	0.671	0.759	0.846	0.926	1.004	1.086	1.172	1.262	1.358	1.462	1.574	1.696	1.829		1.906	0.883	0.000	9.000
9.500			0.026	0.106	0.182	0.256	0.330	0.406	0.483	0.562	0.642	0.718	0.798	0.882	0.973	1.072	1.180	1.299	1.430	1.574		1.685	0.635	0.000	9.500
10.000						0.000	0.053	0.111	0.173	0.240	0.313	0.386	0.457	0.534	0.619	0.714	0.821	0.940	1.073	1.225		1.367	0.345	0.000	10.000
10.500												0.012	0.069	0.132	0.204	0.286	0.382	0.491	0.616	0.762		0.922	0.013	0.000	10.500
11.000																			0.025	0.145	0.287	0.291		0.000	11.000

TABLICA OČITANJA															
Forma:		F2													
Jedinice		[m]													
Uzdužnice - visine															
rebra	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	razma	Zgib	Statva Dno	rebra
	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000					
0.000	0.023	0.072	0.135	0.207	0.287	0.376	0.477	0.596	0.745			0.912			0.000
1.000	-0.547	-0.491	-0.421	-0.346	-0.270	-0.192	-0.114	-0.036	0.040			0.949	0.060	-0.576	1.000
2.000	-0.564	-0.511	-0.443	-0.369	-0.291	-0.212	-0.133	-0.052	0.028	0.590	0.997	0.069	-0.592	2.000	
3.000	-0.578	-0.527	-0.460	-0.384	-0.304	-0.222	-0.139	-0.054	0.032	0.434	1.056	0.086	-0.605	3.000	
4.000	-0.588	-0.536	-0.468	-0.390	-0.306	-0.218	-0.129	-0.037	0.057	0.434	1.126	0.114	-0.616	4.000	
5.000	-0.594	-0.537	-0.463	-0.379	-0.288	-0.192	-0.093	0.009	0.112	0.586	1.202	0.154	-0.622	5.000	
6.000	-0.593	-0.526	-0.438	-0.340	-0.235	-0.125	-0.012	0.104	0.280	0.836	1.279	0.207	-0.622	6.000	
7.000	-0.576	-0.488	-0.376	-0.253	-0.124	0.009	0.147	0.317	0.726	1.073	1.351	0.274	-0.616	7.000	
8.000	-0.516	-0.389	-0.236	-0.071	0.100	0.277	0.531	0.817	1.069	1.283	1.410	0.353	-0.593	8.000	
9.000	-0.323	-0.109	0.118	0.347	0.594	0.832	1.041	1.222	1.379		1.454	0.443	-0.493	9.000	
9.500	-0.075	0.192	0.447	0.703	0.928	1.117	1.278	1.417			1.471	0.491	-0.331	9.500	
10.000	0.341	0.620	0.879	1.081	1.247	1.385					1.485	0.542	0.000	10.000	
10.500	0.895	1.118	1.288	1.424							1.495	0.602	0.577	10.500	
11.000	1.441										1.503		1.276	11.000	

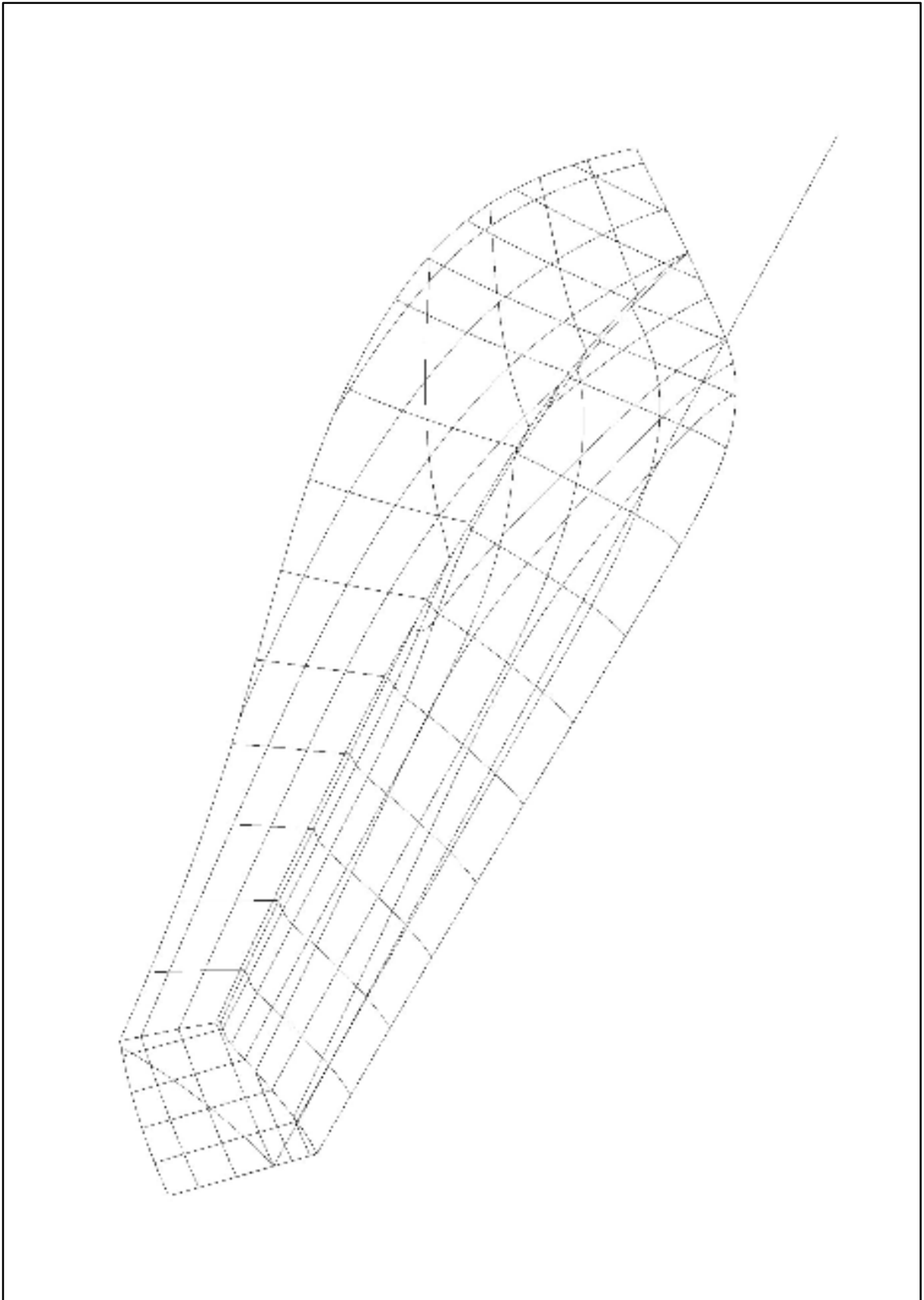
PRAMAC	x	y	z
Razma	11.178	0	1.504
Zgib	10.519	0	0.604

TRANSOM	x	y	z
Simetrala	-0.2838	0	1
	0.1595	0	-0.562
Bok	0.1765	1.798	0.0586
	-0.0198	1.8879	0.9119

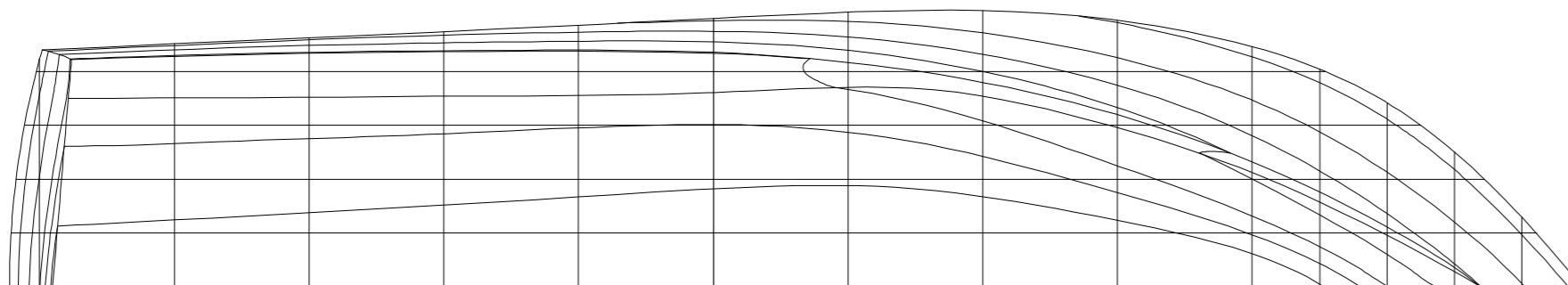
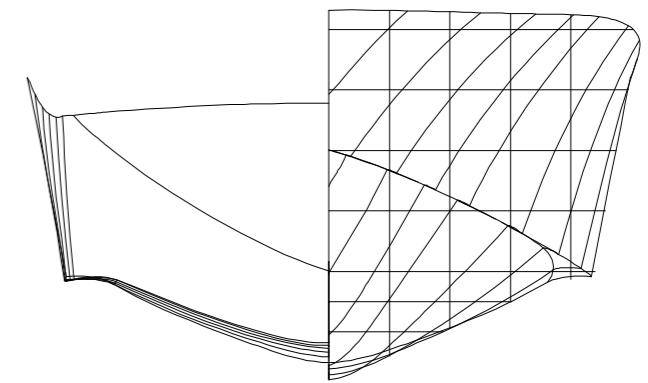
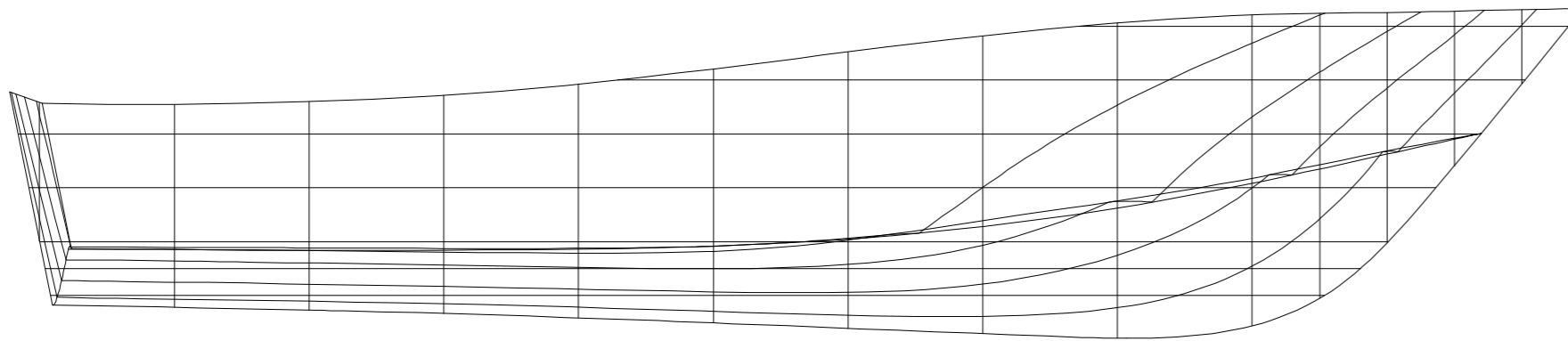
## 2.3 Forma F3



Slika 9-Predložak forme F3



Slika 10-3D prikaz linija forme F3



**Glavne izmjere**

Loa= 11.67 m  
 Lwl= 10.01 m  
 Boa= 4.11 m  
 Bwl= 3.52 m  
 T= 0.72 m  
 H= 2.13 m

Istisnina 8970 kg

	Datum	Ime i prezime	Potpis			
Projektirao		Marin Valerjev		 <b>FSB Zagreb</b>		
Razradio						
Crtao						
Pregledao				Listova	Mjerilo	Str.
Objekt			Objekt br.	1	1:50	28
Forma broda s hidrodinamičkim uzgonom			F3			

Tabela 4-Očitavanja F3

TABELA OČITANJA																								
Forma:		F3																						
Jedinice:		[m]																						
Vodne linije - poluširine																								
Rebro	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Statva-Dno	Vanjski zgib	Unutarnji zgib	Razma	Rebro
	-0.500	-0.400	-0.300	-0.200	-0.100	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000	1.100	1.200	1.400					
0.000							0.265	0.477	0.668	0.845	1.008	1.160	1.301	1.432	1.554	1.662								0.000
1.000		0.497	0.803	1.064	1.303	1.719	1.731	1.742	1.752	1.761	1.769	1.777	1.785	1.792	1.798	1.803					0.000	1.712	1.402	1.805
2.000	0.118	0.550	0.845	1.101	1.336	1.742	1.755	1.767	1.780	1.792	1.805	1.816	1.826	1.835	1.842	1.848					0.000	1.735	1.408	1.849
3.000	0.247	0.608	0.891	1.138	1.368	1.754	1.767	1.781	1.796	1.812	1.827	1.842	1.856	1.869	1.880	1.889					0.000	1.746	1.415	1.895
4.000	0.359	0.669	0.941	1.181	1.393	1.758	1.774	1.790	1.807	1.824	1.841	1.858	1.875	1.891	1.907	1.921	1.934				0.000	1.750	1.421	1.943
5.000	0.454	0.729	0.983	1.206	1.396	1.742	1.761	1.780	1.800	1.819	1.839	1.858	1.878	1.898	1.917	1.937	1.957	1.977			0.000	1.735	1.443	1.993
6.000	0.522	0.753	0.961	1.149	1.317	1.467	1.686	1.710	1.733	1.757	1.781	1.805	1.830	1.856	1.883	1.911	1.941	1.971	2.037		0.000	1.668	1.483	2.040
7.000	0.503	0.670	0.825	0.969	1.105	1.233	1.353	1.543	1.571	1.599	1.630	1.661	1.694	1.728	1.764	1.803	1.844	1.887	1.983		0.000	1.518	1.417	2.052
8.000	0.391	0.496	0.599	0.701	0.801	0.900	0.996	1.089	1.181	1.332	1.370	1.410	1.452	1.496	1.543	1.593	1.645	1.701	1.822		0.000	1.278	1.183	1.979
9.000	0.163	0.246	0.317	0.387	0.457	0.526	0.595	0.664	0.732	0.801	0.961	1.012	1.067	1.124	1.184	1.248	1.315	1.386	1.538		0.000	0.928	0.849	1.784
9.500		0.022	0.106	0.175	0.238	0.299	0.360	0.419	0.478	0.535	0.591	0.739	0.798	0.861	0.928	0.999	1.073	1.152	1.324		0.000	0.704	0.631	1.617
10.000						0.006	0.064	0.126	0.186	0.243	0.298	0.349	0.478	0.544	0.614	0.689	0.768	0.851	1.035		0.000	0.445	0.383	1.367
10.500												0.017	0.080	0.173	0.245	0.320	0.399	0.482	0.663		0.000	0.143	0.114	1.002
11.000																		0.026	0.200		0.000			0.519

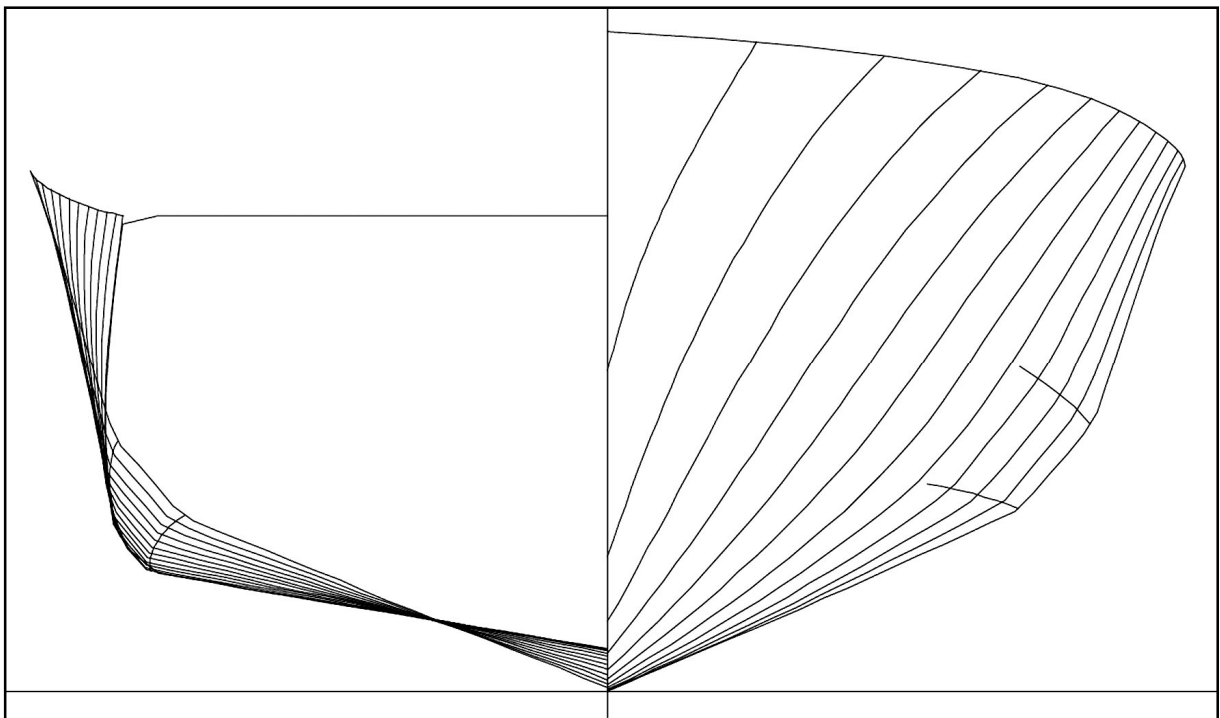
TABELA OČITANJA																			
Forma:		F3																	
Jedinice:		[m]																	
Uzdužnice - visine																			
Rebro	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Statva-Dno	Vanjski zgib	Unutarnji zgib	Razma	Rebro	
	0.200	0.400	0.400	0.600	0.600	0.800	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800							
0.000	0.073	0.162		0.263	0.263	0.374		0.495	0.628	0.775	0.940								0.000
1.000	-0.475		-0.429	-0.368			-0.301	-0.226	-0.143	-0.059	-0.043	0.938	-0.488	-0.060	-0.058		1.020		1.000
2.000	-0.488		-0.443	-0.384			-0.316	-0.241	-0.159	-0.072	-0.047	0.461	-0.509	-0.064	-0.068		1.039		2.000
3.000	-0.509		-0.462	-0.402			-0.334	-0.257	-0.173	-0.086	-0.051	0.325	-0.534	-0.063	-0.079		1.087		3.000
4.000	-0.540		-0.488	-0.423			-0.353	-0.277	-0.192	-0.096	-0.050	0.260	-0.566	-0.057	-0.086		1.170		4.000
5.000	-0.577		-0.519	-0.448			-0.373	-0.293	-0.203	-0.098	-0.034	0.301	-0.604	-0.034	-0.072		1.282		5.000
6.000	-0.613		-0.549	-0.467			-0.378	-0.280	-0.171	-0.046	0.025	0.579	-0.644	0.019	0.011		1.408		6.000
7.000	-0.644		-0.557	-0.443			-0.316	-0.178	-0.026	0.140	0.402	0.993	-0.684	0.111	0.155		1.528		7.000
8.000	-0.649		-0.492	-0.299			-0.101	0.105	0.298	0.575	1.014	1.365	-0.718	0.250	0.302		1.625		8.000
9.000	-0.458		-0.181	0.107			0.399	0.577	0.925	1.219	1.475		-0.626	0.433	0.471		1.684		9.000
9.500	-0.162		0.168	0.515			0.703	1.002	1.258	1.482	1.680		-0.422	0.538	0.571		1.696		9.500
10.000	0.324		0.669	0.880			1.139	1.364	1.559				-0.012	0.649	0.672		1.702		10.000
10.500	0.838		1.101	1.333			1.535	1.709					0.563	0.759	0.767		1.710		10.500
11.000	1.400		1.610										1.170				1.722		11.000

Pramac	x	y	z
Razma	11.448	0	1.727
Zgib	10.7	0	0.803

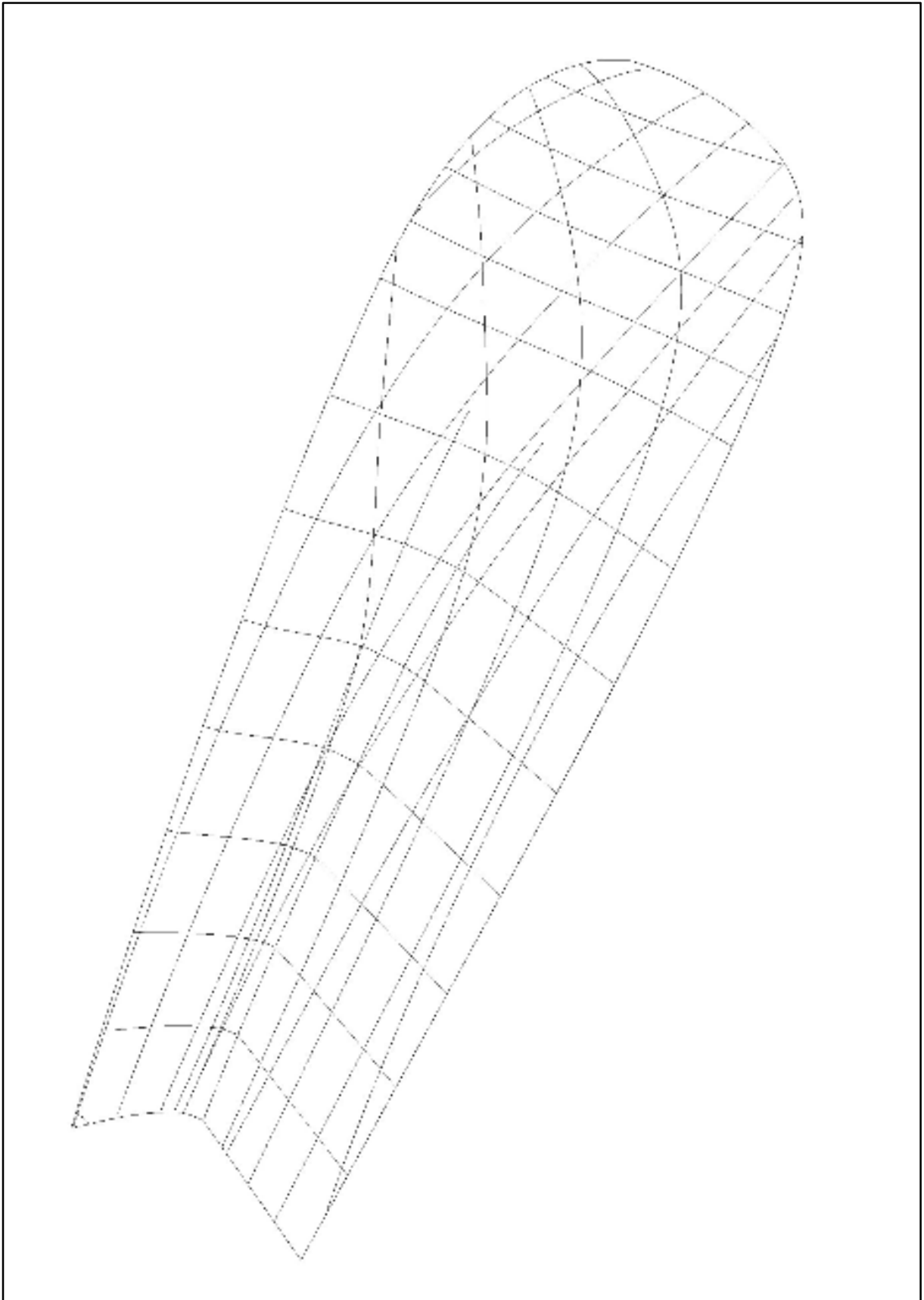
TRANSOM	x	y	z
Simetrala	-0.2283	0	1.113
	0.0962	0	-0.4733
Bok	0.2368	1.6863	-0.052
	0.0191	1.7616	1.0254
unut. zgib	0.2126	1.401	-0.056



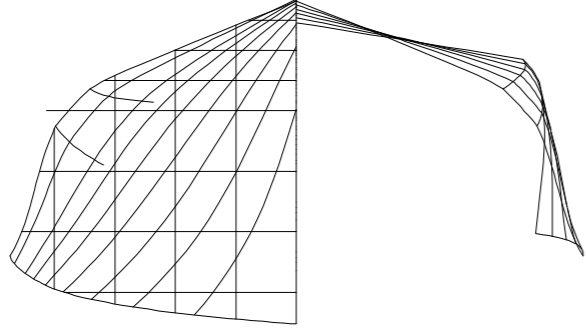
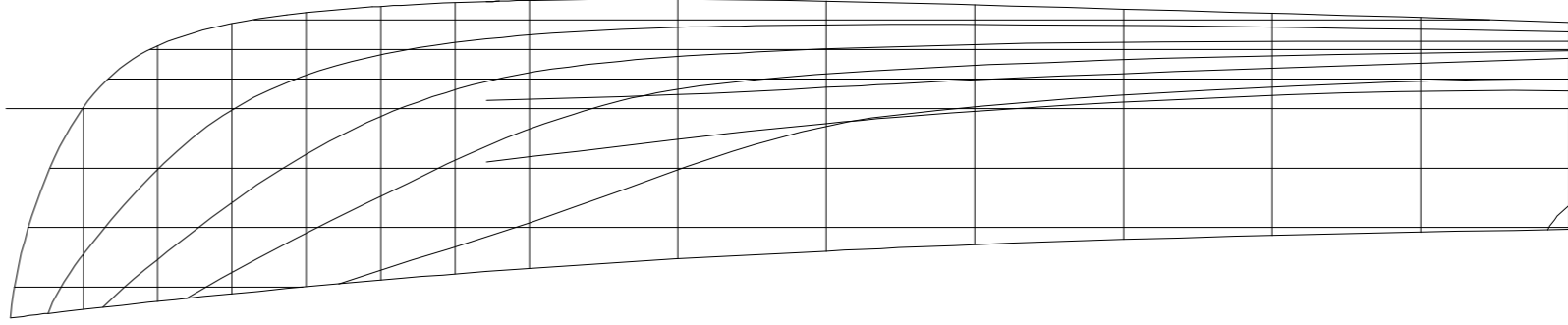
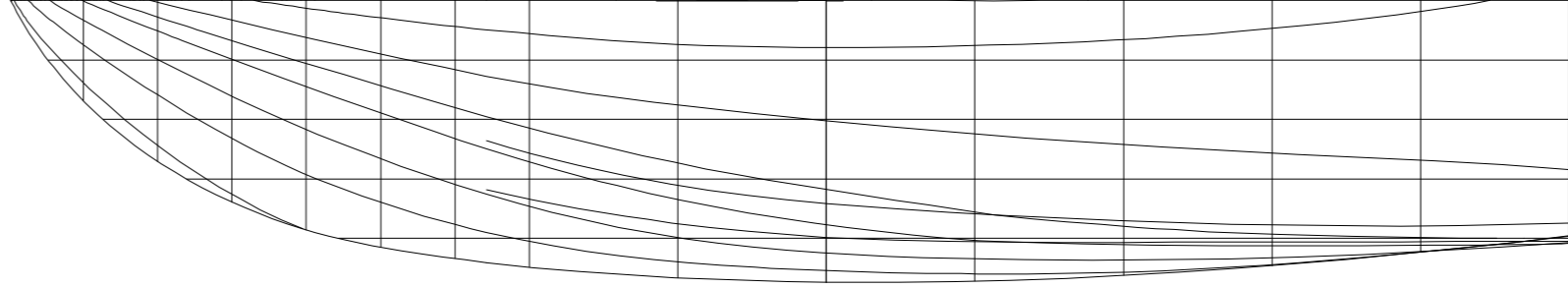
## 2.4 Forma F4



Slika 12-Predložak forme F4



Slika 13-3D prikaz linija forme F4

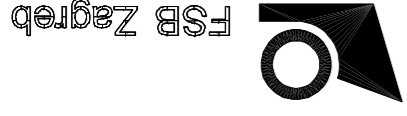


Istisnina 10640 kg

Loa= 10.49 m  
 LWL= 10.01 m  
 Boa= 3.79 m  
 BWL= 3.30 m  
 T= 0.74 m  
 H= 2.15 m

Glavne izmjere

Objekt	Forma broda s hidrodinamičkim uzgonom		
Pregledao			
Crtao			
Razradio			
Projektirao	Ime i prezime	Martin Valerjev	Potpis
Datum			
Objekt br.	Objekt br.	F4	
Listova	1		
Mjerilo	1:50		
Str.	32		



FSB Zagreb

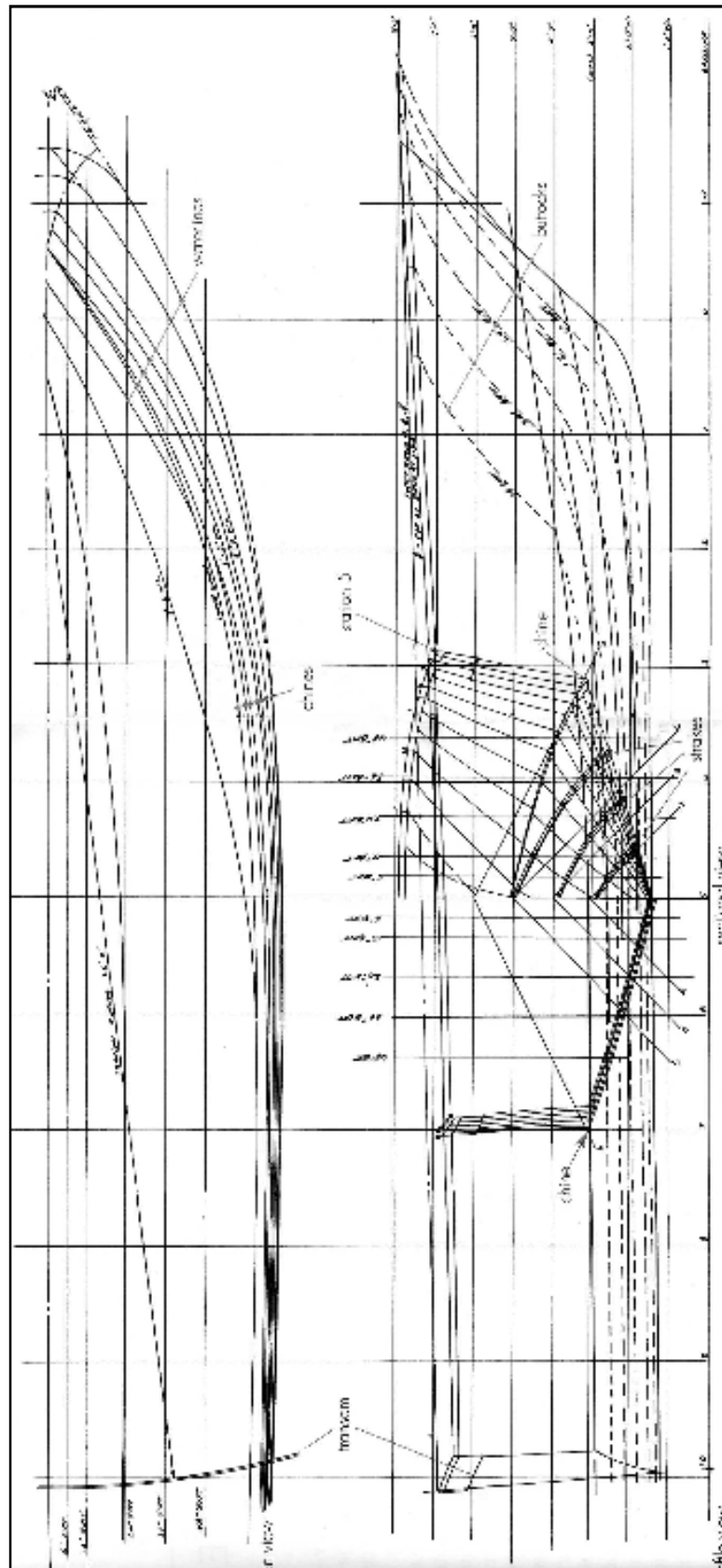
Tabela 5-Očitanja F4

TABLICA OČITANJA																									
Forma: Jedinica		F4 [m]																							
Vodne linije - poluširine																									
Rebro	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Statva-Dno	Vanjski zgib	Unutarnji zgib	Rebro	
	-0.600	-0.500	-0.400	-0.300	-0.200	-0.100	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000	1.100	1.200	1.300	razma				
0.001		0.516	1.136	1.535	1.600	1.624	1.634	1.639	1.640	1.636	1.628	1.618	1.606	1.594	1.584						1.583	0.000	1.620	1.497	0.001
1.000	0.075	0.580	1.075	1.524	1.594	1.626	1.648	1.664	1.676	1.684	1.689	1.691	1.691	1.691	1.692						1.694	0.000	1.621	1.515	1.000
2.000	0.188	0.612	1.025	1.419	1.572	1.620	1.651	1.676	1.698	1.715	1.730	1.742	1.753	1.764	1.776						1.784	0.000	1.623	1.510	2.000
3.000	0.264	0.621	0.969	1.300	1.518	1.595	1.642	1.674	1.702	1.725	1.746	1.765	1.784	1.803	1.826						1.849	0.000	1.626	1.482	3.000
4.000	0.303	0.605	0.898	1.178	1.422	1.525	1.612	1.656	1.688	1.715	1.738	1.760	1.782	1.807	1.838	1.880					1.887	0.000	1.624	1.434	4.000
5.000	0.317	0.563	0.807	1.051	1.271	1.413	1.507	1.593	1.634	1.669	1.699	1.726	1.752	1.782	1.817	1.862					1.893	0.000	1.592	1.366	5.000
6.000	0.294	0.499	0.702	0.903	1.093	1.239	1.338	1.421	1.497	1.549	1.595	1.636	1.676	1.716	1.759	1.806	1.859				1.865	0.000	1.501	1.243	6.000
7.000	0.223	0.396	0.562	0.717	0.858	0.983	1.085	1.170	1.249	1.320	1.383	1.443	1.502	1.560	1.621	1.682	1.745				1.793	0.000	1.335	1.025	7.000
7.500	0.176	0.324	0.465	0.597	0.720	0.830	0.928	1.016	1.095	1.168	1.236	1.302	1.368	1.436	1.507	1.579	1.653	1.727			1.736	0.000			7.500
8.000	0.115	0.240	0.358	0.469	0.572	0.667	0.756	0.839	0.917	0.992	1.064	1.135	1.207	1.280	1.357	1.438	1.523	1.612			1.660	0.000			8.000
8.500	0.051	0.153	0.249	0.339	0.423	0.503	0.579	0.653	0.725	0.797	0.868	0.940	1.014	1.090	1.170	1.255	1.345	1.441			1.542	0.000			8.500
9.000		0.058	0.132	0.203	0.270	0.334	0.396	0.457	0.518	0.580	0.644	0.709	0.778	0.851	0.929	1.011	1.101	1.198	1.304		1.356	0.000			9.000
9.500			0.013	0.063	0.111	0.158	0.205	0.251	0.298	0.346	0.396	0.449	0.506	0.568	0.635	0.708	0.788	0.877	0.976		1.082	0.000			9.500
10.000							0.004	0.035	0.066	0.098	0.132	0.168	0.207	0.250	0.299	0.353	0.414	0.480	0.552	0.631	0.674	0.000			10.000

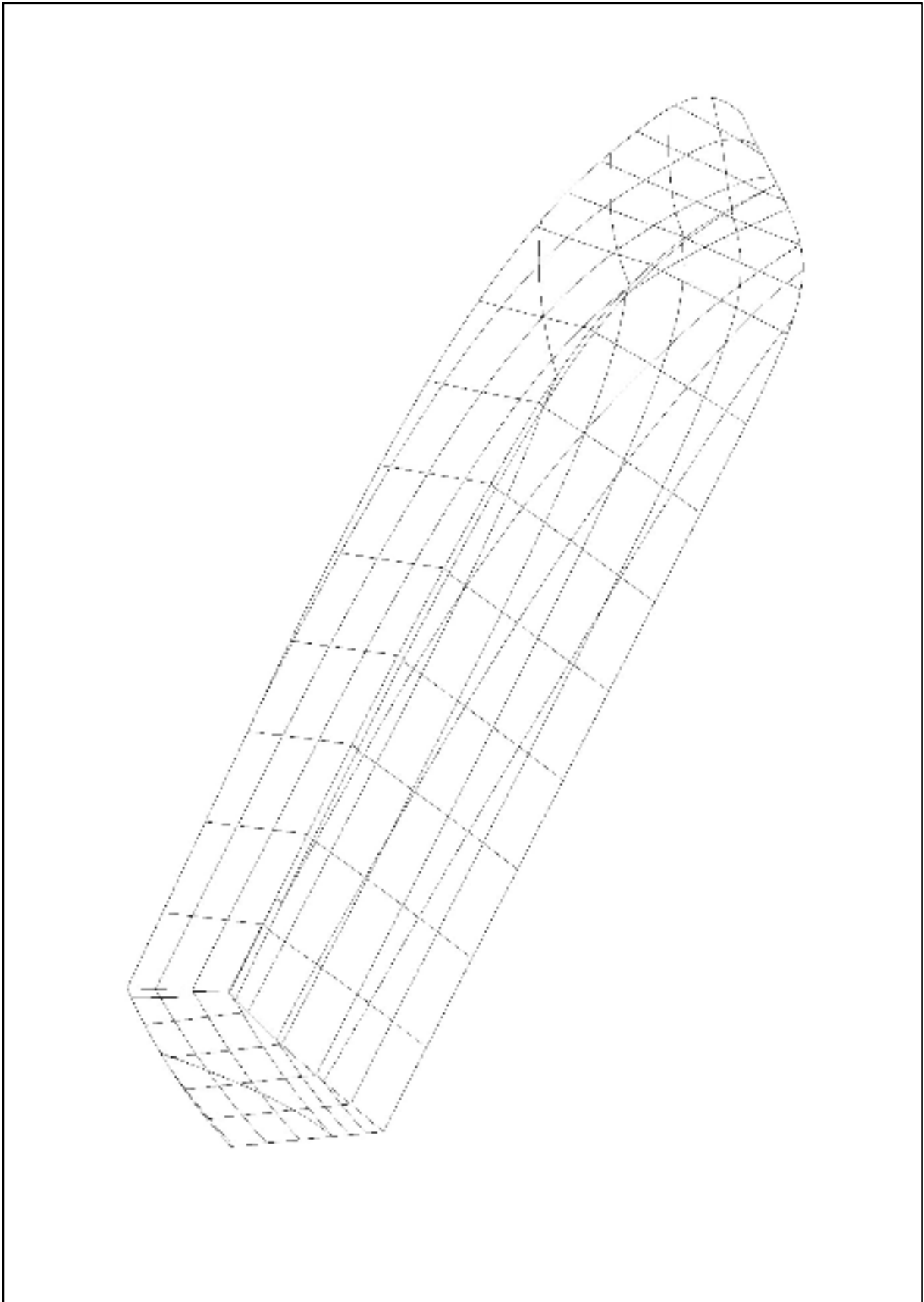
TABLICA OČITANJA														
Forma: Jedinica		F4 [m]												
Uzdužnice - visine														
Rebro	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Statva-Dno	Vanjski zgib	Unutarnji zgib	Rebro
	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	razma				
0.001	-0.551	-0.519	-0.486	-0.454	-0.422	-0.390	-0.357	-0.201		0.813	-0.583	-0.122	-0.342	0.001
1.000	-0.576	-0.536	-0.496	-0.456	-0.415	-0.374	-0.333	-0.186		0.830	-0.614	-0.119	-0.309	1.000
2.000	-0.597	-0.550	-0.503	-0.455	-0.406	-0.357	-0.305	-0.147		0.852	-0.644	-0.091	-0.275	2.000
3.000	-0.618	-0.562	-0.506	-0.449	-0.391	-0.331	-0.267	-0.092	0.684	0.880	-0.672	-0.044	-0.237	3.000
4.000	-0.634	-0.568	-0.502	-0.434	-0.364	-0.292	-0.210	-0.015	0.675	0.914	-0.699	0.017	-0.194	4.000
5.000	-0.647	-0.566	-0.485	-0.403	-0.321	-0.235	-0.113	0.117	0.755	0.958	-0.724	0.099	-0.144	5.000
6.000	-0.645	-0.548	-0.450	-0.351	-0.251	-0.132	0.074	0.411	0.888	1.010	-0.739	0.206	-0.096	6.000
7.000	-0.613	-0.497	-0.376	-0.243	-0.085	0.137	0.428	0.766		1.075	-0.730	0.324	-0.063	7.000
7.500	-0.584	-0.446	-0.298	-0.128	0.081	0.347	0.647	0.928		1.112	-0.714			7.500
8.000	-0.532	-0.363	-0.171	0.052	0.311	0.591	0.853	1.087		1.153	-0.690			8.000
8.500	-0.452	-0.228	0.028	0.305	0.581	0.836	1.058			1.198	-0.648			8.500
9.000	-0.304	0.006	0.332	0.630	0.887	1.102				1.246	-0.574			9.000
9.500	-0.011	0.407	0.749	1.014	1.223					1.296	-0.426			9.500
10.000	0.583	0.978	1.262							1.350	-0.012			10.000

