



Časopis "*UKORAK S VREMENOM*"

Izdavač:

**UDRUGA POMORSKIH STROJARA – SPLIT
MARINE ENGINEER'S ASSOCIATION – SPLIT
CROATIA**

Suizdavač



Ukorak s vremenom

Glasiloo Udruge pomorskih strojara Split (UPSS)

(Marine Engineer's Association Split)

www.upss.hr pstr.split@gmail.com

Adresa: Udruga Pomorskih strojara Split,
21000 SPLIT, Dražanac 3A, p.p. 406

Tel./Faks/Dat.: (021) 398 981

Žiro-račun: FINA 2330003- 1100013277

OIB: 44507975005

Matični broj: 3163300

Za izdavača: Ivica Jelača, predsjednik UPSS-a i Pomorski fakultet u Splitu

Glasiloo uređuje:

Uređivački savjet: Frane Martinić, Neven Radovniković,
Vinko Zanki, izv. prof., dr. sc. Gorana Jelić Mrčelić,
Branko Lalić, mag. ing.

Izvršni urednik i korektor: Boris Abramov

Naslovna stranica: Nastja Radić

Naklada: 500 primjeraka

Priprema i tisak: DES – Split

ISSN:1332-1307

= Raspačava se besplatno =

Glasiloo br.53/54 - Split, 6.12. 2016.

Počasni članovi udruge:

dr. sc. Igor Belamarić, dipl. ing. brodogr.
dr. sc. Tomislav Đorđević-Balzer, dipl. iur.

Stjepko Goić, dipl. ing. str.

mr. oec. Duško Krstulović

Jadran Marinković, novinar

Robert Stude, dipl. iur.

Bartul Terzić, dipl. iur.

- svi iz Splita

Zaslužni članovi udruge:

Boris Abramov, Nikola Mladen Dadić, Zvone Vlačević
Gordan Krstulović - svi iz Splita

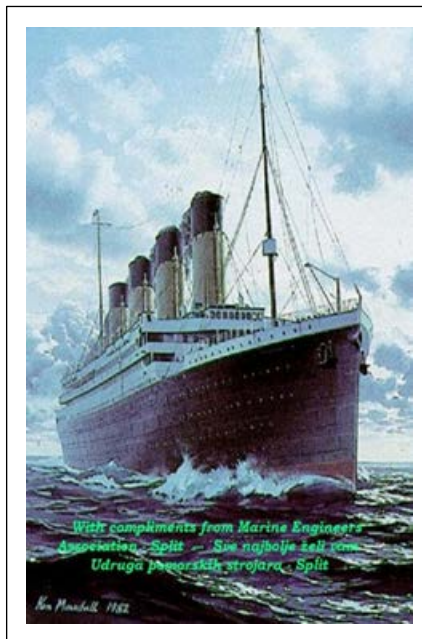
Podupirajući članovi udruge:

Aleksandar Alunić, dipl. ing. - Petar Bakotin, dipl. ing. -
- Vladimir Bužančić, dipl. ing. - Davor Draganja dipl.
ing. -Valter Frakić, dipl. ing. - dr. sc. Mirko Grljušić, -
Ante Guić, telegrafista - Ivica Kartelo, dipl. ing. - Ante
Kurtović, tehničar - Igor Merdžo, dipl. ing. - Arsen
Musulin, dipl. ing. - Margita Pavišić - Mirjana Rada-
nović - Ante Roje, kap. d.p. - Bruno Šegvić, dipl. ing. -
svi iz Splita



PODUPIRUĆE TVRTKE I USTANOVE

- ✦ BRODOSPAS d.o.o. – Split
- ✦ BRODOSPLIT d.d. – Split
Brodogradilište d.o.o.
- ✦ BRODOTROGIR d.d. - Trogir
- ✦ HRVATSKI REGISTAR BRODOVA – Split
- ✦ JADROPLOV d.d. – Split
- ✦ PLOVPUT d.o.o. – Split
- ✦ SVEUČILIŠTE U SPLITU
Pomorski fakultet
- ✦ SVEUČILIŠTE U SPLITU
F E S B – Fakultet elektrotehnike, strojarstva
i brodogradnje
- ✦ POMORSKA ŠKOLA SPLIT



SADRŽAJ

Str.

