

*Mladen Klasić, dipl. ing., Strojarska 2, Zagreb*

## **ZAŠTO I KAKO JE ULJANIK RAZVIO I IZGRADIO SERIJU VELIKIH BRODOVA S DVOVIJČANOM W-KRMOM**

### **Sažetak**

Krajem šesdesetih Uljanik je prebrodio strukturnu krizu tehnološkom inovacijom. Mala grupa projektanata broda i uređaja ovlaštena za razvoj integralnog projekta, upravljanje troškovima i direktni marketing osposobljava Uljanik za efikasni razvoj novih proizvoda i inovacija u skladu sa potrebama kupaca. Autor izlaže okolnosti razvoja inovativnog krmenog oblika i predlaže njeno daljnje razvojno istraživanje i primjenu. Politički upravljani državni kapitalizam nesklon je tržišno uvjetovanim inovacijama i preustroju. Tradicija integralnog projektiranja i danas podržava sposobnost Uljanika za razvoj novih proizvoda i osiguranje tržišnih niša za profitabilno zapošljavanje.

*Ključne riječi: brod, krma, projektiranje, brodogradilište, Uljanik*

## **WHY AND HOW ULJANIK DEVELOPED AND CONSTRUCTED A SERIES OF TWIN SCREW VLCCS**

### **Summary**

In late sixties the structural crisis in Shipyard Uljanik has been steered through by innovation in technology. The naval architect and ship system designer have been put in charge for integral design, cost control and direct marketing and enabled Uljanik in efficient development of new products and design innovation to suit buyers requirements. Author evokes situation underlying development of innovative afterbody and proposes its further development and application today. Politically controlled state capitalism is unfriendly environment to market oriented innovation and restructuring at any time. Today, upheld tradition of integral design enables Uljanik to demonstrate efficiency in development of new products and capability in providing profitable employment within isolated market niches.

*Key words: ship, stern, design, shipyard, Uljanik*

## 1. Uvod

Zašto objavljujem temu, koja kasni punih trideset godina. Prije svega, tu je suvremeni propis o dvostrukoj oplati tankera, koji u brodskom koritu nameće redukciju prostora raspoloživog za teret i aktualizira projektna rješenja, koja taj prostor povećavaju. Tu okolnost smatram ključnim motivom današnje aktualizacije VLCC-a uz dvovijčani pogon na tragu projekta, kakav je unazad trideset i pet godina bio razvijen u brodogradilištu Uljanik u Puli..

Drugi važan povod ovom objavljivanju je moj dug prema stručnoj javnosti. Skretanje u profesionalnoj karijeri je razlog, što u ono vrijeme nisam objavio cjelovitu stručnu podlogu ovog projekta. Brodarski institut u Zagrebu kao sudionik u razvoju ovog projekta tada je izvijestio o rezultatima sistematskih ispitivanja, koja uključuju i W-formu, na kojoj je utemeljen projekt VLCCa u Uljaniku. Ipak, za razumijevanje motiva i dostignuća projekta utemeljenog na W-formi nedostaju važne činjenice. Smatram svojom obvezom, da makar i naknadno izložim cjelinu aspekata ovog projekta i poduprem shvaćanje, po kojem su izuzetni hidrodinamički efekti W-forme tek uspješni dodatni proizvod ostvaren mimo glavnih ciljeva samog projekta. Treći, zanimljiv povod za naknadnu objavu ove teme je prigoda, da sada iz gotovo povijesne distance izložim priču o poučnim i katkada dramatičnim činjenicama, koje su u ono vrijeme pratile razvoj i ostvarenje W-krme. Kolikogod ta priča čvrsto leži u svom vremenu, ona nosi trajne poruke o uvjetima nastajanja industrijskih inovacija i njihovim posljedicama. Upravo sa tom pričom započinjem ovo izlaganje

## 2. Kriza

Početakom 1967. preuzeo sam funkciju direktora prodaje Uljanika i odgovornost za poslovni uspjeh ovog brodogradilišta. U promjeni stručnog resora zadržao sam nadzor i učešće pri projektiranju brodova. U prethodnoj fazi uspio sam organizirati izdvojenu grupu malobrojnih kompetentnih projektanata osposobljenu za izradu integralnog projekta i troškovnika za novogradnje brodova. Upravo ta nova čvrsta sprega prodaje i integralnog projekta pokrenula je uspon Uljanika do izuzetnog prestiža na međunarodnom tržištu brodogradnje. Nastupom dužnosti suočio sam se sa najtežom strukturnom krizom Uljanika od vremena kada je iza drugog svjetskog rata Uljanik bio obnovljen za gradnju obalne flote i sukladno tomu opremljen kratkim navozima. Najveći od tri navoza izgrađen još u vrijeme austro-ugarske monarhije dozvoljavao je gradnju brodova tek do 40.000 tdw. U aktualnoj tržišnoj potražnji, koja se koncentrirala na brodove ne manje od Panamaxa tada nisam uspio naći zaposlenje tako strukturiranom brodogradilištu. Odjednom, poslovna budućnost Uljanika više nije bila izvjesna.

## 3. Tehnološki iskorak

Svijest o ograničenju veličine gradnje bile je i ranije prisutna u vodstvu Uljanika.

Početakom šezdesetih godina grčki brodovlasnik Onassis je narudžbom tankera od preko 40.000 tdw međunarodnoj pomorskoj javnosti obznanio napuštanje do tada čvrstog standarda veličine tankera od 20.000 tdw, recikliranih u komercijalne flote iz američkih vojnih rezervi krajem drugog svjetskog rata. Ubrzani rast veličine tankera bio je potaknut sumnjom u svrsishodnost do tadašnjih ograničenja uvjetovanih prolazom kroz Sueski kanal, koji je arapsko–izraelskih sukob izlagao latentnoj opasnosti od iznenadne blokade. Izgradnju sve većih tankera potiče ekonomija veličine, koja se odražavala u smanjenju prijevoznih troškova po jedinici tereta. Privredni razvoj širom svijeta u ono vrijeme još uvijek se temeljio na jeftinoj sirovoj nafti, pa je ubrzani rast njene potrošnje povećavao potražnju na tržištu brodskog prostora prijevoznika tekućeg tereta.

U to vrijeme u Uljaniku je bila planirana rekonstrukcija tehnoloških kapaciteta za izgradnju broskog trupa smještenih na otočiću, po kojem ovo brodogradilište nosi ime. Internim natječajem zahtijevana je modernizacija ovog prostora, koja bi u danim uvjetima omogućila izgradnju što većih brodova. Produljenje najvećeg ležaja na skućenom prostoru otočića dozvolilo bi izgradnju tek nešto većih brodova od svega 50.000 tdw. Tim povodom kolega Željko Sladoljev mi je predložio suradnju na projektu za gradnju brodova do tada fantastičnih 100.000 tdw pod uvjetom, da se trup izgradi u dvije polovice i po porinuću u plivajućem stanju spoji u jedinstvenu cjelinu. Prihvatio sam suradnju izazvan smjelošću prijedloga mog mlađeg kolege. Na kraju ovaj projekt je postigao tek utješno priznanje. No, nekoliko godina kasnije tehnologija dvodjelne izgradnje trupa uz naknadno spajanje u plivajućem stanju postala je okosnicom izgradnje velikih brodova u Uljaniku.

Kriza zaposlenja Uljaniku razriješana je preuzimanjem narudžbe Panamax ore/oil carrier, po odluci stručnog vodstva brodogradilišta, da za ovaj brod uvede tehnologiju izgradnje broda u dva dijela. Kriza je razriješana inovacijom iz vlastite sredine, ali je uvođenje nove tehnologije olakšalo saznanje, da se ona primjenjuje i u nekim brodogradilištima Nizozemske i Japana. S ne malo ironije podsjećam se, kako smo podnoseći investicijski projekt utemeljen na spajanju u plivajućem stanju, prelistavali svu raspoloživu stručnu literaturu uzaludno tražeći potkrepu za izvodljivost prijedloga kolege Sladoljeva.