Pramac	x	y	z
Razma	10.49	0	1.409
Vanjski z.	7.288	1.274	0.358
Unut. z.	7.288	0.944	-0.056

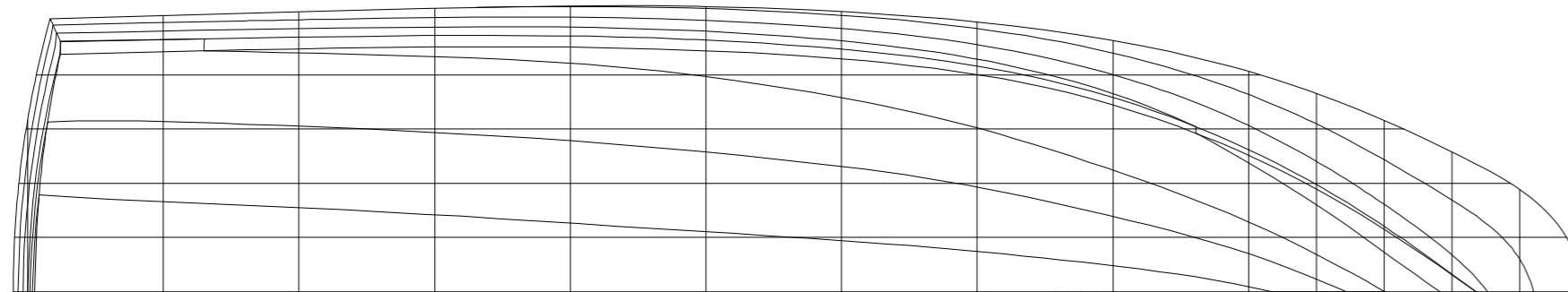
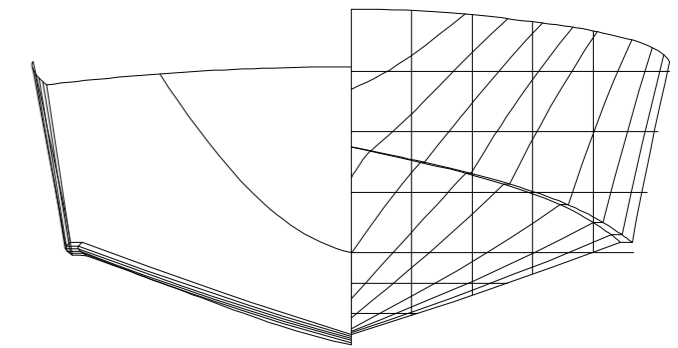
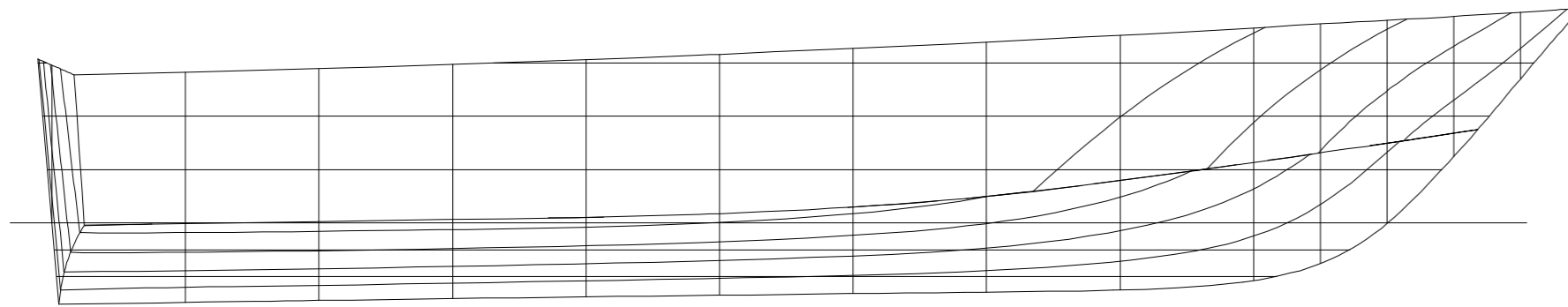
## 2.5 Forma F5



Slika 15-Predložak forme F5



Slika 16-3D prikaz linija forme F5



**Glavne izmjere**

Loa= 11.56 m  
 Lwl= 10.00 m  
 Boa= 4.22 m  
 Bwl= 3.73 m  
 T= 0.61 m  
 H= 2.22 m

Istisnina 7800 kg

	Datum	Ime i prezime	Potpis			
Projektirao		Marin Valerjev		 <b>FSB Zagreb</b>		
Razradio						
Crtao						
Pregledao				Listova	Mjerilo	Str.
Objekt	Forma broda s hidrodinamičkim uzgonom			Objekt br.		
				1	1:50	36

Tabela 6-Očitanja F5

TABLICA OČITANJA																					
Forma		F5																			
Jedinice:		[m]																			
Vodne linije - poluširine																					
Rebro	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Statva dno	Razma	Vanjski zgib	Unutarnji zgib	Rebro
	-0.500	-0.400	-0.300	-0.200	-0.100	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.900	1.100	1.300					
0.000						0.000	0.264	0.425	0.550	0.657	0.752	0.840	0.921	1.072	1.211						0.000
1.000	0.337	0.664	0.969	1.255	1.526	1.861	1.877	1.892	1.908	1.924	1.940	1.955	1.971	2.003	2.035		0.000	2.040	1.860	1.772	1.000
2.000	0.287	0.620	0.930	1.222	1.499	1.763	1.893	1.909	1.925	1.941	1.958	1.974	1.990	2.023	2.056		0.000	2.066	1.878	1.792	2.000
3.000	0.236	0.568	0.879	1.175	1.460	1.735	1.903	1.920	1.937	1.954	1.971	1.989	2.006	2.040	2.075		0.000	2.091	1.890	1.805	3.000
4.000	0.182	0.506	0.815	1.114	1.403	1.686	1.898	1.916	1.934	1.953	1.971	1.990	2.008	2.046	2.085		0.000	2.109	1.887	1.805	4.000
5.000	0.132	0.442	0.741	1.032	1.314	1.588	1.863	1.882	1.902	1.922	1.943	1.963	1.984	2.026	2.068		0.000	2.105	1.857	1.778	5.000
6.000	0.088	0.377	0.656	0.925	1.183	1.432	1.672	1.807	1.829	1.851	1.874	1.896	1.919	1.967	2.015	2.065	0.000	2.067	1.790	1.718	6.000
7.000	0.047	0.297	0.540	0.773	0.996	1.209	1.412	1.666	1.691	1.717	1.743	1.769	1.797	1.853	1.912	1.974	0.000	1.992	1.666	1.602	7.000
8.000	0.005	0.191	0.376	0.555	0.729	0.897	1.057	1.209	1.354	1.461	1.495	1.530	1.566	1.641	1.720	1.806	0.000	1.854	1.434	1.379	8.000
9.000		0.038	0.160	0.280	0.399	0.515	0.629	0.740	0.847	0.952	1.070	1.121	1.172	1.280	1.396	1.519	0.000	1.626	1.048	1.007	9.000
9.500			0.004	0.094	0.184	0.275	0.366	0.457	0.549	0.641	0.733	0.836	0.898	1.027	1.165	1.313	0.000	1.464	0.790	0.756	9.500
10.000						0.002	0.071	0.142	0.215	0.292	0.373	0.483	0.564	0.726	0.889	1.060	0.000	1.264	0.482	0.459	10.000
10.500											0.001	0.066	0.160	0.379	0.579	0.774	0.000	1.032	0.130	0.124	10.500
11.000															0.042	0.391	0.000	0.754			11.000

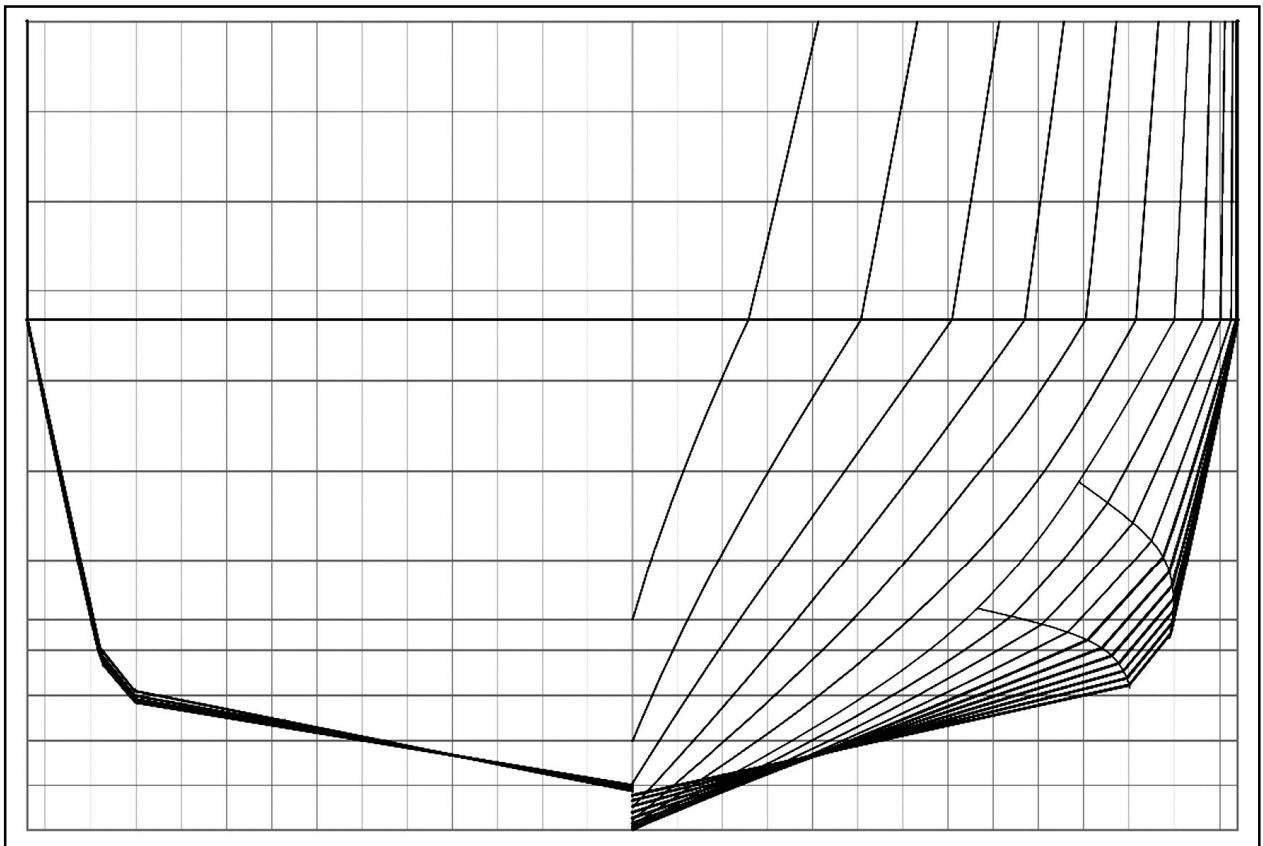
TABLICA OČITANJA															
Forma		F5													
Jedinice:		[m]													
Uzdužnice - visine															
Rebro	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Statva dno	Razma	Vanjski zgib	Unutarnji zgib	Rebro
	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000					
0.000	0.069	0.183	0.345	0.554	0.803	1.084									0.000
1.000	-0.540	-0.481	-0.420	-0.356	-0.289	-0.220	-0.147	-0.072	-0.005	0.881	-0.595	1.130	-0.005	-0.005	1.000
2.000	-0.525	-0.467	-0.406	-0.343	-0.276	-0.208	-0.136	-0.062	0.011	0.758	-0.580	1.158	0.011	0.011	2.000
3.000	-0.510	-0.451	-0.390	-0.326	-0.260	-0.191	-0.121	-0.049	0.024	0.666	-0.567	1.190	0.026	0.026	3.000
4.000	-0.494	-0.433	-0.370	-0.305	-0.238	-0.170	-0.101	-0.031	0.041	0.655	-0.554	1.225	0.043	0.043	4.000
5.000	-0.478	-0.414	-0.348	-0.280	-0.211	-0.141	-0.069	0.004	0.071	0.778	-0.541	1.265	0.071	0.071	5.000
6.000	-0.462	-0.392	-0.320	-0.247	-0.171	-0.093	-0.013	0.070	0.166	1.039	-0.530	1.308	0.120	0.120	6.000
7.000	-0.439	-0.358	-0.275	-0.188	-0.098	-0.004	0.094	0.198	0.712		-0.518	1.356	0.199	0.199	7.000
8.000	-0.395	-0.287	-0.175	-0.058	0.064	0.194	0.318	0.793	1.287		-0.502	1.407	0.318	0.318	8.000
9.000	-0.267	-0.099	0.074	0.256	0.448	0.753	1.107	1.425			-0.431	1.463	0.454	0.454	9.000
9.500	-0.082	0.138	0.356	0.542	0.859	1.148	1.412				-0.305	1.491	0.526	0.526	9.500
10.000	0.280	0.531	0.745	0.992	1.231	1.453					-0.003	1.519	0.599	0.598	10.000
10.500	0.735	0.921	1.121	1.326	1.519						0.498	1.548	0.673	0.672	10.500
11.000	1.179	1.306	1.458								1.082	1.580			11.000

Pramac	x	y	z
Razma	11.454	0	1.609
Zgib	10.678	0	0.699

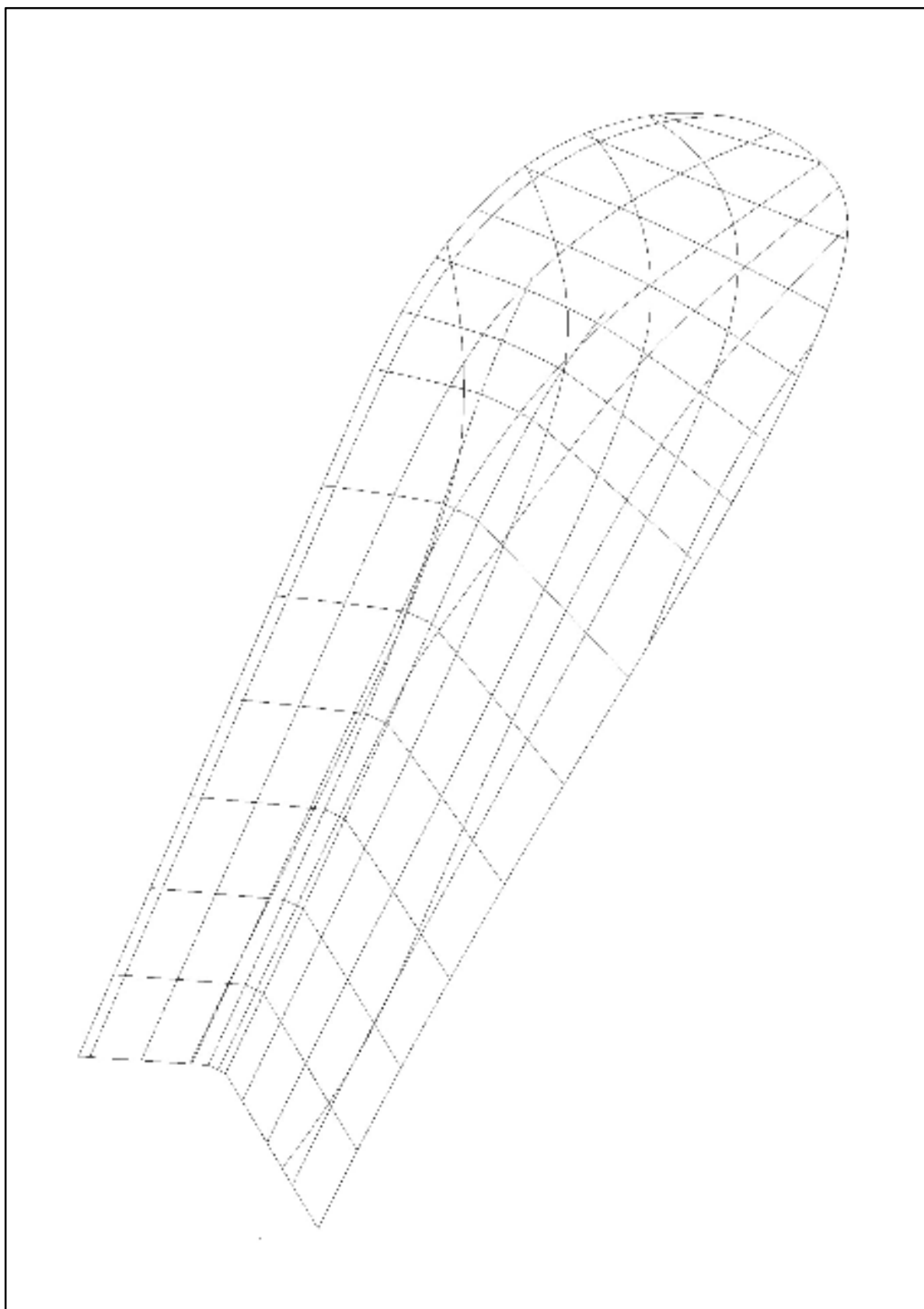
TRANSOM	x	y	z
Simetrala	-0.107	0	1.2295
	0.05298	0	-0.609
Bok	0.2413	1.8451	-0.0169
	0.1674	2.014	1.1102
unut. zgib	0.2412	1.7502	-0.0184



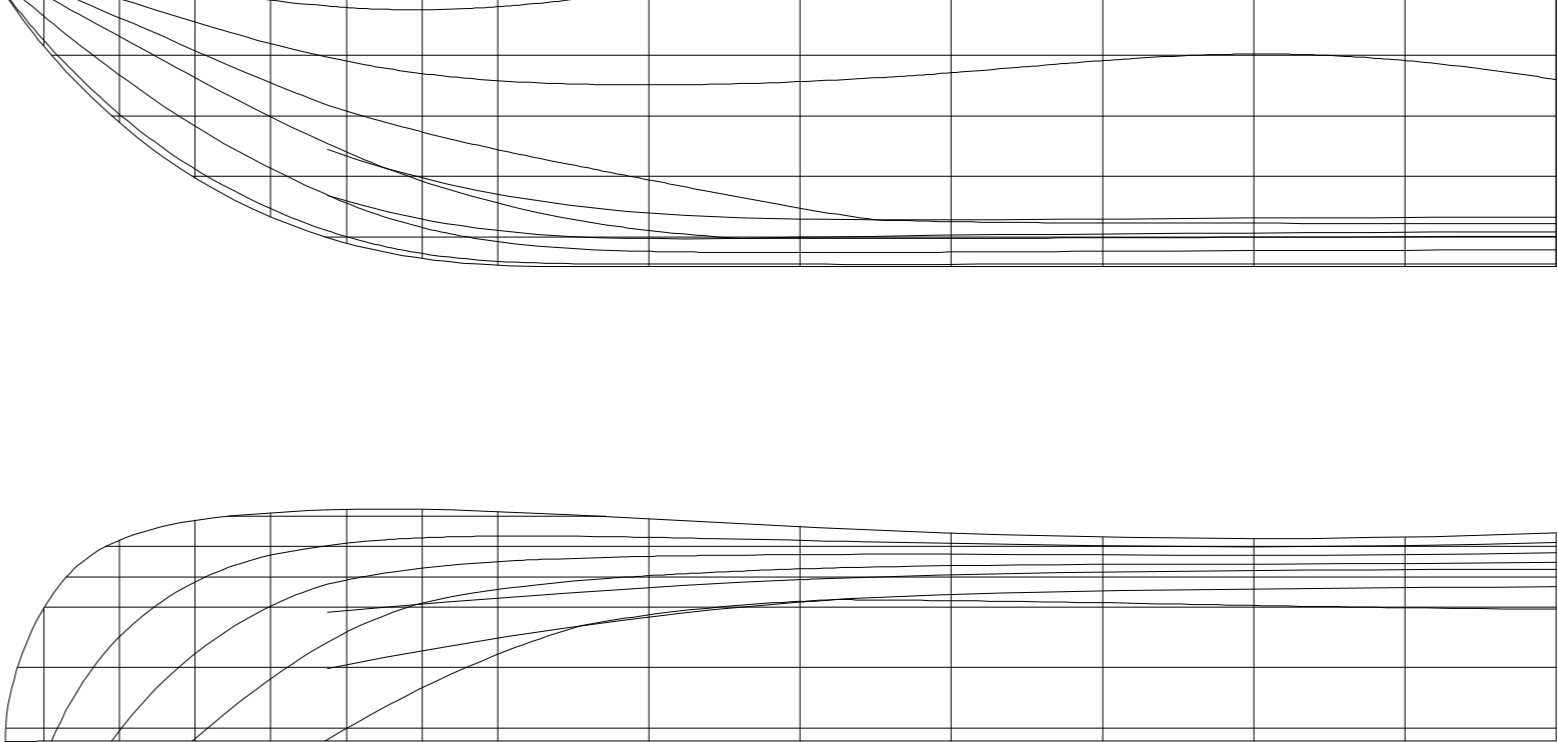
## 2.6 Forma F6



Slika 18-Predložak forme F6



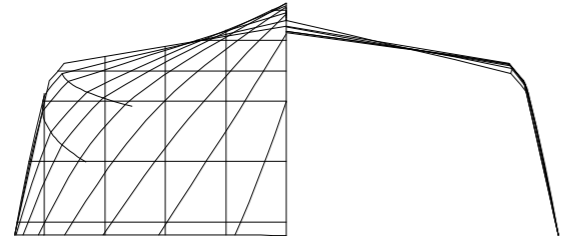
Slika 19-3D prikaz linija forme F6



Glavne izmjere

Loa= 10.25 m  
 Lwl= 10.00 m  
 Boa= 3.60 m  
 Bwl= 3.22 m  
 T= 0.65 m  
 H= 1.54 m

Istisnina 9260 kg



Objekt	Forma broda s hidrodinamičkim uzgonom	
Pregledao		
Crtao		
Razradio		
Projektirao	Martin Valerjev	
Datum	Ime i prezime	Potpis
Objekt br.	F6	
Listova	1	
Mjerilo	1:50	
Str.	40	



FSB Zagreb

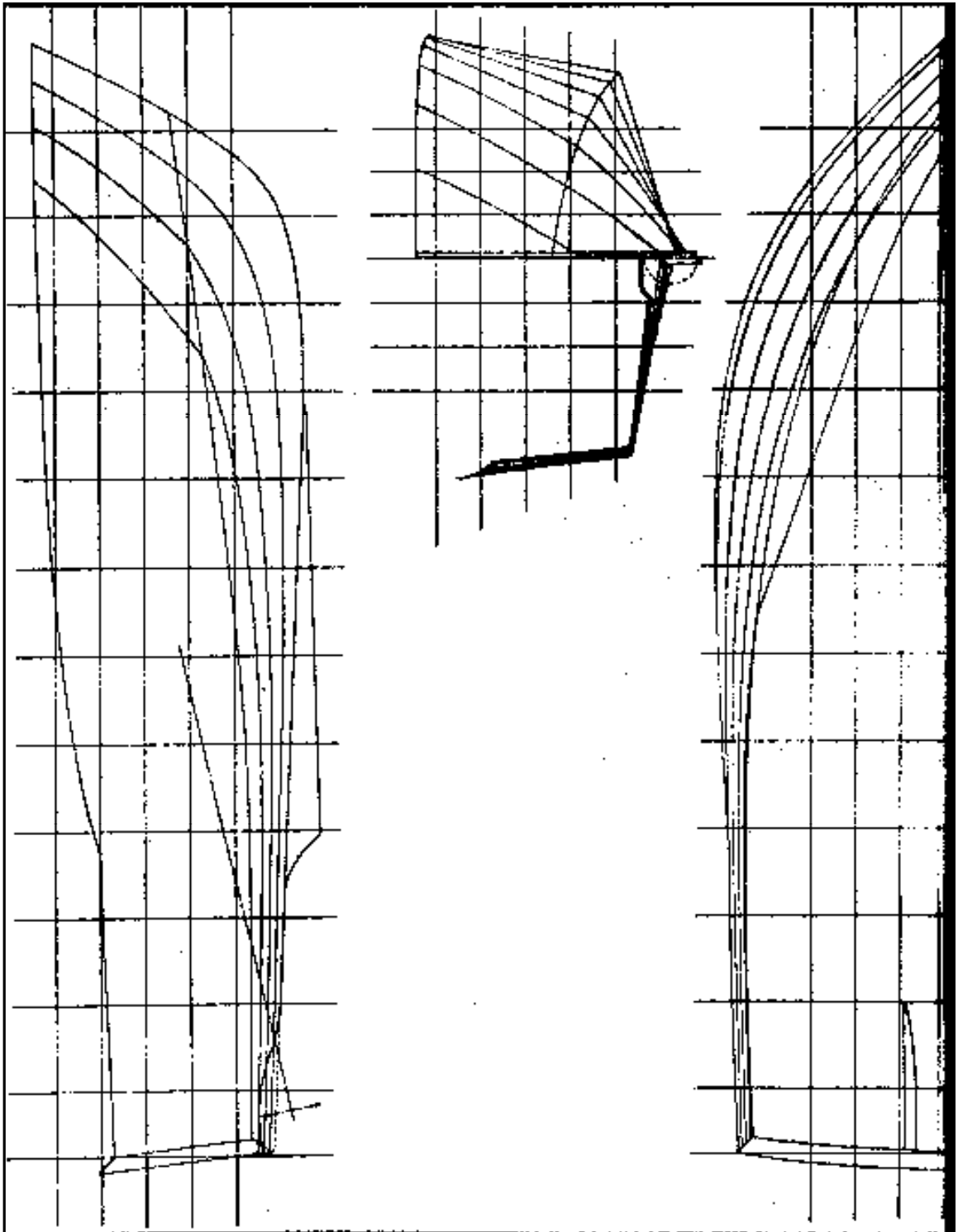
Tabela 7-Očitanja F6

TABLICA OČITANJA																					
Forma:		F6																			
Jedinice:		[m]																			
Vodna linija - poluširine																					
Rebro.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Statva-Dno	razma	Vanjski zgib	Unutanji zgib	Rebro.
	-0.600	-0.500	-0.400	-0.300	-0.200	-0.100	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800						
0.000			0.560	1.163	1.512	1.574	1.597	1.619	1.642	1.665	1.687	1.710	1.733	1.755	1.778	0.000	1.797	1.567	1.471	0.000	0.000
1.000			0.435	1.120	1.511	1.576	1.599	1.622	1.644	1.667	1.689	1.711	1.734	1.756	1.778	0.000	1.797	1.570	1.473	0.000	0.000
2.000			0.392	1.100	1.511	1.580	1.602	1.625	1.648	1.670	1.692	1.714	1.736	1.757	1.779	0.000	1.797	1.575	1.476	0.000	0.000
3.000			0.435	1.092	1.509	1.583	1.607	1.630	1.652	1.674	1.696	1.717	1.738	1.759	1.779	0.000	1.797	1.581	1.482	0.000	0.000
4.000			0.515	1.068	1.500	1.578	1.610	1.634	1.657	1.679	1.701	1.722	1.742	1.762	1.782	0.000	1.798	1.590	1.488	0.000	0.000
5.000		0.143	0.574	1.001	1.412	1.552	1.612	1.637	1.660	1.682	1.704	1.724	1.744	1.763	1.781	0.000	1.796	1.604	1.484	0.000	0.000
6.000		0.276	0.595	0.911	1.223	1.470	1.558	1.621	1.648	1.673	1.697	1.719	1.740	1.760	1.780	0.000	1.796	1.612	1.443	0.000	0.000
7.000	0.079	0.326	0.567	0.801	1.024	1.235	1.378	1.469	1.553	1.595	1.632	1.667	1.700	1.732	1.762	0.000	1.787	1.558	1.318	0.000	0.000
7.500	0.099	0.312	0.520	0.719	0.907	1.081	1.232	1.328	1.414	1.489	1.538	1.585	1.628	1.670	1.710	0.000	1.743	1.483	1.211	0.000	0.000
8.000	0.084	0.264	0.439	0.608	0.768	0.912	1.039	1.142	1.229	1.307	1.377	1.438	1.494	1.548	1.599	0.000	1.641	1.364	1.065	0.000	0.000
8.500	0.036	0.183	0.323	0.457	0.583	0.701	0.808	0.904	0.991	1.072	1.147	1.218	1.286	1.351	1.414	0.000	1.468			0.000	0.000
9.000		0.078	0.180	0.277	0.370	0.460	0.548	0.632	0.714	0.793	0.870	0.943	1.015	1.084	1.152	0.000	1.211			0.000	0.000
9.500			0.027	0.090	0.152	0.214	0.276	0.339	0.403	0.466	0.531	0.595	0.660	0.725	0.790	0.000	0.846			0.000	0.000
10.000								0.033	0.068	0.104	0.142	0.181	0.220	0.261	0.303	0.000	0.341			0.000	0.000

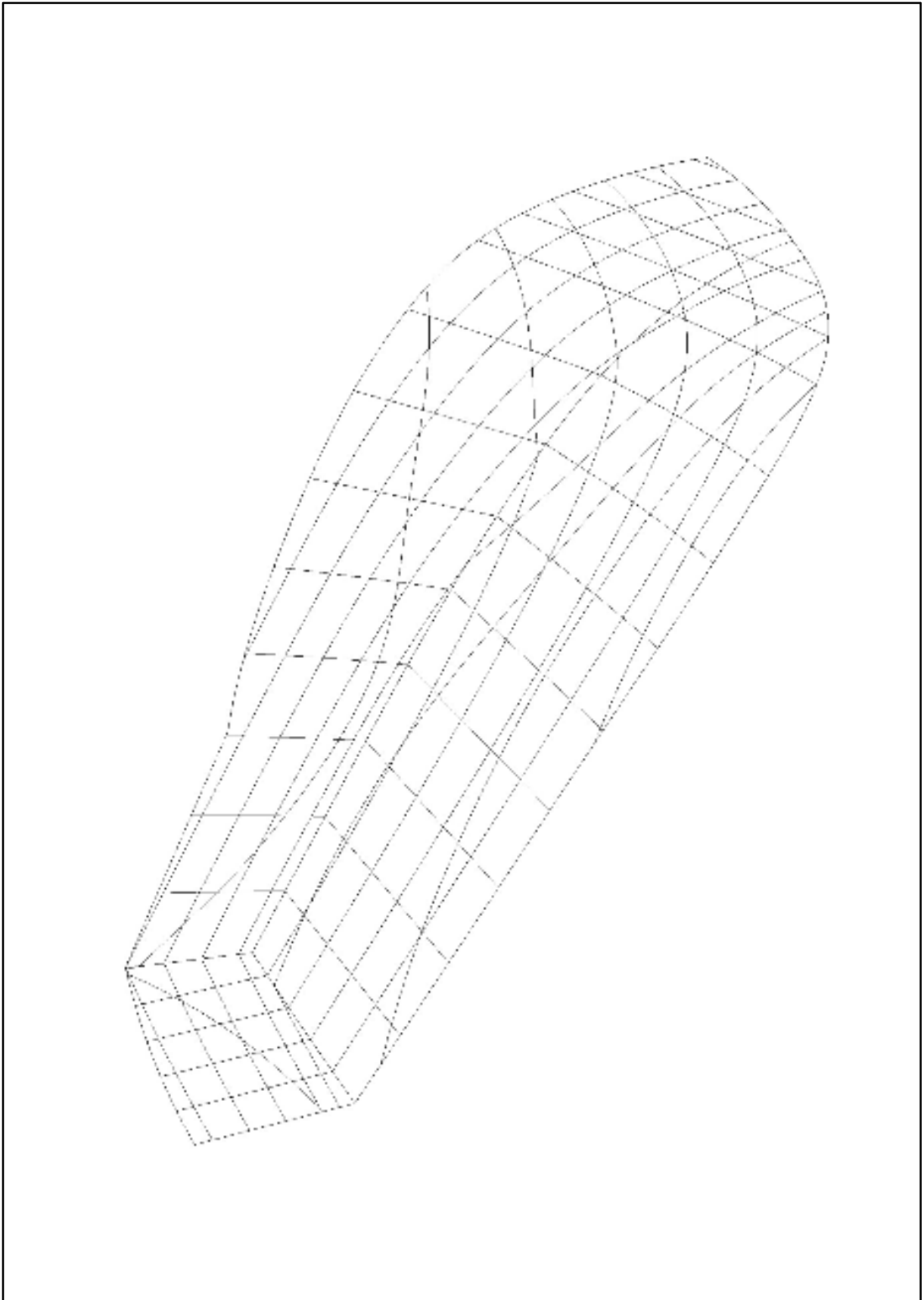
TABLICA OČITANJA														
Forma:		F6												
Jedinice:		[m]												
Uzdužnice - visine														
Rebro.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Statva-Dno	razma	Vanjski zgib	Unutanji zgib	Rebro.
	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600						
0.000	-0.460	-0.427	-0.393	-0.360	-0.327	-0.294	-0.261	0.014	-0.493	0.887	-0.133	-0.249	0.000	0.000
1.000	-0.434	-0.405	-0.376	-0.347	-0.318	-0.288	-0.258	0.005	-0.463	0.887	-0.128	-0.247	0.000	0.000
2.000	-0.426	-0.399	-0.371	-0.343	-0.315	-0.285	-0.254	-0.011	-0.453	0.887	-0.120	-0.241	0.000	0.000
3.000	-0.434	-0.405	-0.376	-0.346	-0.315	-0.282	-0.247	-0.029	-0.463	0.887	-0.107	-0.231	0.000	0.000
4.000	-0.455	-0.420	-0.385	-0.349	-0.313	-0.274	-0.233	-0.042	-0.490	0.887	-0.085	-0.214	0.000	0.000
5.000	-0.487	-0.440	-0.394	-0.347	-0.300	-0.252	-0.203	-0.038	-0.533	0.887	-0.033	-0.182	0.000	0.000
6.000	-0.524	-0.461	-0.398	-0.335	-0.272	-0.207	-0.143	0.051	-0.585	0.887	0.066	-0.129	0.000	0.000
7.000	-0.551	-0.469	-0.386	-0.300	-0.211	-0.117	0.024	0.313	-0.632	0.887	0.207	-0.059	0.000	0.000
7.500	-0.553	-0.458	-0.360	-0.258	-0.147	-0.027	0.183	0.534	-0.646	0.887	0.289	-0.020	0.000	0.000
8.000	-0.536	-0.422	-0.305	-0.179	-0.032	0.165	0.437	0.803	-0.646	0.887	0.380	0.022	0.000	0.000
8.500	-0.488	-0.343	-0.186	-0.008	0.210	0.474	0.777		-0.623	0.887			0.000	0.000
9.000	-0.379	-0.167	0.061	0.309	0.579	0.871			-0.573	0.887			0.000	0.000
9.500	-0.122	0.196	0.507	0.816					-0.444	0.887			0.000	0.000
10.000	0.549								0.003	0.887			0.000	0.000

Pramac	x	y	z
Razma	10.253	0	0.887
V. Zgib	8.125	1.327	0.405
U. Zgib	8.125	1.021	0.034

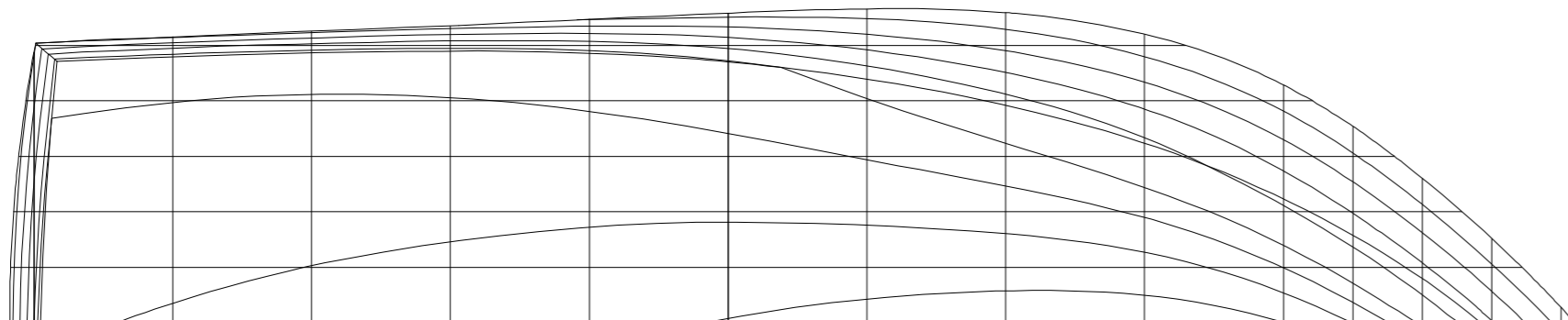
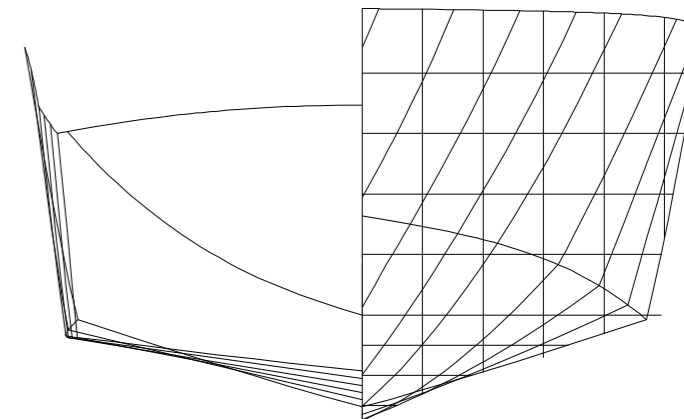
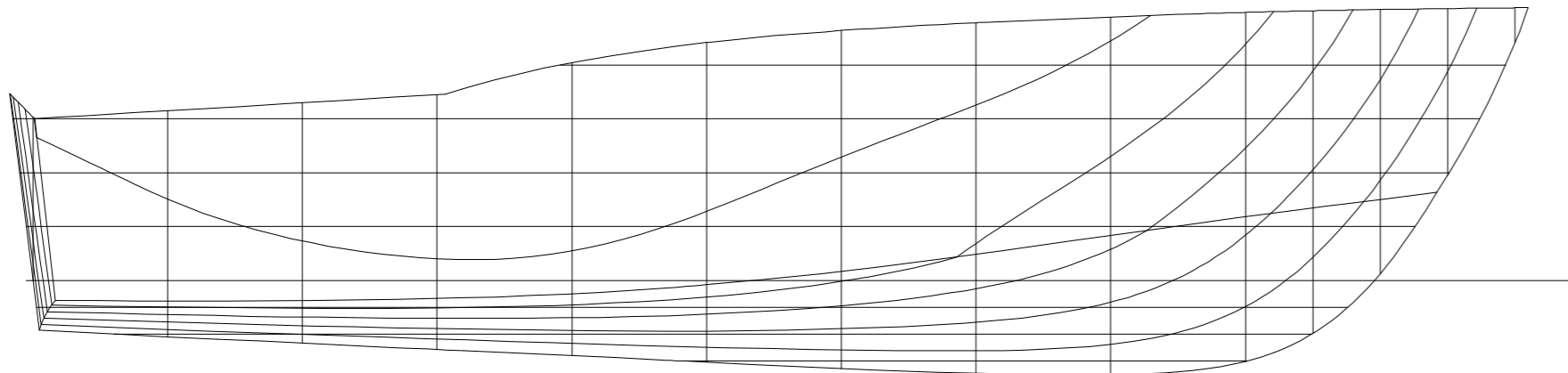
## 2.7 Forma F7