5 - 6

- UVODNA RIJEČ

7 - 46

- NOVOSTI I DOGAĐANJA U
POMORSKOM I TEHNIČKOM
SVIJETU

- 7 - 9 Najnoviji projekti i uspjesi ULSTEIN-a
- 9 - 11 WÄRTSILÄ 31 – proglašen najučinkovitijim dvokretnim srednjohodnim dizelskim motorom na svijetu
- 11 - 12 Rekordan prijevoz teškog tereta
- 12 Uspješno izvedena prva naknadna ugradnja MAN B&W ME-GI sustava
- 12 Prvo putovanje na LNG nekog broda između Azije i Europe
- 12 - 14 TASIK TOBA, posebni brod za ronilačke i podvodne operacije
- 14 - 15 Postoje li ledolomci s asimetričnim trupom?
- 15 - 16 Opcija recirkulacije ispušnih plinova (EGR) dalje se razvija
- 16 Imabari Shipbuilding gradi divovski suhi dok
- 16 - 17 DSIC i GE dobili načelno odobrenje za daljnji razvoj LNG nosača pogonjenog COGES propulzijom
- 18 - 19 Popravak lopatica sapničkog prstena turbopuhala pomoću trodimenzionalnog tiskanja
- 19 Shell gradi LNG opskrbeni brod za bunkeriranje u Sjevernoj Europi s bazom u Rotterdamu
- 19 - 21 Dobre vijesti iz Brodosplita
- 21 - 23 Primjena obnovljive energije na brodovima
- 23 - 24 Mitsubishi hibridno turbopuhalo
- 24 Nakon više od 13 godina pravomoćno osuđen zapovjednik tankera „Prestige“
- 25 DNV GL testirao inspekciju broskog tanka pomoću daljinski upravljane letjelice
- 25 - 26 Wärtsilä sustav obrade balastnih voda klorinacijom
- 26 10 zemalja s najvišom vrijednošću brodovlja
- 27 Bureau Veritas odobrio GTT tank pod tlakom kao koncept za LNG opskrbeni brod
- 27 - 28 Potpisan brodograđevni ugovor za gradnju pet vrlo velikih nosača etana (VLECs)
- 28 - 29 „Sleipnir“ - poluronjivi samopokretljivi brod - dizalica
- 29 Isporučen veliki brod za prijevoz asfalta
- 29 - 30 Vrhunski alat za analitiku goriva

- 30 „Seajacks Scilla“ samopodizuća platforma spremna za posao
- 31 - 32 Novi tip ABB Azipoda
- 33 - 34 Otvoren prošireni Sueski kanal
- 34 - 35 Vijesti iz Uljanika
- 35 - 37 Dostignuća finskog DELTAMARIN-a
- 38 - 39 Testiran Wärtsilä X72 motor kompatibilan s IMO Tier III
- 39 Još jedan novi projekt iz ULSTEIN-a
- 39 - 41 Jača interes brodarima za metanol kao gorivo
- 41 - 43 Svečano otvoren prošireni Panamski kanal
- 43 - 44 Wärtsilä daje porivnu snagu najvećem kruzeru na svijetu
- 44 - 45 Inovativni hibridni CNG-električni trajekt „Texelstroom“
- 45 - 46 Dovršen prvi dvokretni sporohodni MAN ME-GIE motor na dvojno gorivo - koji troši etan

47 - 59

- U ŽARIŠTU POZORNOSTI

- 47 Otpadna i kaljužna voda s brodova nedovoljno se obrađuje
- 47 - 48 Globalni nedostatak kadrova
- 48 - 49 I „El Faro“ se upisao u listu većih pomorskih tragedija
- 49 - 52 Autonomni brodovi
- 52 - 54 Inspirati ispušne plinove ili ne?
- 54 - 55 Na okruglom stolu broderske udruge razmatraju prijetnje zlonamjernih napada na sigurnost brodskih kompjutorskih sustava
- 55 - 57 U Kini se gradi poseban brod za eksploataciju minerala s morskog dna
- 57 Sadašnja situacija s vozarinama jako loša
- 57 - 58 Uljanikovi svijetleći divovi
- 58 Rusi izrazili želju za gradnju trgovačkih brodova u Brodosplitu
- 58 - 59 Velike kontejneraške tvrtke stvorile savez za zajedničko korištenje brodova i usluga
- 59 Nevolje s dronom

