Båt med dubbla slag och smal planande botten med liten bottenresning

Lång och grund eller bred och djup V-botten
Ett effektivt alternativ till djup V-botten

Här presenteras ett *banbrytande* motorbåtskoncept med hög effektivitet och mycket goda sjöegenskaper över hela fartregistret. Det är en kombination av alla de goda egenskaper som vanligen finns hos en djup V-botten och en traditionell rundbotten.

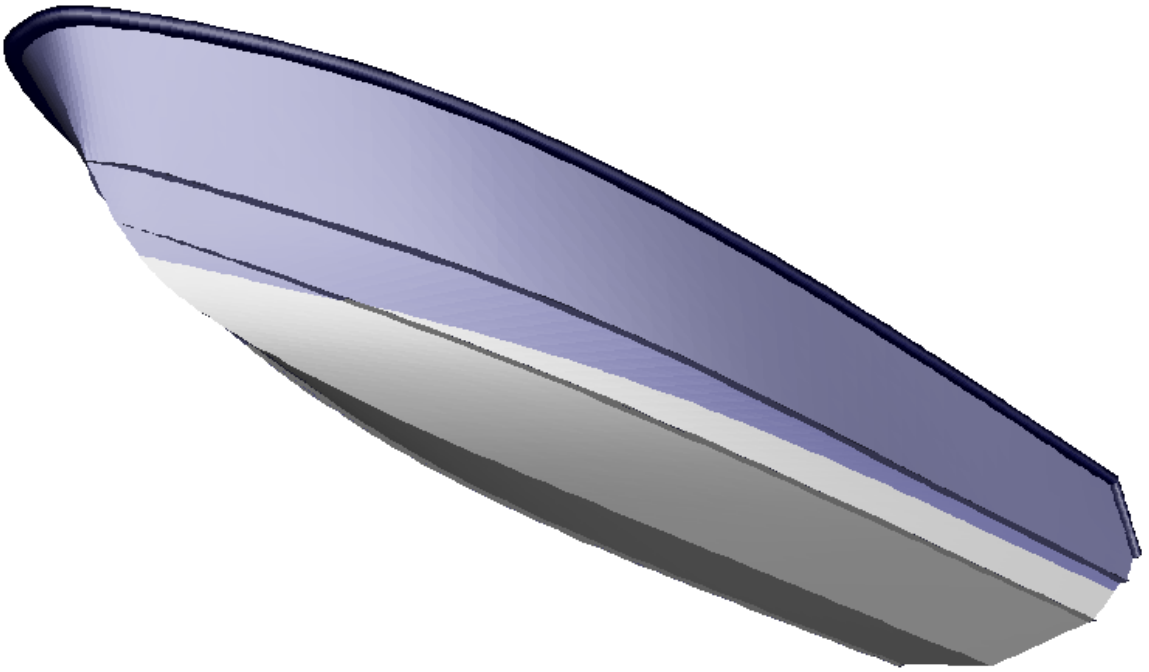
Bakom den slutliga formen ligger ett flerårigt utvecklingsarbete med teoretiska beräkningsmodeller och många modellförsök. Slutligen genomfördes en jämförande studie som *ett fördjupningsarbete i kandidatkursen på avdelningen för Marina system vid KTH i Stockholm.* Utdrag ur redovisningen från KTH skrivs med *kursiv stil* i den här presentationen.

Sammantaget kräver den nya båten 15 – 25 % mindre motoreffekt. Den nya båten går mycket mjukare och lugnare i alla farter. Under likadana sjöförhållanden kan den testade båten köras i 29 knop med samma komfort som motsvarande båt med djup V-botten som körs i 20 knop.

Är det dags att överge föreställningen om den djupa V-bottenbåtens förträfflighet?

Vaxholm den 3 juli 2010

Jürgen Sass



Kännetecknande för den nya båten är att den har en smal planande botten med låg bottenresning och dubbla slag. Ovan vattenlinjen är den utlagt för att få invändigt utrymme och goda sjöegenskaper. Därigenom skapas dessutom högre statisk och dynamisk stabilitet.