Slika 21-Predložak forme F7



Slika 22-3D prikaz linija forme F7



**Glavne izmjere**

Loa= 11.27 m  
 Lwl= 9.96 m  
 Boa= 4.53 m  
 Bwl= 3.95 m  
 T= 0.70 m  
 H= 2.73 m

Istisnina 10000 kg


	Datum	Ime i prezime	Potpis			
Projektirao		Marin Valerjev		 <b>FSB Zagreb</b>		
Razradio						
Crtao						
Pregledao				Listova	Mjerilo	Str.
Objekt	Forma broda s hidrodinamičkim uzgonom		Objekt br. F7	1	1:50	44

Tabela 8-Očitanja F7

TABLICA OČITANJA																											
Forma Jedinice		F7 [m]																									
Vodne linije - poluširine																											
Rebro	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Statva dno	Razma	Zgib	Rebro			
	-0.500	-0.400	-0.300	-0.200	-0.100	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400							
0.000						0.000	0.322	0.583	0.799	0.983	1.144	1.289	1.420	1.540	1.651	1.754	1.849	1.938						0.000			
1.000		0.140	0.867	1.587	1.924	1.937	1.948	1.959	1.970	1.980	1.990	2.000	2.009	2.018	2.027	2.037	2.046	2.055						0.000	2.061	1.917	1.000
2.000		0.410	1.030	1.647	1.952	1.965	1.977	1.989	2.001	2.012	2.023	2.033	2.043	2.053	2.063	2.072	2.082	2.091	2.100					0.000	2.102	1.945	2.000
3.000	0.069	0.584	1.102	1.623	1.964	1.978	1.992	2.005	2.019	2.031	2.043	2.055	2.067	2.078	2.089	2.100	2.110	2.121	2.131					0.000	2.139	1.958	3.000
4.000	0.260	0.688	1.108	1.524	1.940	1.962	1.980	1.997	2.013	2.029	2.044	2.058	2.073	2.086	2.100	2.112	2.125	2.138	2.150	2.162				0.000	2.188	1.944	4.000
5.000	0.387	0.724	1.048	1.364	1.675	1.889	1.911	1.934	1.956	1.977	1.997	2.018	2.038	2.057	2.076	2.095	2.113	2.131	2.149	2.167				0.000	2.232	1.881	5.000
6.000	0.447	0.702	0.943	1.174	1.398	1.616	1.767	1.795	1.823	1.852	1.881	1.910	1.938	1.967	1.995	2.024	2.052	2.080	2.109	2.137				0.000	2.263	1.757	6.000
7.000	0.448	0.642	0.820	0.986	1.142	1.292	1.437	1.571	1.610	1.649	1.687	1.726	1.765	1.804	1.843	1.882	1.921	1.960	1.999	2.038				0.000	2.236	1.568	7.000
8.000	0.363	0.508	0.638	0.758	0.870	0.975	1.075	1.171	1.263	1.331	1.386	1.439	1.490	1.540	1.590	1.638	1.686	1.734	1.780	1.827				0.000	2.080	1.294	8.000
9.000	0.113	0.214	0.308	0.396	0.479	0.558	0.634	0.707	0.777	0.844	0.910	0.974	1.035	1.095	1.153	1.210	1.265	1.319	1.372	1.424				0.000	1.714	0.892	9.000
9.500			0.072	0.145	0.216	0.285	0.353	0.419	0.483	0.546	0.607	0.668	0.729	0.789	0.847	0.904	0.960	1.015	1.069	1.121				0.000	1.416	0.630	9.500
10.000							0.027	0.084	0.141	0.200	0.258	0.317	0.374	0.431	0.486	0.541	0.595	0.648	0.701	0.752				0.000	1.042	0.317	10.000
10.500														0.012	0.069	0.123	0.176	0.227	0.277	0.327				0.000	0.607		10.500

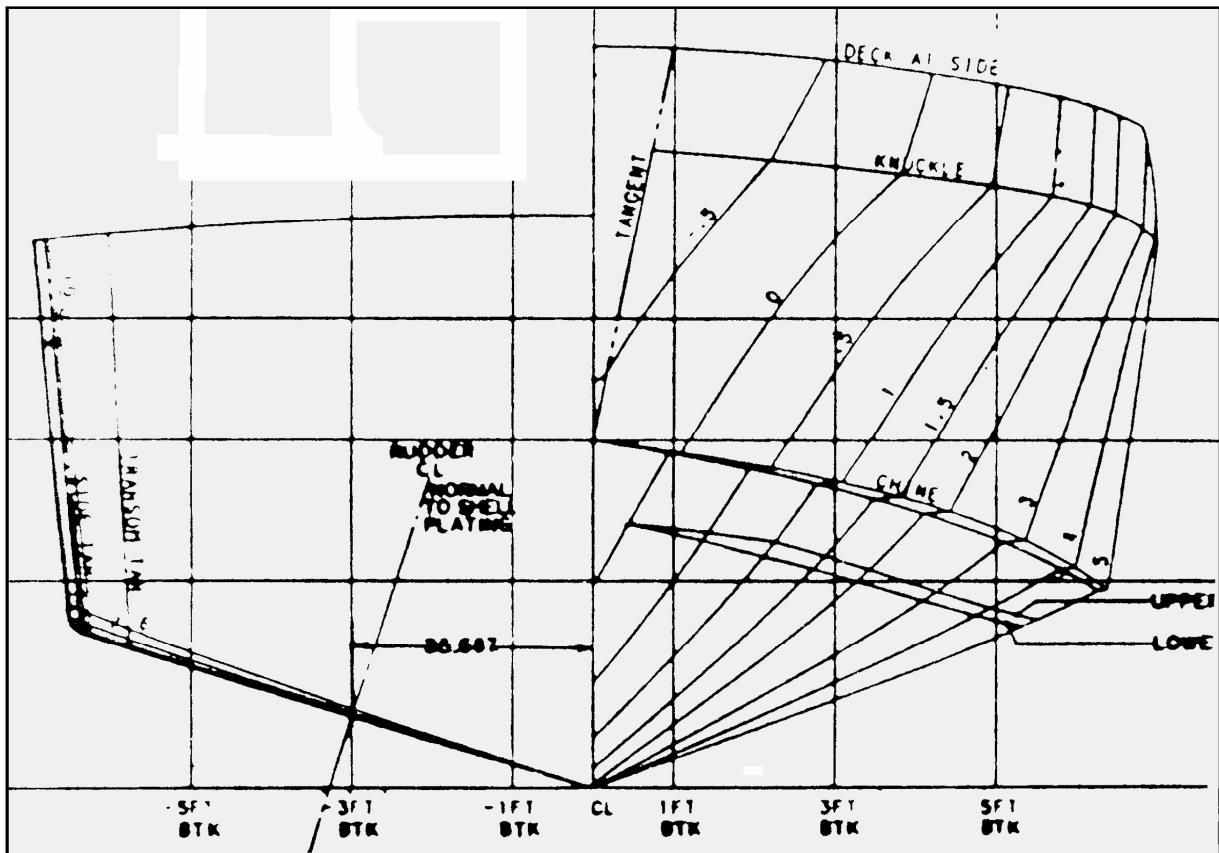
TABLICA OČITANJA															
Forma Jedinice		F7 [m]													
Uzdužnice - visine															
Rebro	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Statva dno	Razma	Zgib	Rebro
	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000					
0.000	0.059	0.128	0.207	0.300	0.410	0.537	0.684	0.853	1.048						0.000
1.000	-0.392	-0.364	-0.337	-0.309	-0.282	-0.254	-0.226	-0.198	-0.171	0.604	-0.419	1.259	-0.154		1.000
2.000	-0.434	-0.402	-0.369	-0.337	-0.305	-0.272	-0.240	-0.208	-0.175	0.293	-0.466	1.318	-0.151		2.000
3.000	-0.474	-0.436	-0.397	-0.358	-0.320	-0.281	-0.243	-0.204	-0.166	0.159	-0.514	1.379	-0.136		3.000
4.000	-0.514	-0.468	-0.421	-0.374	-0.326	-0.278	-0.230	-0.182	-0.134	0.219	-0.559	1.617	-0.099		4.000
5.000	-0.553	-0.496	-0.437	-0.377	-0.315	-0.252	-0.188	-0.124	-0.059	0.512	-0.608	1.766	-0.033		5.000
6.000	-0.590	-0.518	-0.441	-0.360	-0.276	-0.189	-0.099	-0.008	0.219	0.916	-0.657	1.855	0.065		6.000
7.000	-0.613	-0.523	-0.423	-0.312	-0.191	-0.062	0.074	0.275	0.789	1.302	-0.690	1.913	0.192		7.000
8.000	-0.599	-0.475	-0.330	-0.163	0.025	0.231	0.526	0.921	1.342	1.778	-0.700	1.954	0.334		8.000
9.000	-0.414	-0.195	0.054	0.334	0.643	0.982	1.354	1.753			-0.603	1.990	0.473		9.000
9.500	-0.123	0.171	0.488	0.819	1.172	1.553	1.968				-0.394	2.002	0.538		9.500
10.000	0.401	0.744	1.109	1.494	1.916						0.050	2.011	0.600		10.000
10.500	1.147	1.553	2.000								0.779	2.018			10.500

Pramac	x	y	Z
Razma	11.099	0	2.025
Zgib	10.42	0	0.653

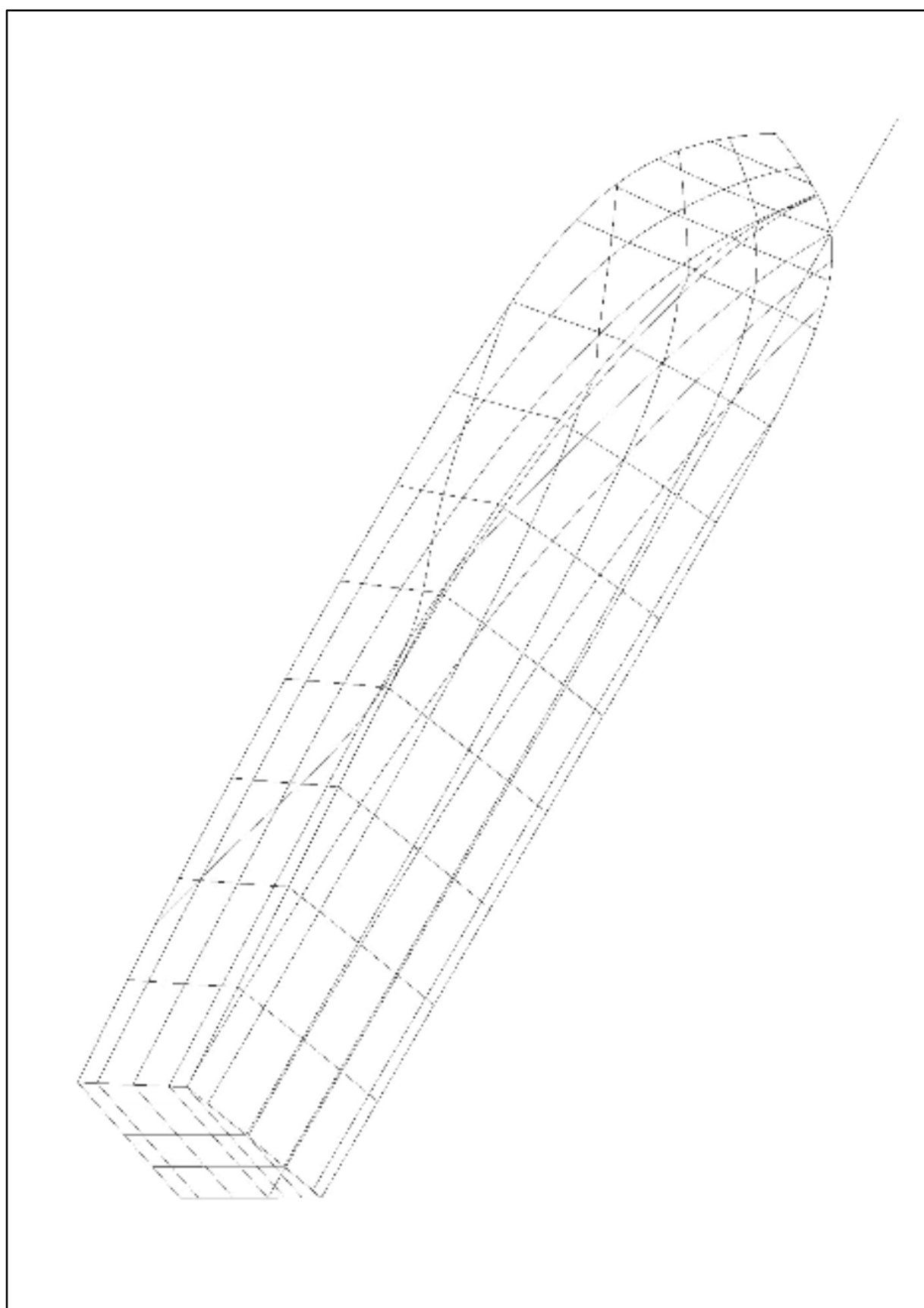
TRANSOM	x	y	z
Simetrala	0.0463	0	0.3694
	-0.174	0	1.3873
Bok	0.1662	1.8858	-0.149
	0.0124	2.016	1.2012



## 2.8 Forma F8



Slika 24-Predložak forme F8



Slika 25-3D prikaz linija forme F8

Objekt	Forma broda s hidrodinamičkim uzgonom		
Pregledao			
Crtao			
Razradio			
Projektirao	Martin Valerjev		
Datum	Ime i prezime	Popis	
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;">  <span>FSB Zagreb</span> </div>			
Objekt br.	F8	Lista	1
Mjerilo	1:50	Str.	48

Istisnina 9080 kg

Loa= 11.02 m  
 Lwl= 9.99 m  
 Boa= 3.46 m  
 Bwl= 3.20 m  
 T= 0.63 m  
 H= 1.95 m

Glavne izmjere

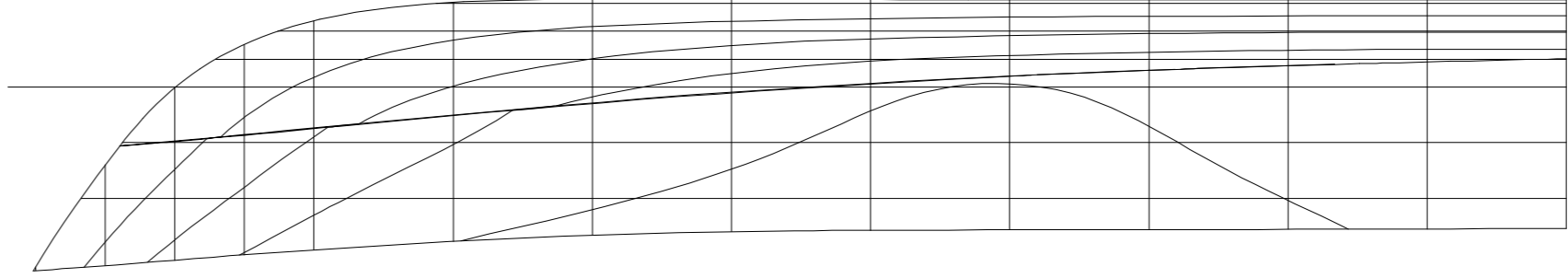
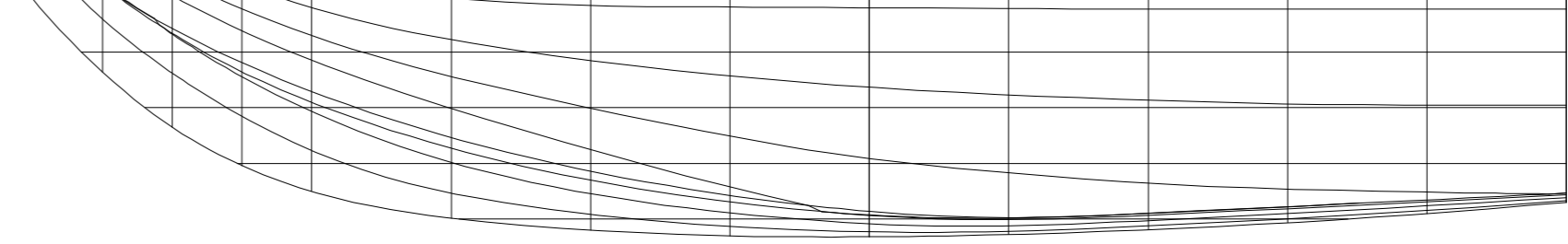
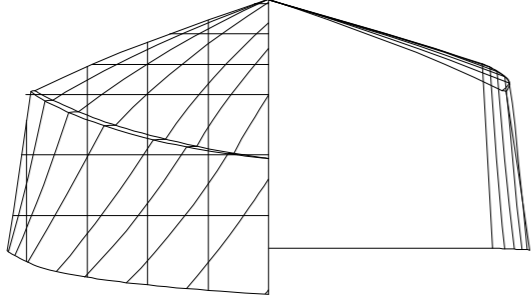


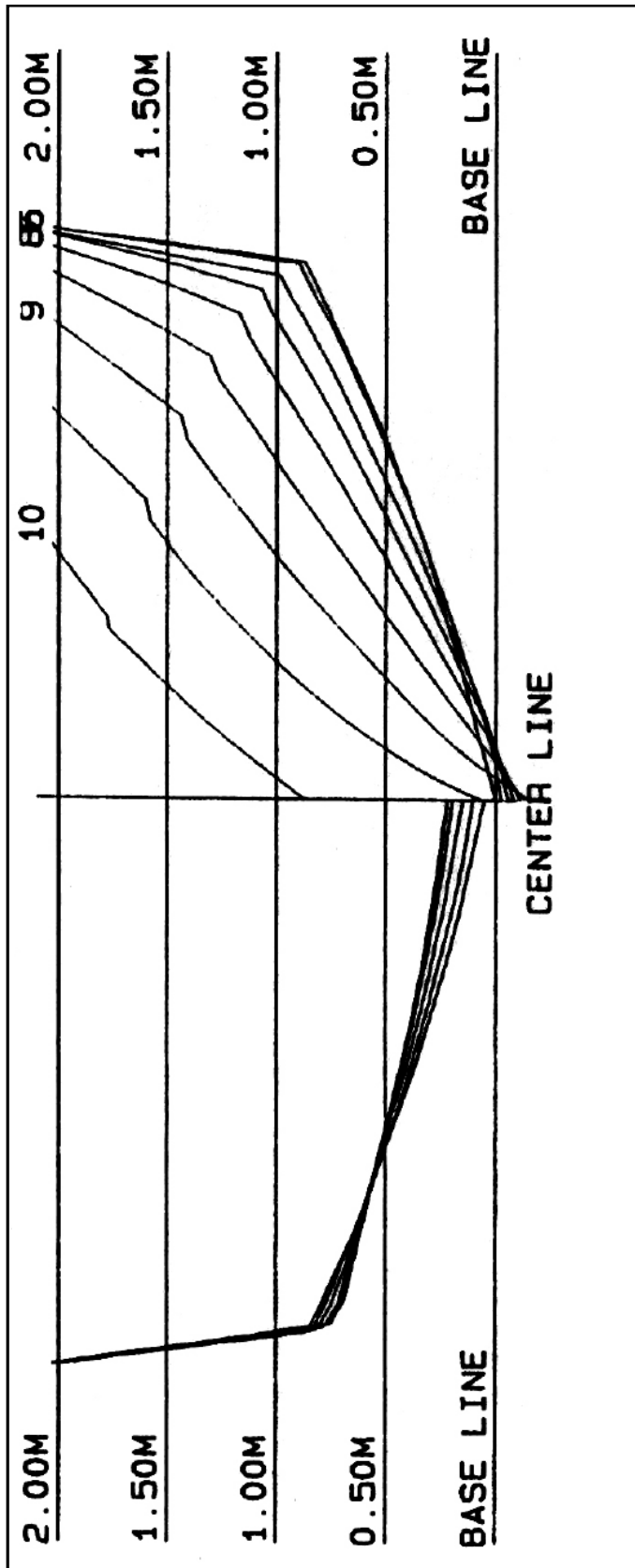
Tabela 9 - Očitavanja F8

TABLICA OČITANJA																							
Forma:		F8																					
Jedinice		[m]																					
Vodne linije - poluširine																							
rebro	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Vodne l.	Statva-dno	vanjski zgib	Unutarnji zgib	Razma	rebro
	-0.500	-0.400	-0.300	-0.200	-0.100	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000	1.100						
0.000	0.443	0.782	1.108	1.413	1.419	1.424	1.429	1.435	1.440	1.445	1.451	1.456	1.462	1.467	1.472	1.478		0.000	1.413	1.413	1.479	0.000	
1.000	0.440	0.783	1.107	1.406	1.468	1.476	1.483	1.490	1.497	1.505	1.512	1.520	1.529	1.538	1.548	1.559		0.000	1.463	1.463	1.561	1.000	
2.000	0.433	0.772	1.092	1.384	1.516	1.525	1.533	1.542	1.550	1.559	1.568	1.577	1.587	1.598	1.610	1.623		0.000	1.510	1.510	1.626	2.000	
3.000	0.424	0.746	1.054	1.342	1.562	1.573	1.583	1.592	1.602	1.611	1.620	1.629	1.639	1.649	1.660	1.673		0.000	1.559	1.559	1.676	3.000	
4.000	0.406	0.708	0.995	1.269	1.531	1.603	1.616	1.628	1.639	1.649	1.659	1.668	1.677	1.687	1.697	1.707		0.000	1.592	1.589	1.710	4.000	
5.000	0.372	0.653	0.919	1.165	1.391	1.574	1.589	1.604	1.619	1.633	1.648	1.662	1.677	1.692	1.707	1.723		0.000	1.571	1.544	1.727	5.000	
6.000	0.331	0.572	0.797	1.005	1.195	1.369	1.490	1.511	1.533	1.555	1.578	1.602	1.627	1.653	1.680	1.709		0.000	1.478	1.429	1.721	6.000	
7.000	0.272	0.462	0.639	0.803	0.957	1.102	1.238	1.349	1.383	1.418	1.453	1.490	1.527	1.567	1.607	1.650		0.000	1.321	1.256	1.679	7.000	
8.000	0.168	0.313	0.448	0.575	0.694	0.806	0.912	1.011	1.139	1.192	1.246	1.301	1.356	1.413	1.470	1.529	1.589	0.000	1.090	1.014	1.594	8.000	
9.000		0.081	0.185	0.282	0.374	0.460	0.541	0.617	0.762	0.828	0.895	0.964	1.035	1.108	1.184	1.262	1.343	0.000	0.762	0.684	1.402	9.000	
9.500			0.005	0.091	0.172	0.248	0.320	0.388	0.452	0.578	0.644	0.713	0.786	0.862	0.941	1.026	1.116	0.000	0.543	0.477	1.217	9.500	
10.000							0.062	0.124	0.182	0.272	0.338	0.407	0.478	0.552	0.630	0.713	0.802	0.000	0.266	0.231	0.941	10.000	
10.500												0.026	0.094	0.164	0.236	0.310	0.389	0.000			0.545	10.500	

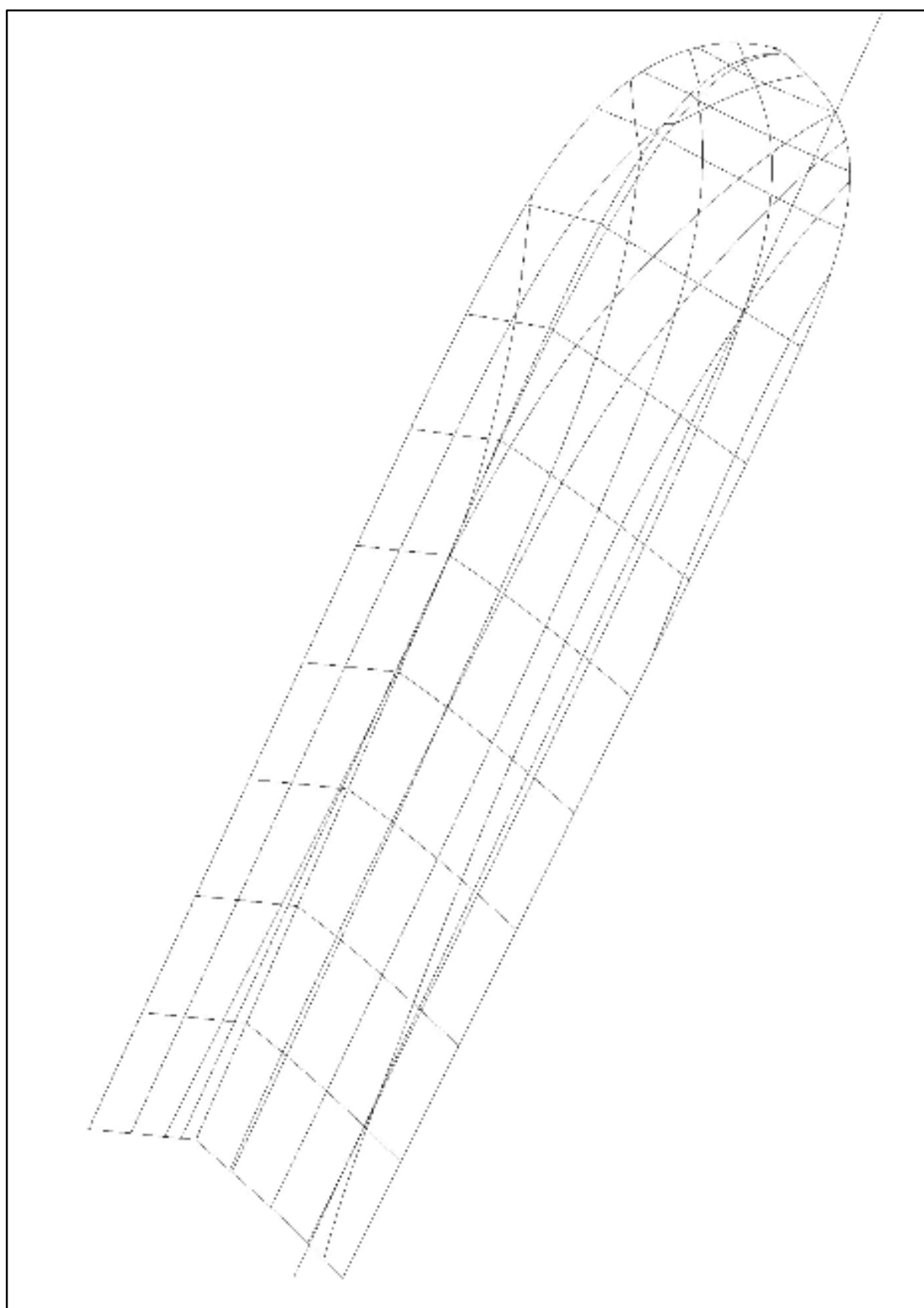
TABLICA OČITANJA														
Forma:		F8												
Jedinice		[m]												
Uzdužnice - visine														
rebro	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Uzd.	Statva-dno	vanjski zgib	Unutarnji zgib	Razma	rebro
	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600						
0.000	-0.570	-0.512	-0.454	-0.395	-0.334	-0.271	-0.207			-0.626	-0.203	-0.203	1.015	0.000
1.000	-0.569	-0.511	-0.454	-0.395	-0.334	-0.270	-0.202			-0.626	-0.180	-0.180	1.019	1.000
2.000	-0.568	-0.510	-0.451	-0.392	-0.330	-0.264	-0.194	0.815		-0.627	-0.153	-0.153	1.022	2.000
3.000	-0.567	-0.507	-0.446	-0.383	-0.318	-0.250	-0.179	0.281		-0.627	-0.120	-0.120	1.025	3.000
4.000	-0.566	-0.502	-0.436	-0.368	-0.298	-0.225	-0.150	-0.023		-0.627	-0.077	-0.077	1.027	4.000
5.000	-0.560	-0.490	-0.419	-0.346	-0.268	-0.185	-0.096	0.172		-0.628	-0.022	-0.026	1.029	5.000
6.000	-0.552	-0.472	-0.388	-0.299	-0.202	-0.097	0.019	0.591		-0.630	0.043	0.037	1.039	6.000
7.000	-0.536	-0.434	-0.323	-0.202	-0.071	0.071	0.349	0.882		-0.631	0.118	0.114	1.064	7.000
8.000	-0.478	-0.336	-0.179	-0.006	0.188	0.415	0.777			-0.607	0.206	0.202	1.109	8.000
9.000	-0.285	-0.071	0.177	0.358	0.651	0.921	1.169			-0.475	0.300	0.296	1.171	9.000
9.500	-0.064	0.218	0.434	0.719	0.970	1.189				-0.306	0.347	0.343	1.205	9.500
10.000	0.331	0.591	0.862	1.098						0.006	0.392	0.389	1.244	10.000
10.500	0.851	1.114								0.560			1.283	10.500

Pramac	x	y	z
Razma	11.018	0	1.32
Zgib	10.396	0	0.424

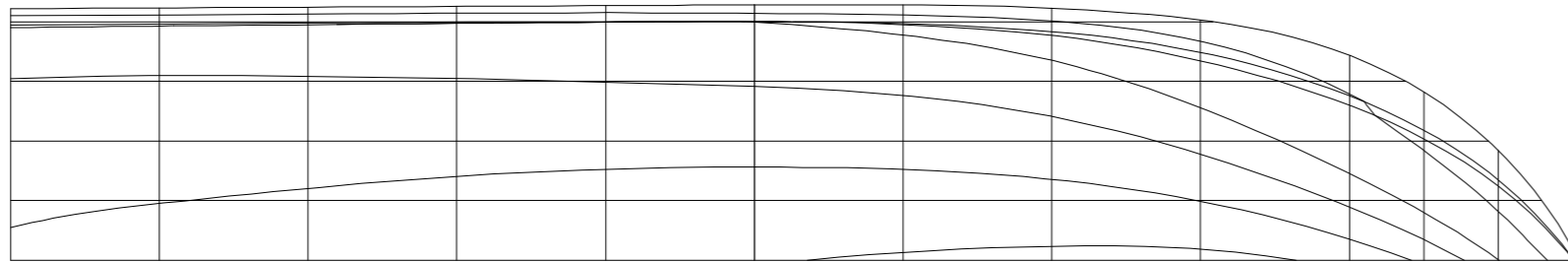
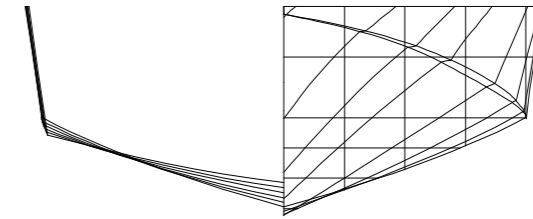
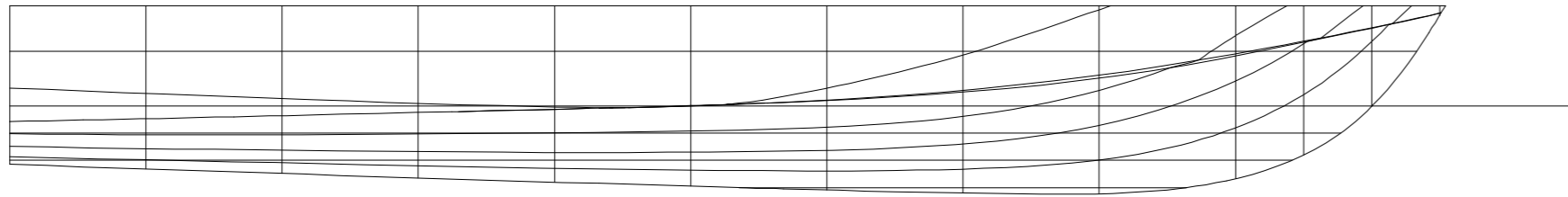
## 2.9 Forma F9



Slika 27-Predložak forme F9



Slika 28-3d prikaz linija forme F9



**Glavne izmjere**

Loa= 10.54 m  
 Lwl= 10.00 m  
 Boa= 3.43 m  
 Bwl= 3.20 m  
 T= 0.65 m  
 H= 1.38 m

Istisnina 8580 kg


	Datum	Ime i prezime	Potpis			
Projektirao		Marin Valerjev		 <b>FSB Zagreb</b>		
Razradio						
Crtao						
Pregledao				Listova	Mjerilo	Str.
Objekt	Forma broda s hidrodinamičkim uzgonom			Objekt br.		
				1	1:50	52

Tabela 10-Očitanja F9

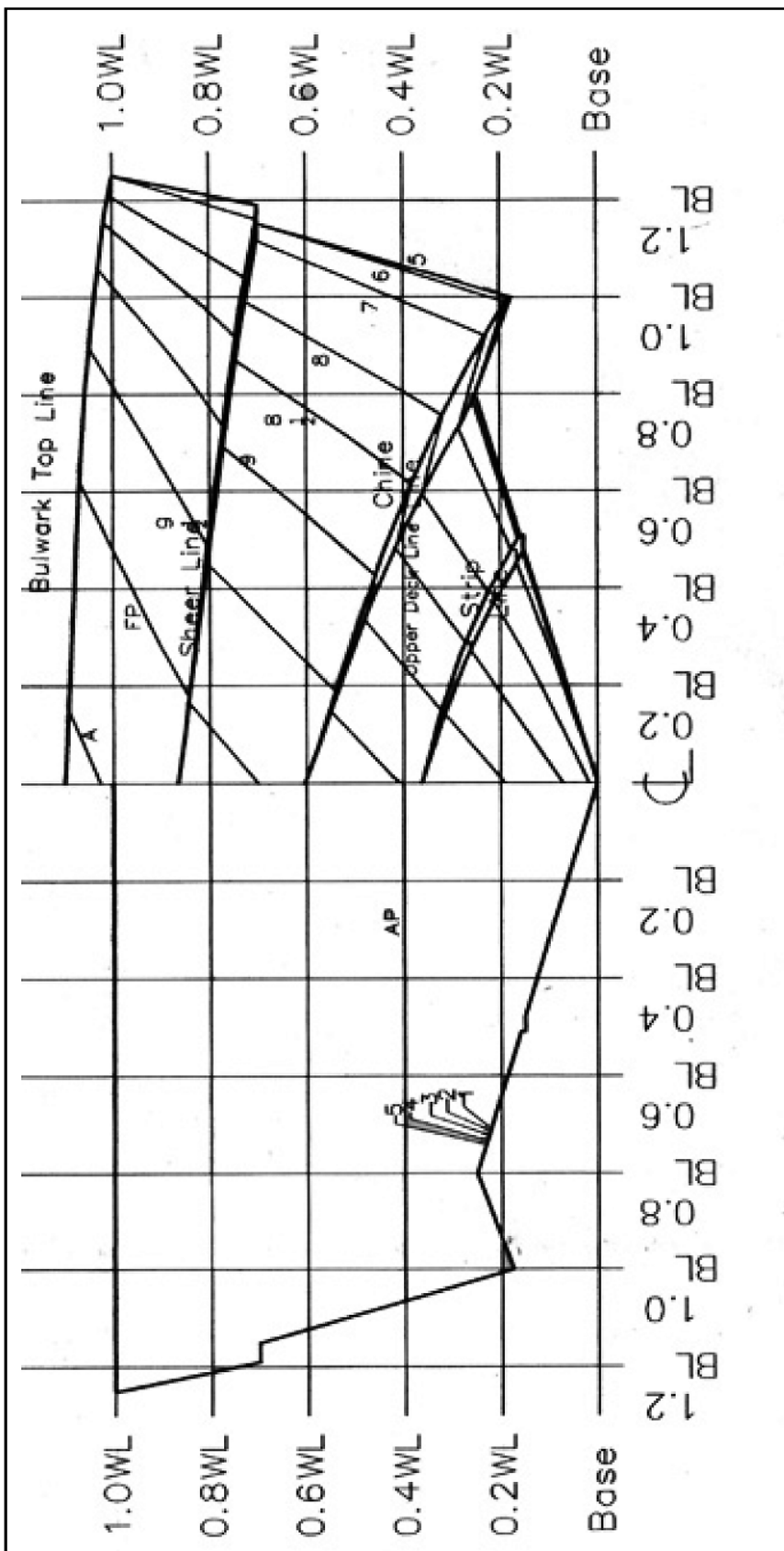
TABLICA OČITANJA																			
Forma: Jedinice		F9 [m]																	
Vodna linija - poluširine																			
rebro	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Vodna l.	Statva-Dno	Vanjski zgib	Unutarnji zgib	rebro	
	-0.500	-0.400	-0.300	-0.200	-0.100	0.000	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.700	0.736					
0.000		0.219	0.785	1.219	1.564	1.580	1.595	1.610	1.625	1.640	1.655	1.669	1.683	1.687	0.000	1.562	1.562	0.000	
1.000		0.381	0.858	1.238	1.553	1.586	1.601	1.616	1.631	1.646	1.660	1.674	1.688	1.693	0.000	1.571	1.571	1.000	
2.000		0.481	0.897	1.235	1.511	1.592	1.607	1.622	1.637	1.652	1.666	1.680	1.694	1.698	0.000	1.580	1.580	2.000	
3.000	0.136	0.563	0.920	1.219	1.473	1.597	1.612	1.627	1.642	1.657	1.671	1.685	1.699	1.704	0.000	1.589	1.590	3.000	
4.000	0.244	0.611	0.925	1.196	1.435	1.601	1.616	1.631	1.646	1.661	1.675	1.690	1.704	1.709	0.000	1.597	1.597	4.000	
5.000	0.308	0.625	0.910	1.166	1.394	1.597	1.614	1.627	1.642	1.657	1.673	1.690	1.707	1.713	0.000	1.601	1.602	5.000	
6.000	0.337	0.609	0.867	1.106	1.321	1.511	1.595	1.611	1.628	1.646	1.665	1.685	1.706	1.714	0.000	1.587	1.582	6.000	
7.000	0.320	0.542	0.757	0.964	1.159	1.340	1.506	1.556	1.581	1.606	1.632	1.657	1.683	1.692	0.000	1.534	1.508	7.000	
8.000	0.237	0.396	0.554	0.711	0.867	1.022	1.177	1.331	1.426	1.469	1.512	1.555	1.597	1.611	0.000	1.394	1.338	8.000	
9.000	0.036	0.141	0.247	0.356	0.468	0.582	0.700	0.822	0.950	1.115	1.187	1.265	1.347	1.376	0.000	1.103	1.039	9.000	
9.500			0.052	0.138	0.228	0.321	0.417	0.518	0.624	0.736	0.896	0.992	1.093	1.129	0.000	0.873	0.814	9.500	
10.000						0.003	0.077	0.155	0.239	0.330	0.427	0.571	0.695	0.739	0.000	0.539	0.500	10.000	
10.500														0.034	0.078	0.000	0.014	0.012	10.500