#### **4. Potvrda efikasnosti integralnog projektiranja**

Zastoj u ugovaranju novih poslova poremetio je ritam proizvodnje Uljanika, što je povećalo pritisak, da se novo ugovoreni poslovi što brže pripreme za proizvodnju. Izmakom 1967. g. iz Norveške je stigao upit za kombinirane prijevoznike kontejnera i sipkog tereta opremljene sklopivim palubicama za automobile. Iako je bio u pitanju složeni projekt, poduzeo sam sve, da ubrzamo pripreme za proizvodnju. Po prihvaćanju ponude pripremili smo za ugovoravanje dokumentaciju, koja je povrh uobičajenog općeg plana i tehničkog opisa obuhvatila plan strojarnice, principijelne sheme svih brodskih instalacija, plan brodske forme, projekt glavnog rebra i povrh svega pokrenuta je izrada klasifikacijskih nacрта. Uslijedili su nešto duži, ali zato iscrpniji pregovori sa kupcima. Ovaj poduhvat je ubrzao pripremu fazu. Niti mjesec dana po potpisu ugovora prema odobrenim klasifikacijskim nacrtima specificirali smo za nabavu valjani čelik, krupnu opremu i uređaje tako, da je nepunih šest mjeseci po potpisu ugovora polaganjem kobilice započeta izgradnja. Taj izuzetni uspjeh treba zahvaliti prethodnoj dopuni projektnog ureda stručnjacima za projekt strojarnice i definiciju proizvoda u cjelini. Posebno ističem dipl. ing. Lea Mariona projektanta strojarnice i brodskih instalacija kao najzaslužnijeg za ranu definiciju projekta, jer je kao vrsni erudita stekao povjerenje predstavnika kupaca, koji su mu pri ugovaranju odobrili i sve elemente proširenog projekta.

#### **5. Marketing projekta VLCCa**

Uspješna izgradnja Panamax brodova otvara Uljaniku put ka rastućem tržištu velikih brodova, pa je razvojni projekt otoka adaptiran proširenjem navoza na 50 metara dovoljnih za izgradnju tada standardnih VLCCa od 220.000tdw. Ovaj standard je u ono vrijeme uspostavila naftna kompanija Shell, definirajući ga kao najveći tanker, koji na povratnom putovanju u balastu može proći Sueskim kanalom po predviđenom proširenju plovnog presjeka, koji granicu širine broda postavlja na 160 stopa. Brojna brodogradilišta slijedeći kriterij ovog standarda razvila su vlastite projekte VLCCa, u kojima duljina broda varira između 310 i 320 metara, a punoća forme se kreće od 0,805 do 0,815. Praktično svi ovi projekti bili su utemeljeni na parno turbinskom pogonu snage do 30.000 SHP, koji im je omogućio brzinu do 15,5 čvorova.

Pripremajući projekt standardnog VLCCa Uljanika za tržište, odstupio sam od uobičajenog standarda. Prije svega to je bio motorni tanker, kako odabirom uobičajenog parno turbinskog pogona ne bi uskratili zaposlenost tvornici diesel motora u Uljaniku. Iskoristivši do kraja raspoloživu širinu navoza Uljanika prekoračio sam ograničenu širinu po specifikaciji Shell-a uvjeren, da povratna putovanja VLCCa kroz Sueski Kanal kao hipotetska mogućnost neće biti od značenja za tržište. Nadalje, učinio sam naizgled riskantni iskorak odabirom kompaktnog kubnog modula LxBxD određenog veličinama 300x50x21 metara, koji uvjetuje povišeni koeficijent punoće forme  $C_b=0,85$ , tako da je uz niži omjer  $L/B=6$  bitno odskakao od do tada uobičajenih veličina. Tako odabrane temeljne karakteristike projekta nužno uvjetuju nepovoljniji odnos angažirane pogonske snage i brzine u odnosu na druge projekte standardnog VLCCa. Smatrao sam, da ekonomičnost našeg projekta podupire u pola manja specifična potrošnja diesel motornog pogona od one parno turbinskih kompleksa. Dakako, postojao je rizik pojave izuzetnih hidrodinamičkih problema uvjetovanih visokom punoćom krmenog dijela broda. No, poveden iskustvom mojih prethodnih projekata vjerovao sam, da se može razviti hidrodinamički korektna forma i pod ovim uvjetima. Ipak, pokriće za ove krupne iskorake bila je moja objedinjena odgovornost za projekt i prodaju. Cijenio sam, ukoliko bih nakon svega i bio prinuđen na modifikaciju projekta povećanjem duljine broda i smanjenjem punoće forme, to ne bi doživio kao gubitak, već tek kao izostanak izuzetne uštede za brodogradilište.

U početku tržište nije reagiralo na Uljanikov projekt VLCCa. U proljeće 1968. pri slučajnom nailasku u Stockholm uspio sam ga predstaviti stručnjacima pomorske kompanije Graenges Shipping A/B afilijacije najznačajnijeg rudarsko metalurškog kombinata u Švedskoj. Bio je to zanimljiv razgovor. Oni su planirali izgradnju velikih ore/oil carriera uz diesel motorni pogon na dva vijka. Predočili su mi projekt dvovijčanog ore/oil carriera u kojem su dva vijka pogonili srednje brzinski diesel motori preko reduktora. Ovo rješenje ističe se kompaktnom strojarnicom, koja omogućuje povećanje teretnog prostora i nadoknadu prostora izgubljenog uslijed izgradnje dvodna u centralnim skladištima predviđenim za krcanje rudače. Inače, ore/oil carrieri u pravilu ne mogu ukrcati puni teret sirove nafte (specifične težine ispod 0,8!) do nosivosti dozvoljene minimalnim tankerskim nadvođem, što je motiv za povećanje teretnih prostora na račun što kompaktnije strojarnice na ovim brodovima. Sporohodne diesel motore su odbacili, jer dvovijčani pogon zahtijeva dulju strojarnicu zbog ekscentričnog položaja pogonskih motora u krmenom zaoštrenju. U razgovoru spomenuto je i rješenje sa dvostrukom krmom, koju je po narudžbi Sulzera ispitala tvrtka Maierform iz Švicarske. Izrazito loši rezultati, po kojima dvostruka krma zahtijeva i do 60% više snage od standardnih izvedbi bili su povod, da je ovaj projekt nakon početnih ispitivanja bio abortiran. Izostanku interesa za daljnja ispitivanja doprinijela je pojava nove serije kompaktnijih diesel motora sa promjerom cilindra od jednog metra dužeg stapaja i nižeg broja okretaja, koji su umanjili zahtjeve za veličinom strojarnice na VLCCima, iako još uvijek nedovoljno za prostorne potrebe kombiniranih prijevoznika sirove nafte i rudače.

Razgovor je okončan konstatacijom, kako Uljanik ne može preuzeti narudžbu za izgradnju brodova bez diesel motora iz vlastite proizvodnje, jer u to vrijeme nije bio licenciran za proizvodnju srednje brzinskih Pielstick motora.

## 6. Ugovaranje VLCC i razvoj W-forme

Tokom razgovora u Graengesu shvatio sam prostorne probleme ore/oil carriera. Slutio sam, da dvostruka krma može biti na tragu rješenja problema upravo zbog toga, što su provedena ispitivanja ostala nedorečena. Izvješće Maierforma istaklo je turbulentna strujanja unutar dvostrukih krmenih završetaka kao razlog lošeg odnosa brzine i snage ovog modela u odnosu na uobičajene krmene forme.. To je upućivalo, da rješenje treba potražiti u krmenom

obliku bez tunela, koja bi omogućio kratku strojarnicu još uvijek dovoljnu za smještaj sporohodnih diesel motora u dvovijčanom pogonu. Na naizgled nerješivi zadatak ujedno sadrži sugestiju za pravo rješenje u vidu jednostruke krme sa robustnim nogavicama osovina, koje su dovoljno prostrane za ekstremno krmeni smještaj sporohodnih diesel motora za dvovijčani pogon. Do jeseni iste godine razradio sam skicu krmenih presjeka W-forme, koja udovoljava izloženom zadatku uvjeren, da će biti hidrodinamički mnogo efikasnija od dvostruke krme Maierforma. Ukoliko hidrodinamičke performanse budu nešto lošije nego kod standardnih oblika, rješenje krupnih prostornih problema ore/oil carriera može opravdati njenu primjenu, što se moglo provjeriti ispitivanjem modela

Krajem 1968. najveći norveški brodar S. Bergesen d.y. pokazao je interes za gradnju VLCCa u Uljaniku. Njegov poziv na razgovor nije me iznenadio. U to vrijeme porinute polovice Panamax ore/oil carriera su već bile uspješno spojene, a izgradnja norveških car carriera ugovorena početkom godine krenula punim zamahom. Zahtjevnom skandinavskom tržištu Uljanik je dokazao sposobnost za iznimne tehnološke zahvate. i pouzdanost u projektiranju i izgradnji ne standardnih brodova. No, za S. Bergesen d.y., koji je upravljao iznimnom flotom VLCCa na diesel motorni pogon, bilo je odlučno, što je Uljaniku u ono vrijeme bio jedno od rijetkih brodogradilišta, koje je tržištu ponudilo VLCC sa diesel motornim pogonom.