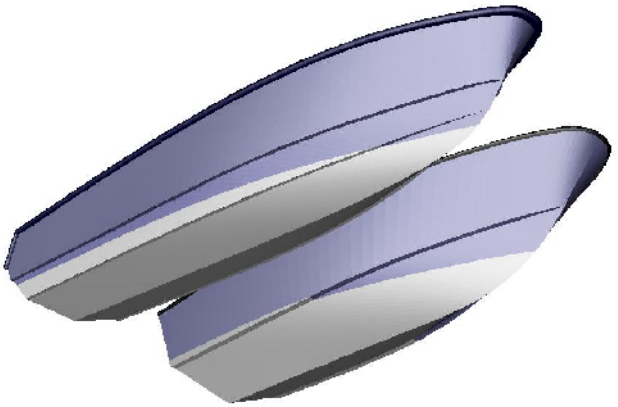
Formen och storleken på botten är noga anpassad till belastningen vid både minsta och högsta totalvikt. På samma sätt är långskepps tyngdpunktsläge på den planande bottenytan och vattenlinjeytan optimerad till det verkliga behovet.

Stabiliteten vid stillaliggande är något bättre än vad som kan förväntas av en motsvarande rundbottnad båt därför att sprutlisterna verkar som slingerkölar. Vid gång i sjö är stabiliteten mycket högre tack vare de noga utformade sprutlisterna och det övre slaget strax ovan vattenlinjen. Dessutom påverkas båten förvånansvärt lite av andra båtars svallvågor, även när de kommer in från en ogynnsam riktning.

Det testade exemplaret har konstruerats och utrustats för att ha lägsta bränsleförbrukning i farter mellan 20 och 25 knop.

I alla konstruktioner måste alla ingående parametrar kontrolleras med yttersta noggrannhet. Annars är risken stor att man får en ”vanlig” båt med ”vanliga” egenskaper, såsom stort effektbehov, hård och blöt gång, dålig sikt föröver i vissa farter och låg stabilitet.

Bottenformen är mönsterskyddad, nr 2009/0573 nr 80977.