TABLICA OČITANJA												
Forma: Jedinice		F9 [m]										
Uzdužnice - visine												
rebro	Uzd..	Uzd..	Uzd..	Uzd..	Uzd..	Uzd..	Uzd..	Uzd..	Statva-Dno	Vanjski zgib	Unutarnji zgib	rebro
	0.200	0.400	0.600	0.800	1.000	1.200	1.400	1.600				
0.000	-0.403	-0.372	-0.337	-0.297	-0.252	-0.205	-0.155	0.132	-0.428	-0.115	-0.115	0.000
1.000	-0.432	-0.396	-0.357	-0.313	-0.265	-0.211	-0.151	0.092	-0.463	-0.094	-0.094	1.000
2.000	-0.458	-0.417	-0.373	-0.325	-0.272	-0.211	-0.142	0.054	-0.496	-0.071	-0.071	2.000
3.000	-0.486	-0.440	-0.390	-0.335	-0.275	-0.207	-0.131	0.020	-0.528	-0.048	-0.048	3.000
4.000	-0.511	-0.459	-0.403	-0.342	-0.274	-0.198	-0.115	-0.007	-0.559	-0.025	-0.025	4.000
5.000	-0.532	-0.472	-0.408	-0.340	-0.266	-0.186	-0.097	0.002	-0.589	0.002	0.003	5.000
6.000	-0.549	-0.477	-0.404	-0.327	-0.245	-0.158	-0.060	0.131	-0.618	0.044	0.041	6.000
7.000	-0.553	-0.464	-0.373	-0.280	-0.182	-0.078	0.035	0.374	-0.640	0.115	0.101	7.000
8.000	-0.523	-0.398	-0.271	-0.143	-0.014	0.115	0.240	0.708	-0.646	0.226	0.205	8.000
9.000	-0.344	-0.161	0.015	0.182	0.338	0.517			-0.535	0.382	0.367	9.000
9.500	-0.130	0.082	0.278	0.455	0.608				-0.361	0.475	0.467	9.500
10.000	0.254	0.473	0.623						-0.004	0.575	0.571	10.000

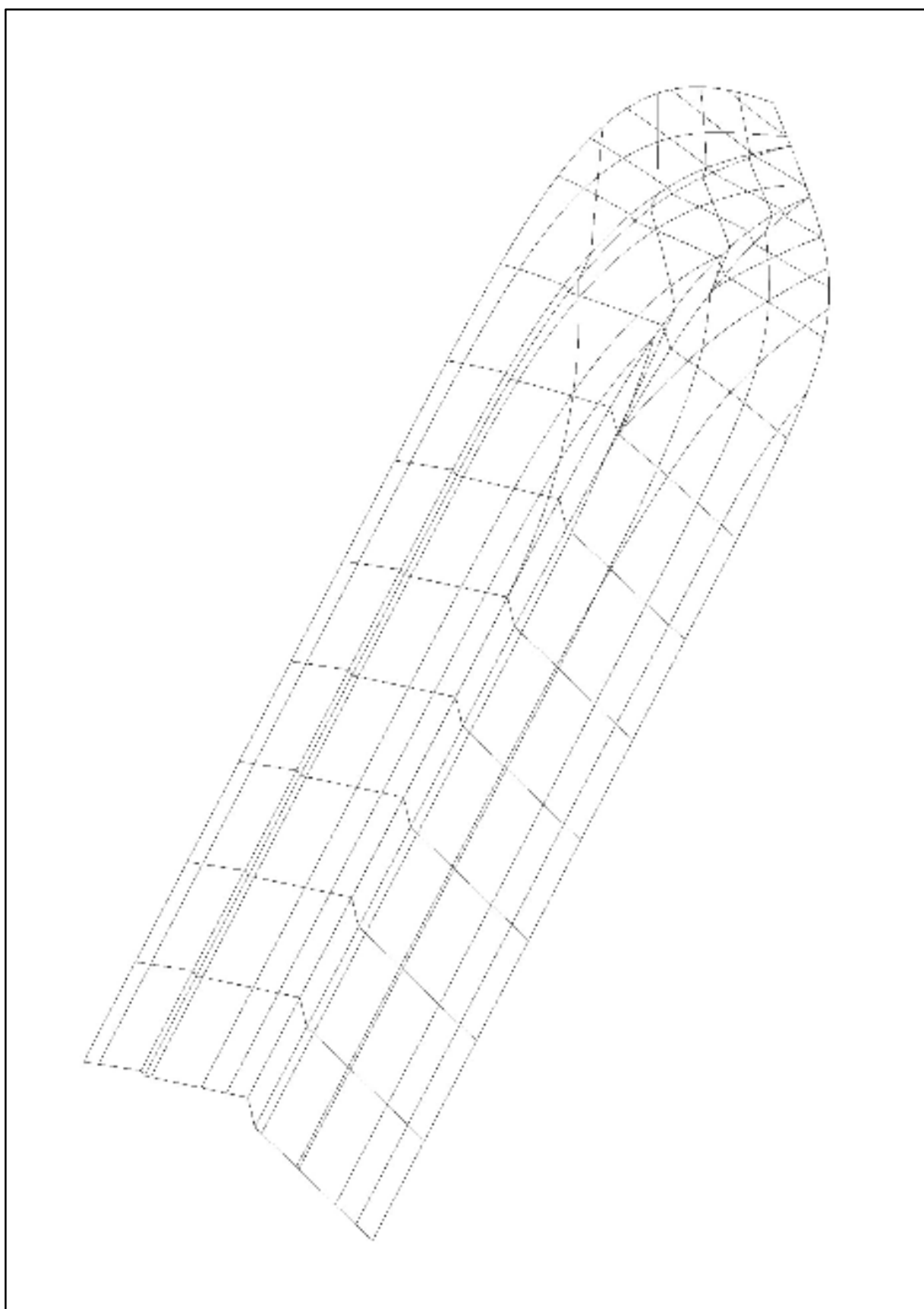
Pramac	x	y	Z
Razma	10.542	0	0.736
Zgib	10.511	0	0.684



## 2.10 Forma F10



Slika 30-Predložak forme F10



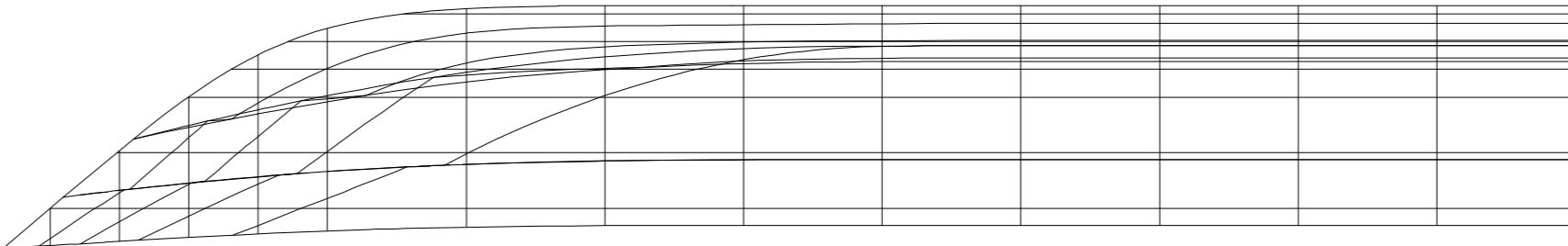
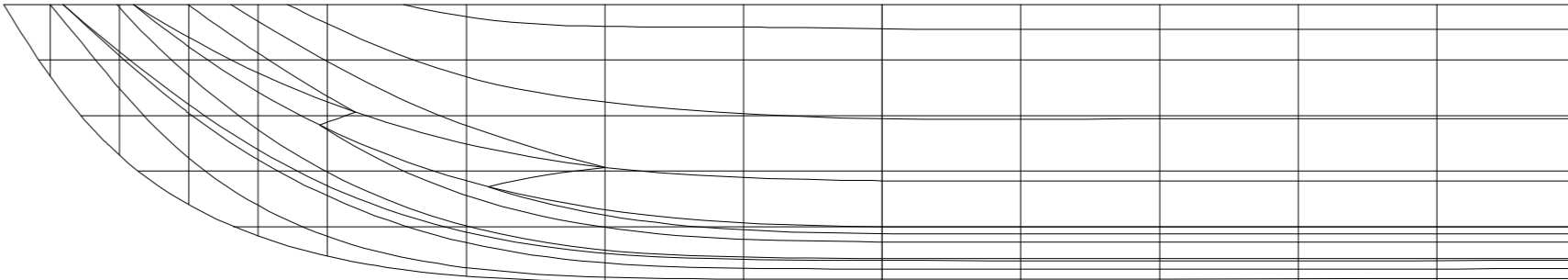
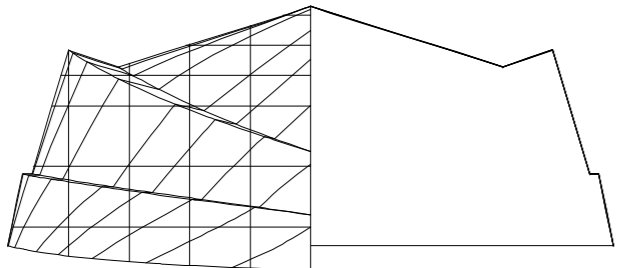
Slika 31-3D prikaz linija forme F10

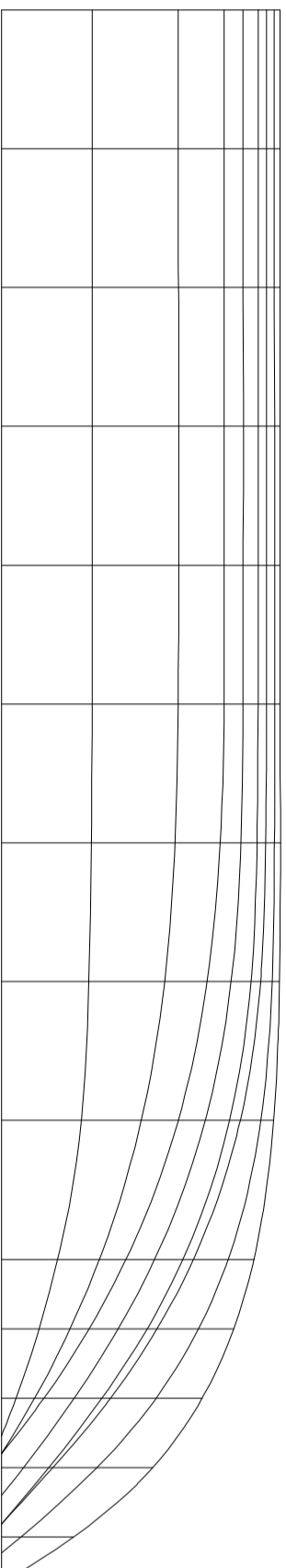
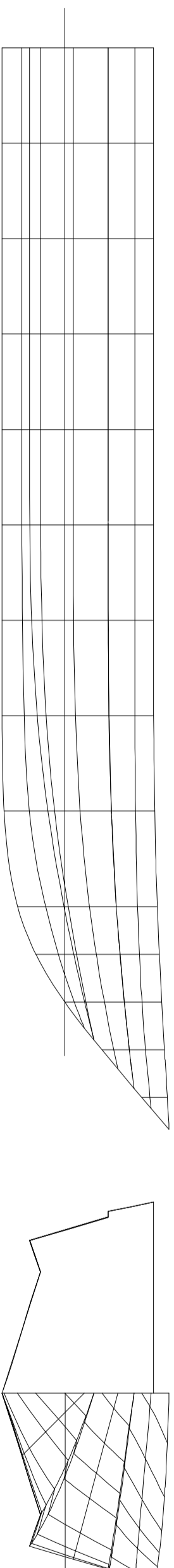
Objekt	Pregledao				Objekt br. F-10	Objekt Forma broda s hidrodinamičkim uzgonom
Crtao						
Razradio						
Projektirao					Ime i prezime Martin Valerjev	
Datum					Popis	
					Lista 1/2	Mjerilo 1:50
					Str. 57	

Istisnina 11870 kg

Loa= 11.33 m  
Lwl= 10.00 m  
Boa= 4.01 m  
Bwl= 3.43 m  
T= 0.66 m  
H= 1.75 m

Glavne izmjere





**Glavne izmjere**

Loa= 11.33 m  
 Lwl= 10.00 m  
 Boa= 4.01 m  
 Bwl= 3.43 m  
 T= 0.66 m  
 H= 1.75 m

Istisnina 11870 kg


	Datum	Ime i prezime	Potpis	 <b>FSB Zagreb</b>
Projektirao		Marin Valerjev		
Razradio				
Crtao				
Pregledao				
Objekt	Objekt br.			
Forma broda s hidrodinamičkim uzgonom	F-10			
	Listova	Mjerilo	Str.	
	2/2	1:50	56	

Tabela 11-Očitanja F10

TABLICA OČITANJA										
Forma Jedinice		F10 [m]								
POLUŠIRINE										
rebro	Širnica 45Deg.,200 m	Širnica 15Deg.,550 m	Širnica 5Deg.,900 m	Donji U	Donji V	Gornji U	Gornji V	Razma	Statva Dno	rebro
0.000	0.653	1.736	1.961	1.271	1.600	1.844	1.904	2.001	0.000	0.000
1.000	0.653	1.736	1.961	1.271	1.601	1.845	1.904	2.001	0.000	1.000
2.000	0.653	1.737	1.962	1.272	1.601	1.846	1.905	2.001	0.000	2.000
3.000	0.653	1.738	1.962	1.273	1.602	1.846	1.906	2.002	0.000	3.000
4.000	0.653	1.737	1.963	1.273	1.602	1.846	1.906	2.003	0.000	4.000
5.000	0.652	1.735	1.963	1.269	1.600	1.844	1.905	2.004	0.000	5.000
6.000	0.645	1.720	1.962	1.247	1.572	1.836	1.900	2.005	0.000	6.000
7.000	0.628	1.651	1.945	1.173	1.477	1.793	1.862	1.998	0.000	7.000
8.000	0.573	1.464	1.864	1.005	1.270	1.639	1.716	1.956	0.000	8.000
9.000	0.404	1.102	1.629	0.703	0.896	1.305	1.380	1.814	0.000	9.000
9.500	0.270	0.838	1.416	0.493	0.630	1.048	1.119	1.669	0.000	9.500
10.000	0.105	0.521	1.111	0.238	0.305	0.720	0.783	1.442	0.000	10.000
10.500		0.158	0.686			0.368	0.341	1.086	0.000	10.500
11.000			0.139					0.517	0.000	11.000
11.332								0.000	0.000	11.332
TABLICA OČITANJA										
Forma Jedinice		F10 [m]								
VISINE										
rebro	Širnica 45Deg.,200 m	Širnica 15Deg.,550 m	Širnica 5Deg.,900 m	Donji U	Donji V	Gornji U	Gornji V	Razma	Statva Dno	rebro
0.000	-0.453	0.085	0.728	-0.257	-0.370	0.449	0.449	0.925	-0.657	0.000
1.000	-0.453	0.085	0.728	-0.257	-0.370	0.449	0.449	0.925	-0.657	1.000
2.000	-0.453	0.085	0.728	-0.258	-0.370	0.448	0.448	0.925	-0.657	2.000
3.000	-0.453	0.084	0.728	-0.258	-0.371	0.448	0.448	0.925	-0.658	3.000
4.000	-0.453	0.084	0.728	-0.259	-0.371	0.448	0.448	0.925	-0.659	4.000
5.000	-0.452	0.085	0.728	-0.256	-0.368	0.449	0.449	0.924	-0.659	5.000
6.000	-0.445	0.089	0.728	-0.242	-0.350	0.450	0.451	0.924	-0.659	6.000
7.000	-0.428	0.108	0.730	-0.200	-0.290	0.458	0.460	0.926	-0.660	7.000
8.000	-0.373	0.158	0.737	-0.110	-0.178	0.484	0.484	0.936	-0.637	8.000
9.000	-0.204	0.255	0.757	0.033	-0.011	0.536	0.536	0.963	-0.496	9.000
9.500	-0.070	0.325	0.776	0.121	0.091	0.573	0.574	0.984	-0.306	9.500
10.000	0.095	0.410	0.803	0.217	0.203	0.618	0.619	1.010	-0.003	10.000
10.500		0.508	0.840			0.671	0.671	1.039	0.385	10.500
11.000			0.888					1.069	0.801	11.000
11.332								1.086	1.086	11.332

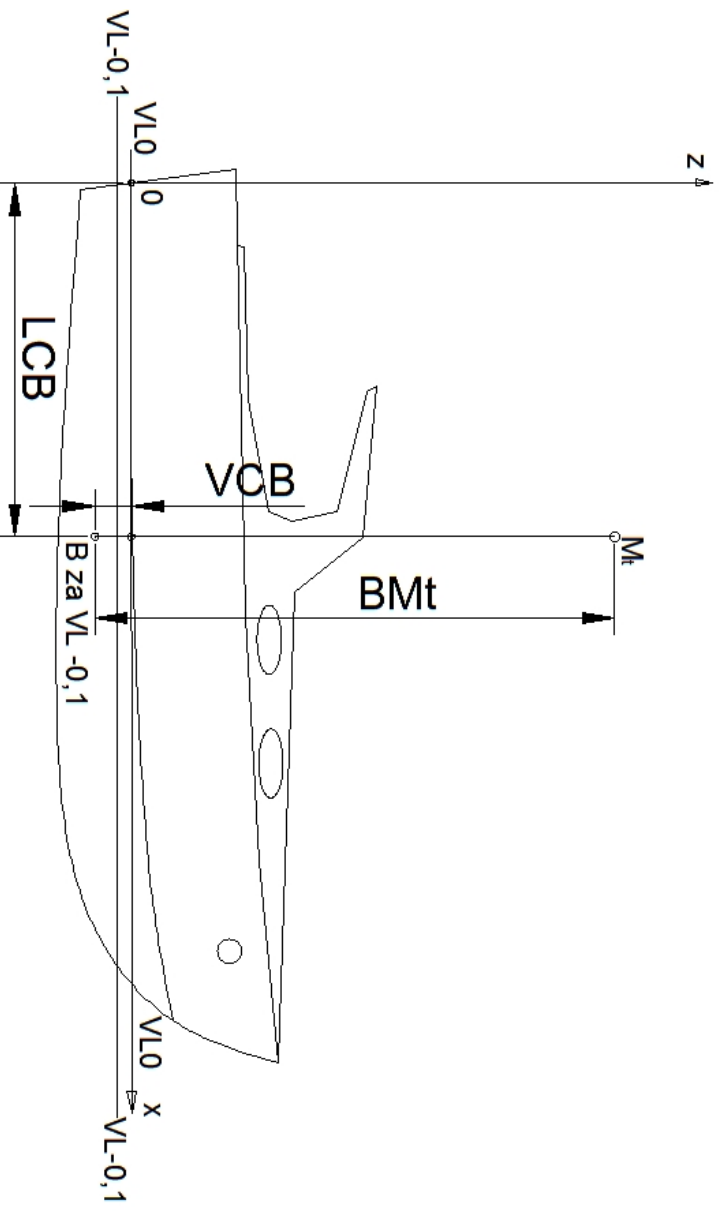
Pramac	x	y	z
Razma	11.332	0	1.086
Donji zgib	10.397	0	0.3
Gornji zgib	10.906	0	0.72

### 3. Hidrostatički podaci

Hidrostatički podaci izračunati su iz 3D modela brodskih formi, računanim programom RhinoMarine. Računati su za gazove na pet vodnih linija međusobno razmaknutih po pet centimetara. Središnja vodna linija jest projektna vodna linija modela na gasu  $T_0$ .

Kao što je objašnjeno u prethodnom poglavlju, ishodište koordinatnog sustava smješteno je s obzirom na projektnu vodnu liniju pa s obzirom na to treba promatrati i navedene podatke.

Slika 34 shematski prikazuje položaj uzdužnog (LCB) i vertikalnog centra istisnine (VCB) te poprečnog metacentarskog radijusa  $BM_t$  za brod na vodnoj liniji VL-0,1 koja je smještena 10 cm niže od projektne. Analogno tome pristupamo i drugim podacima.

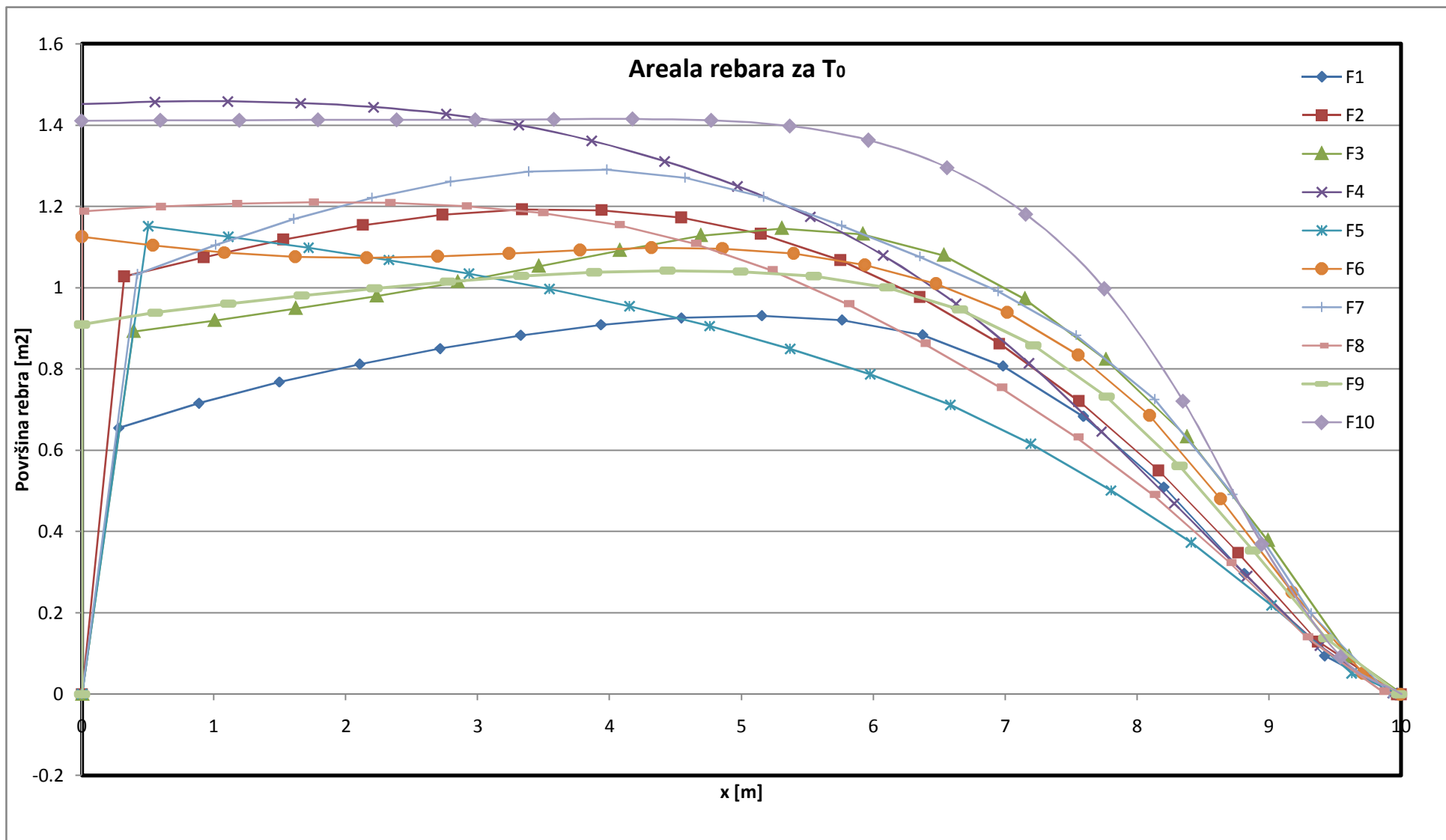


Slika 34-Položaj LCB, VCB i  $BM_t$  u odnosu na koordinatni sustav

### 3.1 Areala rebara za $T_0$

Tabela 12-Površine rebara za  $T_0$

<b>F1</b> $T_0=0.55m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.277	0.887	1.496	2.106	2.716	3.325	3.935	4.545	5.154	5.764	6.374	6.983	7.593	8.202	8.812	9.422	9.969		
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	0.000	0.655	0.716	0.768	0.812	0.850	0.883	0.909	0.926	0.931	0.921	0.884	0.807	0.684	0.510	0.297	0.094	0.000		
<b>F2</b> $T_0=0.623m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.319	0.923	1.526	2.129	2.732	3.336	3.939	4.542	5.145	5.749	6.352	6.955	7.558	8.162	8.765	9.368	9.971		
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	0.000	1.027	1.075	1.118	1.154	1.180	1.193	1.191	1.172	1.132	1.067	0.977	0.862	0.721	0.550	0.348	0.130	0.000		
<b>F3</b> $T_0=0.717m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.391	1.005	1.619	2.234	2.848	3.462	4.077	4.691	5.305	5.920	6.534	7.148	7.763	8.377	8.991	9.606	10.009		
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	0.000	0.892	0.919	0.949	0.980	1.014	1.052	1.092	1.128	1.146	1.132	1.080	0.972	0.823	0.633	0.378	0.093	0.000		
<b>F4</b> $T_0=0.739m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.552	1.104	1.656	2.208	2.761	3.313	3.865	4.417	4.969	5.521	6.073	6.625	7.178	7.730	8.282	8.834	9.386	9.938	10.005
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	1.451	1.457	1.458	1.454	1.444	1.427	1.400	1.361	1.311	1.250	1.174	1.080	0.961	0.814	0.646	0.469	0.291	0.120	0.003	0.000
<b>F5</b> $T_0=0.609m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.502	1.110	1.718	2.327	2.935	3.544	4.152	4.761	5.369	5.978	6.586	7.195	7.803	8.412	9.020	9.629	10.002		
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	0.000	1.151	1.125	1.097	1.068	1.034	0.997	0.954	0.905	0.849	0.786	0.711	0.615	0.501	0.372	0.219	0.051	0.000		
<b>F6</b> $T_0=0.648m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.540	1.079	1.619	2.159	2.698	3.238	3.778	4.317	4.857	5.397	5.936	6.476	7.016	7.555	8.095	8.635	9.174	9.714	9.997
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	1.126	1.104	1.086	1.076	1.074	1.077	1.084	1.092	1.098	1.097	1.084	1.056	1.010	0.940	0.835	0.686	0.481	0.251	0.052	0.000
<b>F7</b> $T_0=0.701m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.420	1.013	1.606	2.199	2.793	3.386	3.979	4.572	5.166	5.759	6.352	6.946	7.539	8.132	8.725	9.319	9.912	9.957	
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	0.000	1.033	1.105	1.169	1.222	1.261	1.286	1.291	1.271	1.223	1.153	1.077	0.991	0.883	0.725	0.492	0.199	0.001	0.000	
<b>F8</b> $T_0=0.631m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.580	1.160	1.740	2.320	2.899	3.479	4.059	4.639	5.219	5.799	6.379	6.959	7.539	8.118	8.698	9.278	9.858	9.991	
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	1.189	1.200	1.207	1.211	1.210	1.202	1.185	1.155	1.110	1.044	0.960	0.864	0.755	0.633	0.491	0.324	0.142	0.007	0.000	
<b>F9</b> $T_0=0.648m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.555	1.110	1.665	2.219	2.774	3.329	3.884	4.439	4.994	5.548	6.103	6.658	7.213	7.768	8.323	8.877	9.432	9.987	
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	0.910	0.939	0.961	0.980	0.999	1.015	1.029	1.038	1.042	1.040	1.029	1.001	0.947	0.859	0.732	0.562	0.354	0.138	0.000	
<b>F10</b> $T_0=0.660m$	<b>x [m]</b>	0.000	0.596	1.193	1.789	2.386	2.982	3.579	4.175	4.772	5.368	5.964	6.561	7.157	7.754	8.350	8.947	9.543	10.003		
	<b>A [m<sup>2</sup>]</b>	1.411	1.411	1.412	1.412	1.413	1.413	1.414	1.415	1.411	1.397	1.363	1.295	1.180	0.997	0.720	0.369	0.092	0.000		



Slika 35-Graf areala rebara



### 3.2 Tabelarni podatki o plovnosti

Tabela 13-Plovnost F1

T [m]	0.450	0.500	<b>0.550</b>	0.600	0.650
V [m <sup>3</sup> ]	4.46	5.71	<b>7.05</b>	8.43	9.85
Δ [kg]	4579	5858	<b>7228</b>	8650	10109
LCB [m]	4.56	4.45	<b>4.39</b>	4.36	4.35
VCB [m]	-0.23	-0.20	<b>-0.16</b>	-0.13	-0.10
S [m <sup>2</sup> ]	24.93	27.93	<b>29.79</b>	31.37	32.83
Avl [m]	23.48	26.09	<b>27.28</b>	28.12	28.77
LCF [m]	4.11	4.09	<b>4.17</b>	4.24	4.29
BMt [m]	3.25	3.48	<b>3.13</b>	2.78	2.48
BMIl [m]	32.11	28.07	<b>24.10</b>	21.21	18.99
Jedinični zagažaj [kg/cm]	240.91	267.68	<b>279.89</b>	288.51	295.10
Jedinični trim [kgm/cm]	149.84	165.59	<b>173.57</b>	180.81	187.37
Cb	0.33	0.34	<b>0.37</b>	0.40	0.43
Cm	0.46	0.45	<b>0.49</b>	0.53	0.56
Cwp	0.79	0.77	<b>0.79</b>	0.80	0.81
Cp	0.72	0.75	<b>0.76</b>	0.76	0.76

Tabela 14.-Plovnost F2

T [m]	0.523	0.573	<b>0.623</b>	0.673	0.723
V [m <sup>3</sup> ]	6.43	7.61	<b>8.88</b>	10.24	11.68
Δ [kg]	6601	7807	<b>9106</b>	10501	11982
LCB [m]	4.15	4.14	<b>4.13</b>	4.13	4.13
VCB [m]	-0.28	-0.25	<b>-0.22</b>	-0.19	-0.15
S [m <sup>2</sup> ]	25.31	27.55	<b>29.81</b>	32.08	34.03
Avl [m]	22.57	24.42	<b>26.27</b>	28.11	29.49
LCF [m]	4.11	4.10	<b>4.10</b>	4.09	4.13
BMt [m]	2.05	2.19	<b>2.32</b>	2.45	2.44
BMIl [m]	20.86	19.30	<b>18.00</b>	16.88	15.60
Jedinični zagažaj [kg/cm]	231.59	250.53	<b>269.48</b>	288.37	302.59
Jedinični trim [kgm/cm]	138.57	150.23	<b>161.92</b>	173.54	181.44
Cb	0.42	0.42	<b>0.41</b>	0.41	0.41
Cm	0.56	0.56	<b>0.55</b>	0.55	0.56
Cwp	0.77	0.76	<b>0.76</b>	0.75	0.75
Cp	0.75	0.74	<b>0.74</b>	0.74	0.74

Tabela 15-Plovnost F3

T [m]	0.617	0.667	<b>0.717</b>	0.767	0.817
V [m <sup>3</sup> ]	6.25	7.41	<b>8.74</b>	10.12	11.53
Δ [kg]	6416	7600	<b>8966</b>	10380	11826
LCB [m]	4.61	4.55	<b>4.49</b>	4.45	4.42
VCB [m]	-0.28	-0.25	<b>-0.22</b>	-0.18	-0.15
S [m <sup>2</sup> ]	24.97	28.63	<b>31.41</b>	32.95	34.41
Avl [m]	22.02	25.24	<b>27.20</b>	27.90	28.48
LCF [m]	4.28	4.18	<b>4.15</b>	4.21	4.25
BMt [m]	1.87	2.49	<b>2.61</b>	2.38	2.17
BMI [m]	21.42	20.19	<b>18.75</b>	16.86	15.37
Jedinični zagažaj [kg/cm]	225.94	258.97	<b>279.09</b>	286.20	292.21
Jedinični trim [kgm/cm]	137.77	152.71	<b>166.00</b>	171.45	176.59
Cb	0.37	0.32	<b>0.35</b>	0.37	0.39
Cm	0.49	0.42	<b>0.45</b>	0.49	0.51
Cwp	0.80	0.72	<b>0.77</b>	0.78	0.79
Cp	0.74	0.75	<b>0.76</b>	0.76	0.76

Tabela 16-Plovnost F4

T [m]	0.639	0.689	<b>0.739</b>	0.789	0.839
V [m <sup>3</sup> ]	7.94	9.14	<b>10.37</b>	11.64	12.93
Δ [kg]	8148	9379	<b>10643</b>	11938	13260
LCB [m]	3.77	3.79	<b>3.80</b>	3.83	3.85
VCB [m]	-0.30	-0.27	<b>-0.24</b>	-0.21	-0.18
S [m <sup>2</sup> ]	28.13	29.56	<b>30.94</b>	32.31	33.65
Avl [m]	23.64	24.34	<b>24.96</b>	25.52	26.03
LCF [m]	3.87	3.92	<b>3.97</b>	4.01	4.06
BMt [m]	2.03	1.88	<b>1.75</b>	1.64	1.54
BMI [m]	17.45	15.80	<b>14.45</b>	13.32	12.37
Jedinični zagažaj [kg/cm]	242.53	249.66	<b>256.01</b>	261.81	267.04
Jedinični trim [kgm/cm]	141.53	146.55	<b>151.08</b>	155.25	159.09
Cb	0.38	0.41	<b>0.43</b>	0.44	0.46
Cm	0.54	0.57	<b>0.60</b>	0.62	0.64
Cwp	0.73	0.75	<b>0.76</b>	0.76	0.77
Cp	0.71	0.71	<b>0.71</b>	0.71	0.72

Tabela 17-Plovnost F5

T [m]	0.509	0.559	<b>0.609</b>	0.659	0.709
∇ [m3]	5.24	6.41	<b>7.70</b>	9.10	10.58
Δ [kg]	5379	6581	<b>7898</b>	9335	10854
LCB [m]	3.76	3.81	<b>3.85</b>	3.89	3.92
VCB [m]	-0.26	-0.22	<b>-0.19</b>	-0.16	-0.12
S [m2]	24.72	27.34	<b>30.11</b>	32.76	34.68
Avl [m]	22.32	24.56	<b>26.92</b>	28.99	30.16
LCF [m]	4.01	4.05	<b>4.06</b>	4.12	4.20
BMT [m]	2.47	2.66	<b>2.89</b>	3.01	2.83
BMI [m]	25.82	23.41	<b>21.64</b>	19.58	17.76
Jedinični zagažaji [kg/cm]	228.95	251.94	<b>276.15</b>	297.38	309.42
Jedinični trim [kgm/cm]	140.17	154.09	<b>169.36</b>	179.78	188.18
Cb	0.34	0.35	<b>0.34</b>	0.36	0.39
Cm	0.52	0.52	<b>0.51</b>	0.54	0.56
Cwp	0.74	0.74	<b>0.72</b>	0.76	0.78
Cp	0.65	0.66	<b>0.67</b>	0.68	0.69

Tabela 18-Plovnost F6

T [m]	0.548	0.598	<b>0.648</b>	0.698	0.748
∇ [m3]	6.41	7.70	<b>9.03</b>	10.38	11.76
Δ [kg]	6573	7901	<b>9261</b>	10648	12061
LCB [m]	4.21	4.21	<b>4.21</b>	4.22	4.23
VCB [m]	-0.25	-0.22	<b>-0.19</b>	-0.16	-0.14
S [m2]	27.74	29.04	<b>30.26</b>	31.45	32.62
Avl [m]	25.52	26.22	<b>26.79</b>	27.30	27.77
LCF [m]	4.14	4.20	<b>4.25</b>	4.29	4.33
BMT [m]	2.85	2.51	<b>2.25</b>	2.04	1.86
BMI [m]	24.65	21.40	<b>18.94</b>	17.01	15.47
Jedinični zagažaji [kg/cm]	261.77	268.94	<b>274.85</b>	280.06	284.88
Jedinični trim [kgm/cm]	162.12	168.35	<b>173.68</b>	178.39	182.77
Cb	0.37	0.40	<b>0.43</b>	0.46	0.48
Cm	0.47	0.51	<b>0.55</b>	0.57	0.60
Cwp	0.81	0.82	<b>0.83</b>	0.84	0.84
Cp	0.78	0.79	<b>0.79</b>	0.80	0.80

Tabela 19-Plovnost F7

T [m]	0.601	0.651	<b>0.701</b>	0.751	0.801
V [m3]	6.83	8.27	<b>9.76</b>	11.28	12.83
Δ [kg]	7007	8485	<b>10008</b>	11569	13160
LCB [m]	4.38	4.31	<b>4.27</b>	4.24	4.23
VCB [m]	-0.26	-0.23	<b>-0.20</b>	-0.17	-0.14
S [m2]	31.00	32.75	<b>34.34</b>	35.82	37.25
Avl [m]	28.28	29.30	<b>30.09</b>	30.74	31.30
LCF [m]	3.94	4.01	<b>4.07</b>	4.12	4.16
BMt [m]	4.05	3.61	<b>3.22</b>	2.90	2.63
BMI [m]	24.23	20.95	<b>18.52</b>	16.63	15.13
Jedinični zagažaj [kg/cm]	290.17	300.59	<b>308.70</b>	315.40	321.10
Jedinični trim [kgm/cm]	171.21	177.99	<b>184.13</b>	189.85	195.03
Cb	0.29	0.33	<b>0.35</b>	0.38	0.40
Cm	0.38	0.43	<b>0.47</b>	0.50	0.53
Cwp	0.73	0.75	<b>0.76</b>	0.77	0.78
Cp	0.77	0.76	<b>0.76</b>	0.76	0.76

Tabela 20 -Plovnost F8

T [m]	0.531	0.581	<b>0.631</b>	0.681	0.731
V [m3]	6.48	7.64	<b>8.85</b>	10.09	11.35
Δ [kg]	6645	7840	<b>9076</b>	10347	11647
LCB [m]	3.81	3.84	<b>3.87</b>	3.91	3.94
VCB [m]	-0.28	-0.25	<b>-0.22</b>	-0.19	-0.16
S [m2]	25.28	26.79	<b>28.17</b>	29.48	30.73
Avl [m]	22.80	23.73	<b>24.47</b>	25.07	25.58
LCF [m]	3.97	4.05	<b>4.13</b>	4.20	4.26
BMt [m]	2.17	2.02	<b>1.85</b>	1.70	1.57
BMI [m]	20.67	18.48	<b>16.75</b>	15.34	14.17
Jedinični zagažaj [kg/cm]	233.91	243.45	<b>251.05</b>	257.23	262.47
Jedinični trim [kgm/cm]	138.13	144.36	<b>150.22</b>	155.51	160.36
Cb	0.39	0.42	<b>0.44</b>	0.46	0.48
Cm	0.54	0.57	<b>0.60</b>	0.62	0.64
Cwp	0.73	0.75	<b>0.76</b>	0.78	0.78
Cp	0.72	0.73	<b>0.73</b>	0.74	0.74