Kao prvorazredni brodar, S. Bergesen d.y. je u svojoj floti održavao iznimno visoku razinu pouzdanosti pogonskih uređaja. Brodove je radi pouzdanijeg pogona opremio dodatnom stand-by opremom, što mu je omogućilo radove na održavanju tokom plovidbe, bez umanjivanja propisane pogonske rezerve. Na održavanju i remontu postrojenja u plovidbi temeljila se njegova poslovna strategija, pa je na svakom brodu predvidio kabine za smještaj osoblja za održavanje opreme i uređaja u toku plovidbe.

Kada je usklađivanje ugovorne dokumentacije bilo u već podmakloj fazi Bergesen je istakao zahtjev, da mu umjesto tankera izgradimo dvovijčane ore/oil carrier. Tako sam po obračunu razlike u cijeni za ovu promjenu ugovorio za Uljanik prvu. narudžbu za izgradnju VLCCa zapravo ore/oil carriera za brodara, koji nije bio upoznat za preokupacijama Graengesa. Namjerno sam izbjegao raspravu o temi, jer bi to prije vremena stavilo u pitanje izuzetnu kompaktnost našeg projekta VLCCa. Naravno, imao sam u vidu i rezervnu varijantu sa W- krmom, pa sam na povratku iz Osla požurio u Zagreb i Feđi Alujeviću predočio nacrt W-forme uz prijedlog, da pokrene razvojno ispitivanje. Po njegovom pristanku dogovorio sam hitna ispitivanja sa ing Gamulinom uz uvjet, da eventualne modifikacije krmenog dijela budu formulirane u Uljaniku. Takav dogovor je omogućio, da promjene krmenog dijela provodimo uvažavanjem prostornih zahtjeva za smještaj pogonskih diesel motora u nogavicama osovinskog voda, a to su mogli verificirati isključivo projektanti strojarnice Uljanika.

## 7. Trenutak istine

Prvi rezultati ispitivanja W-forme u Zagrebu bili su razočaravajući. Nedostajalo nam je više od punog čvora do ugovorene brzine. Promjenom smjera vrtnje propelera kao i zaobljenjem prijelaza na nogavicama postignuta su izvjesna poboljšanja, no još uvijek je nedostajalo preko pola čvora.

Ispitivanje klasične varijante dvovijčane forme krme povjerio sam institutu u Goeteborgu. Rezultati ovih ispitivanja bili su još nepovoljniji. Nedostajalo je tri četvrtine čvora do ugovorene brzine, a stručnjaci instituta nisu nalazili prostora za poboljšanje rezultata, koji su po njihovim tvrdnjama bili u prosjeku njihovih statističkih podataka za dobre dvovijčane forme ovakvih karakteristika..

No, primicao se trenutak istine, kada je trebalo razmišljati o napuštanju suviše napregnutih ograničenja, koje sam si sam nametnuo izborom izuzetno visoke punoće i kompaktnog kubnog modula u ovom projektu VLCCa. U tom trenutku pažnju sam usmjerio na poboljšanje W forme, gdje se zbog povoljnijih rezultati ispitivanja, moglo očekivati prihvatljive rezultate uz manja odstupanje od karakteristika odabranog kompaktnog projekta. Za početak odlučio sam žrtvovati rezervnu istisninu i smanjiti faktor punoće forme na 0,84. Kako bi opsežnija redukcija krmenog dijela ugrozila smještaj pogonskih diesel motora, zacrtano smanjenje punoće je trebalo provesti isključivo na pramčanom dijelu. Gamulin je sugerirao kresanje prijelaza u paralelni srednjak, čime su uklonjena ramena, koja generiraju sekundarni pramčani val.

Upravo u vrijeme ispitivanja dogovorene modifikacije W-krme u Zagrebu krenuo sam u Oslo po hitnom pozivu Bergesena uznemirenog rezultatima ispitivanja u Goeteborgu. Pri dolasku u Oslo naš agent mi je prenio poruku iz Bergesenovog štaba, kako oni neće dozvoliti izgradnju broda uz nedostatak brzine, za što bi bili oštećeni tek naplatom ugovornih penala. Naravno, došao je trenutak, kada je trebalo otvoriti karte i odreći se ušteda iz kompaktne forme, koju do tada nisam uspio opravdati zadovoljavajućim hidrodinamičkim performansama. No, istovremeno kod agenta me dočekala i telex poruka Brodarskog instituta, kojom Gamulin kratko poručuje, da modificirani model sa W-krmom uz punu snagu postiže punih 16.71 čv. Uslijedio je nevjerojatan kvantni skok, koji je varijantu sa W-krmom nametnuo kao konačno rješenje projekta Uljanikovog VLCCa..

Ovaj podatak je potpuno izmijenio temu razgovora sa Bergesenom. Njegovi menadžeri su sa izuzetnom pažnjom primili informaciju o prednostima, koje W-forme donosi brodo vlasniku u vidu dodatnog prostora za teret i ore/oil carrieru omogućuje krcanje tekućeg tereta do pune nosivosti dozvoljene minimalnim tankerskim nadvođem. Posve očekivano Bergesena je W-formu prihvatio uz uvjet, da se rezultat Brodarskog instituta iz Zagreba potvrdi dodatnim ispitivanjem u Wageningenu. Već sredinom ljeta 1969. ovaj institut je dodatnim ispitivanjima W-forme potvrdio njenu kvalitetu i prognozirao brzinu od 16,72 čv. pri punoj snazi od 36.000 BHP.

Nimalo iznenađujuće uslijedio je poziv Graengesa, da za njih izgradimo dvovijčane ore/oil carrieru, ali ovaj puta sa sporohodnim pogonskim diesel motorima i W-krmom prema našem projektu. S Graengesom smo ugovorili ore/oil carrieru od 270.000 tdw kao najveće VLCC koje je u to vrijeme Uljanik mogao graditi na krajnjoj granici svojih tehnoloških mogućnosti. Modulom veličine  $L \times B \times d = 320 \times 52 \times 21,8$  određena je inačica u seriji od 11 VLCCa, koliko ih je potom bilo ukupno naručeno i izgrađeno u brodogradilištu Uljanik.