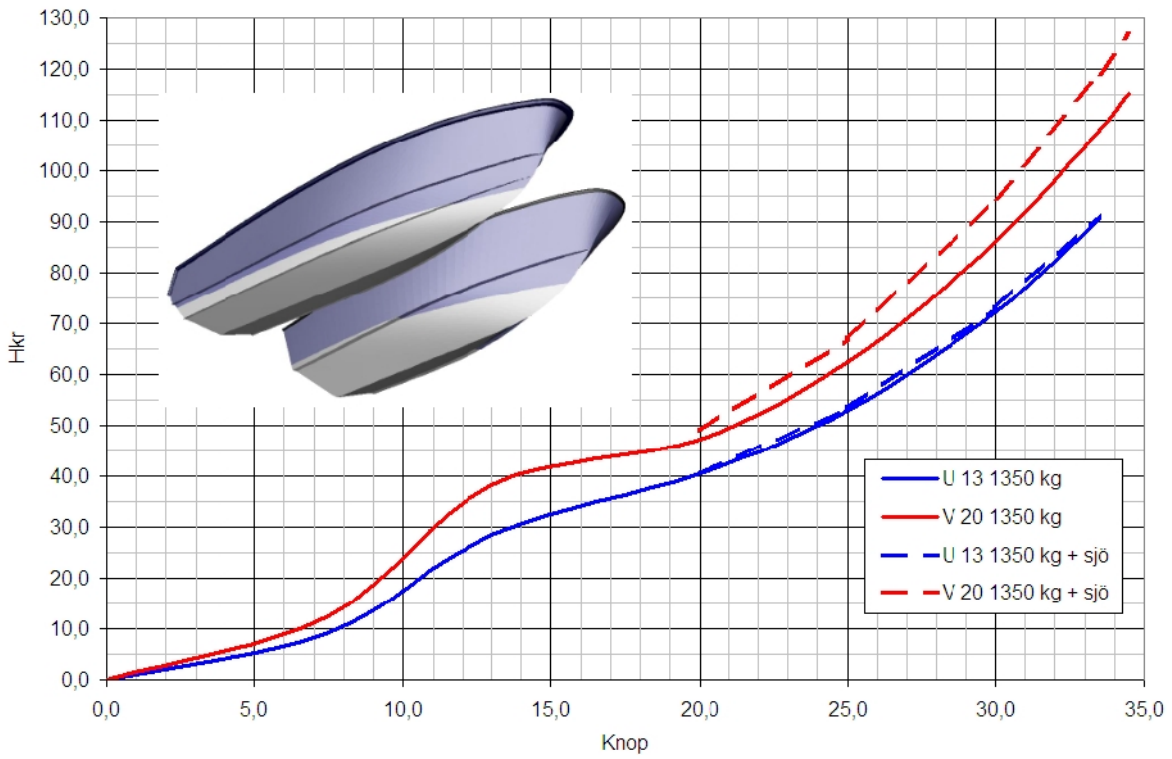


Båt med djup V -botten

För att kontrollera att beräkningarna stämmer testades två jämförbara båtar parallellt. Den ena var en båt med en vanligt förekommande skrovform med djup V-botten. Den andra var en nykonstruerad båt med den optimerade bottenformen med dubbla slag. Båda båtarna är byggda i aluminium. Båtarna har samma invändiga volym och totalvikt.

		V20	**U13**
Längd över allt, skrov	m	6,2	6,6
Längd i slag Lp	m	5,4	6,1
Längd i vattenlinjen	m	5,1	6,0
Bredd över allt, skrov	m	2,2	2,0
Bredd i vattenlinjen	m	1,9	1,6
Bredd i slag Bpx	m	1,66	1,33
Djup	m	0,40	0,33
Bottenresning	gr	20	13
Vikt totalt	kg	1350	1350
Tyngdpunkt fr aktern	m	1,9	2,3
Prismatisk koefficient		0,72	0,76
Våt yta	m^2	8,0	8,8
Vattenlinjearea	m^2	7,1	7,6
Motor effekt	hkr	140	90
Högsta hastighet	knop	34,5	33,5

http://www.youtube.com:80/watch?v=cXDfQqxJ_pM



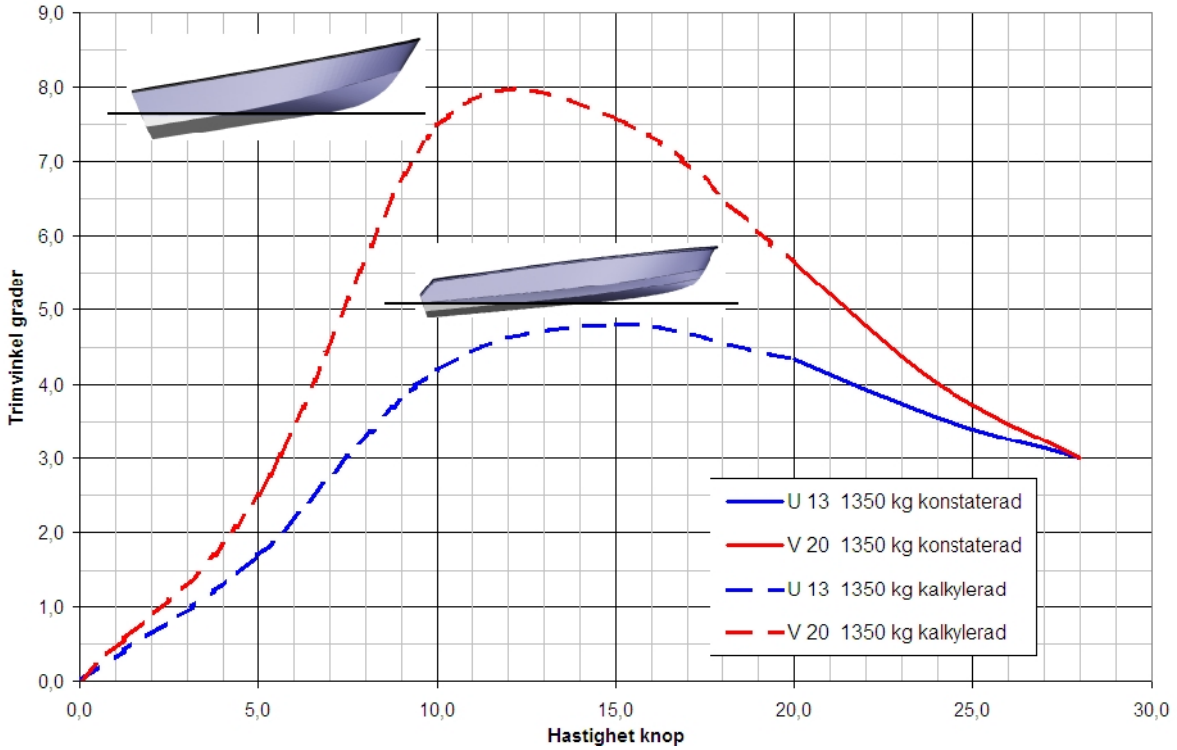
Den optimerade bottenformen visar sig ha något bättre egenskaper än beräknat i smult vatten. Vid gång i sjö är alla värden mycket bättre än vad kalkylerna visar. Motståndsökningen i sjö är knappt registrerbar. Detta är något helt nytt. Den djupa V-botten däremot svarar helt mot vad som kan förväntas enligt de väl beprövade beräkningsmetoderna.