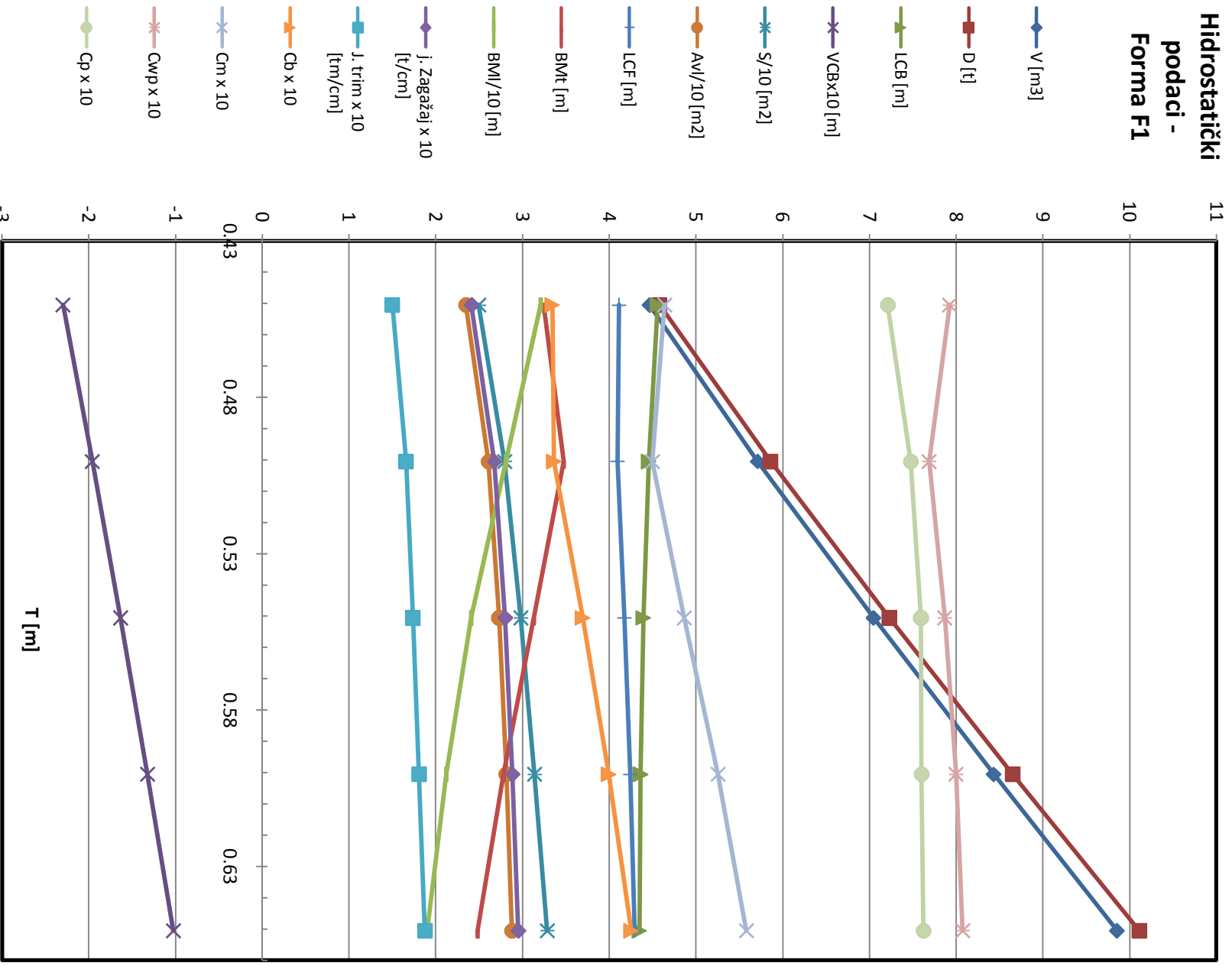
Tabela 21-Plovnost F9

T [m]	0.548	0.598	<b>0.648</b>	0.698	0.748
V [m3]	5.82	7.06	<b>8.36</b>	9.71	11.08
Δ [kg]	5974	7244	<b>8579</b>	9958	11372
LCB [m]	4.32	4.28	<b>4.27</b>	4.28	4.29
VCB [m]	-0.26	-0.23	<b>-0.20</b>	-0.16	-0.13
S [m2]	25.81	27.74	<b>29.33</b>	30.71	32.00
Avl [m]	23.93	25.48	<b>26.52</b>	27.25	27.85
LCF [m]	4.11	4.17	<b>4.25</b>	4.33	4.39
BMt [m]	2.57	2.51	<b>2.33</b>	2.13	1.94
BMI [m]	26.18	23.01	<b>20.44</b>	18.45	16.85
Jedinični zagažaj [kg/cm]	245.51	261.36	<b>272.07</b>	279.60	285.68
Jedinični trim [kgm/cm]	157.37	166.41	<b>173.68</b>	180.75	187.28
Cb	0.34	0.37	<b>0.40</b>	0.43	0.45
Cm	0.43	0.47	<b>0.50</b>	0.53	0.56
Cwp	0.77	0.81	<b>0.83</b>	0.84	0.85
Cp	0.80	0.80	<b>0.80</b>	0.80	0.81

Tabela 22-Plovnost F10

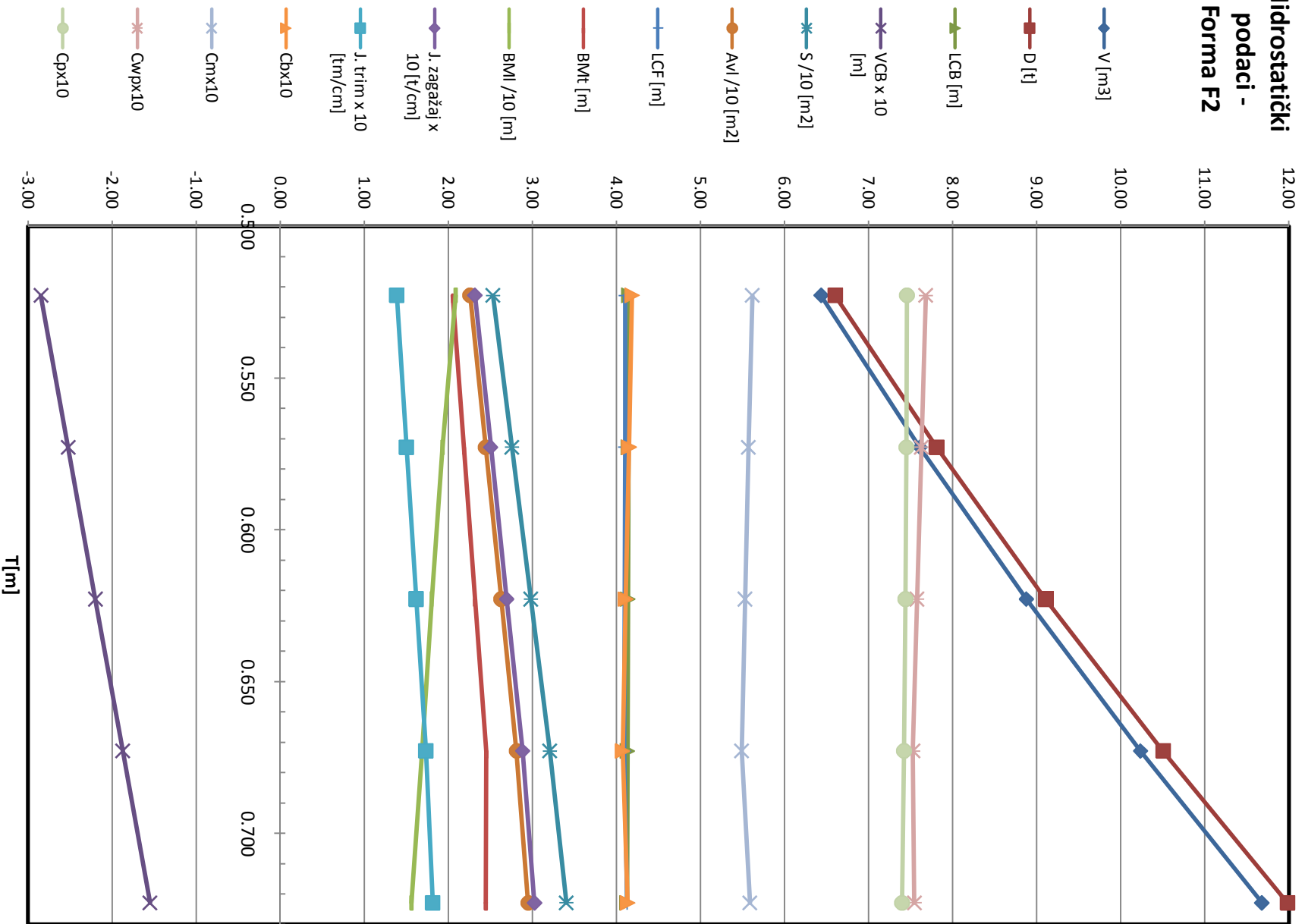
T [m]	0.560	0.610	<b>0.660</b>	0.710	0.760
V [m3]	8.65	10.10	<b>11.57</b>	13.08	14.61
Δ [kg]	8876	10358	<b>11872</b>	13417	14990
LCB [m]	4.10	4.13	<b>4.16</b>	4.19	4.22
VCB [m]	-0.28	-0.25	<b>-0.22</b>	-0.19	-0.17
S [m2]	33.35	34.72	<b>36.04</b>	37.32	38.59
Avl [m]	28.54	29.21	<b>29.82</b>	30.40	30.95
LCF [m]	4.29	4.35	<b>4.41</b>	4.45	4.50
BMt [m]	2.83	2.52	<b>2.28</b>	2.09	1.94
BMI [m]	21.05	18.97	<b>17.31</b>	15.96	14.84
Jedinični zagažaj [kg/cm]	292.82	299.66	<b>305.95</b>	311.85	317.48
Jedinični trim [kgm/cm]	187.89	195.72	<b>202.84</b>	209.40	215.43
Cb	0.47	0.49	<b>0.51</b>	0.53	0.54
Cm	0.57	0.60	<b>0.63</b>	0.65	0.66
Cwp	0.86	0.87	<b>0.87</b>	0.87	0.88
Cp	0.82	0.82	<b>0.82</b>	0.82	0.82

### 3.3 Grafički podaci o plovnosti



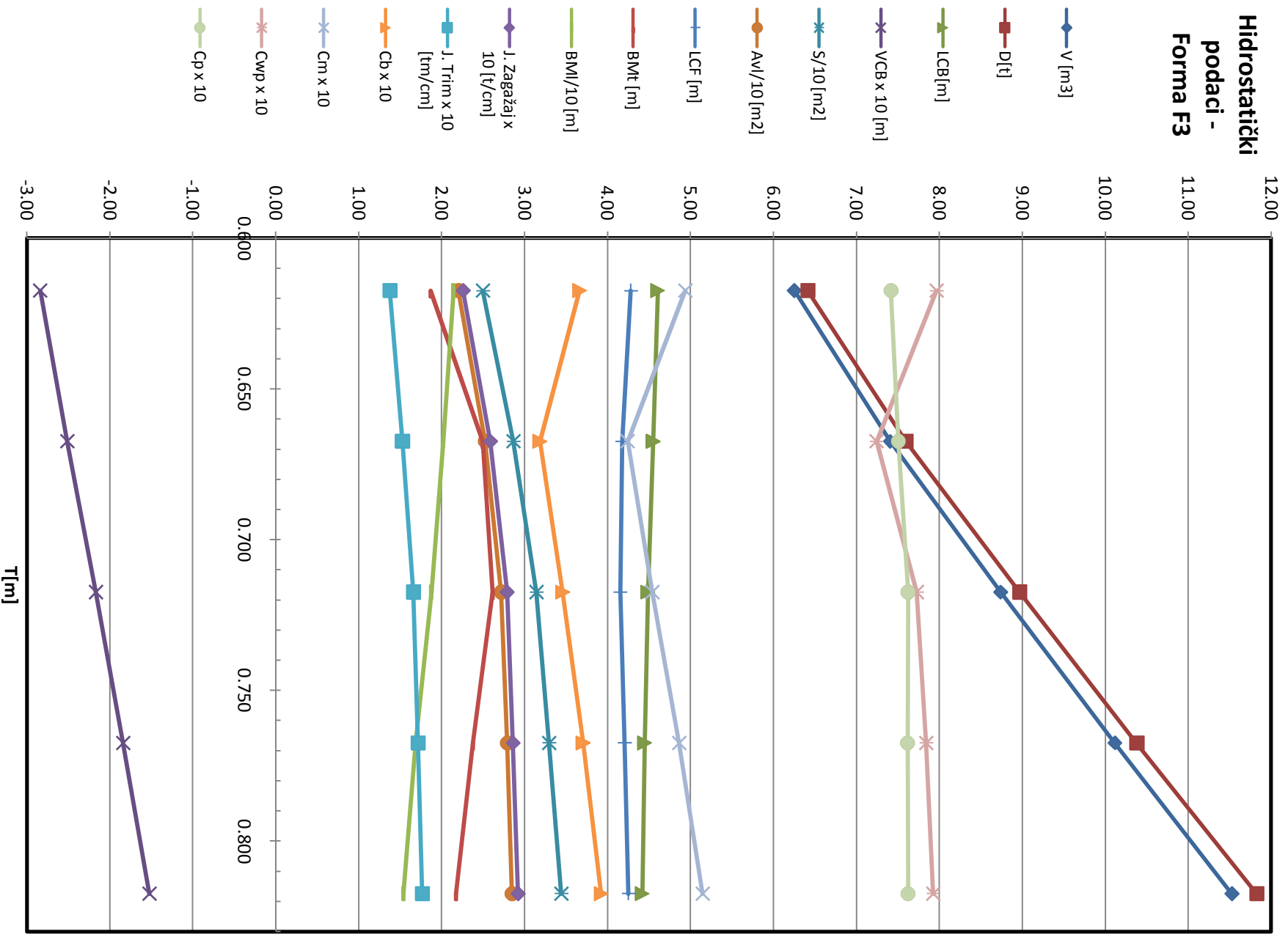
Slika 36-Plovnost F1

## Hidrostatički podaci - Forma F2



Slika 37 - Plovnost F2

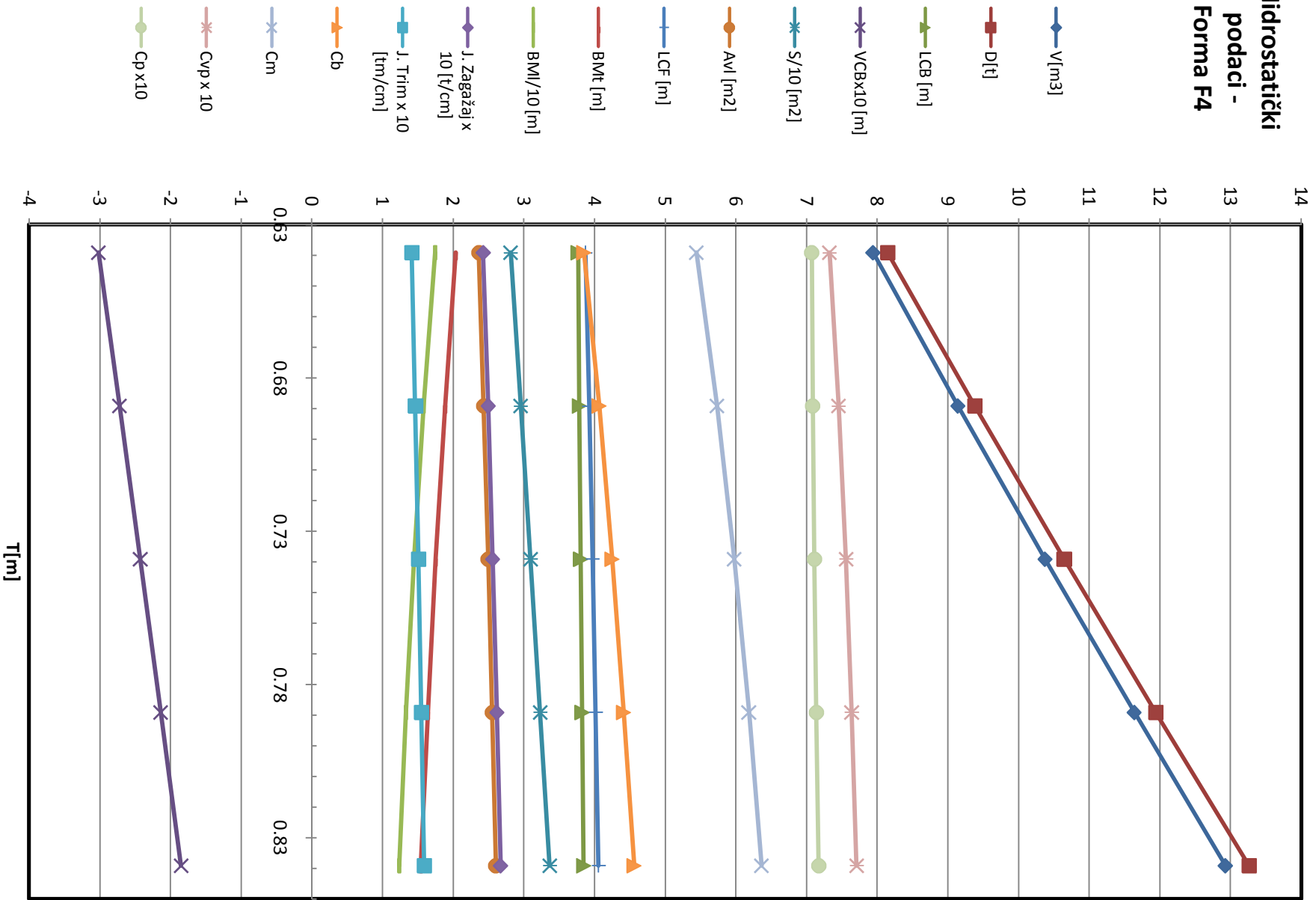
### Hidrostatički podaci - Forma F3



Slika 38- Plovnost F3

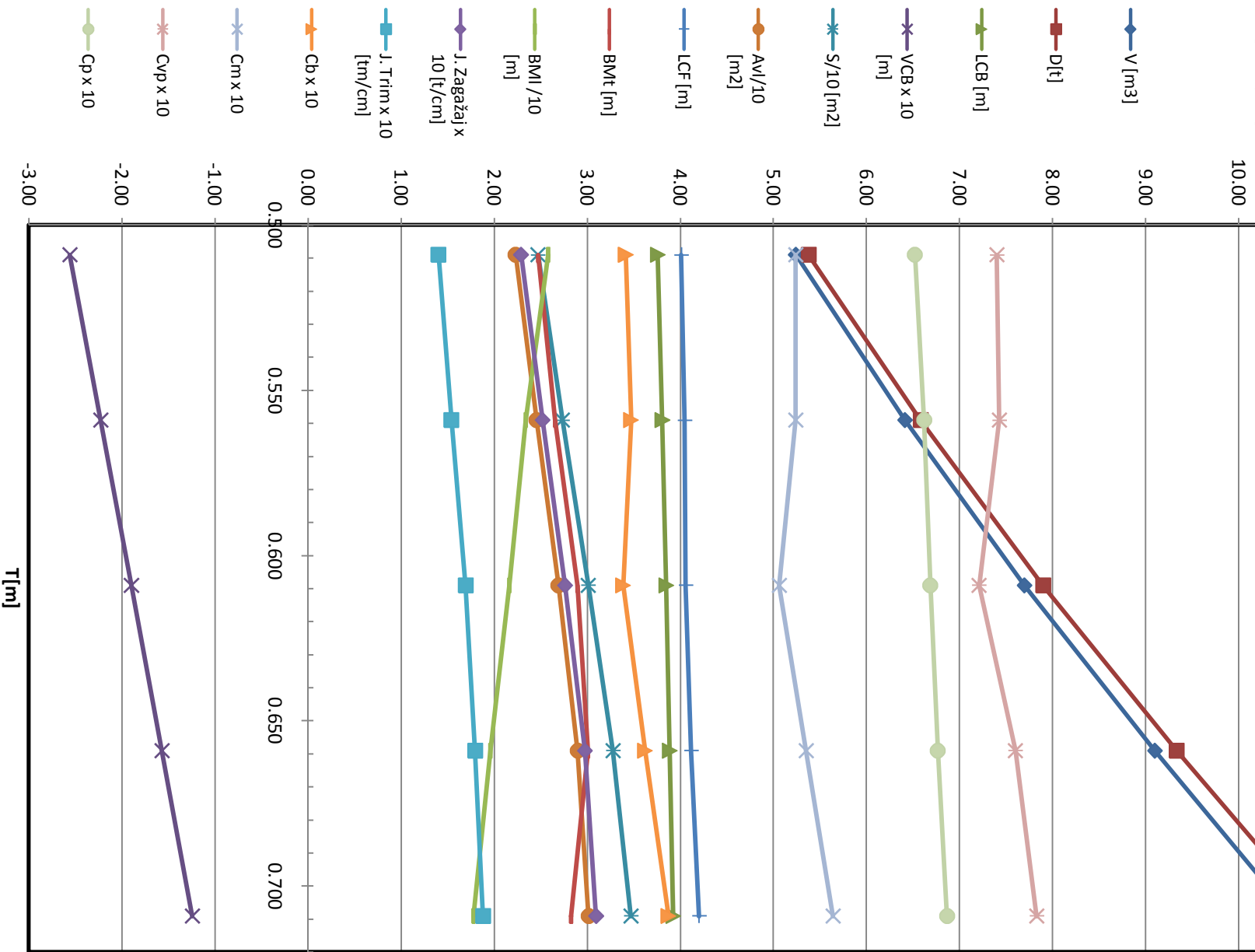


# Hidrostaticki podaci - Forma F4



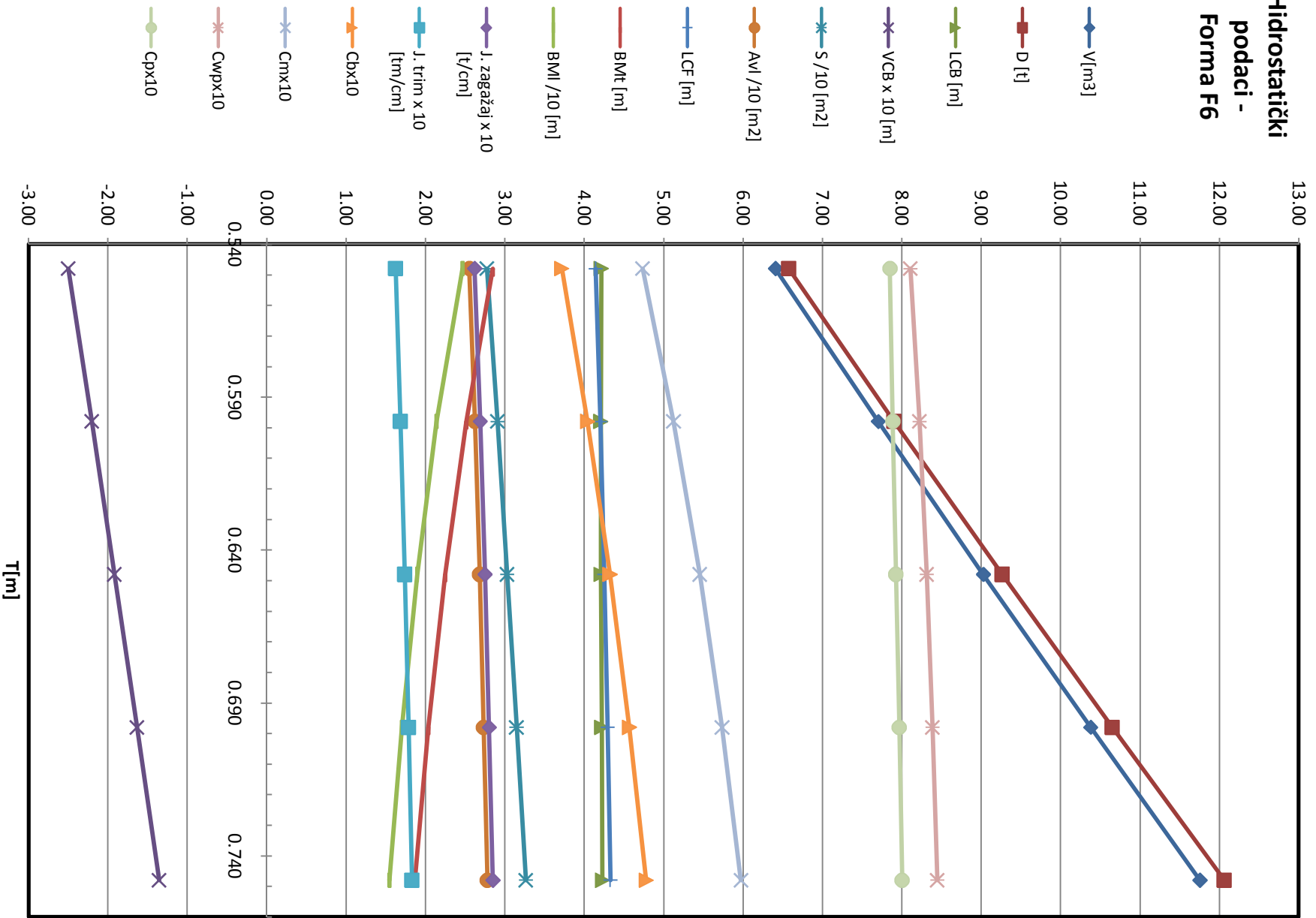
Slika 39- Plovnost F4

# Hidrostatički podaci - Forma F5

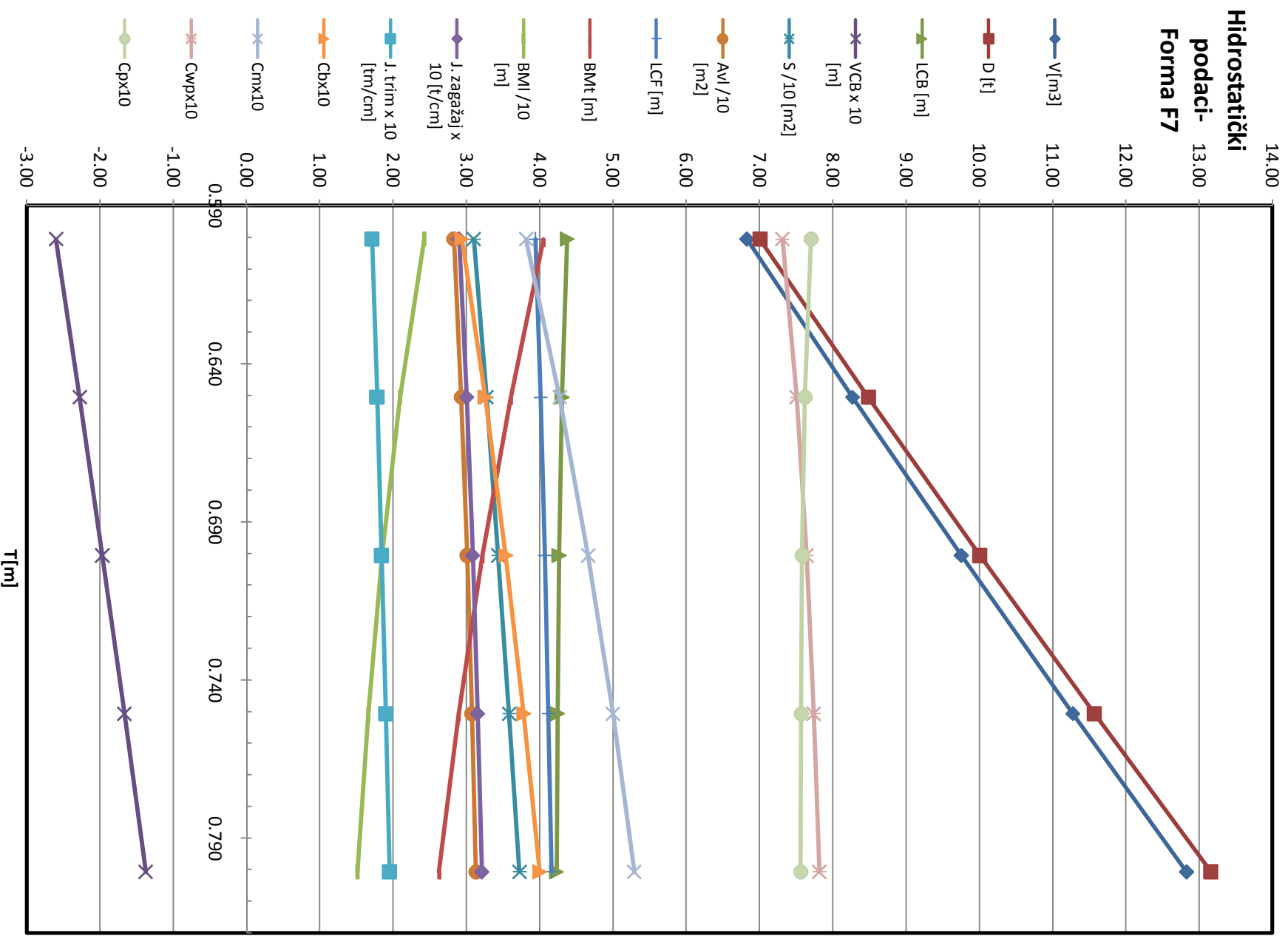


Slika 40- Plovnost F5

# Hidrostatički podaci - Forma F6

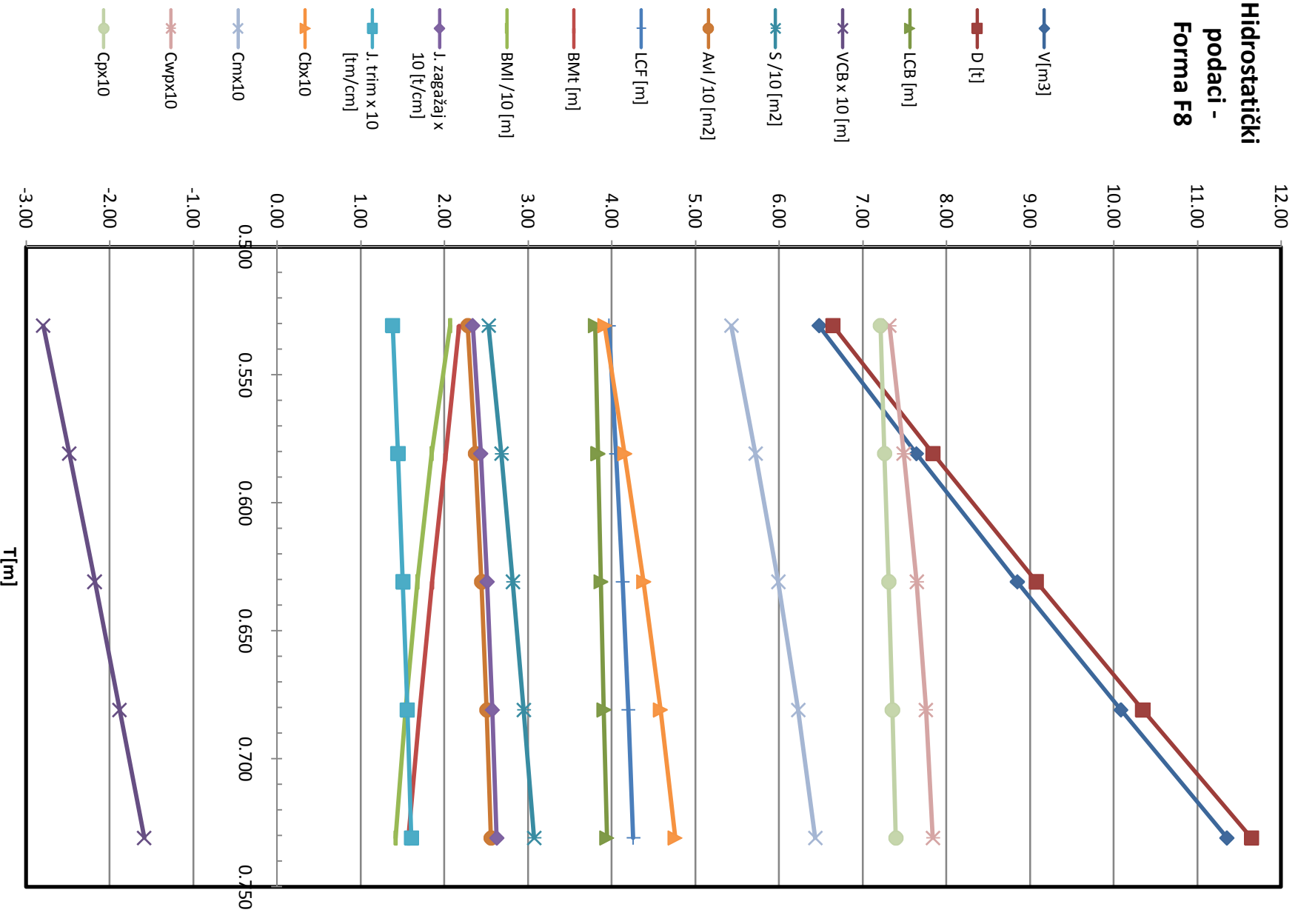


Slika 41- Plovnost F6



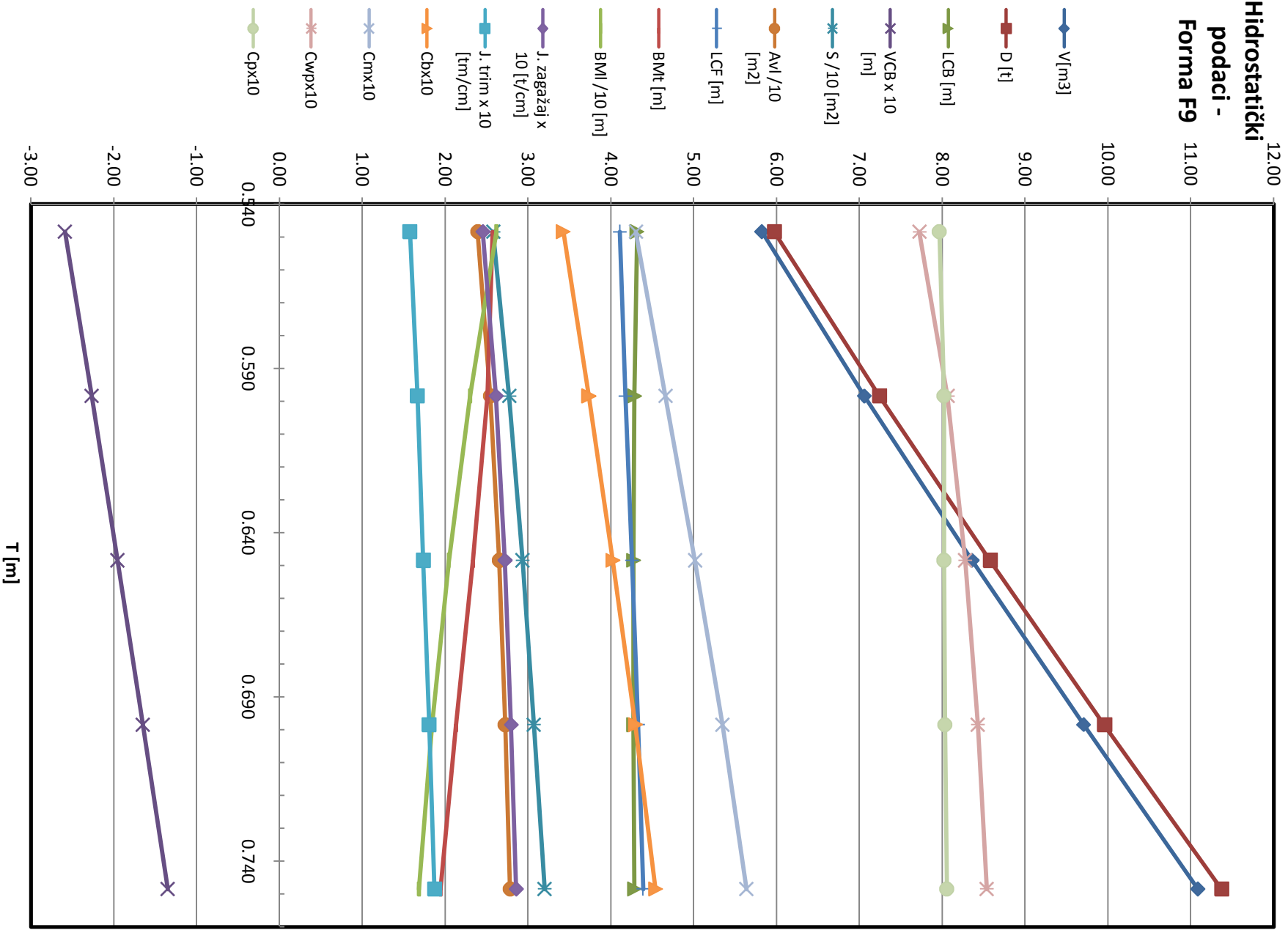
Slika 42- Plovnost F7

### Hidrostatički podaci - Forma F8



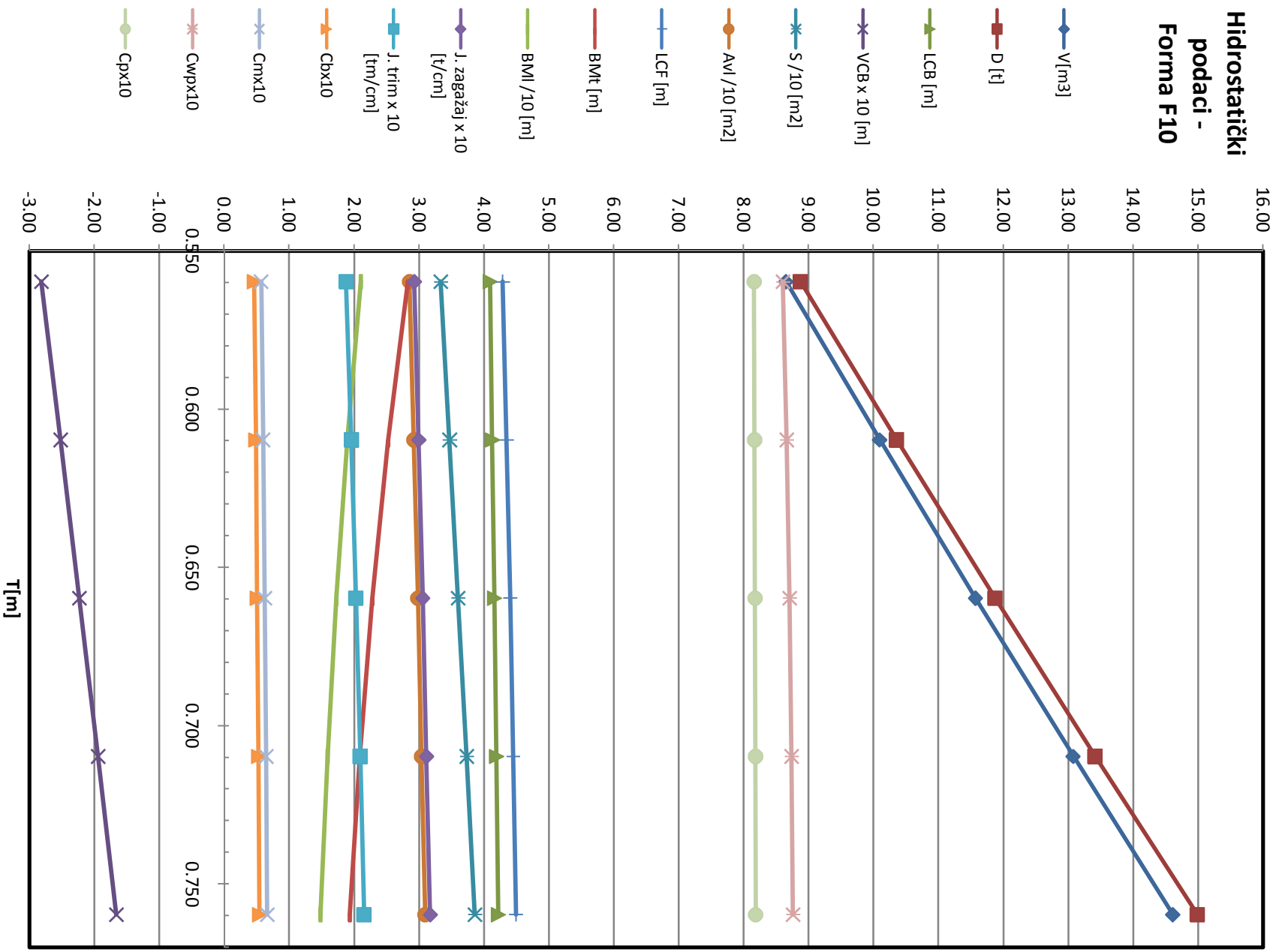
Slika 43- Plovnost F8

Hidrostatički  
podaci -  
Forma F9



Slika 44- Plovnost F9

## Hidrostatički podaci - Forma F10



Slika 45- Plovnost F10

### 3.4 Stabilitet formi

Nisu poznate lokacije težišta masa brodova pa je za sve forme pretpostavljeno da je njihove vertikalna pozicija 1 m iznad projektne vodne linije, osim toga prtpostavlja se i da su brodovi bez trima na projektnom gazu. U modelima formi nema nadgrađa koje inače kod većih nagiba bitno utječe na stabilitet. Polazeći od ovih pretpostavki zasigurno se ne mogu točno utvrditi podaci, ali se može odrediti njihov red veličina kao i međusobno uspoređivati utjecaj oblika formi na stabilitet.