## 8. W-krma

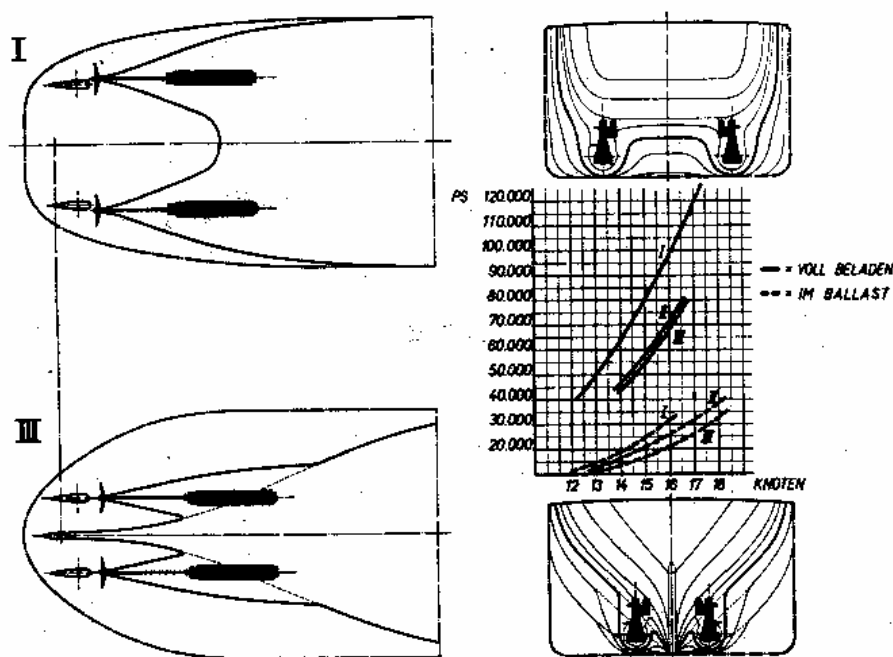
### 8.1. W-krma kao rješenje problema ugradnje diesel motornog pogona na VLCC

U ono vrijeme ključni problemi ugradnje diesel motornog pogona na VLCC bili su slijedeći:

- smještaj sporohodnih diesel motora bilo za jednovijčani ili dvovijčani pogon VLCCa zahtijeva prostraniju krmenu strojarnicu od one za turbinski kompleks, pa diesel motori nužno smanjuju prostor raspoloživ za teret u oba oblika pogona;
- proizvođači diesel motora nisu održali korak sa naglim rastom potrebne pogonske snage sve većih VLCCa. Iako ugradnja dva diesel motora na prvi pogled djeluje kao prirodno rješenje problema, uobičajeni oblici krme pri direktnom pogonu dva vijka uvjetuju istureni položaj motora i povećanu duljinu strojarnice. Ujedno dvovijčani pogon uvjetuje bitno lošiju propulzivnu efikasnost od jednovijčanog.

Navedene okolnosti podržavala su dominaciju parnih turbina na VLCC usprkos bitno više specifične potrošnje ove vrste pogona. Kolikogod rast veličine tankera za sirovu naftu potiče ekonomija veličine očitovana smanjenjem ukupnih troškova po jedinici prevezenog tereta, punom uspjehu koncepta VLCCa nedostajala je pogonska efikasnost diesel motora sa skoro upola manjom potrošnjom goriva nego parne turbine. No, cijene goriva su bile izrazito niske, pa je tek nagli skok cijena tekućih energenata po naftnom embargu 1973. zaoštrio problem pogonske ekonomije VLCCa.

Problematika ugradnje diesel motornog pogona na VLCC predmet je referata dipl. ing. J. A. Smit-a na godišnjoj skupštini STG 1968. u kojem su obuhvaćena aktualna razmišljanja o problemu i perspektivi za njegovo rješavanje. Substrat izlaganja bila su hidrodinamička ispitivanja, koja je proveo Maierform po narudžbi švicarskog Sulzera tada najznačajnijeg proizvođača sporohodnih diesel motora u svijetu. U ovom referatu (sl. 1.) predstavljeno je nekoliko revolucionarnih krmnih oblika kao podloga za kompaktne strojarice prilagođene za ugradnju diesel motora uz dvovijčani pogon, koji su obuhvatili tandem vijke, dislociranu odnosno razdvojenu strojaricu i dvostruku krmu. Dvostruka krma bila je ispitana u tri varijante. Niti jedna od njih nije pružila prihvatljive rezultate, pa je po ovom izlaganju problem ugradnje sporohodnih diesel motora na VLCC i nadalje ostao otvoreno pitanje.



Slika 1. Revolucionarni oblici krme

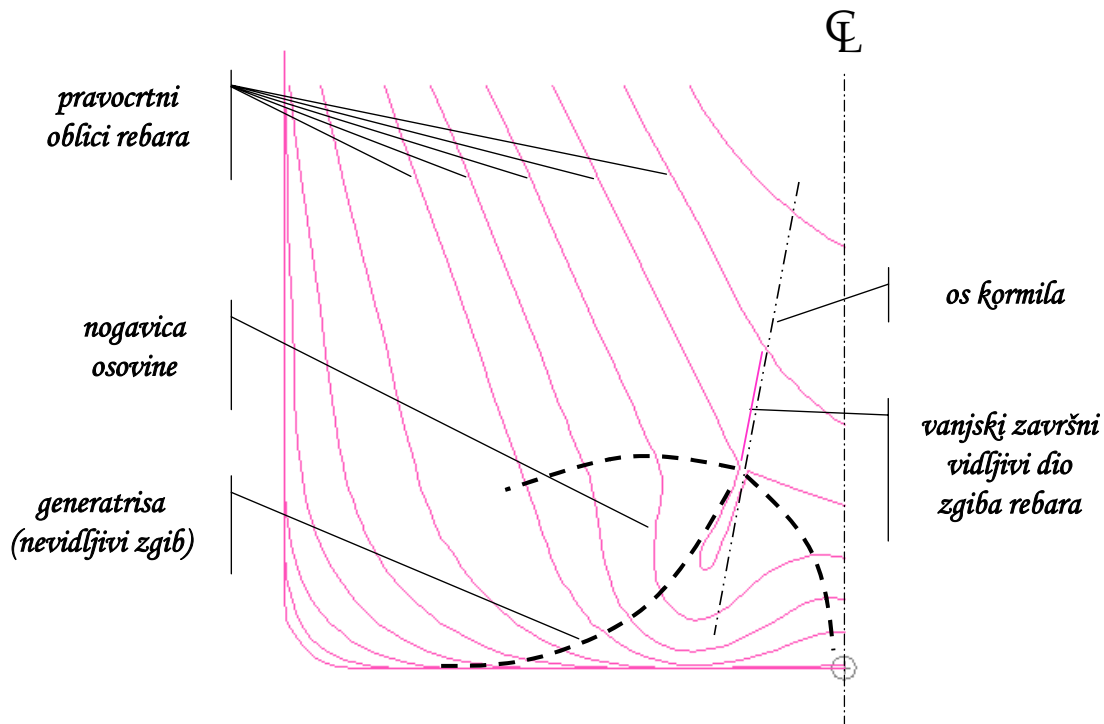
Fig. 1. Revolutionary stern shapes

Kada rezultate ovih ispitivanja dopunimo podacima obje inačice broda sa W-krmom (veličine 220.000 tdw i 270.000 tdw) po projektu Uljanika (sl. 2.), pojavljuju se dramatične razlike. Pri istoj brzini brodovi sa W-krmom koriste upola manje snage od najpovoljnijeg Sulzerovog modela. Veći brod sa W-krmom koristi manje snage od manjeg. Veći brod je tek produženi model manjeg broda, što ističe važnost otpora valova i kod visoke opće punoće. VLCC brodovi sa W-krmom projektirani su za do tada neuobičajeno visoke relativne brzine. Najpovoljniji model III Sulzerove selekcije, koncipiran je po istom principu kao i W-krma, pa predstavlja kompaktnu krmu sa robustnim nosačima osovinskog voda u koje su smješteni pogonski diesel motori. Dramatično zaostajanje rezultata ovog modela u odnosu na W-krmu objašnjava činjenica, da nogavice osovinskog voda na Sulzerovom modelu predstavljaju tek

nedoradne privjeske, dok su na W-krmi inkorporirani tako, da dostrujavanje na pogonske vijke optimaliziraju bez suvišnog vrtloženja.

Sve to potvrđuje, da se W-krma kvalificirala kao prvo uspješno rješenje problema instalacije diesel motornog pogona na VLCC.

Povrh svega, W-krma se uz visoku opću punoću potvrdila povoljnom za visoke relativne brzine u području do tada pristupačno za finije forme bitno manjeg stupnja opće punoće.