Den nya skrovformen visar inga tendenser till någon instabilitet såsom porpoising eller chine walking. Den är stabil i alla förekommande situationer, mycket beroende på formen och de optimerade förhållanden mellan de olika tryckpunkterna och viktstyngdpunkten. Relationen mellan tyngdpunktsavståndet från aktern och bottenbredden skiljer sig avsevärt från vad som är vanligt förekommande.

Det låga motståndet beror till större delen på att skrovet är långt och smalt i relation till totalvikten och den mycket måttliga bottenresningen på bara tretton grader.

Lågt motstånd kräver liten drivkraft och därmed liten motoreffekt. Vilken i sin tur sparar vikt och därmed ger ytterligare lägre motstånd. Det skapas en positiv spiral mot ett miljövänligt alternativ genom lägre bränsleförbrukning.

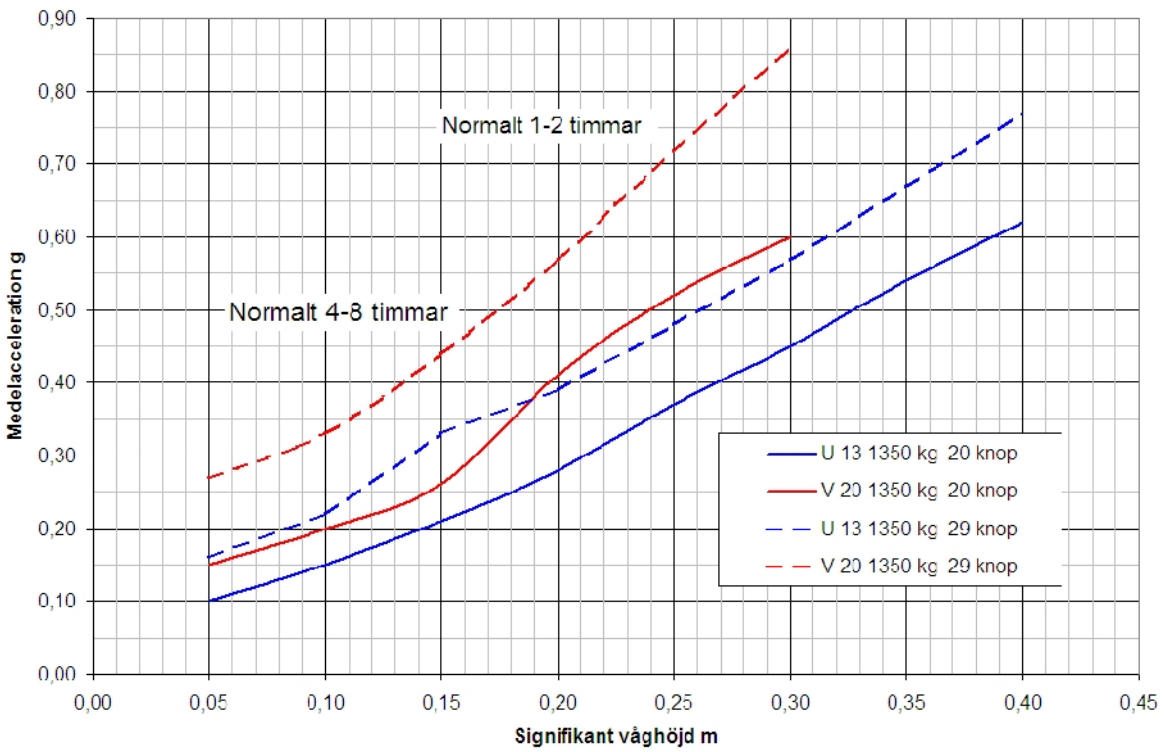
V 20-båten hade vid testtillfället en något för kraftig motor som inte kunde utnyttjas fullt ut. Ovanstående motståndskurva är därför kalibrerad till mer sannolika värden för denna båttyp.