Napomena: Formama F6 i F9 nadvođe neprirodno završava pa za njih podatke treba uzimati obazrivo.

Dakle za:

$$VCG = 1 \text{ m}$$

$$LCG = LCB$$

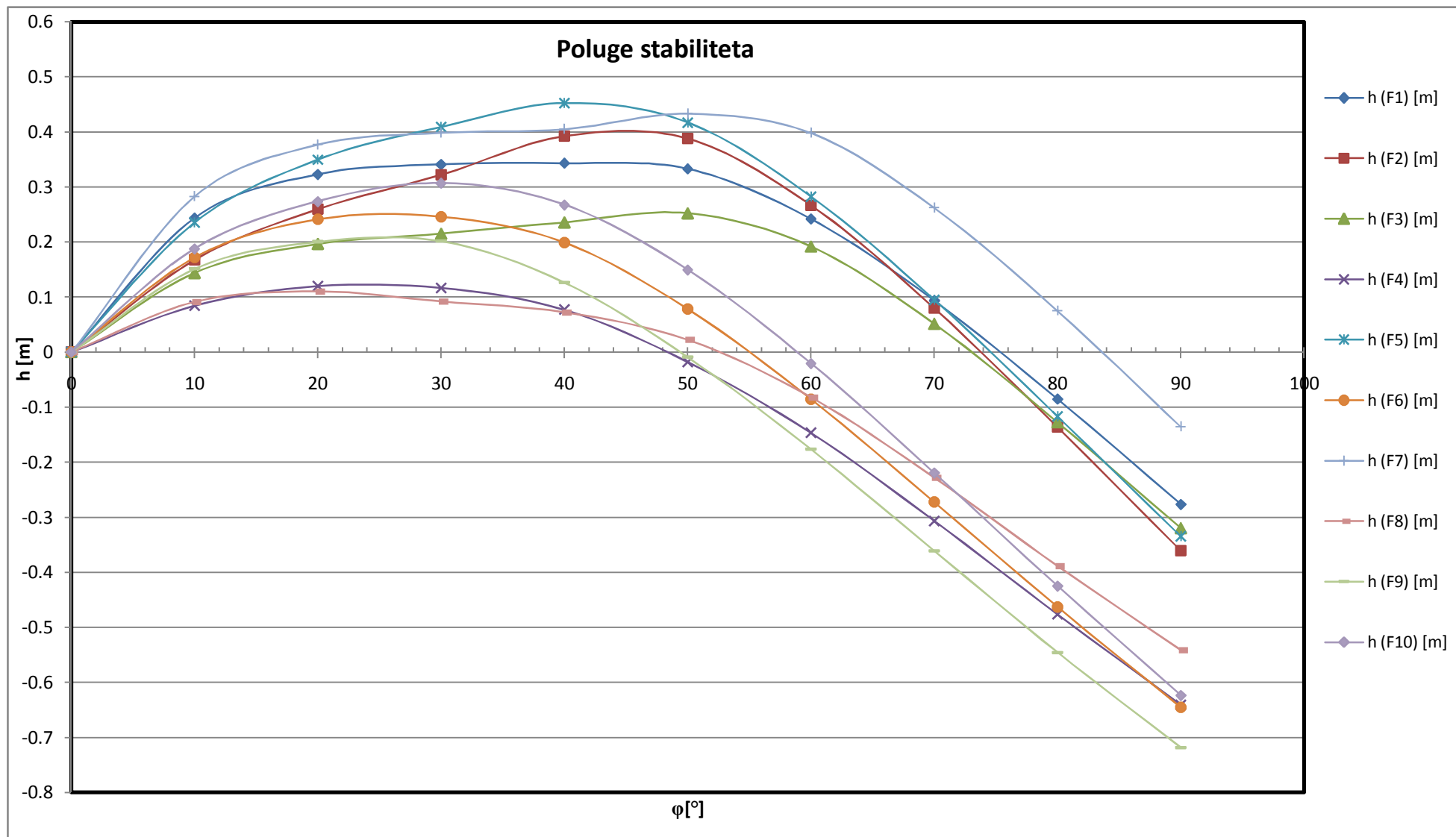
Tabela 23-Početna metacentarska visina i moment

	$T_0$ [m]	GMt [m]	Mst [kg/m] pri 1°
F1	0.550	1.97	248.59
F2	0.623	1.10	174.69
F3	0.717	1.40	218.65
F4	0.739	0.51	94.96
F5	0.609	1.70	234.91
F6	0.648	1.05	170.45
F7	0.701	2.02	353.07
F8	0.631	0.61	96.98
F9	0.648	1.14	170.59
F10	0.660	1.06	220.02

Tabela 24-Poluge stabiliteta

$\varphi^\circ$	h (F1) [m] $T_0 = 0.55$ m	h (F2) [m] T = 0.623 m	h (F3) [m] T = 0.717 m	h (F4) [m] T = 0.739 m	h (F5) [m] T = 0.609 m	h (F6) [m] T = 0.648 m	h (F7) [m] T = 0.701 m	h (F8) [m] T = 0.631 m	h (F9) [m] T = 0.648 m	h (F10) [m] T = 0.66 m
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.243	0.168	0.144	0.084	0.235	0.172	0.283	0.091	0.151	0.188
20	0.323	0.260	0.196	0.120	0.349	0.241	0.377	0.110	0.200	0.274
30	0.341	0.322	0.215	0.116	0.409	0.246	0.398	0.092	0.202	0.307
40	0.343	0.392	0.236	0.077	0.452	0.199	0.405	0.072	0.127	0.268
50	0.333	0.388	0.252	-0.018	0.417	0.078	0.433	0.022	-0.009	0.150
60	0.242	0.267	0.192	-0.146	0.282	-0.085	0.398	-0.082	-0.177	-0.021
70	0.094	0.080	0.051	-0.306	0.095	-0.272	0.262	-0.228	-0.361	-0.219
80	-0.085	-0.136	-0.127	-0.476	-0.117	-0.463	0.075	-0.389	-0.545	-0.425
90	-0.276	-0.361	-0.320	-0.641	-0.335	-0.645	-0.136	-0.541	-0.718	-0.623





Slika 46-Poluge stabiliteta

## 4. Hidrodinamika formi

Otpor i hidrodinamički parametri formi računati su računalnim programom Orca 3D, a programom MaxSurf odnosno njegovim modulom Hullspeed je vršena kontrola.

NavCAD koji je inače bio zadan za upotrebu pri izradi ovog rada, nije bio primjenjen zbog njegove privremene nedostupnosti pa je korištena Orca 3D. To je software kompatibilan s NavCAD-om i služi se istom HydroComp-ovom bazom podataka za predviđenje otpora [8]. Prednost Orce 3D i MaxSurfa u odnosu na NavCAD je ta što 3D modele formi može izravno koristiti kao ulazne podatke za proračun otpora pri čemu analiziraju i transformiraju formu u prigodni ekvivalent za proračun metodom Savitsky, kojom se koriste svi navedeni programi pri svojim predviđanjima otpora.

Metoda Savitsky je razvijena [9] na temelju modelskih ispitivanja u bazenu. Ispitivanja su vršena na pojednostavljenim, prizmatičnim, klinastim trupovima, konstantnog kuta dna (eng. deadrise), ravnih rebara cijelom dužinom i bez eventualnih deflektora pjene ili sličnih složenosti forme.

Otpor se računa prema [9]:

$$R = R_U + R_T$$

gdje su:

$R$  - sila otpora golog trupa [N]

$$R_U = \Delta \cdot g \cdot \tan \tau - \text{otpor tlaka}$$

$$R_T = \frac{T}{\cos \tau} - \text{otpor trenja}$$

pri čemu je:

$$\Delta \cdot g - \text{težina broda [N]}$$

$$\tau - \text{kut trima [}^\circ\text{]}$$

$$T = \frac{1}{2} \rho \cdot V_1^2 \cdot C_T \cdot S_{EF} - \text{sila trenja [N]}$$

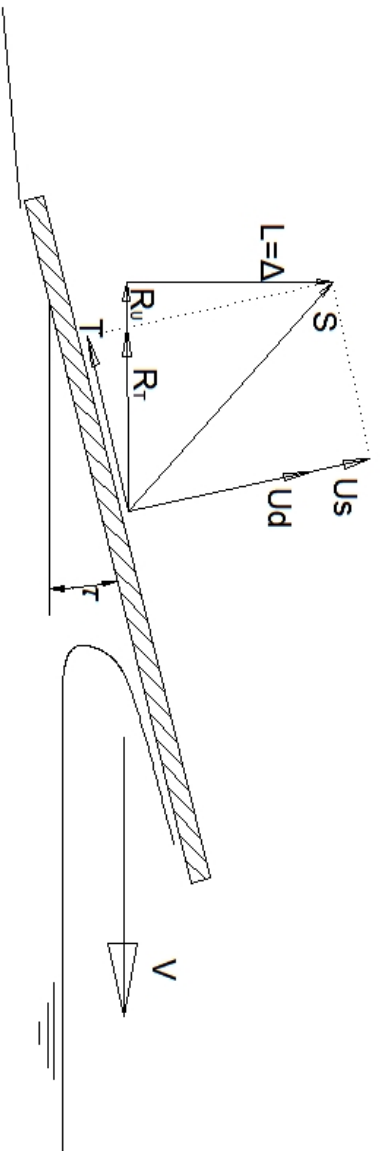
$\rho$ -gustoća vode [kg/m<sup>3</sup>]

$V_1$  – prosječna brzina dna [m/s]

$C_T$  – Schoenherrov koeficijent otpora trenja

$S_{EFF}$ - efektivna oplakana površina [m<sup>2</sup>]

Navedeni izraz slijedi iz ravnoteže sile za glisirajuće tijelo (Slika 47); sila trenja  $T$  i sile statičkog i dinamičkog uzgona  $U_s + U_d$  rezultiraju silom  $S$  koja se može predstaviti i kao rezultanta sile podizaja tijela  $L$  i otpora  $R_U + R_T$ . Sila podizaja tijela  $L$  mora biti u ravnoteži s težinom broda  $\Delta g$ . Konačno sile  $R_U$  i  $R_T$  možemo izraziti kao komponente vektora sile  $\Delta g$  i  $T$ .



Slika 47-Ravnoteža sile glisirajućeg tijela

Treba napomenuti da navedena slika i fizikalni izrazi vrijede samo za ono područje brzina gdje se radi o potpunom glisiranju, odnosno onim režimima plovidbe u kojima je hidrostatički pritisak gotovo zanemarljiv u odnosu na hidrodinamički pa metoda Savitsky nije primjerena za područje „grbe“ otpora.

Orca 3D koristi Blount/Fox-ovu korekciju za područja pred-glisirajućeg režima plovidbe kako bi se bolje odredio otpor pri nižim brzinama, osim toga uzima u obzir složenost forme odnosno promjenjivost kuta rebara i njihova zakrivljenost te deflektore pjene pri analizi formi, a u samom proračunu i utjecaj sile podizaja, sile poriva i sile otpora na trim u toku plovidbe.

MaxSurf se koristi nešto jednostavnijom analizom formi pri izradi svog proračuna, ne analizira trim u vožnji i nema odgovarajuću korekciju u području prijelaznog režima vožnje pa dobivene podatke u područjima nižih brzina treba uzimati s oprezom.

Iako se po svemu tome Orca čini sofisticiranijim programom od MaxSurfa svejedno je njime vršen proračun u svrhu kontrole podataka zbog sumnje da Forme F4 i F6 zbog svoje složenosti i općenito načina izvedbe nisu dobro izanalizirane programom Orca. Također je moguće da je forma F10 krivo prepoznata u MaxSurf-u što se očituje bitno različitim kutom nagiba dna nego u podacima dobivenim Orcom.

#### 4.1 Hidrodinamički podaci

Pri unosu podataka za izračun otpora korišteni su hidrostatički podaci iz prethodnog poglavlja za gaz  $T_0$ , a težište sile potrieva je pretpostavljeno na 35–40 cm ispod transoma (po osi z) i u njegovoj ravnini (0 u osi x).

Tabela 25-Hidrodinamički podaci F1

F1	Orca 3D $\beta_{ef}=15.4-15.3^\circ$		Bef=3.47 m $\beta_{sr}=17.63^\circ$			MaxSurf $\beta_{sr}=16.13^\circ$	
	V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.15	2.09	9,008	45,040			
6	1.38	2.68	10,119	60,710	5,730	34,400	
7	1.61	3.25	10,574	74,020	6,610	46,260	
8	1.85	3.67	10,777	86,220	7,410	59,320	
9	2.08	3.88	10,785	97,060	8,070	72,640	
10	2.31	3.88	10,707	107,070	8,580	85,750	
11	2.54	3.74	10,647	117,120	8,980	98,800	
12	2.77	3.54	10,656	127,870	9,350	112,250	
13	3.00	3.32	10,768	139,980	9,740	126,620	
14	3.23	3.09	10,961	153,450	10,170	142,340	
15	3.46	2.87	11,246	168,690	10,650	159,760	
16	3.69	2.69	11,634	186,150	11,200	179,170	
17	3.92	2.48	12,056	204,950	11,810	200,790	
18	4.15	2.30	12,568	226,230	12,490	224,830	
19	4.38	2.15	13,146	249,770	13,240	251,480	
20	4.61	2.01	13,784	275,670	14,040	280,880	
21	4.84	1.89	14,473	303,940	14,910	313,210	
22	5.07	1.77	15,216	334,760	15,850	348,600	
23	5.30	1.67	15,999	367,990	16,830	387,190	
24	5.54	1.58	16,837	404,090	17,880	429,120	
25	5.77	1.50	17,712	442,790	18,980	474,520	

Tabela 26-Hidrodinamički podaci F2

F2	Orca 3D	Bef=3,83 m			MaxSurf	
	$\beta_{\text{ref}}=21,08-21,02^\circ$	$\beta_{\text{sr}}=22,63^\circ$			$\beta_{\text{sr}}=21,8^\circ$	
V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.11	3.25	10,862	54,310		
6	1.33	4.06	12,797	76,780	9,290	55,720
7	1.55	4.81	13,720	96,040	10,560	73,920
8	1.78	5.27	14,063	112,500	11,600	92,830
9	2.00	5.38	13,991	125,920	12,280	110,510
10	2.22	5.26	13,746	137,460	12,630	126,350
11	2.44	5.02	13,486	148,350	12,810	140,880
12	2.66	4.73	13,295	159,540	12,920	154,990
13	2.88	4.43	13,207	171,690	13,040	169,460
14	3.11	4.15	13,260	185,640	13,210	184,920
15	3.33	3.89	13,403	201,050	13,460	201,830
16	3.55	3.64	13,653	218,440	13,780	220,560
17	3.77	3.43	14,003	238,060	14,200	241,370
18	3.99	3.23	14,431	259,770	14,700	264,510
19	4.22	3.06	14,953	284,100	15,270	290,170
20	4.44	2.90	15,539	310,780	15,930	318,530
21	4.66	2.76	16,204	340,270	16,650	349,740
22	4.88	2.64	16,928	372,410	17,450	383,950
23	5.10	2.52	17,763	408,560	18,320	421,300
24	5.33	2.40	18,703	448,880	19,250	461,930
25	5.55	2.30	19,703	492,580	20,240	505,970

Tabela 27-Hidrodinamički podaci F3

F3	Orca 3D	Bef=3,5 m			MaxSurf	
	$\beta_{\text{ref}}=16,56-16,52^\circ$	$\beta_{\text{sr}}=18,98^\circ$			$\beta_{\text{sr}}=20,36^\circ$	
V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.11	2.22	13,586	67,930		
6	1.33	3.06	14,714	88,281	7,620	45,720
7	1.56	3.87	14,687	102,806	8,750	61,240
8	1.78	4.48	14,390	115,121	9,810	78,440
9	2	4.77	14,045	126,402	10,660	95,940
10	2.22	4.79	13,644	136,441	11,280	112,760
11	2.45	4.63	13,280	146,079	11,710	128,860
12	2.67	4.4	13,000	156,001	12,060	144,770
13	2.89	4.13	12,859	167,161	12,400	161,150
14	3.11	3.88	12,843	179,797	12,760	178,600
15	3.34	3.62	12,926	193,887	13,170	197,580
16	3.56	3.38	13,117	209,865	13,650	218,470
17	3.78	3.19	13,436	228,407	14,210	241,590
18	4	2.96	13,784	248,104	14,840	267,180
19	4.23	2.79	14,237	270,507	15,550	295,470
20	4.45	2.62	14,754	295,083	16,330	326,640
21	4.67	2.48	15,357	322,492	17,180	360,880
22	4.89	2.35	16,009	352,188	18,110	398,340
23	5.12	2.24	16,712	384,384	19,090	439,180
24	5.34	2.14	17,441	418,586	20,150	483,560
25	5.56	2.04	18,269	456,717	21,260	531,610

Tabela 28-Hidrodinamički podaci F4

F4	Orca 3D $\beta_{ef}=17.99-18.26$		Beff=2.91 m $\beta_{sr}=22.93^\circ$			MaxSurf $\beta_{sr}=22.13^\circ$	
	V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.08		6.06	19,230	96,150		
6	1.3		7.52	22,903	137,421	14,360	86,150
7	1.51		8.66	24,795	173,563	16,040	112,290
8	1.73		9.12	25,086	200,686	17,120	136,980
9	1.95		8.98	24,284	218,560	17,500	157,480
10	2.16		8.48	23,027	230,269	17,380	173,850
11	2.38		7.89	21,761	239,368	17,040	187,470
12	2.59		7.27	20,636	247,630	16,650	199,790
13	2.81		6.67	19,706	256,183	16,300	211,900
14	3.03		6.12	18,958	265,414	16,040	224,590
15	3.24		5.63	18,406	276,085	15,890	238,420
16	3.46		5.18	18,001	288,021	15,860	253,780
17	3.68		4.78	17,732	301,438	15,940	270,970
18	3.89		4.42	17,596	316,732	16,120	290,230
19	4.11		4.11	17,594	334,279	16,410	311,750
20	4.32		3.82	17,660	353,196	16,780	335,690
21	4.54		3.56	17,816	374,138	17,250	362,200
22	4.76		3.33	18,053	397,159	17,790	391,400
23	4.97		3.12	18,360	422,280	18,410	423,420
24	5.19		2.93	18,733	449,595	19,100	458,380
25	5.41		2.76	19,172	479,307	19,860	496,390

Tabela 29-Hidrodinamički podaci F5

F5	Orca 3D $\beta_{ef}=17.42-17.41$		Beff=3.78 m $\beta_{sr}=18.7^\circ$			MaxSurf $\beta_{sr}=18.6^\circ$	
	V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.14		4.98	8,714	43,569		
6	1.36		5.91	10,570	63,419		
7	1.59		6.47	11,418	79,928	9,360	65,510
8	1.82		6.5	11,477	91,819	10,010	80,120
9	2.05		6.2	11,167	100,503	10,340	93,030
10	2.27		5.78	10,788	107,881	10,470	104,710
11	2.5		5.32	10,491	115,398	10,550	116,070
12	2.73		4.88	10,303	123,639	10,660	127,870
13	2.95		4.49	10,268	133,479	10,820	140,710
14	3.18		4.13	10,334	144,673	11,070	155,020
15	3.41		3.81	10,512	157,686	11,410	171,120
16	3.64		3.53	10,789	172,624	11,830	189,260
17	3.86		3.28	11,151	189,563	12,330	209,660
18	4.09		3.06	11,594	208,695	12,920	232,480
19	4.32		2.86	12,112	230,134	13,570	257,890
20	4.54		2.39	13,992	279,839	14,300	286,040
21	4.77		1.02	20,000	419,997	15,100	317,060
22	5		-0.07	25,046	551,011	15,960	351,100
23	5.23		-0.16	25,611	589,063	16,880	388,270
24	5.45		-0.24	26,262	630,281	17,860	428,710
25	5.68		-0.32	26,991	674,785	18,900	472,540

Tabela 30-Hidrodinamički podaci F6

F6	Orca 3D $\beta_{\text{Ref}}=10.64-10.68^\circ$		Bef=2.98 m $\beta_{\text{Sr}}=13.63^\circ$			MaxSurf $\beta_{\text{Sr}}=13.01^\circ$	
	V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.11		1.86	20,042	100,210		
6	1.33		3.29	18,389	110,334	8,480	50,870
7	1.55		4.27	17,469	122,284	9,580	67,060
8	1.77		4.95	16,840	134,718	10,550	84,390
9	1.99		5.29	16,210	145,892	11,230	101,100
10	2.21		5.31	15,537	155,375	11,620	116,190
11	2.44		5.14	14,882	163,698	11,800	129,830
12	2.66		4.87	14,303	171,639	11,890	142,730
13	2.88		4.56	13,857	180,142	11,970	155,670
14	3.1		4.24	13,523	189,324	12,090	169,270
15	3.32		3.94	13,326	199,885	12,270	184,040
16	3.54		3.66	13,237	211,784	12,520	200,340
17	3.76		3.4	13,241	225,100	12,850	218,470
18	3.98		3.16	13,359	240,457	13,260	238,650
19	4.21		2.95	13,543	257,315	13,740	261,080
20	4.43		2.76	13,797	275,940	14,300	285,930
21	4.65		2.58	14,130	296,739	14,920	313,350
22	4.87		2.43	14,523	319,509	15,610	343,480
23	5.09		2.3	14,961	344,110	16,370	376,450
24	5.31		2.17	15,470	371,273	17,180	412,380
25	5.53		2.06	16,038	400,959	18,060	451,380

Tabela 31-Hidrodinamički podaci F7

F7	Orca 3D $\beta_{\text{Ref}}=13.76-13.78^\circ$		Bef=3.87 m $\beta_{\text{Sr}}=18.09^\circ$			MaxSurf $\beta_{\text{Sr}}=15.87^\circ$	
	V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.09		2.47	17,357	86,784		
6	1.31		3.52	18,972	113,831		
7	1.53		4.36	19,189	134,326	10,280	71,980
8	1.75		4.8	18,746	149,967	11,350	90,790
9	1.97		4.89	17,949	161,541	12,100	108,880
10	2.18		4.74	17,098	170,978	12,560	125,620
11	2.4		4.47	16,357	179,923	12,860	141,470
12	2.62		4.15	15,808	189,695	13,100	157,260
13	2.84		3.85	15,430	200,592	13,370	173,800
14	3.06		3.54	15,248	213,466	13,690	191,710
15	3.28		3.27	15,181	227,717	14,100	211,480
16	3.5		3.02	15,305	244,887	14,590	233,490
17	3.71		2.84	15,543	264,230	15,180	258,060
18	3.93		2.59	15,870	285,664	15,860	285,420
19	4.15		2.41	16,301	309,722	16,620	315,810
20	4.37		2.25	16,830	336,590	17,470	349,410
21	4.59		2.1	17,445	366,339	18,400	386,420
22	4.81		1.97	18,130	398,850	19,410	427,010
23	5.02		1.86	18,874	434,111	20,490	471,320
24	5.24		1.75	19,694	472,647	21,650	519,540
25	5.46		1.65	20,586	514,647	22,870	571,800

Tabela 32-Hidrodinamički podaci F8

F8	Orca 3D $\beta_{ef}=18,6-18,65$		Bef=3.17 m $\beta_{sr}=21,7^{\circ}$			MaxSurf $\beta_{sr}=19,75^{\circ}$	
	V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.11	5.03	13,204	66,018			
6	1.33	6.19	15,625	93,747	10,380	62,280	
7	1.55	7.14	16,711	116,977	11,680	81,780	
8	1.78	7.55	16,812	134,496	12,650	101,220	
9	2	7.45	16,265	146,386	13,160	118,440	
10	2.22	7.1	15,494	154,941	13,300	133,020	
11	2.44	6.64	14,728	162,011	13,250	145,770	
12	2.66	6.15	14,093	169,118	13,140	157,730	
13	2.89	5.68	13,613	176,964	13,060	169,750	
14	3.11	5.25	13,276	185,867	13,030	182,490	
15	3.33	4.85	13,108	196,613	13,090	196,400	
16	3.55	4.5	13,064	209,022	13,240	211,850	
17	3.77	4.18	13,128	223,179	13,480	229,090	
18	4	3.89	13,292	239,247	13,800	248,330	
19	4.22	3.64	13,534	257,138	14,200	269,760	
20	4.44	3.41	13,870	277,393	14,680	293,540	
21	4.66	3.2	14,267	299,614	15,230	319,790	
22	4.88	3.02	14,731	324,082	15,850	348,640	
23	5.11	2.85	15,253	350,810	16,530	380,230	
24	5.33	2.7	15,823	379,749	17,280	414,650	
25	5.55	2.56	16,451	411,276	18,080	452,030	

Tabela 33-Hidrodinamički podaci F9

F9	Orca 3D $\beta_{ef}=18,66-18,63^{\circ}$		Bef=3.2 m $\beta_{sr}=20,7^{\circ}$			MaxSurf $\beta_{sr}=18,04^{\circ}$	
	V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.12	3.12	10,823	54,117			
6	1.34	3.83	12,459	74,752	7,660	45,940	
7	1.57	4.54	13,193	92,353	8,720	61,070	
8	1.79	5.08	13,580	108,640	9,700	77,640	
9	2.02	5.34	13,692	123,227	10,460	94,140	
10	2.24	5.32	13,608	136,081	10,960	109,550	
11	2.47	5.12	13,454	147,998	11,260	123,880	
12	2.69	4.84	13,314	159,766	11,470	137,700	
13	2.91	4.52	13,243	172,162	11,670	151,670	
14	3.14	4.21	13,265	185,708	11,890	166,400	
15	3.36	3.9	13,380	200,695	12,160	182,340	
16	3.59	3.63	13,593	217,494	12,490	199,870	
17	3.81	3.37	13,877	235,910	12,900	219,260	
18	4.03	3.14	14,242	256,351	13,370	240,750	
19	4.26	2.92	14,684	278,986	13,920	264,540	
20	4.48	2.73	15,195	303,896	14,540	290,800	
21	4.71	2.55	15,764	331,043	15,220	319,690	
22	4.93	2.39	16,397	360,732	15,970	351,350	
23	5.16	2.25	17,086	392,979	16,780	385,910	
24	5.38	2.11	17,824	427,787	17,650	423,510	
25	5.6	1.99	18,618	465,449	18,570	464,270	

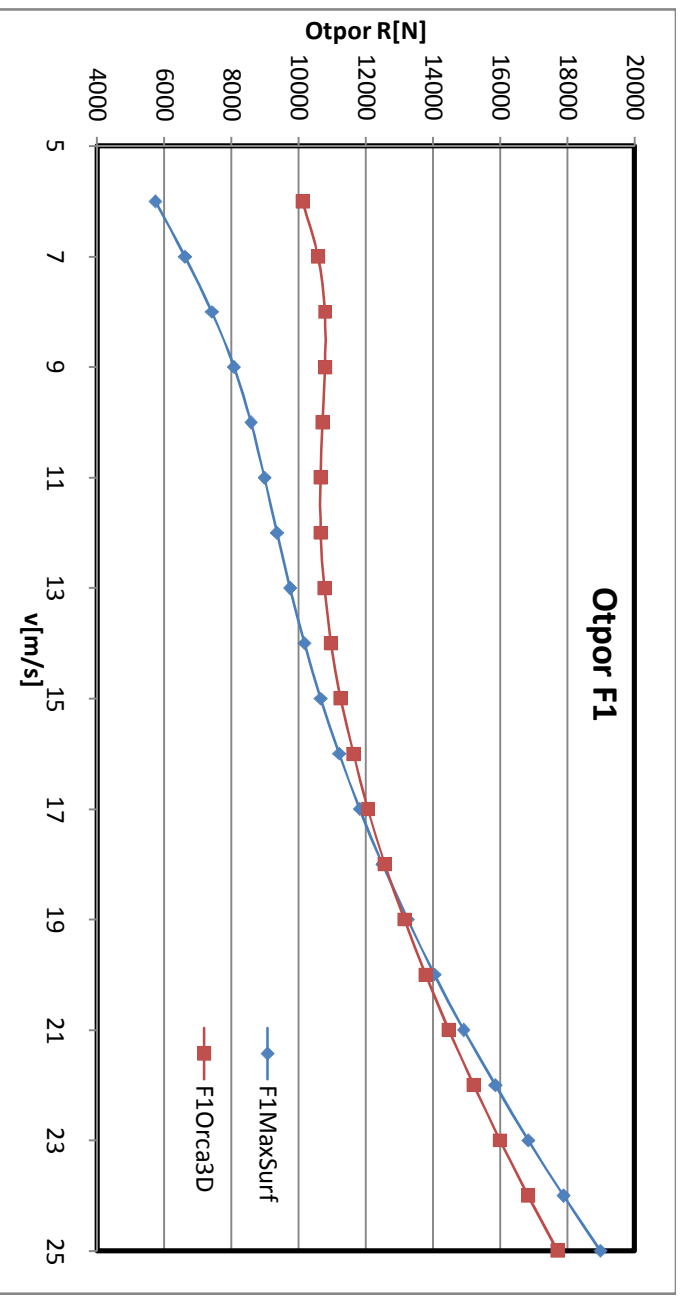


Tabela 34-Hidrodinamički podaci F10

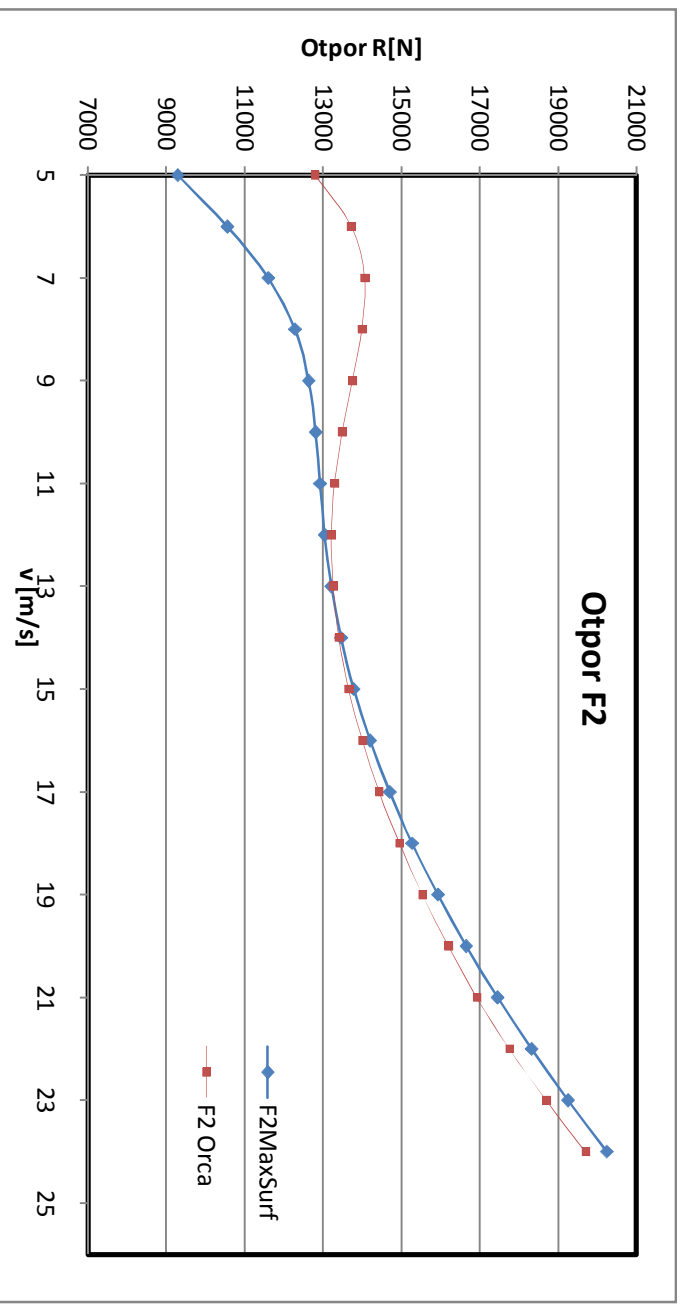
F10	Orca 3D $\beta_{ef}=9.98-9.99^\circ$		Bef=3.2 m $\beta_{sr}=10.15^\circ$			MaxSurf $\beta_{sr}=16.99^\circ$	
	V[m/s]	Fv	Trim [°]	R [N]	P [W]	R [N]	P [W]
5	1.06		4.76	16,011	80,056		
6	1.27		5.8	18,853	113,119	13,260	79,580
7	1.49		6.77	19,815	138,707	14,900	104,310
8	1.7		7.38	19,894	159,150	16,210	129,710
9	1.91		7.48	19,375	174,376	16,960	152,660
10	2.12		7.23	18,547	185,465	17,200	171,970
11	2.34		6.8	17,592	193,510	17,120	188,290
12	2.55		6.32	16,746	200,949	16,910	202,880
13	2.76		5.84	16,028	208,369	16,690	216,920
14	2.97		5.38	15,500	217,004	16,520	231,330
15	3.18		4.95	15,117	226,752	16,450	246,770
16	3.4		4.57	14,882	238,118	16,480	263,720
17	3.61		4.23	14,803	251,648	16,620	282,560
18	3.82		3.91	14,830	266,933	16,870	303,580
19	4.03		3.63	14,961	284,258	17,210	326,990
20	4.25		3.38	15,194	303,871	17,650	353,010
21	4.46		3.16	15,515	325,811	18,180	381,790
22	4.67		2.95	15,912	350,071	18,800	413,490
23	4.88		2.77	16,387	376,912	19,490	448,260
24	5.1		2.6	16,931	406,334	20,260	486,220
25	5.31		2.45	17,537	438,428	21,100	527,500

## 4.2 Usporedni prikaz otpora

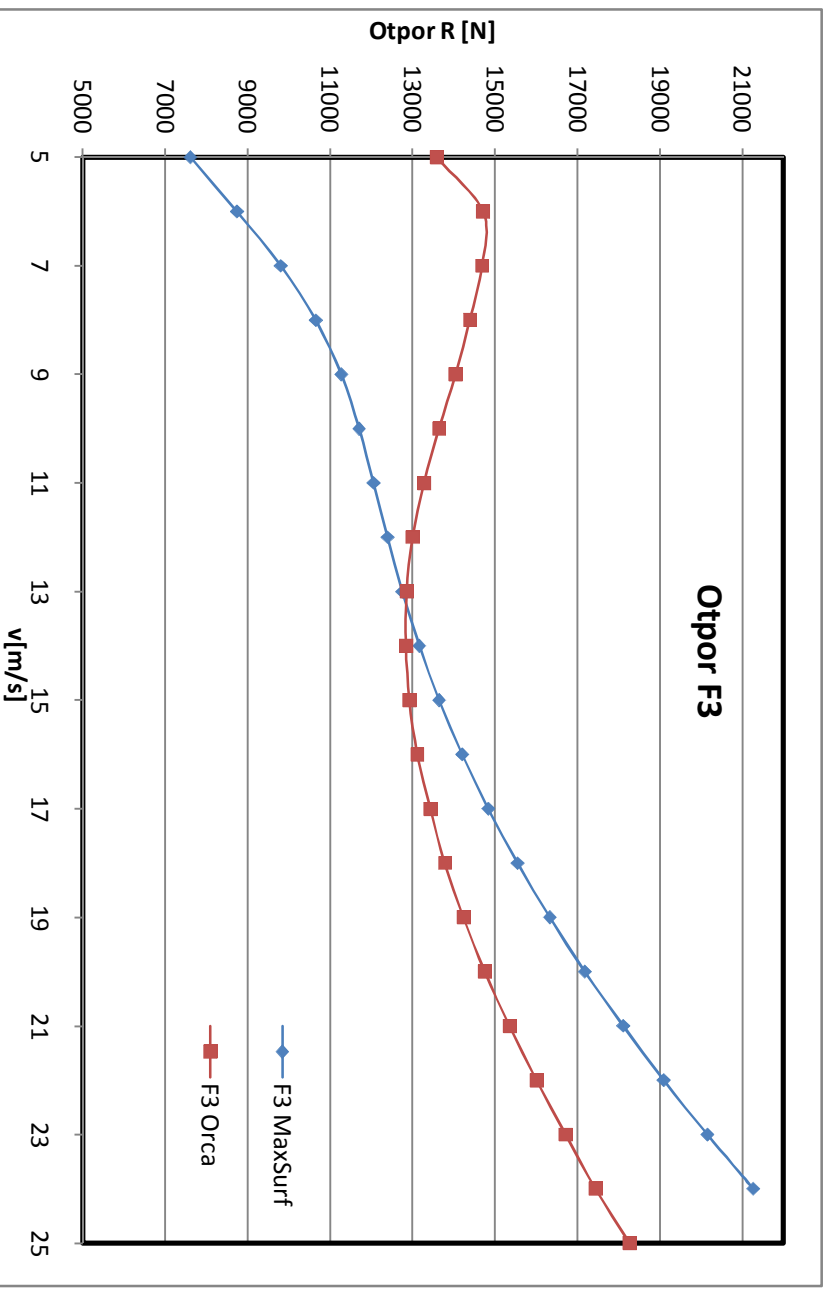
Na sljedećim grafovima usporedno su prikazane veličine otpora pojedinih formi izračunate u MaxSurf-u i Orca 3D.