Slika 2. Promjene u W formi

Fig. 2. Changes in W-shape

## 8.2. Oblikovanje

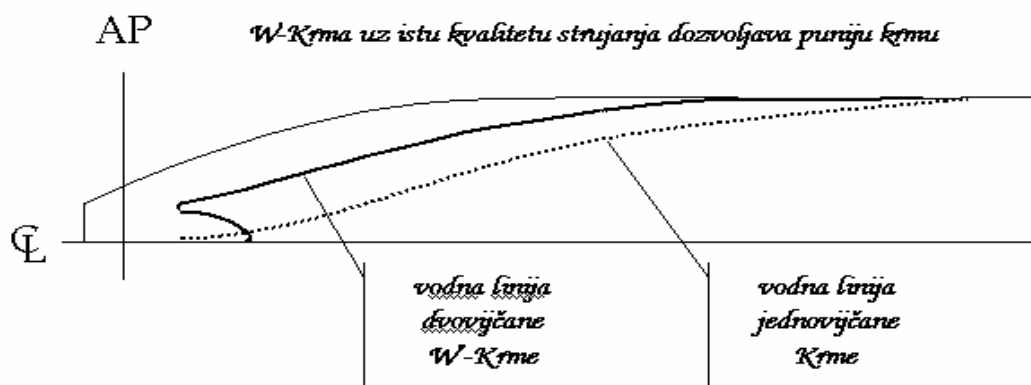
W-krma je jednotrupni oblik proširen robustnim nogavicama osovinskog voda, u koje su smješteni pogonski diesel motori. Ovaj koncept je proizašao iz težnje za ostvarenjem što većeg unutarnjeg prostora u što jednostavnije oblikovanoj krmi povoljnih propulzivnih performansi. Čitav krmeni korpus ima pravocrtni oblik presjeka rebara, koji iz pravokutnog paralelnog srednjaka kroz prelazne oblike istegnutih trapeza završavaju trokutastim oblikom krmelog zrcala. Takvi oblici nužno uvjetuju uzdužni zgib, koji je po cijeloj dužini pokrivaju robustne nogavice osovinskog voda izvedene iz zaobljenja kaljuže na paralelnom srednjaku. Nevidljivi zgib određuje generičku liniju ove krmene forme (sl.2.).

Primarna funkcija robustnih nogavica W-krme je ostvarenje proširenog prostora za krajnje krmeni položaj pogonskih diesel motora i slijedom toga izuzetno kratku ali prostorom obilnu strojarnicu, čime se na ore/oil carrierima oslobađa dodatni unutarnji prostor neophodan za krcanje tekućeg tereta do pune nosivosti.

## 8.3. Hidrodinamika

Oštri završetak nogavica osovina eliminira pojavu dodatnih turbulencija i opstrujavanje oko W-krme navodi na ekscentrično položene pogonske vijke. Opstrujavanje oko nogavica formira simetrične krmene vrtloge, koji suprotno usmjerenim vijcima jačaju poriv i podižu

efikasnost dvovijčanog pogona na W-formi (sl.2), tako da samo promjena smjera vrtnje vijaka postiže razlika brzine od preko pola čvora. Zadovoljavajuća krmena zaoštrenja unutar nagiba od  $19^\circ$  lakše je ostvariti usmjeravanjem strujanja na razdvojene točke pogonskih vijaka nego tamo gdje se strujne linije moraju svesti na uzdužnu simetralu broda (sl.3). To je temeljni preduvjet za zadovoljavajuće hidrodinamičke performanse W-krme i pri znatno većoj punoći krme od one, koja je još hidrodinamički prihvatljiva za jednovijčani pogon. To objašnjava činjenicu, da povećana punoća krme W-krme pri visokom stupnju opće punoće omogućuje relativno vitkiji pramac, pa time i manji otpor kod viših relativnih brzina  $v/\sqrt{L}$ , što se ne može ostvariti klasičnim formama.



Slika3. Postizanje hidrodinamičkih performanci

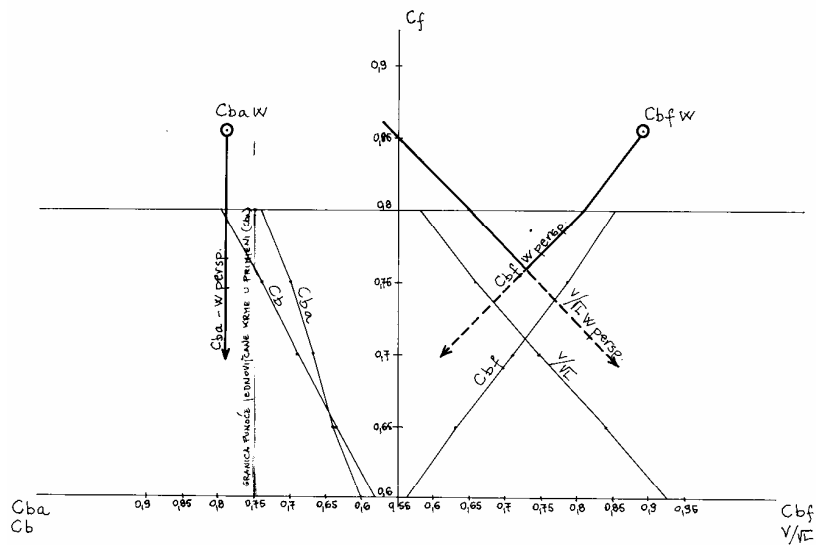
Fig. 3. Achievement of hydrodynamic performances

Ovi zaključci mogu se ilustrirati kratkom analizom dijagrama iz knjige van Lammerena Otpor i propulzija brodova (sl. 5.), koji definira oblik teretnih vodnih linija i površina rebara, te opću punoću i položaj težišta istisnine u zavisnosti od opće finoće forme, kao kompilaciju dobrih formi do tada izgrađenih brodova. Unatoč zastarjelosti podataka, temeljni odnosi veličina ovog dijagrama imaju trajnu vrijednost. Prije svega tu je korelacija uzdužnog položaja težišta istisnine prema općem stupnju punoće broda, prema kojoj ograničeni rast punoće krmenog dijela pri povećanju opće punoće pomiče težište istisnine prema pramcu,.

Van Lammeren ne prikazuje stupanj punoće posebno za krmeni odnosno pramčani dio broda, ali se iz danih podataka te veličine mogu izvesti. Za potrebe izlaganja izvedeni su dijagrami punoće pramčanog i krmenog dijela i pripadajuća relativna brzina  $v/\sqrt{L}$  u zavisnosti od opće finoće broda (sl. 6.).

U rasponu opće finoće od 0,6 do 0,8 punoća krmenog dijela mijenja se između 0,6 do 0,75, dok se pramčani dio mijenja u opsežnijem rasponu između 0,56 do 0,88. Punoća krme ne prelazi veličinu od oko 0,75, što bi bila granica hidrodinamički prihvatljivih formi po van Lammerenu. To potvrđuju podatci do tada izvedenih standardnih VLCCa, koji punoću krmenog dijela održavaju u tim granicama. Linija *a* dijagrama dobrih formi po van Lammerenu dozvoljavala i nešto puniju krmu, no autor je izričito naglasio, da ovu soluciju ne verificira kao dobru formu za područje relativnih brzina  $v/\sqrt{L}$  iskazanih ovim dijagramom.

U okvirima standardno dobrih formi izvedeni dijagram zorno ističe sve posebnosti W-krme, na kojima se temelje njena izuzetna hidrodinamička svojstva.