De här redovisade trimvinklarna relaterar till kölen. I verkligheten har båtarna redan vid stillaliggande en trimvinkel kring 1,5 grad som kan subtraheras i ovanstående diagram vid de lägsta farterna.

Diagrammet ovan visar trimvinklarna i smult vatten. I sjö rör sig V20 mycket våldsamt mellan minus en grad och upp till tio grader. Den nya bottenformen uppvisar mycket lugna rörelser mellan tre och fem grader. Detta syns tydligt i filmerna.

Viktigt är att den nya bottenformen alltid har så liten trimvinkel att det alltid är fri sikt föröver. Medan den djupa V-botten alltid har ett läge där sikten föröver är obefintlig i vissa farter. Därigenom kan den nya båten alltid framföras i alla farter, medan den djupa V-botten måste köras i låg eller hög fart, det finns inget lämpligt mellanläge.



Tre olika karaktärer på hur en båt reagerar för mötande sjö kan urskiljas. Båten kan följa sjön, ungefär som en segelbåt normalt gör i lite större vågor, båten vakar. Den kan gå genom sjön som en normalt planande motorbåt gör i måttliga vågor, utan att nämnvärt röra sig upp och ner. Och slutligen kan båten studsa och flyga från vågtopp till vågtopp, som planande båtar gör i grov sjö eller när en båt möter kraftiga svallvågor.

Beroende på våghöjd i relation till båtens hastighet kan alla tre sorter uppträda i alla hastigheter.

Ovanstående diagram visar de uppmätta värdena på hur hårt båtarna sätter sig i sjön. Det finns olika beräknings- och urvalsmetoder. Alla visar dock på samma relativa resultat. De visar att bottenbredden, det relativa tyngdpunktsläget och trimvinkeln är mycket mer utslagsgivande än bottenresningen. En djupare V-botten ger i sig en marginell effekt på den vertikala accelerationen. Däremot ökar den motståndet och trimvinkeln avsevärt.

U13 *utsätts för lika stora vertikala accelerationer vid 29 knops fart som* V20 *gör vid 20 knop.*

Dessutom bromsas U13 inte upp lika mycket när den möter sjön. Detta syns tydligt i filmerna där båtarna hade samma fart till att börja med.

Normalt klarar vi av att utsättas för 0,75 g i en till två timmar eller 0,5 g i fyra till åtta timmar. Betalande gäster bör inte utsättas för mer än 0,3 g.

Att en lätt båt i förhållande till sin längd skulle ge livligare rörelser är en föreställning som härmed klart motbevisats. Dessutom visas att den något slankare båten är betydligt effektivare och bekvämare i alla situationer.