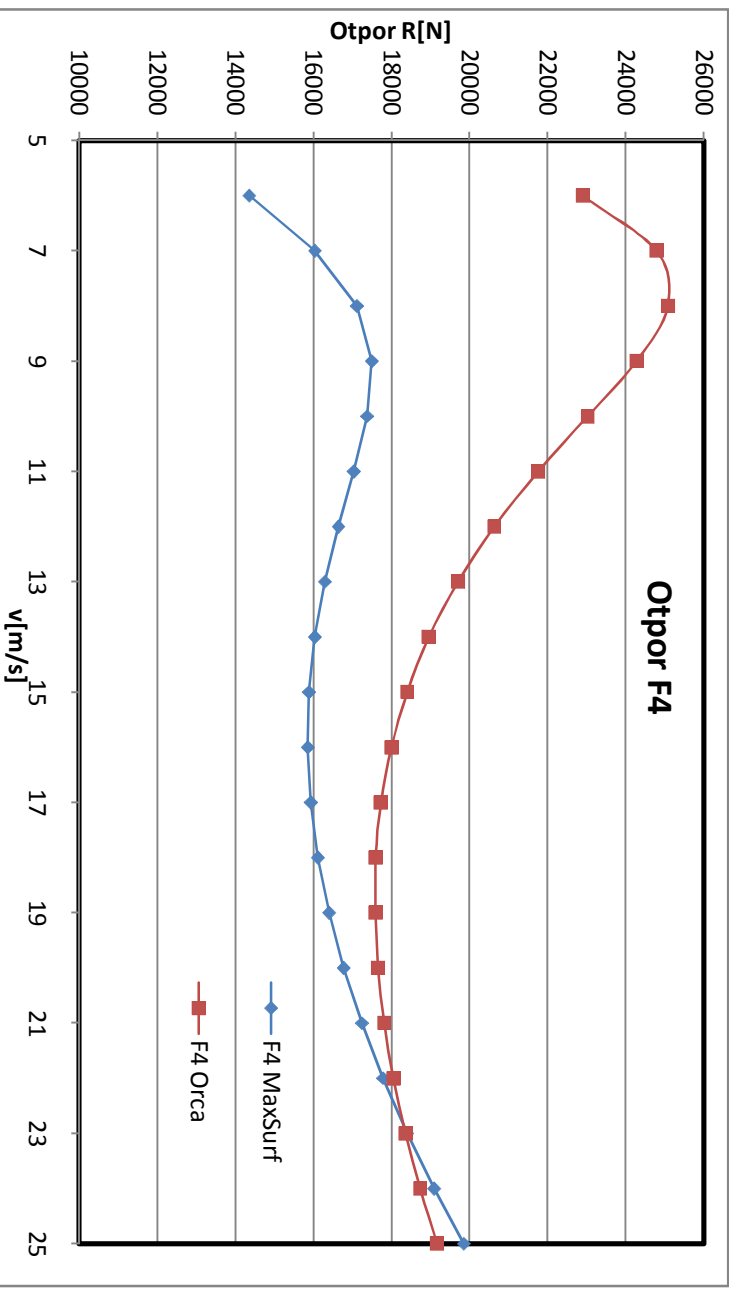
Slika 48-Usporedni prikaz otpora forme F1



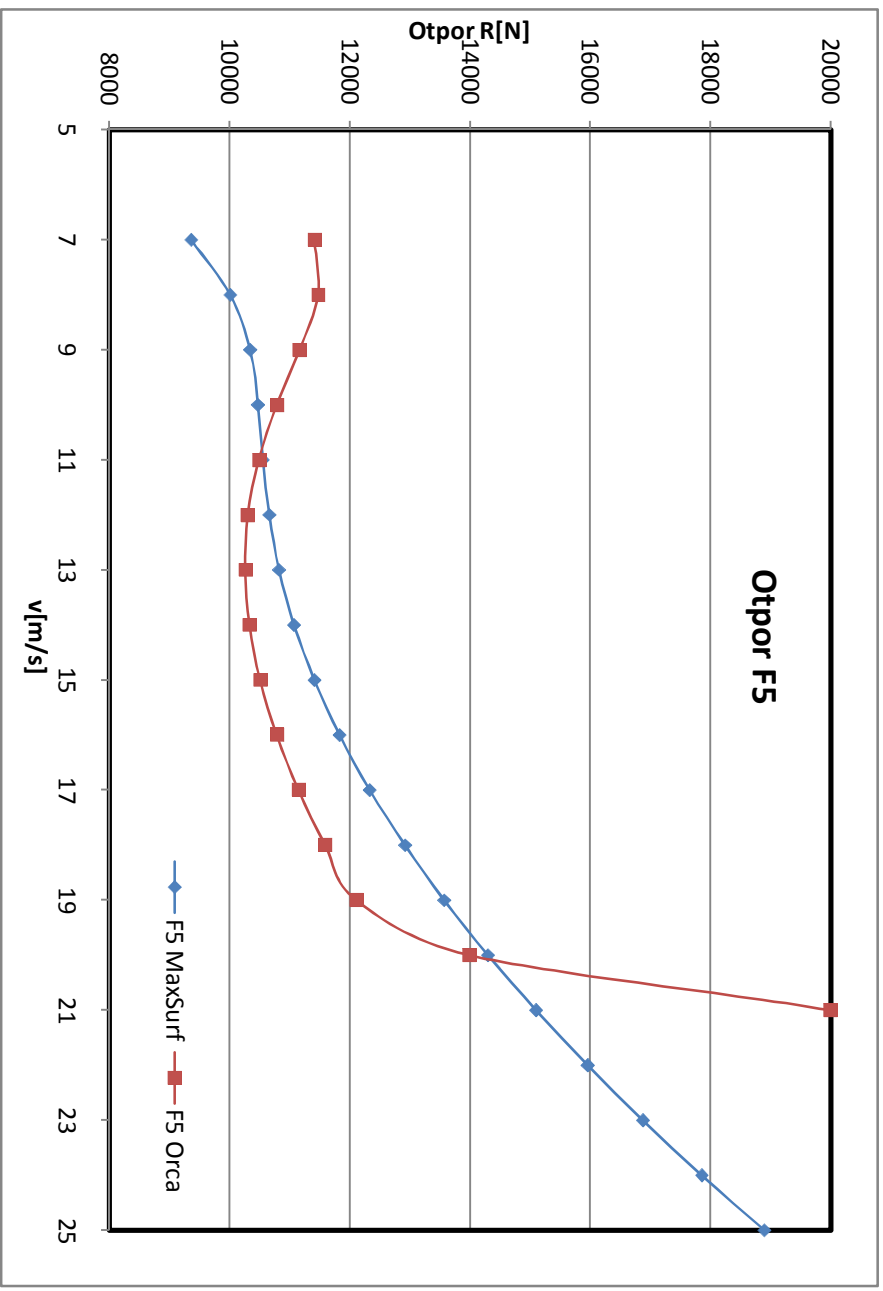
Slika 49-Usporedni prikaz otpora forme F2



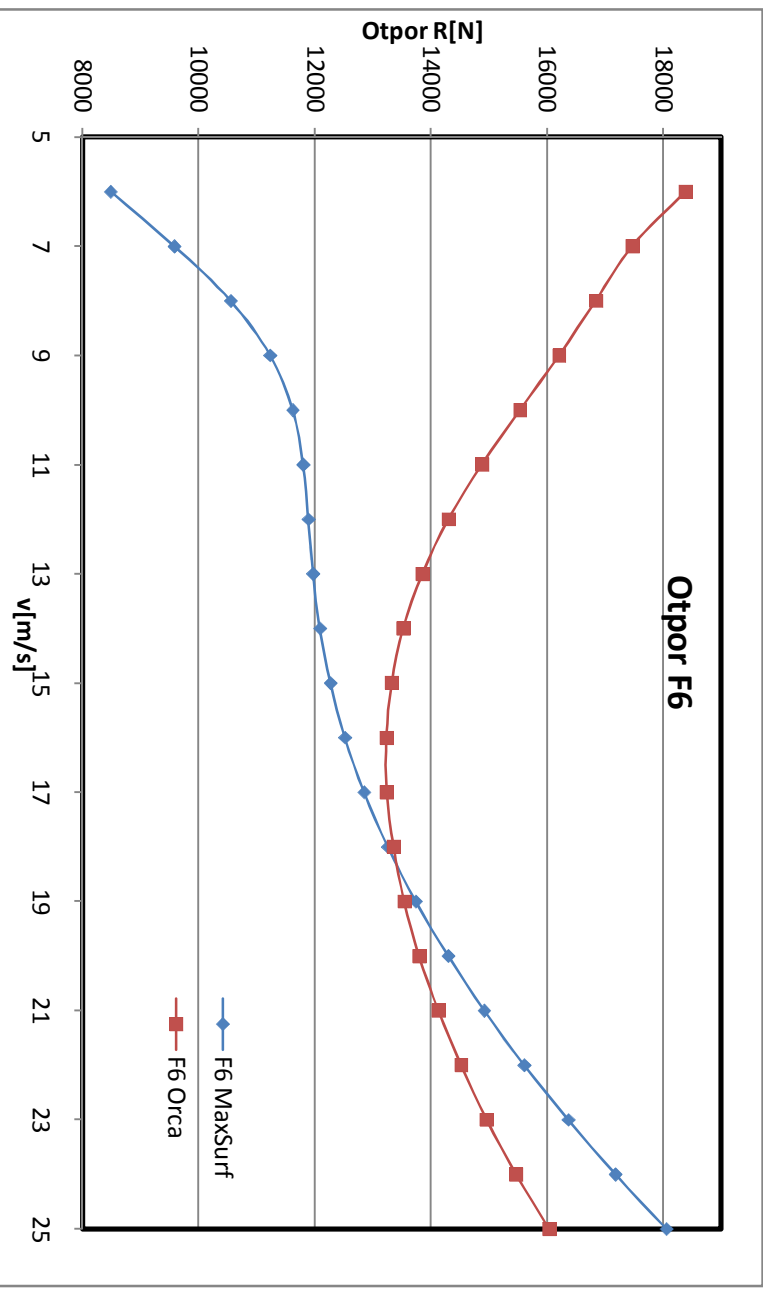
Slika 50 -Usporedni prikaz otpora forme F3



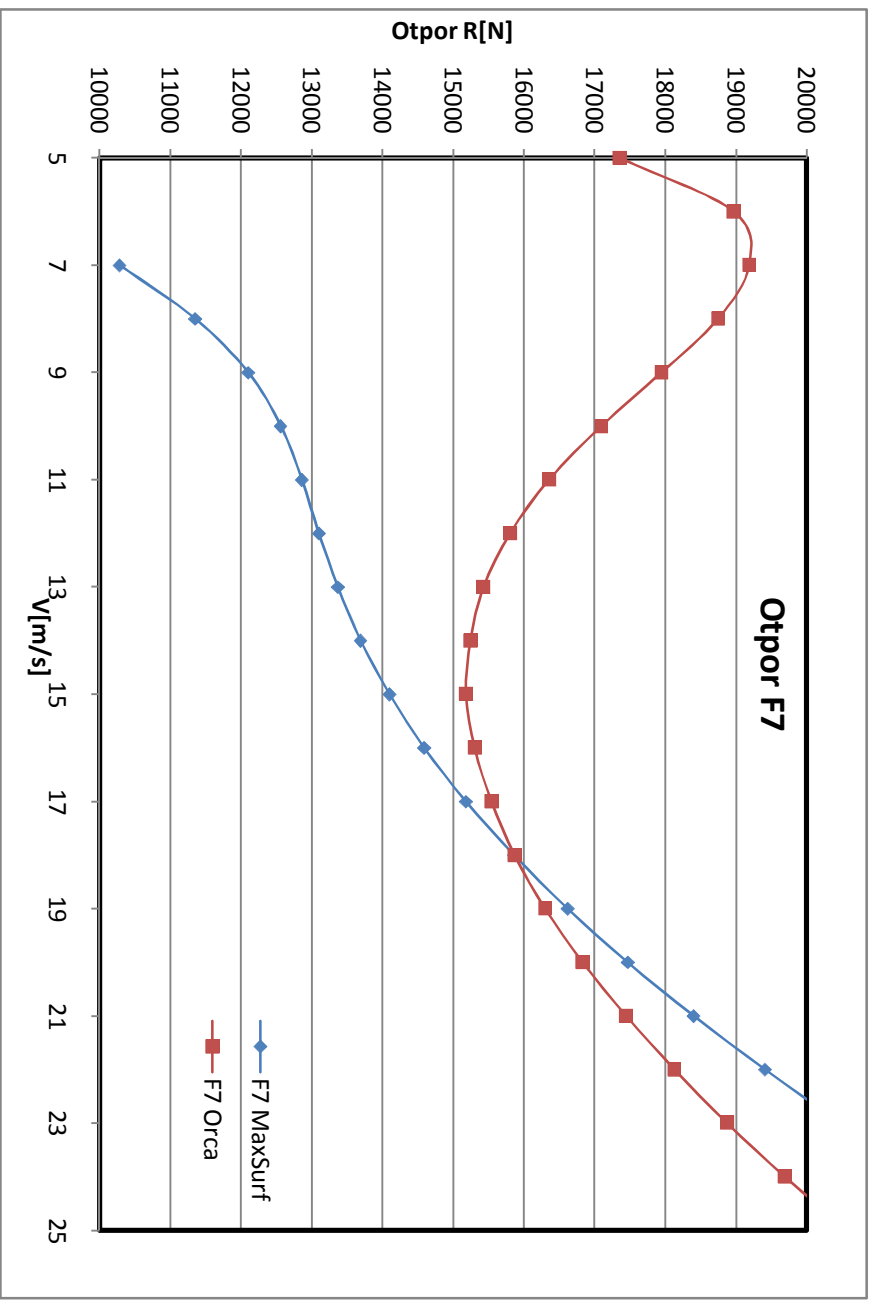
Slika 51 -Usporedni prikaz otpora forme F4



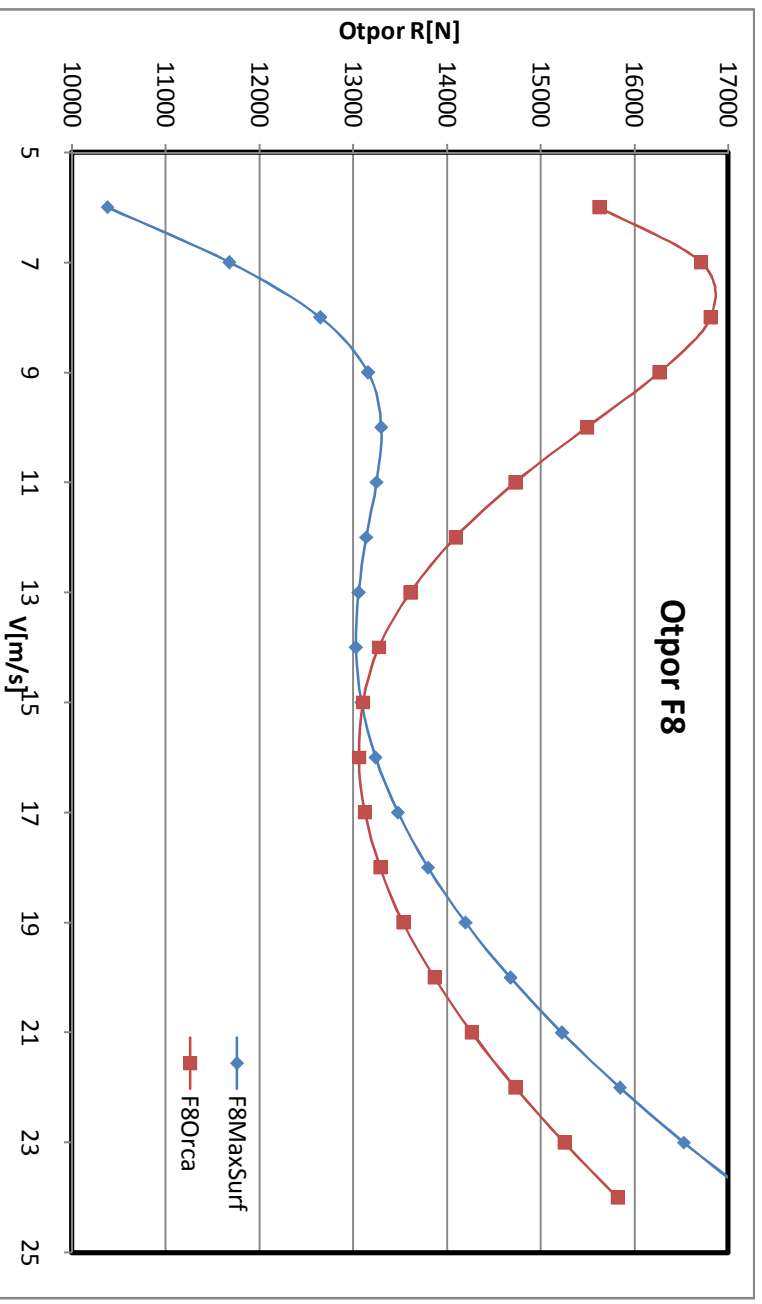
Silka 52-Usporedni prikaz otpora forme F5



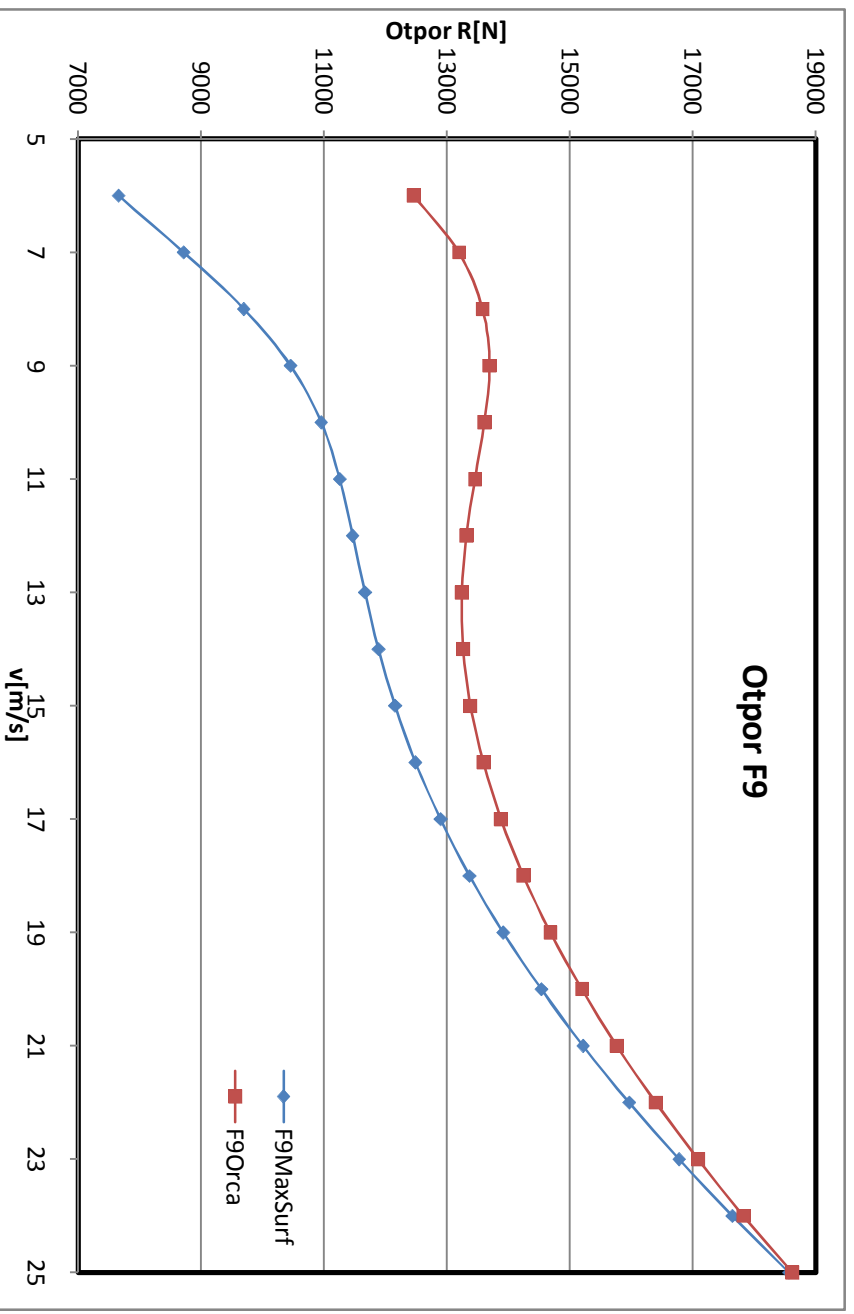
Silka 53-Usporedni prikaz otpora forme F6



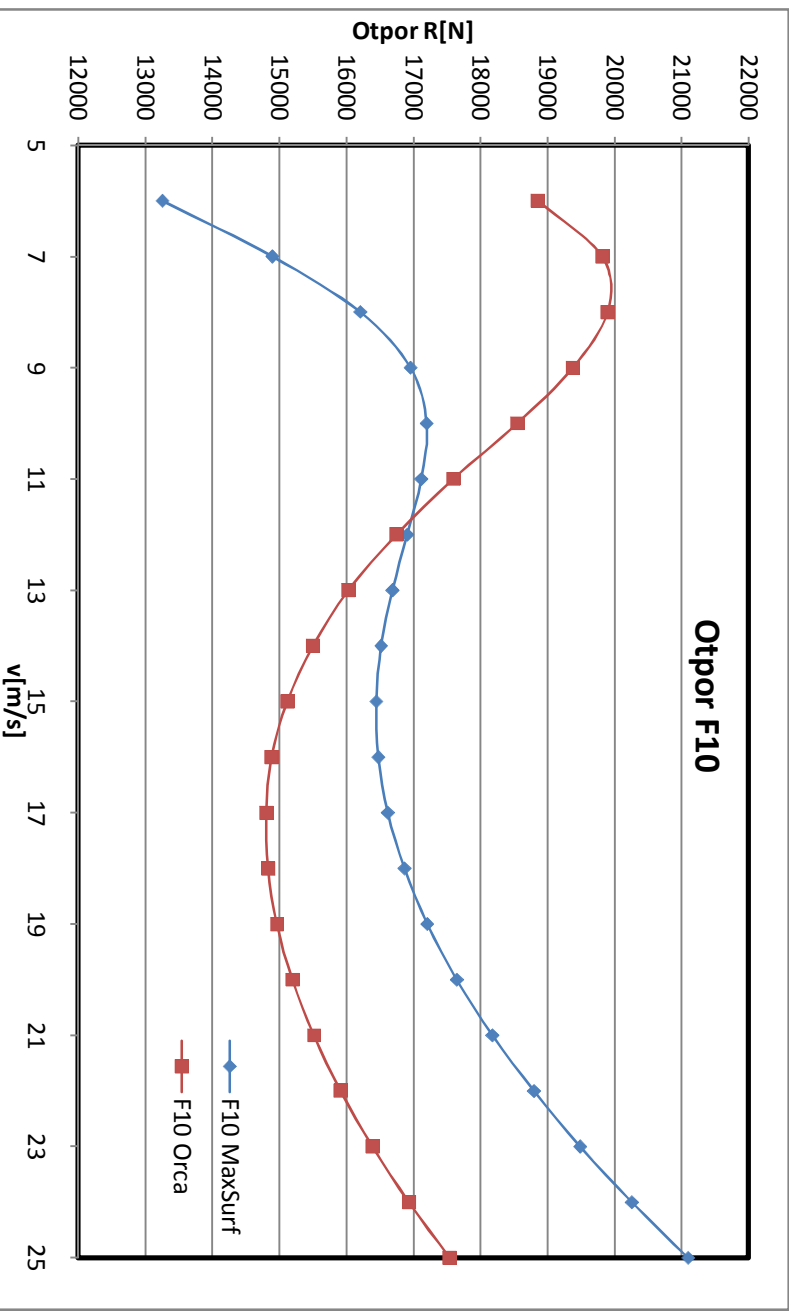
Slika 54-Usporedni prikaz otpora forme F7



Slika 55-Usporedni prikaz otpora forme F8

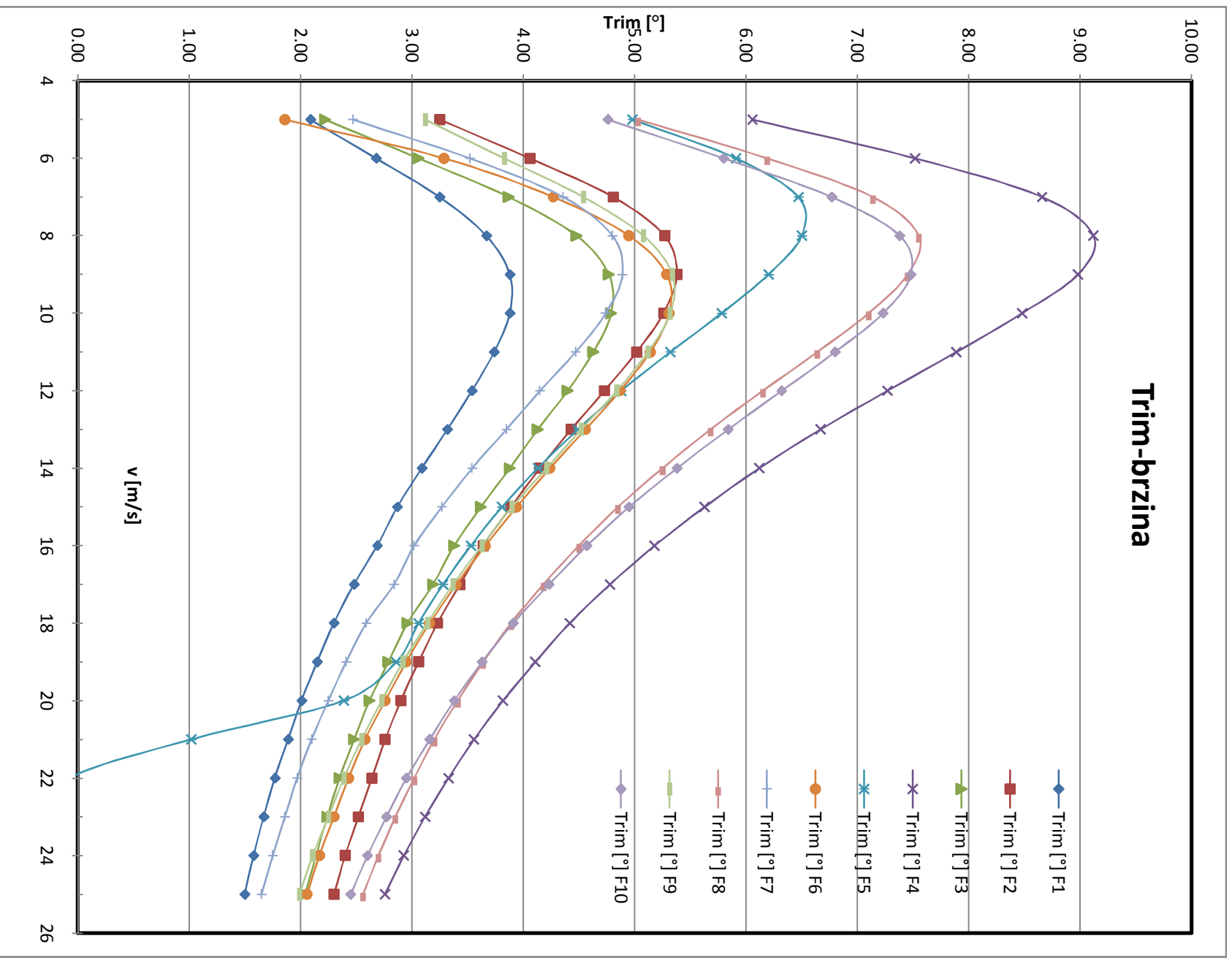


Silka 56-Usporedni prikaz otpora forme F9



Silka 57-Usporedni prikaz otpora forme F10

### 4.3 Usporedba trima u vožnji



Slika 58-Komparativni prikaz trima pri vožnji

#### 4.4 Koefficienti otpora za uspoređivanje hidrodinamičke kvalitete formi

Iako su forme svedene na iste duljine vodnih linija one se bitno razlikuju u svojim istisninama, stoga je potrebna neka zasebna mjera, odnosno koefficient kako bi se njihovi otpori, a time i snage mogli kvalitetno uspoređivati.

Za usporedbu brzih plovila koristi se koefficient efikasnosti transporta [3]:

$$T_e = \frac{R}{\Delta} \left[ \frac{\text{N}}{\text{kg}} \right]$$

On predstavlja odličnu mjeru kvalitete brodova kao transportnog sistema, ali u sebi skriva činjenicu da će (u prosjeku) sporiji i teži brodovi imati povoljniji (manji) iznos koefficienta od brzih i lakših brodova. Tomu je razlog taj što otpor raste s kvadratom brzine, a oplakana površina ne raste proporcionalno tomu s istisninom. Dakle, ovaj koefficient neće sa sigurnošću moći odgovoriti na pitanje koja je forma „brža“ (osim ukoliko se radi o brodovima iste ili približno iste istisnine).

Bolji koefficient za tu svrhu prema [10] jest koefficient otpora:

$$C = \frac{R}{\frac{1}{2} \rho \nabla^{2/3} v^2}$$

koji se izražen preko Froudeovog broja na bazi volumena svodi na:

$$C_{Fv} = \frac{T_e}{g F_T^2}$$

U svakom slučaju dobro je imati u vidu oba koefficienta jer nam daju dva različita pogleda na hidrodinamičke značajke brodova.

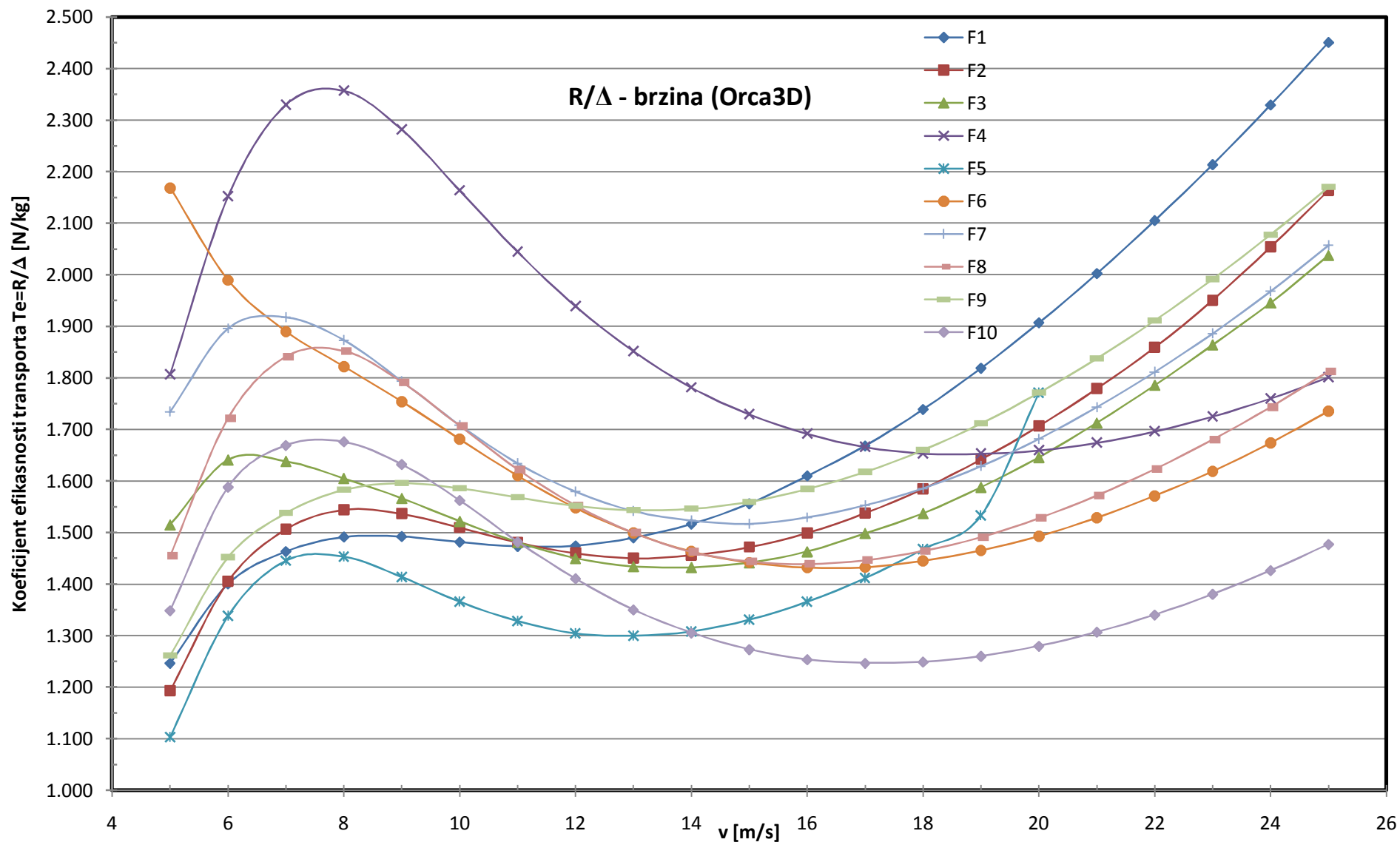


Tabela 35- Koefficient Te prema Orzi 3D

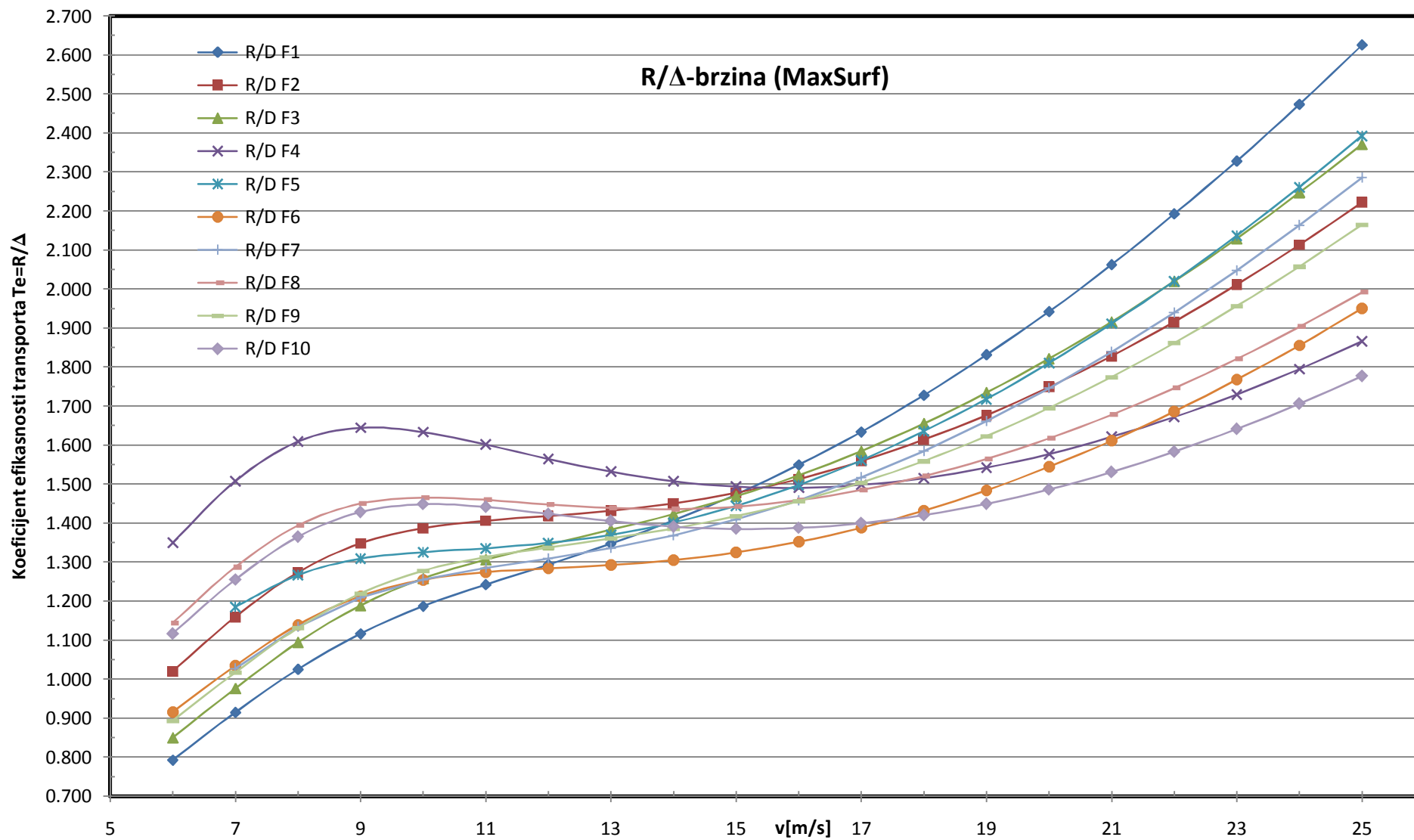
V[m/s]	R/Δ F1	R/Δ F2	R/Δ F3	R/Δ F4	R/Δ F5	R/Δ F6	R/Δ F7	R/Δ F8	R/Δ F9	R/Δ F10
5	1.246	1.193	1.515	1.807	1.103	2.169	1.734	1.455	1.262	1.349
6	1.400	1.405	1.641	2.152	1.338	1.990	1.896	1.722	1.452	1.588
7	1.463	1.507	1.638	2.330	1.446	1.890	1.917	1.841	1.538	1.669
8	1.491	1.544	1.605	2.357	1.453	1.822	1.873	1.852	1.583	1.676
9	1.492	1.536	1.567	2.282	1.414	1.754	1.794	1.792	1.596	1.632
10	1.481	1.510	1.522	2.164	1.366	1.681	1.708	1.707	1.586	1.562
11	1.473	1.481	1.481	2.045	1.328	1.610	1.634	1.623	1.568	1.482
12	1.474	1.460	1.450	1.939	1.305	1.548	1.580	1.553	1.552	1.411
13	1.490	1.450	1.434	1.852	1.300	1.499	1.542	1.500	1.544	1.350
14	1.516	1.456	1.432	1.781	1.308	1.463	1.524	1.463	1.546	1.306
15	1.556	1.472	1.442	1.729	1.331	1.442	1.517	1.444	1.560	1.273
16	1.610	1.499	1.463	1.691	1.366	1.432	1.529	1.439	1.585	1.254
17	1.668	1.538	1.499	1.666	1.412	1.433	1.553	1.447	1.618	1.247
18	1.739	1.585	1.537	1.653	1.468	1.445	1.586	1.465	1.660	1.249
19	1.819	1.642	1.588	1.653	1.534	1.465	1.629	1.491	1.712	1.260
20	1.907	1.706	1.646	1.659	1.772	1.493	1.682	1.528	1.771	1.280
21	2.002	1.779	1.713	1.674	2.532	1.529	1.743	1.572	1.838	1.307
22	2.105	1.859	1.786	1.696	3.171	1.571	1.812	1.623	1.911	1.340
23	2.213	1.951	1.864	1.725	3.243	1.619	1.886	1.681	1.992	1.380
24	2.329	2.054	1.945	1.760	3.325	1.674	1.968	1.743	2.078	1.426
25	2.450	2.164	2.038	1.801	3.418	1.735	2.057	1.813	2.170	1.477