Sastavio: **Boris Abramov**, ing., pom. str. I. klase, umirovljeni Upravitelj stroja

60 - 71

- RUKOVANJE DIZELSKIM
GORIVIMA NISKOG
SADRŽAJA SUMPORA

Ivica Jelača, ing., pom. str. I klase, umirovljeni Upravitelj stroja,
brodski inspektor

72 - 88 - **BRODSKI VIJAK –
PROPELER**

Boris Abramov

89 - 95 - **MODRI KAVEZ**
(Izveštaj i komentar)

Sastavio: Boris Abramov, umirovljeni Upravitelj stroja

96 - 110 - **KORIŠTENJE TOPLINSKE
ENERGIJE SADRŽANE U
OCEANIMA (OTEC)**

111 - **IN MEMORIAM**

In the case of
an emergency
don't panic !



KEEP
CALM
AND
CALL AN
ENGINEER

Uvodna riječ

Cijenjeno čitateljstvo,

Poštovani pomorski strojari,

U ruci imate novi dvobroj čiji sadržaj je po mojem mišljenju vrlo raznolik i zanimljiv. Kao i uvijek nastojali smo se što više držati krilatice u naslovu našeg glasila, a to je stalno biti „Ukorak s vremenom“.

Brodarska industrija ulaže velike napore kako bi uspješno opstala u nepovoljnim uvjetima na tržištima tereta te sve strožijoj međunarodnoj legislativi u svezi s ekologijom i sigurnošću plovidbe. U tim nastojanjima angažirani su svi, od brodovlasnika, brodskih operatora, proizvođača strojeva i brodograđevne industrije pa do raznih znanstvenih institucija i sveučilišta.

Trenutačno, najviše se radi na širokoj primjeni korištenja zemnog plina, mahom LNG-a, ali i drugih plinovitih ili tekućih goriva raznih vrsta u zamjenu za dosadašnja destilatna naftna goriva. Odlike novih goriva su njihovo čišće izgaranje i povoljnija cijena. Sada se intenzivno radi na izgradnji opskrbe mreže LNG-a u svim važnim lukama te izgradnji odgovarajućih opskrbnih brodova.

Većina važnijih proizvođača strojeva prilagodili su svoje motore tako da uz destilatna naftna goriva mogu bez problema alternativno izgarati i jedno ili više novih goriva, a primjenju se još i dodatni postupci kao što je recirkulacija ispušnih plinova te njihovo ispiranje. Jednom riječju, sve to služi za postizanje čišćih ispušnih emisija i smanjene potrošnje goriva.

Brodograđevni dizajneri u cilju postizanja što veće energetske učinkovitosti uveli su mnoge novitete na trupu, nadgrađu i propeleru. Proizvođači brodske opreme potrudili su se proizvesti učinkovite sustave za obradu balastnih voda. Sve u svemu, nema područja gdje nema novih inovativnih rješenja koja pomažu brodarima da lakše i jeftinije upravljaju svojim brodovima.

U članku „Rukovanje dizelskim gorivima niskog sadržaja sumpora“ autor Boris Abramov navodi sve što se može reći o toj vrlo aktualnoj temi, a u članku „Korištenje oceanske energije“ isti autor uvodi nas u pokušaje korištenja Sunčeve toplinske energije sadržane u oceanima.

U mojem članku „Brodski vijak - propeler“ namjera mi je bila da na temelju vlastitih praktičnih saznanja iscrpno obradim tu temu, od teorije do izrade, kao i da objasnim odnose između trupa i propelera.

Svakako pročitajte izvještaj o prvom javnom prikazivanju filma „Modri kavez“ koji svjedoči o teškom i izazovnom pomoračkom životu, tom „kruhu sa sedam (ili više) kora.

Treba također istaknuti da se rade ozbiljne pripreme razrade koncepta autonomnih brodova. Ta tema je ovdje tek ovlaš dotaknuta. Mnogi stručnjaci smatraju da će se iz više razloga brodarstvo neminovno razvijati u takvom smjeru i da će se taj koncept prije ili kasnije početi primjenjivati.

Dragi pomorci, kao i uvijek, neka sv.Nikola uspava vjetrove i valove te vam omogući sretan i što skoriji povratak obiteljima, a svima pak želim dobro zdravlje, čestit Božić i Sretnu novu godinu!