SL. 5 PRIKAZ  $C_b, C_{ba}, C_{bf}$  i  $V/\sqrt{L}$  U ZAVISNOSTI OD  $C_f$

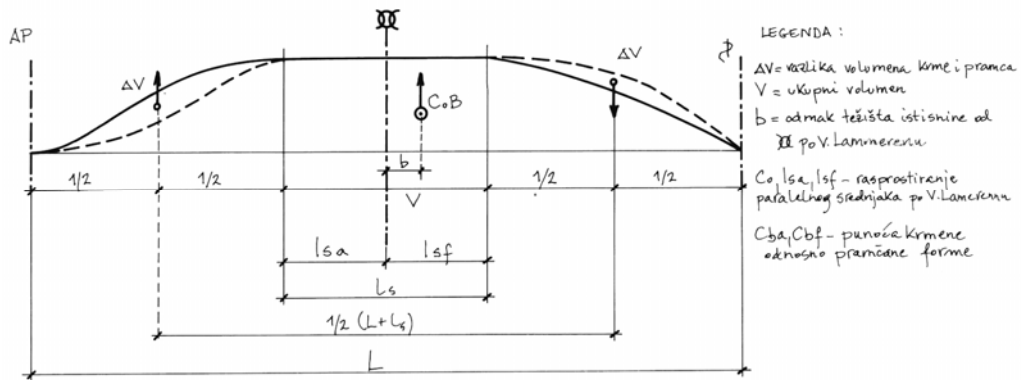
TRANSFORMIRAN IZ KOMPILACIJE DOBRIH FORMI VAN LAMMERENA (OTPORI PROPUZLIJA SL. 42 POLINIJI "b" POLOŽAJA TEŽ. ISTISNINE

$C_{ba} = C_b \left(1 - \frac{4b}{L+L_s}\right)$	$C_{bf} = C_b \left(1 + \frac{4b}{L+L_s}\right)$	$C_{bf} = 2C_b - C_{ba}$ ZA W. PERSP.
--	--	---------------------------------------

Slika 5. Utjecaj uzdužnog težišta istisnine

Fig. 5. Effect of the longitudinal centre of buoyancy

SL. 6 IZVODI ZA TRANSFORMACIJU KARAKTERISTIKA DOBRIH FORMI PO VAN LAMMERENU



NAJTEŽELJU OČITANJA  $b, C_b, L_{sa}$  i  $L_{sf}$  IZ VAN LAMMERENOVE KOMPILACIJE DOBRIH FORMI (OTPORI PROPUZLIJA BRODOVA, SL. 42 i 43) SLIJEDE IZ VOD :

$$\Delta V \cdot \frac{L+L_s}{2} = b \cdot V \text{ ODNOSNO } \Delta V = \frac{2 \cdot b \cdot V}{L+L_s}$$

$$C_{ba} = \frac{2(\bar{x} - \Delta V)}{L \cdot B \cdot d} ; C_{bf} = \frac{2(\bar{x} + \Delta V)}{L \cdot B \cdot d} \text{ GDJE UVRŠTENIJEH } C_B = \frac{V}{L \cdot B \cdot d} \text{ SLIJEDEI}$$

$C_{ba} = C_b \left(1 - \frac{4b}{L+L_s}\right)$	i	$C_{bf} = C_b \left(1 + \frac{4b}{L+L_s}\right)$
--	---	--

ZBRAJANJE SLIJEDEI  $C_{ba} + C_{bf} = 2C_b$  ODNOSNO  $C_{bf} = 2C_b - C_{ba}$

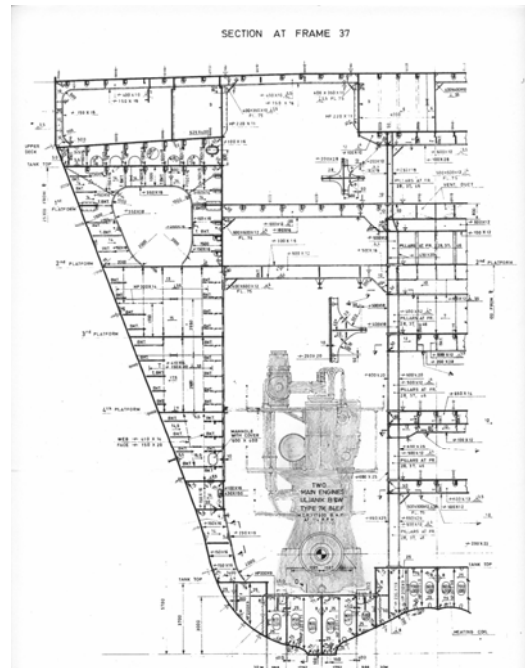
Slika 5. Utjecaj punoće forme

Fig. 5. The effect of hull form

#### 8.4. Efekti primjene W-krme kao integralnog projektnog koncepta

U ono vrijeme W-krma je riješila probleme ugradnje diesel motornog pogona na VLCC i kao projektni koncept generirala niz značajnih efekata, kako slijedi:

- primjenu izuzetno visoke punoće  $C_b = 0,84$  za više relativne brzine oko  $v/\sqrt{L} = 0,524$ , što za cca 7 do 8% umanjuje veličinu potrebnog kubnog modula kao uštedu na trošku izgradnje;
- izuzetno kratku strojarnicu sa čelnom pregradom udaljenom svega  $14,1\%L$  od AP (tada na VLCC od  $17$  do  $19\%L$ ) uz znatno produljenje teretnog prostora i slijedom toga:
  - povoljniju distribuciju opterećenja i bitno umanjen kritični moment savijanja na valnom dolu. Moment savijanja na ore/oil carrieru od  $220.000$  tdw sa W-krmom bio je oko  $30\%$  manji od veličine, prema kojoj je det Norske Veritas odredio minimalni moment otpora strukture na glavnom rebu. Debljina limova palube ovog broda nije prelazila  $23$  mm unatoč redukciji palubnog presjeka zbog izreza teretnih grotala;
  - unatoč znatnom gubitku prostora angažiranog u dvodnu, dvostijenim poprečnim pregradama i tzv. stools-ima ore oil carrieri sa W-krmom raspolažu sa korisnim prostorom od  $44,5$  cuft/t nosivosti, dovoljnim za krcanje punog tereta sirove nafte do gaza minimalnog nadvođa, što ne pružaju ore/oil carrieri tradicionalne izvedbe.



Slika 6. Strojarnica

Fig. 6. Engine room

- Brodove sa W-krmom i kormilima u struji vijaka odlikuje:
  - izuzetna stabilnost održavanja smjera, jer mrtvi kut pri otklonu kormila ne prelazi  $2$  do  $3^\circ$ , mnogo manje od uobičajenih  $7$  do  $10^\circ$  i više kod jednovijčanih brodova;
  - krutost krmenog oblika i simetrično djelovanje pogonske instalacije, lišava brodove sa W-krmom nepoželjnih vibracija;
  - izuzetna manevarska svojstva;

#### 8.5. Perspektive koncepta W-krme

Do 1976. Uljanik je svojim kupcima isporučio 11 velikih brodova sa W-krmom uglavnom kao ore/oil carrieri, predstavljene kao prvo uspješno rješenje instalacije diesel motornog pogona na VLCC brodovima. Ubrzo potom švedska brodogradilišta izgradila su dvovijčane VLCC od  $450.000$  tdw, koji je po mom saznanju neposredno inspirirao koncept Uljanikove W-krme. Dugogodišnja kriza pomorskog tržišta po Yom Kipur ratu 1973. uzrokovala je slom europskih brodogradilišta i izgradnje VLCCa u ovom dijelu svijeta. Danas se VLCC brodovi grade samo na dalekom istoku uz sve učestaliju pojavu dvovijčanih VLCC sa diesel motornim pogonom pa koncept unazad toliko godina začet u Uljaniku, predstavlja stručnu baštinu svjetske brodogradnje.

Zagrebački Brodarski institut inspiriran uspješnim razvojem W-krme nastavio je serijskim ispitivanjem modela utemeljenih na karakteristikama VLCCa prema projektu Uljanika. Ispitani su modeli sa pogonom na jedan i dva vijka, koji uz neke izmjene postižu i do 10% povoljniji odnos snage i brzine od izvorne W-krme. Rezultati ovih ispitivanja sistematski su obrađeni kao predložak za projektiranje VLCCa. Nažalost, pri izmjenama krmene forme zanemaren je kriterij ugradnje diesel motora, pa su robustne nogavice pogonskih osovina svedene su na perajice nedovoljne za njihov smještaj. Tako je izgubljen važan preduvjet upotrebe ovog predloška, koji je za praktičnu brodogradnju sveden na profesionalni *l'art pour l'art*.