Tabela 36- Koefficient Te prema MaxSurf-u

V[m/s]	R/Δ F1	R/Δ F2	R/Δ F3	R/Δ F4	R/Δ F5	R/Δ F6	R/Δ F7	R/Δ F8	R/Δ F9	R/Δ F10
6	0.793	1.020	0.850	1.349		0.916		1.144	0.893	1.117
7	0.914	1.160	0.976	1.507	1.185	1.034	1.027	1.287	1.016	1.255
8	1.025	1.274	1.094	1.609	1.267	1.139	1.134	1.394	1.131	1.365
9	1.116	1.349	1.189	1.644	1.309	1.213	1.209	1.450	1.219	1.429
10	1.187	1.387	1.258	1.633	1.326	1.255	1.255	1.465	1.278	1.449
11	1.242	1.407	1.306	1.601	1.336	1.274	1.285	1.460	1.313	1.442
12	1.293	1.419	1.345	1.564	1.350	1.284	1.309	1.448	1.337	1.424
13	1.347	1.432	1.383	1.532	1.370	1.293	1.336	1.439	1.360	1.406
14	1.407	1.451	1.423	1.507	1.402	1.306	1.368	1.436	1.386	1.392
15	1.473	1.478	1.469	1.493	1.445	1.325	1.409	1.442	1.417	1.386
16	1.549	1.513	1.522	1.490	1.498	1.352	1.458	1.459	1.456	1.388
17	1.634	1.559	1.585	1.498	1.561	1.388	1.517	1.485	1.504	1.400
18	1.728	1.614	1.655	1.515	1.636	1.432	1.585	1.520	1.559	1.421
19	1.832	1.677	1.734	1.542	1.718	1.484	1.661	1.565	1.623	1.450
20	1.942	1.749	1.821	1.577	1.811	1.544	1.746	1.617	1.695	1.487
21	2.063	1.828	1.916	1.621	1.912	1.611	1.838	1.678	1.774	1.531
22	2.193	1.916	2.020	1.671	2.021	1.686	1.939	1.746	1.862	1.584
23	2.328	2.012	2.129	1.730	2.137	1.768	2.047	1.821	1.956	1.642
24	2.474	2.114	2.247	1.795	2.261	1.855	2.163	1.904	2.057	1.707
25	2.626	2.223	2.371	1.866	2.393	1.950	2.285	1.992	2.165	1.777



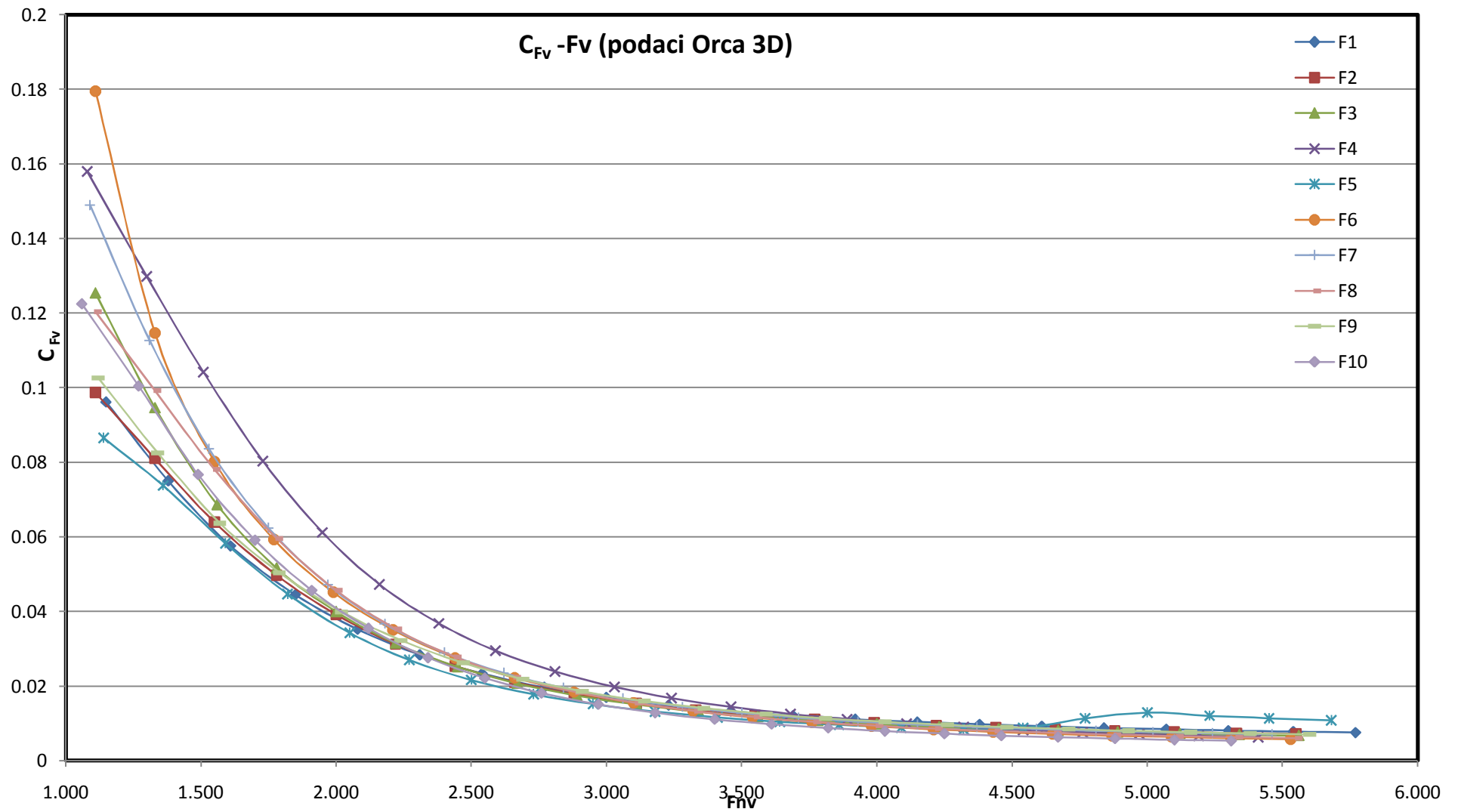
Slika 59-Graf koefijenta Te-brzina ( Orca 3D)



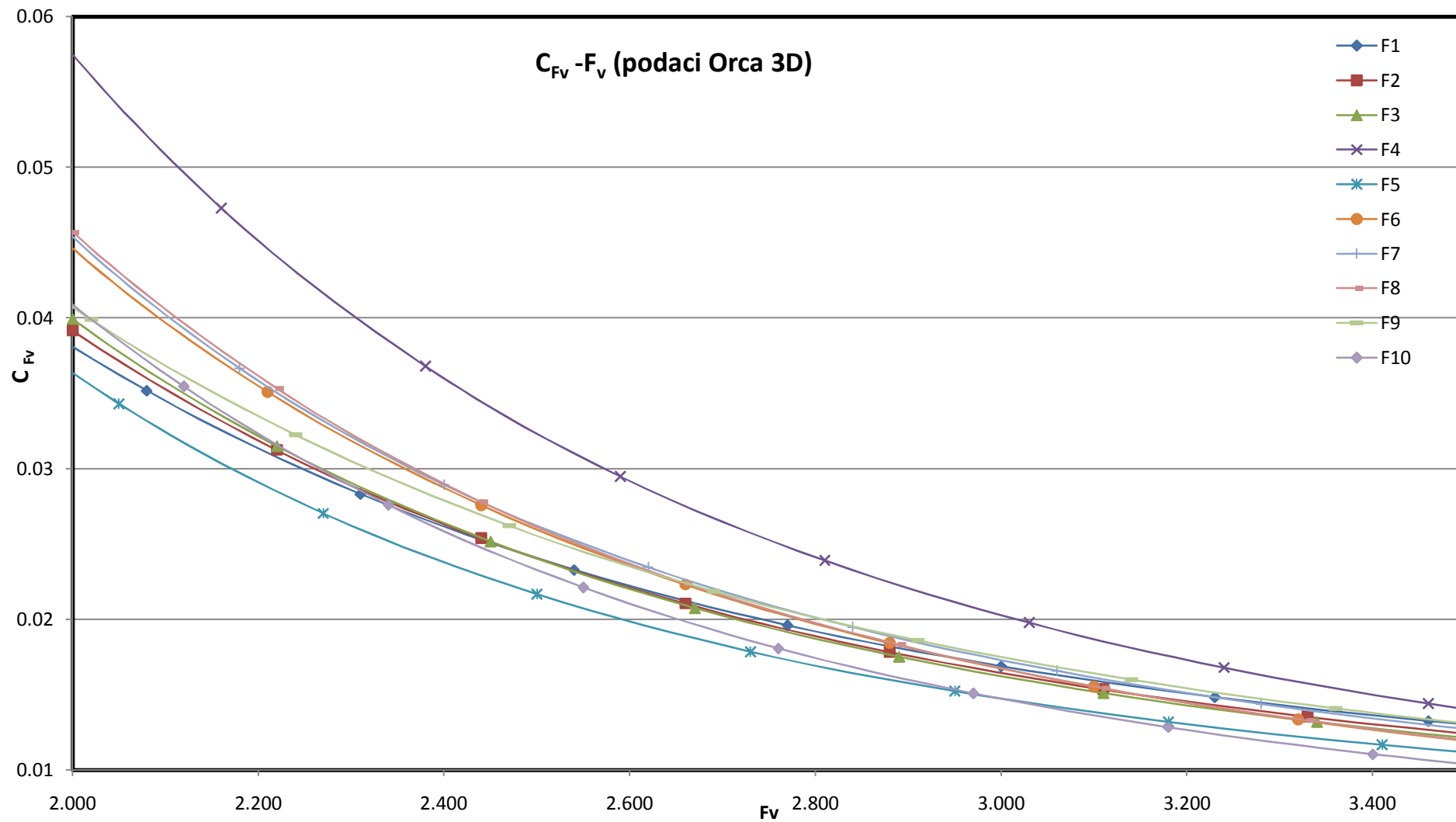
Slika 60 -Graf koeficijenta Te-brzina (MaxSurf)

Tabela 37- Koeficijent  $C_{Fv}$  Orca 3D

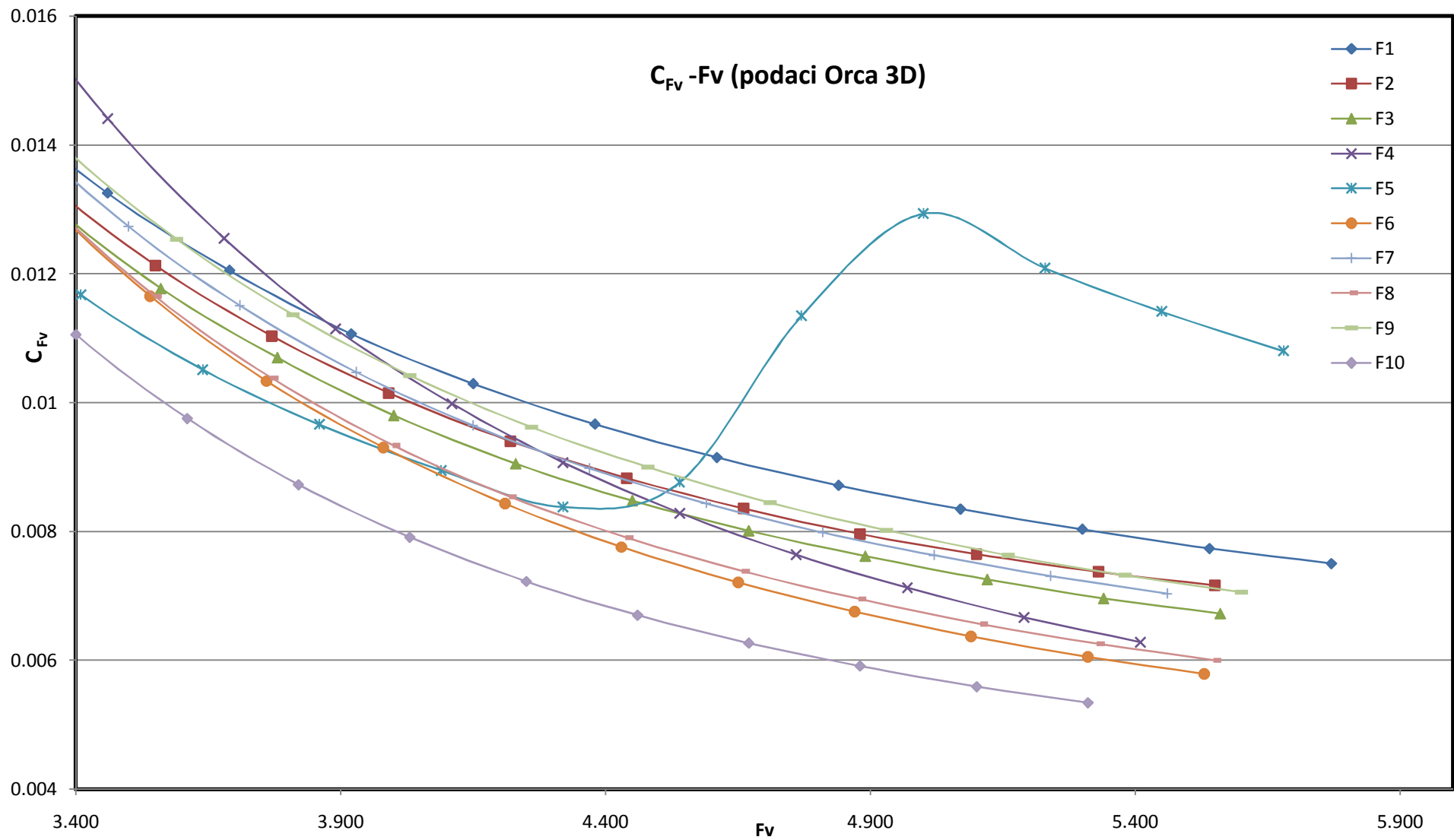
Orca 3D	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10	
v (m/s)	Fv	$C_{Fv}$ F1	Fv	$C_{Fv}$ F2	Fv	$C_{Fv}$ F3	Fv	$C_{Fv}$ F4	Fv	$C_{Fv}$ F5	Fv	$C_{Fv}$ F6	Fv	$C_{Fv}$ F7	Fv	$C_{Fv}$ F8	Fv	$C_{Fv}$ F9	Fv	$C_{Fv}$ F10
5	1.15	0.0961	1.11	0.0987	1.11	0.1254	1.08	0.1580	1.14	0.0866	1.11	0.1795	1.09	0.1489	1.11	0.1204	1.12	0.1026	1.06	0.1224
6	1.38	0.0750	1.33	0.0810	1.33	0.0946	1.3	0.1298	1.36	0.0738	1.33	0.1147	1.31	0.1126	1.33	0.0992	1.34	0.0825	1.27	0.1004
7	1.61	0.0575	1.55	0.0639	1.56	0.0686	1.51	0.1042	1.59	0.0583	1.55	0.0802	1.53	0.0835	1.55	0.0781	1.57	0.0636	1.49	0.0767
8	1.85	0.0444	1.78	0.0497	1.78	0.0517	1.73	0.0803	1.82	0.0447	1.77	0.0593	1.75	0.0624	1.78	0.0596	1.79	0.0504	1.7	0.0591
9	2.08	0.0352	2.00	0.0392	2	0.0399	1.95	0.0612	2.05	0.0343	1.99	0.0452	1.97	0.0471	2	0.0457	2.02	0.0399	1.91	0.0456
10	2.31	0.0283	2.22	0.0312	2.22	0.0315	2.16	0.0473	2.27	0.0270	2.21	0.0351	2.18	0.0367	2.22	0.0353	2.24	0.0322	2.12	0.0354
11	2.54	0.0233	2.44	0.0254	2.45	0.0252	2.38	0.0368	2.5	0.0217	2.44	0.0276	2.4	0.0289	2.44	0.0278	2.47	0.0262	2.34	0.0276
12	2.77	0.0196	2.66	0.0210	2.67	0.0207	2.59	0.0295	2.73	0.0178	2.66	0.0223	2.62	0.0235	2.66	0.0224	2.69	0.0219	2.55	0.0221
13	3.00	0.0169	2.88	0.0178	2.89	0.0175	2.81	0.0239	2.95	0.0152	2.88	0.0184	2.84	0.0195	2.89	0.0183	2.91	0.0186	2.76	0.0181
14	3.23	0.0148	3.11	0.0154	3.11	0.0151	3.03	0.0198	3.18	0.0132	3.1	0.0155	3.06	0.0166	3.11	0.0154	3.14	0.0160	2.97	0.0151
15	3.46	0.0133	3.33	0.0135	3.34	0.0132	3.24	0.0168	3.41	0.0117	3.32	0.0133	3.28	0.0144	3.33	0.0133	3.36	0.0141	3.18	0.0128
16	3.69	0.0121	3.55	0.0121	3.56	0.0118	3.46	0.0144	3.64	0.0105	3.54	0.0117	3.5	0.0127	3.55	0.0116	3.59	0.0125	3.4	0.0111
17	3.92	0.0111	3.77	0.0110	3.78	0.0107	3.68	0.0125	3.86	0.0097	3.76	0.0103	3.71	0.0115	3.77	0.0104	3.81	0.0114	3.61	0.0098
18	4.15	0.0103	3.99	0.0102	4	0.0098	3.89	0.0111	4.09	0.0089	3.98	0.0093	3.93	0.0105	4	0.0093	4.03	0.0104	3.82	0.0087
19	4.38	0.0097	4.22	0.0094	4.23	0.0090	4.11	0.0100	4.32	0.0084	4.21	0.0084	4.15	0.0096	4.22	0.0085	4.26	0.0096	4.03	0.0079
20	4.61	0.0091	4.44	0.0088	4.45	0.0085	4.32	0.0091	4.54	0.0088	4.43	0.0078	4.37	0.0090	4.44	0.0079	4.48	0.0090	4.25	0.0072
21	4.84	0.0087	4.66	0.0084	4.67	0.0080	4.54	0.0083	4.77	0.0113	4.65	0.0072	4.59	0.0084	4.66	0.0074	4.71	0.0084	4.46	0.0067
22	5.07	0.0084	4.88	0.0080	4.89	0.0076	4.76	0.0076	5	0.0129	4.87	0.0068	4.81	0.0080	4.88	0.0070	4.93	0.0080	4.67	0.0063
23	5.30	0.0080	5.10	0.0076	5.12	0.0073	4.97	0.0071	5.23	0.0121	5.09	0.0064	5.02	0.0076	5.11	0.0066	5.16	0.0076	4.88	0.0059
24	5.54	0.0077	5.33	0.0074	5.34	0.0070	5.19	0.0067	5.45	0.0114	5.31	0.0061	5.24	0.0073	5.33	0.0063	5.38	0.0073	5.1	0.0056
25	5.77	0.0075	5.55	0.0072	5.56	0.0067	5.41	0.0063	5.68	0.0108	5.53	0.0058	5.46	0.0070	5.55	0.0060	5.6	0.0071	5.31	0.0053



Slika 61-Graf koefijenta  $C_{Fv}$ - $Fv$  prema Orca 3D



Slika 62- Graf koeficijenta  $C_{Fv} - F_v$  (2-3.5) prema Orca 3D

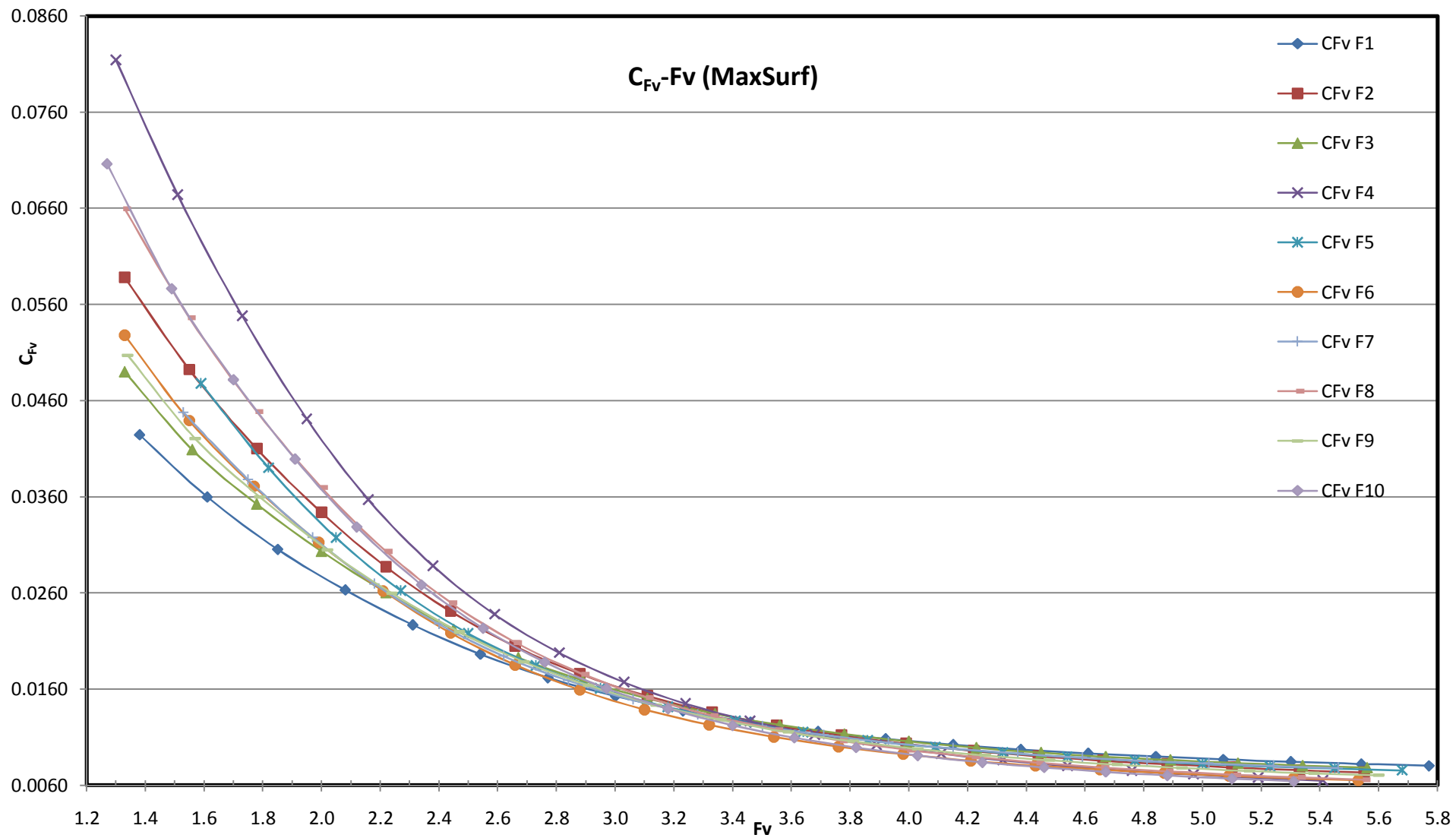


Slika 63 -Graf koeficijenta  $C_{Fv}$ - $Fv$  (3.4-6) prema Orca 3D

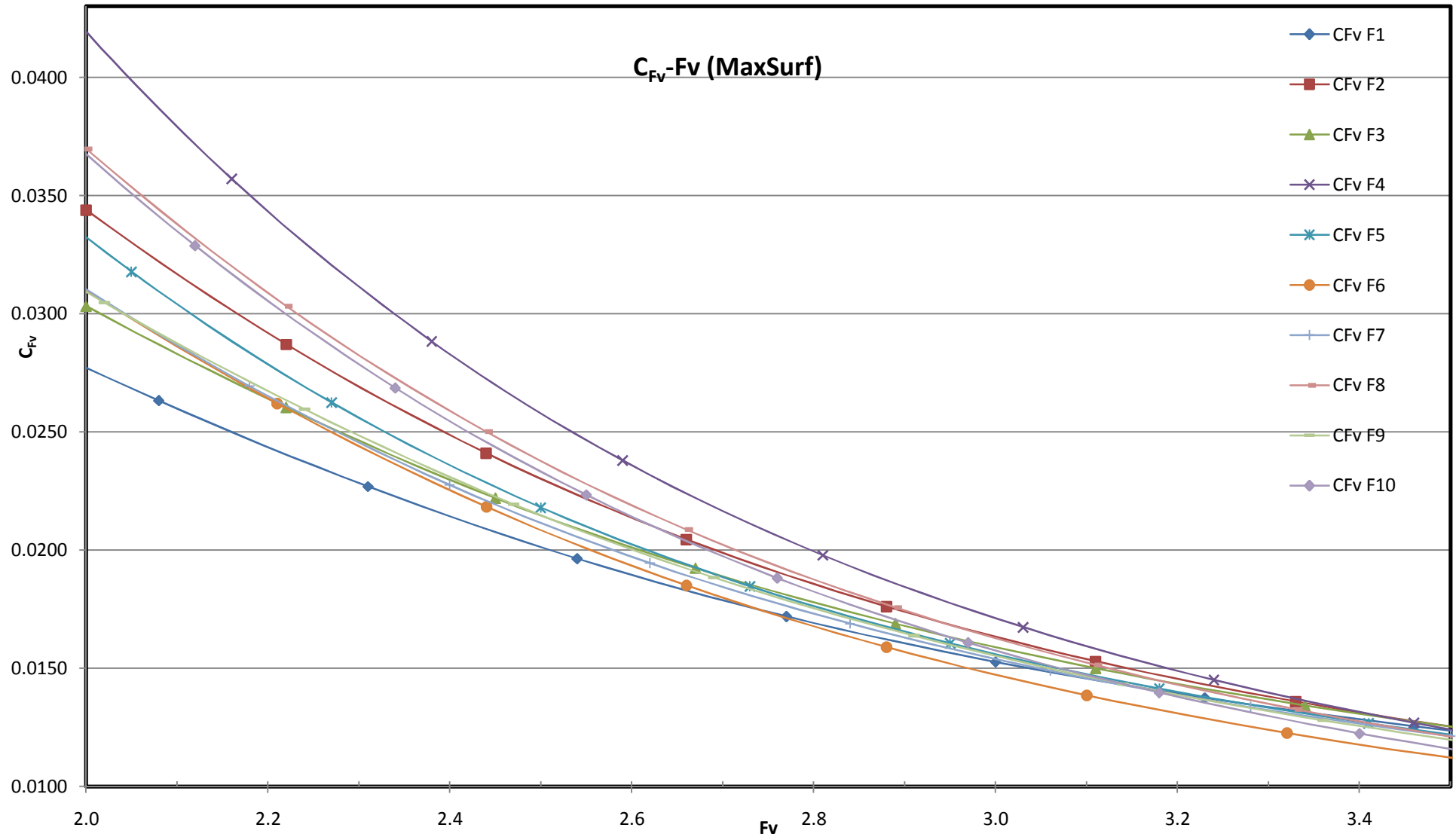
Tabela 38- Koeficijent  $C_{Fv}$  MaxSurf

MaxSurf	F1		F2		F3		F4		F5		F6		F7		F8		F9		F10	
v (m/s)	Fv	CFv F1	Fv	CFv F2	Fv	CFv F3	Fv	CFv F4	Fv	CFv F5	Fv	CFv F6	Fv	CFv F7	Fv	CFv F8	Fv	CFv F9	Fv	CFv F10
6	1.38	0.0424	1.33	0.059	1.33	0.049	1.3	0.0814			1.33	0.0528			1.33	0.0659	1.34	0.0507	1.27	0.0706
7	1.61	0.0360	1.55	0.049	1.56	0.0409	1.51	0.0674	1.59	0.0478	1.55	0.0439	1.53	0.0447	1.55	0.0546	1.57	0.0421	1.49	0.0576
8	1.85	0.0305	1.78	0.041	1.78	0.0352	1.73	0.0548	1.82	0.039	1.77	0.0371	1.75	0.0378	1.78	0.0449	1.79	0.036	1.7	0.0482
9	2.08	0.0263	2.00	0.034	2	0.0303	1.95	0.0441	2.05	0.0318	1.99	0.0312	1.97	0.0318	2	0.037	2.02	0.0305	1.91	0.0399
10	2.31	0.0227	2.22	0.029	2.22	0.026	2.16	0.0357	2.27	0.0262	2.21	0.0262	2.18	0.0269	2.22	0.0303	2.24	0.026	2.12	0.0329
11	2.54	0.0196	2.44	0.024	2.45	0.0222	2.38	0.0288	2.5	0.0218	2.44	0.0218	2.4	0.0227	2.44	0.025	2.47	0.0219	2.34	0.0269
12	2.77	0.0172	2.66	0.020	2.67	0.0192	2.59	0.0238	2.73	0.0185	2.66	0.0185	2.62	0.0194	2.66	0.0209	2.69	0.0188	2.55	0.0223
13	3.00	0.0153	2.88	0.018	2.89	0.0169	2.81	0.0198	2.95	0.0161	2.88	0.0159	2.84	0.0169	2.89	0.0176	2.91	0.0164	2.76	0.0188
14	3.23	0.0138	3.11	0.015	3.11	0.015	3.03	0.0167	3.18	0.0141	3.1	0.0139	3.06	0.0149	3.11	0.0151	3.14	0.0143	2.97	0.0161
15	3.46	0.0125	3.33	0.014	3.34	0.0134	3.24	0.0145	3.41	0.0127	3.32	0.0123	3.28	0.0134	3.33	0.0133	3.36	0.0128	3.18	0.014
16	3.69	0.0116	3.55	0.012	3.56	0.0122	3.46	0.0127	3.64	0.0115	3.54	0.011	3.5	0.0121	3.55	0.0118	3.59	0.0115	3.4	0.0122
17	3.92	0.0108	3.77	0.011	3.78	0.0113	3.68	0.0113	3.86	0.0107	3.76	0.01	3.71	0.0112	3.77	0.0107	3.81	0.0106	3.61	0.011
18	4.15	0.0102	3.99	0.010	4	0.0105	3.89	0.0102	4.09	0.01	3.98	0.0092	3.93	0.0105	4	0.0097	4.03	0.0098	3.82	0.0099
19	4.38	0.0097	4.22	0.010	4.23	0.0099	4.11	0.0093	4.32	0.0094	4.21	0.0085	4.15	0.0098	4.22	0.009	4.26	0.0091	4.03	0.0091
20	4.61	0.0093	4.44	0.009	4.45	0.0094	4.32	0.0086	4.54	0.009	4.43	0.008	4.37	0.0093	4.44	0.0084	4.48	0.0086	4.25	0.0084
21	4.84	0.0090	4.66	0.009	4.67	0.009	4.54	0.008	4.77	0.0086	4.65	0.0076	4.59	0.0089	4.66	0.0079	4.71	0.0082	4.46	0.0079
22	5.07	0.0087	4.88	0.008	4.89	0.0086	4.76	0.0075	5	0.0082	4.87	0.0072	4.81	0.0085	4.88	0.0075	4.93	0.0078	4.67	0.0074
23	5.30	0.0085	5.10	0.008	5.12	0.0083	4.97	0.0071	5.23	0.008	5.09	0.007	5.02	0.0083	5.11	0.0071	5.16	0.0075	4.88	0.007
24	5.54	0.0082	5.33	0.008	5.34	0.008	5.19	0.0068	5.45	0.0078	5.31	0.0067	5.24	0.008	5.33	0.0068	5.38	0.0072	5.1	0.0067
25	5.77	0.0080	5.55	0.007	5.56	0.0078	5.41	0.0065	5.68	0.0076	5.53	0.0065	5.46	0.0078	5.55	0.0066	5.6	0.007	5.31	0.0064

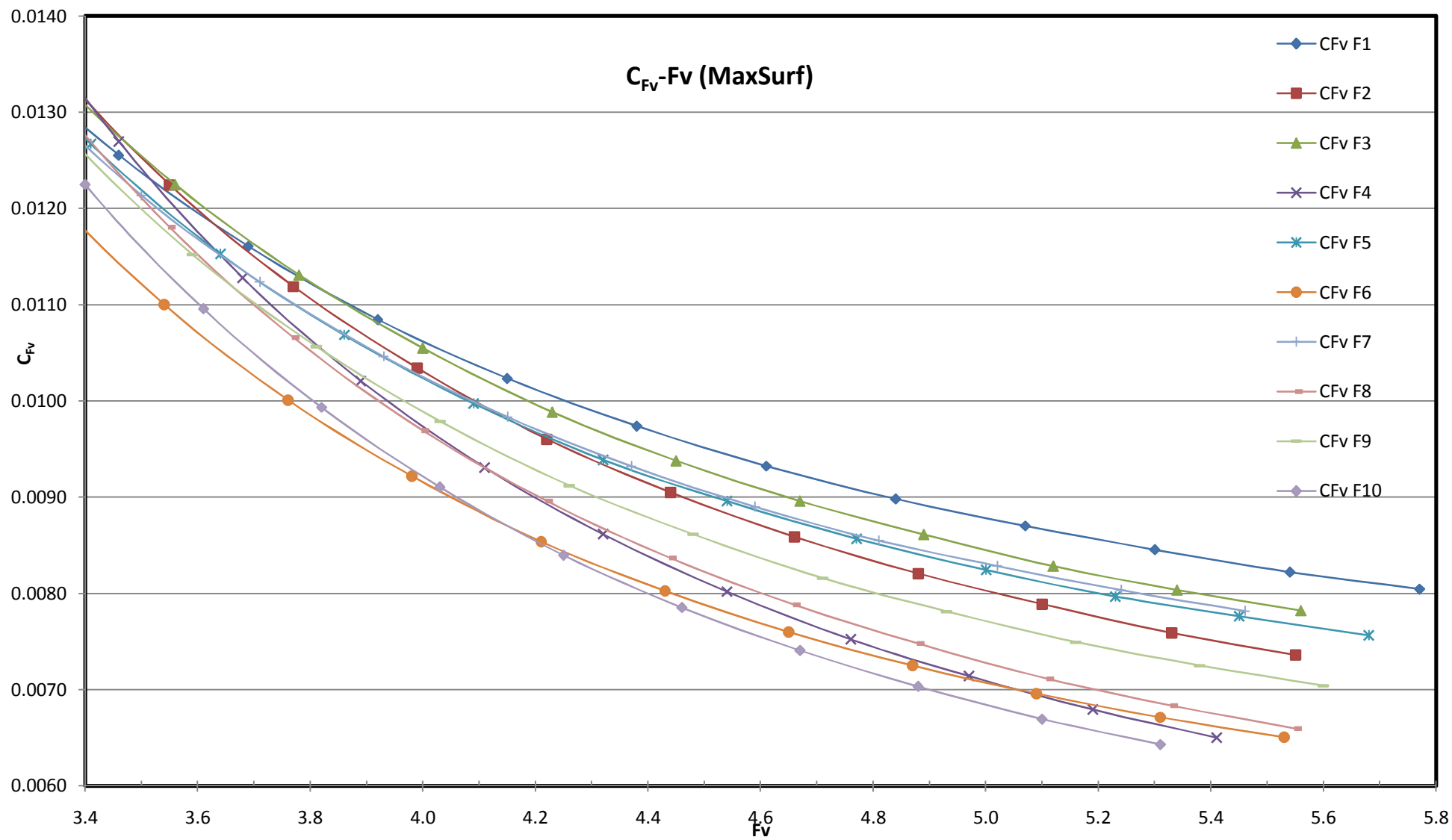




Slika 64-Graf koefijenta  $C_{Fv}$ - $F_v$  prema MaxSurf



Slika 65- Graf koeficijenta  $C_{Fv}$ - $Fv$  (2-3.5) prema MaxSurf



Slika 66- Graf koeficijenta  $C_{Fv}$ - $Fv$  (3.4-5.8) prema MaxSurf

## 5. Zaključak

Forme HDU-brodova iako, u načelu, imaju sličan „design“ mogu biti vrlo raznolike u svojim hidrostatičkim i hidrodinamičkim karakteristikama, međutim, analiza pokazuje i jasne pravilnosti. Može se prilično jasno utvrditi u kojim se rasponima kreću određeni parametri bez nekih većih odstupanja.

Vrlo zanimljivi su podaci vezani uz otpor brodova, tim više što su računati istom metodom, ali s dva različita računalna programa. Iznosi otpora ponegdje pokazaju velika odstupanja što je osobito vidljivo u područjima „grbe“ otpora. To je stoga što je metoda Savitsky razvijena za područje potpuno glisirajućih brzina, Orca 3D za prijelazni režim koristi Blount-Foxovu korekciju, a MaxSurf ne. Prilično dobra preklapanja ( $\neq 10\%$  odstupanja) su primjetljiva u područjima lokalnog minimuma otpora (područja poslije „grbe“ otpora) koji u stvari predstavlja područje optimalnih brzina za pojedinu formu.

U trendovima i rasporedu krivulja koeficijenata otpora može se primjetiti određeni stupanj koherentnosti pa se može zaključivati odnose među performansama formi, ali bi sve podatke vezane uz otpor trebalo koristiti s dozom skepse, a po mogućnosti i usporediti s podacima stvarnih brodova ili ispitivanih modela. U svakom slučaju postavljaju se okvirne vrijednosti koje projektant može primjeniti barem u ranijim fazama osnivanja HDU-brodova ili prilikom projektiranja njihovih formi

Kako bi se izbjeglo pretjerano gomilanje činjenica, ali i nametanje zaključaka podaci u ovome radu nisu dovađani u razne relacije koje bi mogle biti interesantne. Oni su izneseni na način da ih je moguće dalje i dublje analizirati, dovesti u različite odnose kako bi se istražilo njihov međusobni utjecaj. Primjerice ustanoviti kako kut dna, vitkost i položaj težišta utječu na brzinu. Broj obuhvaćenih formi svakako nije dostatan za statističku analizu, ali je dovoljan za određivanje smjernica koje će pomoći boljem razumijevanju problematike HDU-brodova.

## Literatura:

- [1] Pomorski leksikon, Leksikografski zavod „Miroslav Krleža“, Zagreb, 1990.
- [2] Ocean surface wave, Wave making resistance  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Ocean\\_surface\\_wave](http://en.wikipedia.org/wiki/Ocean_surface_wave),  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Wave\\_making\\_resistance](http://en.wikipedia.org/wiki/Wave_making_resistance), 2009.
- [3] Savitsky D, On the Subject of High-speed Monohulls, Greek Section Of the Society Of Naval Architects and Marine Engineers, Atena, 2003.
- [4] Rhinoceros – NURBS Modeling for Windows, Users guide, Robert McNeel & Associates, USA 2006.
- [5] Goris, B. Rapid Hull Modeling in Rhinoceros  
[http://www.rhinocentre.nl/pdf\\_bestanden/Rapid%20Hull%20Modeling%20in%20Rhinoceros.pdf](http://www.rhinocentre.nl/pdf_bestanden/Rapid%20Hull%20Modeling%20in%20Rhinoceros.pdf) 2009.
- [6] Rhinoceros– NURBS Modeling for Windows, Training manual, vol 1 i 2 Robert McNeel & Associates, USA 2006.
- [7] Grubišić I, Geometrija broda, <http://www.fsb.hr/geometrija.broda/> 2009.
- [8] [http://www.orca3d.com/products/Orca3d\\_power.htm](http://www.orca3d.com/products/Orca3d_power.htm) 2009.
- [9] Savitsky D, Hydrodynamic Design of Planning Hulls, Marine Technology, Vol.1, 1964, str. 71.-95.
- [10] Rukavina G. Osobni razgovor, 2009.