*S poštovanjem,
Predsjednik Udruge
Ivica Jelača*



Stručnjaci MAN PrimeServe Hamburg izvlače koljenastu osovinu - Credit: corporate.man

Vijesti iz pomorskog i tehničkog svijeta

Najnoviji projekti i uspjesi ULSTEIN-a

„DISCOVERY“ – serija brodova bliske budućnosti

ULSTEIN grupa na osnovi sakupljenog stogodišnjeg iskustva u brodarstvu, posebice u off-shore industriji, u zadnjih nekoliko desetljeća ima želju da svoju djelatnost proširi i u segmente gdje do sada nisu bili prisutni. Ti segmenti su istraživanje, putničko krstarenje i obalna ophodnja.



Discovery Explorer – Image credits: ULSTEIN

Razvijati će sva tri segmenta na osnovi vlastitog iskustva u konstruiranju brodova za off-shore podršku.

Učinkovit trup vitkih linija koji stvara mali otpor u moru, način propulzije, podvodni namaz niskog trenja te alternativnim materijalima smanjena težina trupa – sve to doprinosi smanjenoj potrošnji goriva.

Ulsteinov oblik pramca (**X-BOW®**) ima



Discovery Cruiser – Image credits: ULSTEIN

velik utjecaj na držanje broda po moru te shodno tome na komfor posade. S tim oblikom pramca brodovi mogu održavati normalnu brzinu u nemirnom moru, a kad se brzina smanji može se ostvariti i značajna ušteda na gorivu.



Discovery Patrolboat – Image courtesy:ULSTEIN

Patrolni brodovi trebaju biti čvrsti u suprotstavljanju teškom moru i trebaju puno snage kako bi održali potrebnu brzinu. S druge strane, krstareći i istraživački brodovi osim brzine, udobnosti i robustnosti traže i neke druge osobine.

U dizajniranju **Discovery** tipova brodova korišten je holistički pristup s naglaskom na čuvanje okoliša. Pri tome se razmišljalo o izboru kompozitnih materijala za trup broda te o korištenju alternativnih izvora energije, kao što su solarni paneli. Ušteda energije od velike je važnosti, a energija dobivena od Sunca i pohranjena u baterijama može dijelomice pokrivati energetske potrebe broda.

Na Nor-Shipping konferenciji održanoj u lipnju 2015. predstavljeno je inovativno rješenje **X-STERN®** za brodove opremljene sustavom dinamičkog pozicioniranja (DP). rješenje je na toj konferenciji dobilo nagradu **Brod slijedeće generacije** („Next Generation Ship Award“).

ulstein.com/Kunder/ulstein/cms66.nsf/pages/newslista.htm
ulstein.com/Kunder/ulstein/cms66.nsf/pages/newslista.htm?open&disp_key=036F2376FB02F150C1257E59003388D4&dato_start

ULSTEIN X-stern® - novo rješenje



Credits: ulstein.com

Na **Nor-Shipping** konferenciji održanoj u lipnju 2015. predstavljeno je inovativno rješenje za brodove opremljene sustavom dinamičkog pozicioniranja (DP). **X-STERN®** je inovacija razvijena na temeljima u praksi dokazanog **X-BOW** rješenja. Kada je pred 10 godina ULSTEIN predstavio X-BOW oblik pramca mnogi su posumnjali u taj naoko čudan oblik pramca i njegovo poboljšano ponašanje u plovidbi uzburkanim morem. Sada, nakon 100 X-BOW pramacu ugrađenih na raznim brodovima i na temelju pozitivnih rezultata taj se skepticizam preokrenuo u opće prihvaćanje. Ohrabreni time, neki brodske konstruktori ostvarili su i vlastite uspješne oblike takvih pramacu.

X-STERN oblik krme ima krmeni dio dna broda zakošen prema gore, a umjesto krmenog zrcala ta krma sa zaobljenim vrhom strši iznad mora i izvija se prema van kako bi se zaštitila radna paluba (vidi sliku gore). Radi održavanja pozicije na uzburkanom moru takvu krmu se postavi okrenutu prema valovima tako da ona na valovima „jaše“, umjesto da se valovi razbijaju o nju. Na ovaj način olakšava se održavanje DP pozicije na nemirnom moru, a ne treba zanamariti ni pozitivan učinak uštede na potrošenom gorivu.