Prikladnost W-krme za namjene, koje zahtijevaju obilatiji prostor za teret uz povišenu opću punoću pri višim relativnim brzinama je neupitna. No, njene mogućnosti se ne iscrpljuju tek primjenom na VLCC brodovima. Obilatiji teretni prostor zahtijevaju i prijevoznici kontejnera, LNG, LPG carrieri i slična plovila, koja se eksploatiraju uz mnogo više relativne brzine. Primjena W-krme za još više relativne brzine, ali sada uz manju opću punoću je tema, koja zavrjeđuje provjeru. Stoga predlažem, da Brodarski institut i ine zainteresirane institucije ispitaju seriju modela sa postojećom W-krmom konstantne punoće u kombinaciji nizom istovjetnih pramaca sukcesivno umanjene punoće, radi provjere primjenljivosti W-krme za još više relativne brzine uz manju opću punoću. Mislim, da ne treba objašnjavati, kako je izvorni oblik W-krme prikladan za smještaj pogonskih diesel motora preduvjet za praktičnu primjenu ovog koncepta pri bilo kojem stupnju opće punoće. Ukoliko pilot ispitivanje potvrdi povoljna očekivanja, seriju modela može se proširiti varijacijama odnosa B/d i L/B, kako bi se ostvario opseg podataka prikladan za stvaranje predloška za projektiranje. Prikladni opseg varijabli perspektivnog W-modela Wpersp. kao  $f(Cbf, L/B, B/d)$  trebao bi se kretati u granicama L/B od 5 do 7, odnosno B/d od 2,4 do 4.

Donju granicu punoće pramčanog dijela teško je unaprijed odrediti, jer zavisi od: hidrodinamičke izdržljivosti W-krme konstantne punoće pri višim brzinama i povećanom opterećenju vijaka; donje granice opće punoće pri kojoj opće smanjenje unutarnjeg prostora poništava prostorne prednosti W-forme za praktičnu primjenu (vjerojatno ne mnogo niže od 0,7); Ova spekulacija o perspektivi proširene primjene W-krme počiva na intuiciji, koja polazi od ovdje izložene analize. I razvoj izvornog koncepta W-krme bio pokrenut tek intuicijom.

## 9. Epilog

Veliki brodovi sa W-krmom utrljali su duboke tragove ne samo u Uljaniku već i kod drugih sudionika ovog iznimnog pothvata. Pogovor istražuje u kojoj su mjeri Uljanik i njegovi kupci uspješni kroz ovaj pothvat ostvariti svoje ciljeve.

Ulaskom na tržište VLCCa Uljanik je prebrodio krizu zaposlenja. Orijentacija na izgradnju velikih brodova nametnula je opsežne investicijske pripreme. Prošireni su navozi, nabavljene nove dizalice, izgrađena radionica za jednostrano zavarene sekcije, a za povećanje operativnih površina na skučenom prostoru otočića Uljanik suhi neprikladni dokovi za suvremenu brodogradnju iz austro-ugarskog naslijeđa su zatrpani. Kroz godinu dana norveški i švedski kupci popunili su knjigu narudžbi Uljanika sa sedam velikih ore/oil carriera, pa je ovim jedinstvenim proizvodom Uljanik stekao istaknutu ulogu na svjetskom tržištu. Unatoč svim ovim zahvatima Uljanik je bitno zaostajao od "state of the art" tehnološkog standarda, jer su mu nedostajali kapaciteti za blokovsku izgradnju u suhom doku. Konjunktura potražnje VLCCa i uspješan vlastiti proizvod osigurali su Uljaniku u ono vrijeme profitabilnu nišu na tržištu novogradnji.

Ostvarenje programa velikih brodova ubrzo dovodi Uljanik u teškoće zbog slabog domaćeg poslovnog okruženja, ali i nekih okolnosti uvjetovanih globalnim okruženjem. Investicije su zapele zbog zakašnjenja isporuke novih domaćih dizalica, ali je najveći udarac

na proizvodnu sposobnost brodogradilišta uzrokovao iznenadni odlazak u inozemstvo trećine najkvalitetnijih radnika privučenih mnogo većim zaradama u zapadno europskim brodogradilištima, koja su zbog opsežnih narudžbi za izgradnju VLCCa tražila dodatnu radnu snagu. Zbog toga Uljanik nije mogao izbjeći akumulaciju sve većih zakašnjenja ugovorenog programa. Istovremeno, globalnu konjunkturu početkom sedamdesetih pratila je opća inflacija cijena, pa je rast ulaznih troškova mnogim brodogradilištima u svijetu donio značajne gubitke po narudžbama, koje su prethodno preuzeli po fiksnim cijenama, dok je opći rast cijena novogradnji istovremeno ovakve ugovore pretvorio u visoko profitabilno ulaganje za kupce. Kupcima nije odgovarao eventualni stečaj brodogradilišta, pa su drage volje prihvaćali razumno povećanje ugovorenih cijena, kako bi spasili svoja iznimno profitabilna ulaganja. U tom niti Uljanik nije bio iznimka. Promjenu cijena kupci su uvjetovali angažmanom međunarodne grupe konzultanata radi konsolidacije proizvodnog programa. Potaknut je niz poslovnih racionalizacija uz izmjenu organizacije, pa je zastarjela funkcionalna struktura zamijenjena podjelom primarnih nadležnosti prema tipu proizvoda. U Uljaniku je izdvojen sektor čiste brodogradnje zaokružen sa svega polovicom od oko pet tisuća tadašnjih zaposlenika. Svaki od pet novih sektora osim proizvodnje obuhvatio je i pripadajuću strukturu komercijalne pripreme, što mu je osiguralo nadležnost nad svim elementima bitnim za njegov vlastiti prosperitet na tržištu. Krajnji cilj ovakve strukture bilo je razdvajanje proizvodnih cjelina u nezavisne poslovne jedinice, čime se brodograđevnu djelatnost oslobađa jalovih troškova pratećih proizvodnji egzistencijalno ovisnih od brodograđevne djelatnosti, koja je tek djelomično mogla zaposliti njihove raspoložive kapacitete.

Provedbom ovih mjera stabilizirana je proizvodnja velikih brodova, pa se već 1973. na navozima Uljanika ugrađivalo preko sto tisuća tona čelika dovoljnih za izgradnju do tri velika broda godišnje sa svega oko dvije i po tisuće zaposlenih u čisto brodograđevnoj djelatnosti. To je omogućilo preuzimanje daljnjih narudžbi uz veoma povoljne cijene, koje su osigurale visoku profitabilnost cjelokupnog programa izgradnje 11 velikih brodova u Uljaniku.

Treba naglasiti, da su već samim početkom izgradnje velikih brodova po inicijativi vlastitih kadrova u Uljaniku poduzete bitne izmjene u načinu poslovanja, ponajprije u strategiji nabave materijala. Tipizirani proizvodni program VLCCa omogućio je dugoročnije angažmane sa dobavljačima, a time i stabilnije cijene i bolju kontrolu najznačajnije stavke troška u izgradnji broda. Umjesto nabavljanja čelika za potrebe određenog broda ili proizvodnog naloga ugovaraju se godišnje potrebe brodogradilišta i samo to je za jednu petinu umanjilo nabavnu cijenu čelika. Slični, pa i povoljniji uvjeti postignuti su sa ključnim dobavljačima opreme. Ustaljeni odnosi sa dobavljačima omogućili ne samo povoljnije cijene već i stabiliziranje troškovnih inputa na tada inflatornom tržištu. Novu strategiju nabave prihvatila su i druga hrvatska brodogradilišta povedena uspjehom Uljanika, pa su objedinjene godišnje potrebe čelika za sva brodogradilišta od tada ugovarane preko Jadranbroda.

Unatoč svemu, ovaj dio priče o Uljaniku završava potpunim obratom.. Regionalne političke strukture već tokom 1973. i 1974. provode smjenu svih vodećih kadrova Uljanika, koje su smatrale odgovornim za uvođenje programa velikih brodova. Političke strukture nisu imale sluha za tržišna dostignuća, a pogotovo za preustroj brodogradilišta provođen kriterijima racionalnosti i razbijanje do tada jedinstvene poslovne strukture Uljanika. Politički interes pravi upravljač sustava samoupravnih poduzeća u bivšoj državi osudio je izgradnju velikih brodova kao nepoželjno ostvarenje osobnih ambicija pojedinaca i potvrdio povratak programu izgradnje malih brodova. Ipak, to nije omelo uredno dovršenje izgradnje ugovorenog programa velikih brodova u slijedećim godinama.