Bildstudie

Under experimenten togs en hel del bilder och film på båtarna för att kunna få en bildlig förståelse för hur båtarna uppför sig i sjön, framför allt i jämförelse med varandra. I Figur 42 t.o.m. 46 ses en sekvens då båtarna körs jämsides med sjön då detta gav ett långsammare förlopp och lättare kunde observeras och fotograferas.

Figur 42. Båtarna på väg att möta en våg.

I Figur 42 syns hur båda båtarna går jämsides i sina normala trimlägen och snart skall möta sina respektive vågor.

Figur 43. Båtarna har mött en våg. U13 *tv. i bild.*

I Figur 43 ses hur båtarna har mött varsin våg och har accelererats uppåt. Här kan noteras att V20 *har högre trimvinkel än* U13*, vilket dels kan bero på den kortare längden men antagligen också på att den fått en högre acceleration uppåt* p.g.a. den större bottenbredden.

Figur 44. Båtarna är på väg ner från sina hopp. U13 *tv. i bild.*

I Figur 44 har båtarna vänt och är på väg neråt mot vattnet igen. Här syns hur U13 *nästan har fått tillbaka sin ordinarie trimvinkel medan* V20 *har satt ned aktern som den så karakteristiskt gjorde först och fortfarande är på väg ner med fören.*

Figur 45. U13 *(i förgrunden) redan i normalläge medan* V20 *just slagit ned fören.*

Inte förrän i Figur 45 kan man se att V20 *kommit ned i vattnet ordentligt igen.* U13 *har för längesedan stabiliserat sig i sitt gångläge.*

Figur 46. Båda båtarna har återfått sina normala gånglägen. U13 *i förgrunden.*

I figur 46 syns hur båda båtarna har återgått till sina normala gånglägen. Att det är sådan skillnad på hur lång tid det tar för båtarna att återhämta sig efter en våg säger mycket om deras karakteristik. V20 *uppvisar mycket längre återhämtningstid än vad* V13 *gör. Samtidigt så hoppar* V20 *betydligt mer än vad* U13 *gör. Detta kan härledas till den kortare längden* och större bottenbredden i aktern *för* V20*, men skrovets utformning har med stor säkerhet även en inverkan på resultatet.*

Figur 47. Vattnets flöde efter båtbotten. U13 *i förgrunden*

Om Figur 45 ovan betraktas inzoomat som i Figur 47 märks lätt hur vattnet rör sig längs botten. De inringade områdena i bilden visar det intressanta området. I fallet med den V-bottnade V20*, längst bak, syns hur vattnet följer hela botten upp till fribordets början och släpper där. Större delen av botten är då i vattnet och skapar stor våt yta. På* U13 *syns tydligt hur vattnet länkas av längs det nedre slaget och lämnar botten ut åt sidan. Detta visar att skrovet, ur motståndssynpunkt, fungerar som tänkt för att ge ett mindre motstånd. Detta bekräftas också av att båtarnas gick nästan lika fort trots den betydande skillnaden i motorstyrka.*

Resultatet av fullskalemätningarna bekräftar de resultat som semiempiriska metoder ger. U13 *uppvisar lägre vertikala accelerationer än* V20 *vid näst intill samtliga uppmätta farter och våghöjder.* U13 *utsätts för lika stora vertikala accelerationer vid 29 knops fart som* U20 *gör vid 20 knop, vilket tyder på att andra parametrar än bottenresningsvinkeln har stor inverkan på komforten.*

Förarna som framförde båtarna vid mättillfället var överens om att de skulle föredra U13 *om de prioriterade lugn och komfortabel körning i stabbig sjö.* U13 *är även att föredra vid körning i områden med fartbegränsningar, eftersom den planar i lägre hastigheter.*

Niklas Björkblad Karl Blomberg Simon Börjeson Jonas Danielsson Philippe Ghawi Peter Sjöde
Kurs 1700 Marina System Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm

Det är dags att överge föreställningen om den djupa V-bottenbåtens förträfflighet.
J. Sass