ULSTEIN je već ugovorio prva dva broda s takvom krmom koje će njihovo vlastito brodogradilište „Ulstein Verft“ graditi za brodaru i operatora Bernharda Schulte-a.

marineinsight.com/shipping-news/ulsteins-x-stern-solution-awarded-next-generation-ship-award/

MOCV „Toisa Patroklos“

U južnokorejskoj brodograđevnoj tvrtki „Hyundai Heavy Industries“ – HHI drugom polovinom 2015. isporučena je „Toisa Patroklos“ ULSTEIN-ov najveći višenamjenski tip broda za odobalne dubinske radove u naftnom i plinskom sektoru („Multi-purpose Offshore Construction Vessel“ – MOCV). Radi se o prilagođenom „Deepwater Enabler“ (HX-102) dizajnu. To je najveći brod s X-BOW pramcem i prvi brod takvog tipa izgrađen u Koreji. Ovaj DP3 brod u vlasništvu tvrtke **Toisa Ltd.** dug je 150,5, a širok 32 m.

Za teške terete i operacije na instalacijama u velikim dubinama opremljen je glavnom zakretnom kranom od 900 t SWL s potpunom kompenzacijom okomitog pomicanja broda („Active Heave Compensation“ – AHC) namijenjenoj za rad do dubine od 3.500 m i još jednom manjom rotirajućom dizalicom s zglob-



Ulstein: Largest X-BOW Toisa Patroklos Almost Ready

nim kranom od 200 t SWL za rad do dubine od 2.500 m. Ima i dva manja te jedan veći unutarnji bazen („moon pool“), a poprijeko većeg bazena može se postaviti fleksibilno položen toranj. Ispod palube je i prostor za smještaj dvaju okretnih naprava za odlaganje i izvlačenje predmeta („carousel“). Paluba može podnijeti teret od 50 t/m². U brodskim nastambama ima mjesta za 250 osoba.

HX103 i HX104 brodovi za teške terete



HX-103 - Credits: Ulstein

Ulstein je u Prekomorskom trgovinskom centru u Houstonu („Overseas Trade Center“ – OTC) ponudio svoj najnoviji dizajn brodova za teške terete tipa **HX103** i **HX104** za sektor odobalne gradnje i eksploatacije nafte i plina.

Brodovi su optimirani za DP3 te za sposobnost manipuliranja teškim teretom na većim dohvatima, s prostranim prostorom otvorene palube i nastambama za 350 do 500 osoba. U dizajnu HX brodova Ulstein je posvetio mnogo pažnje kombinaciji povećane DP sposobnosti uz relativno manju snagu. Takvim nastojanjima postigle su se razne koristi, od smanjene potrošnje goriva do smanjenog utjecaja na okoliš. Dakle, Ulstein nudi atraktivnu alternativu podrške odobalnim ugljikovodičnim postrojenjima u područjima Meksičkog zaljeva, Brazila i Zapadne Afrike.

HX103 verzija uključuje glavnu zakretnu dizalicu od 1.000 t SWL pri dohvatima od 26 m, ili 320 t SWL pri dohvatima od 68 m. Veća **HX104** verzija ima glavnu zakretnu dizalicu kapaciteta 2.000 t SWL pri dohvatima od 30 m, ili 685 t SWL pri dohvatima od 74 m.

Ulstein S182 – Novi MCV za radove u plitkim vodama

Sa „S182“ projektom uvodi se novi dizajn višenamjenskog radnog dinamički pozicioniranog broda („Multipurpose Construction Vessel“ – MCV) pogodnog za razne radove u plitkim offshore vodama. Ovaj dizajn nudi nikad dosad ostvarenu kombinaciju jake radne palube sa sposobnošću održavanja pozicije, uz veliku

izdržljivost i odgovarajuću tranzitnu brzinu te uz prostrane nastambe. To sve rezultira raznolikim sposobnostima tipičnim za ovu vrstu broda, a poglavito za radove u plitkim vodama (gaza 4,5 m) uključujući i „radno nasukavanje“. Na palubu se može postaviti karusel promjera 30 m, a u velikom potpalubnom skladištu može se smjestiti raznolik teret. Brod ima 10.000 dwt. Glavna dizalica kapaciteta 400 t SWL smještena je postrance na palubi, a između stražnjih palubnih kućica i nadgrađa postavljen je ispod palube zaštićeni hodnik zbog sigurnosti ljudi koji se u uzburkanom moru moraju skloniti sa izložene palube.