Upornost političkog sustava u nametanju vlastitih kriterija u razvoju privrede kulminirao je uvođenjem ZURa (Zakon o udruženom radu), koji je utvrdio političku kontrolu nad radom vodećih kadrova i afirmirao tzv. dogovornu ekonomiju, koja je u potpunosti

otupila svaki smisao za tržišnu uvjetovanost i racionalnost u upravljanju privrednim subjektima. Desetak godina kasnije Uljanik se zatiče sa blizu osam tisuća zaposlenih uz tri tisuće kooperanata angažiranih u izgradnji manjih brodova za koje se na navozima ugrađivalo tek četvrtinu one količine čelika, koja je bila ostvarena na velikim brodovima uz upola manji angažman radne snage. Nažalost Uljanik nije mogao egzistirati izvan sustava u propadanju, koji je ostavio duboke ožiljke na svim subjektima ondašnje privrede.

Ipak, uprkos svemu, bitno dostignuće tih “herojskih vremena” ostaje imanentnom značajkom Uljanika i u kasnijim razdobljima. Integralno projektiranje se održava u Uljaniku u nekom obliku sve do danas, pa nije teško pokazati njegov blagotvorni učinak na daljnju sudbinu ovog brodogradilišta. Između hrvatskih brodogradilišta Uljanik se i danas ističe sposobnošću ostvarenja izvorno vlastitog proizvoda i tržišne niše slobodne od neizdržive konkurencije dalekoistočnih tvornica standardnih brodova. Citiram primjedbu umirovljenog kolege ing. Vrhovčaka nekoć vodećeg operativca projekta i prodaje Uljanika, koji je ustvrdio – “kad god je sprega projekta i marketinga u ovom brodogradilištu bila čvršća, Uljanik je razvio novi proizvod!”. Kada je političkom odlukom sudbinu Uljanika preuzela nova uprava i obznanila napuštanje izgradnje velikih brodova i ciljeva preustroja, Švedani koncept dvovijčanih brodova sa W- krmom prenose u Švedsku, gdje je započeta izgradnja VLCC od 450.000 tdw.

## 10. Zaključak

Inovacije su ostvarene vizije potaknute intuicijom, nerijetko kao posljedica sprege ideja i inicijativa pojedinaca u odvojenim sredinama. Razvoj W-krmе to potvrđuje. Bilo bi banalno zadržati se samo na toj konstataciji. Uspješna inovacija je odgovor na aktualne izazove, koji se pojavljuju u proizvodnji i upotrebi predmeta suvremene civilizacije.

W-kрма je začeta kao rješenje prostornih problema ore/oil carriera, ali je tek težnja autora, da zadane performanse ostvari na izuzetno visokom stupnju opće punoće i postigne “good value for less money”, istaknula prave mogućnosti koncepta W-krmе.

Bitan čimbenik, koji je već u ono vrijeme istaknuo sposobnost Uljanika za inovativni razvoj je sprega integralnog projektiranja i marketinga. Obilazak tržišta bio je prigoda, da projektanti Uljanika upoznaju specifične probleme, koji su preokupirali tada vodeće operatore velikih ore/oil carriera na pomorskom tržištu. Kolikogod su već u ono vrijeme vodeći kadrovi prodaje većine hrvatskih brodogradilišta regrutirani iz redova projektanata, puni opseg integralnog projektiranja u sprezi sa marketingom bio je ostvaren samo u Uljaniku. Iz tradicije integralnog projektiranja proizlazi danas u Hrvatskoj još uvijek izuzetna sposobnost ovog brodogradilišta, da razvija brodove posebne namjene.

Ne možemo zaobići činjenicu, da je politički sustav bivše države osudio poslovnu orijentaciju vodećih kadrova i začeti preustroj Uljanika po kriterijima tržišne efikasnosti. Osuda nije stala na smjeni kadrova i napuštanju programa velikih brodova već je proširena odricanjem i od inovacije W-krmе, Bivši sustav državnog kapitalizma vođen iluzijom o trajnoj stabilnosti nije podnosio inicijative kreativaca, već je vodeće funkcije povjeravao poslušnim rutinerima .

Kolikogod ova konstatacija djeluje van stručnog konteksta teme ove prezentacije, ona ističe čimbenik, koji je uvjetovao polu stoljetno zaostajanje hrvatske brodogradnje. Dugovječnost tranzicijske krize hrvatskih brodogradilišta proistječe iz činjenice, što nema izgleda za njihovu privatizaciju, koja kao zaostali subjekti državnog kapitalizma još uvijek podliježu upravljanju po iracionalnim kriterijima političkih interesa.

## 11. Post scriptum

Predstavljajući temu odajem priznanje svima, koji su doprinijeli razvoju i izgradnji velikih dvovijčanih brodova u Uljaniku i među njima posebno ističem:

prof. dr. inženjera **Željka Sladoljeva**, tada mladog stručnjaka, koji je inovacijom – naknadno spajanje izgrađenih polovica velikih brodova u plivajućem stanju – smjelo pokazao kako se veliki brodovi mogu graditi i u Uljaniku;

ing. **Alfreda Foschio**, glavnog direktora Uljanika, koji je organizacijskim povezivanjem integralnog projektiranja i sustava prodaje u ono vrijeme Uljanik osposobio za razvoj i marketing inovacija, a potom u kritičnim okolnostima odao povjerenje i neophodan manevarski prostor za razvoj inovativnog projekta W- krme, koji je Uljanik istaknuo na svjetskom tržištu VLCC brodova;

preminulog ing. **Žarka Alujevića**, tadašnjeg predstojnika Brodarskog instituta u Zagrebu, koji je naslutivši izuzetan domet koncepta W-krme odobrio razvojno ispitivanje i omogućio bitni iskorak prema punom uspjehu te inovacije;

preminulog dr. dipl. ing. **Antuna Gamulina**, tada vodećeg stručnjaka Brodarskog Instituta u Zagrebu, koji je prijedlogom ključne izmjene pramčanog dijela istaknuo efikasnost i iznenađujući prestiž modela sa W-krmom u odnosu na sve do tada poznate forme.

dipl. ing. **Lea Mariona**, suradnika integralnog projektiranja, koji je osmislio strojarnicu W-krme i u ono vrijeme izuzetnom stručnom erudicijom predstavio Uljanik kao sposobno brodogradilište dostojno povjerenja prvorazrednih kupaca;

preminulog dipl. ing. **Waltera Wrussa**, vodećeg stručnjaka u izgradnji broskog trupa u Uljaniku organizatora svih tehnoloških preduvjeta za izgradnju velikih brodova uz naknadno spajanje u plivajućem stanju;

i konačno, dugujem priznanje **svim onim djelatnicima brodogradilišta**, koji su savjesno i često kreativno doprinijeli razvoju, pripremi i izgradnji velikih brodova, smatrajući uspjeh tog program predmetom kolektivnog prestiža Uljanika.

Ovo izlaganje predstavljam punih četvrt stoljeća po napuštanju brodograđevne profesije. Svjestan sam, da kroz to vrijeme nisam pratio sva zbivanja u struci i dozvoljavam postojanje nekih meni nepoznatih okolnosti i činjenica, koje dopunjuju sliku ovog izlaganja.

Kao odavno isluženi projektant godinama udaljen od aktualnih zbivanja struke iz nešto proširenog aspekta iznosim svoja sjećanja, iskustvo i neke još uvijek neispunjene vizije, koje vjerujem zaslužuju pažnju stručne javnosti.

### LITERATURA:

- [1] Schiffbau Technische Gesellschaft, Hauptversammlung 1968.
- [2] Izvještaji Brodarskog instituta u Zagrebu br. 1607-M, 1645-M, 1715-M, 1896-M, 1909-M, 2041 M i drugi;
- [3] Van Lammeren: Otpor i propulzija brodova
- [4] The Motor Ship 6/98, 9/99;
- [5] The Naval Architect 6/99
- [6] Brodogradnja br. 6/72