Credits: ulstein.com

marineinsight.com/shipping-news/ulstein-unveils-discovery-series-concept-vessels/

offshore-technology.com/news/newsulstein-group-unveils-two-new-heavy-lift-vessel-designs-for-offshore-market

marineinsight.com/shipping-news/ulstein-introduces-new-dp-multipurpose-construction-vessel-design-for-shallow-water-operations

marinelink.com/news/ulstein-designs-debuts390737.aspx

ulstein.com/news/2015/introducing-shallow-water-construction-vessel

WÄRTSILÄ 31 – proglašen najučinkovitijim dvokretnim srednjohodnim dizelskim motorom na svijetu

Wärtsilä 31 je prvi iz nove generacije srednjohodnih dizelskih motora koji označavaju prekretnicu u učinkovitosti i niskim emisijama ispušnih plinova. Wärtsilä 31 stroj je dostupan u



Wärtsilä 31

„V“ konfiguraciji od 8 do 16 cilindara sa ukupnom snagom od 4,2 do 9,8 MW uz 720 i 750 o/min.

Taj četvorokretni stroj ima najštedljiviju potrošnju goriva u svojoj klasi. U isto vrijeme, on održava izrazito dobre performanse u čitavom radnom rasponu snage. Modularni dizajn tog stroja omogućuje značajno smanjenje vremena održavanja, što produljuje trajanje eksploatacije između dvaju održavanja. Ujedno je smanjena i potreba za nekom većom zamjenom dijelova.

Prvo glavno održavanje stroja je predviđeno tek na 32 tisuće radnih sati što iznosi približno 5 godina rada motora. Nadalje, interval prvog pregleda motora predviđen je tek nakon 8 tisuća radnih sati, dok u klasičnih motora iste klase to se radi već na 2 tisuće radnih sati.

Modularna struktura Wärtsilä 31 motora doprinosi fleksibilnosti u odabiru goriva. U dizelskoj verziji motor je zasebno optimiran za teška i ultra-laka destilatna goriva. Međutim stroj je dostupan i u Dual-Fuel (DF) verziji, tako da može alternativno izgarati plin ili dizel, a može se isporučiti i u čisto plinskoj verziji „Pure Gas“ (PG) kada radi jedino na plin.

Uvođenjem unaprijeđenog sustava ubriz-

gavanja goriva i najnovije tehnologije opskrbe cilindara zrakom postignuto je najučinkovitije i najekonomičnije izgaranje niskosumpornih goriva (< 0,1% S). Stroj nema nikakvih ograničenja u radu s niskim opterećenjima, što ga čini posebno prikladnim za plovidbu broda u područjima s kontroliranim emisijama ispušnih plinova. Ukoliko je opremljen s Wärtsilä **NOR** (Nitrogen Oxide Reduction) sustavom onda je ovaj stroj optimiran da zadovolji sadašnje i naredne IMO i EPA regulacije u pogledu ispušnih emisija. Međutim, to nema nikakva utjecaja na potrošnju goriva.

Superiorno prihvaćanje opterećenja, bezdimni rad i optimalne radne performanse rezultat su unaprijeđenog „**UNIC**“ sustava upravljanja radom stroja, zatim automatskog promjenjivog podešavanja rada ventila i naprednog sustava ubrizgavanja goriva.

Osnovni podatci su slijedeći:

Provrt cilindra: 350 mm
Hod stapala: 430 mm
Snaga cilindra Dizel: 610 kW/cyl
Snaga cilindra DF, PG: 550 kW/cyl
Srednji efektivni tlak Dizel: 30,1 bar
Srednji efektivni tlak DF, PG: 27,2 bar
Brzina stapa: 10,75 m/s
SFOC: 165 g/kWh pri ISO uvjetima

Specifikacije goriva:

HFO; 700 cSt/50° C
ISO-F; DMA, DMB, DMZ, ULSF

Wärtsilä 31 strojevi su dizajnirani za primjenu na širokoj lepezi tipova brodova - kao propulzijski strojevi ili u dizel-električnoj aplikaciji. Mogu se podesiti da rade pri stalnoj brzini ili prema propelerskoj krivulji. U off-shore industriji taj stroj je vrlo prikladan za „Off-shore Supply Vessel“ – OSV ili za bušaće i poluuronjive brodove, gdje su radna fleksibilnost, visoka gustina



snage, dug razmak između remontnih pregleda i visoke razine sigurnosti od iznimno velike važnosti. Od poznate organizacije „**Guinness World Records**“ ovaj stroj proglašen je „**Najučinkovitijim četvorokretnim dizelskim strojem**“.

cdn.wartsila.com/docs/default-source/productfiles/engines-generating-sets/brochure-o-e-w-31.pdf?sfvrsn=3

Rekordan prijevoz teškog tereta

U luci Rotterdam u Caland kanalu FPSO („Fuel Production Offloading & Storage“) jedinica „**Armada Intrepid**“ (u daljnjem tekstu „**AI**“) ukrcana je na brod za prijevoz teških tereta „**Dockwise Vanguard**“ (u daljnjem tekstu „**DV**“) - najveći brod za prijevoz teških tereta tvrtke **Dockwise**, podružnice grupacije „**Boskalis BV**“ (hrvatska tvrtka **COSCO** član je ove grupacije).

U stvari, radi se o najvećem poluurnjivom brodu za prijevoz teških tereta na svijetu kojim se mogu prevoziti potpuno integrirane offshore strukture uključujući i FPSO jedinice. „**DV**“ može nositi težinu malo veću od 110 tisuća tona smještena na prostranoj ravnoj palubi



DOCKWISE VANGUARD - Credits: dockwise.com

površine 275 x 70 m. Zbog odsustva nadignutog pramca i uobičajenog pramčanog nadgrađa teret može stršati iznad palube i po pramcu i po krmi tog teretnjaka. Brod je ušao u službu u veljači 2013.

Do sada su se FPSO jedinice uobičajeno transportirale pomoću oceanskih tegljača zbog svojih velikih izmjera i nepostojanja brodova kao što je **DV**. Međutim, „**AI**“ je prva FPSO jedinica u obliku broda koja se na ovaj način prevozi. Prije ovog posla „**DV**“ je uspješno transportirao u Norvešku FPSO **ENI „Goliat“**, ali ta jedinica je ne-tipičnog cilindričnog oblika, promjera 107 m.

FPSO „**AI**“ jedinica, malezijske tvrtke „**Bumi Armada**“ IMO No. 9183439 (prethodno ime „**Schiehallion**“ dok je radila za **BP** zapadno od Shetland otočja) – osim svojih dimenzija (duljina trupa 245 m i širina 45 m) teška je 60 tisuća tona; (trup 42 tisuće, + balast). Spada u tri najteža tereta koji su se ikad transportirali. Pripreme za prihvrat ove jedinice bile su dosta zahtjevne i dugotrajne. Trebalo ju je oprezno s krmene strane uvući na „**DV**“. Preostao slobodan prostor do palubnih kućica bio je samo 2,5 do 3 m sa svake strane. Postojala je i druga opcija; skinuti jednu od stražnjih palubnih kućica i ukrcati tu FPSO postrance, ali to bi bilo preskupo, a nije ni bilo dovoljno vremena. Međutim, to će se morati napraviti u slijedećem očekivanom većem angažmanu „**DV**“-a početkom 2016., a to je transport još veće i teže plutajuće proizvodne jedinice („**Floating Production Unit**“ - FPU) „**Moho**



FPSO SCHIEHALLION – now **ARMADA INTREPID**
Credit:krve.nl

Nord“. Prebacivat će se iz južnokorejskog HHI brodogradilišta u Zapadnu Afriku. Ukupna težina te jedinice je 85.000 tona, a dimenzije 250 x 60 metara.

Osim uklanjanja s palube zaostalih upora i drugih stvari ostalih od ranijeg tereta, potrebno je bilo čekati na pogodne vremenske uvjete i visoku vodu (najmanje 24 metra) koja traje samo 5 do 5,5 sati, a toliko je i potrebno da se osjetljiva operacija uvlačenja FPSO-a „**AI**“ na „**DV**“ sigurno izvede. Osim toga, prethodno je bilo potrebno postaviti na palubu velik broj 60 cm visokih drvenih pragova zadržanih kutnim letvama vijcima pričvršćenim za palubu. Ti drveni pragovi postavljeni su u takvoj konfiguraciji da se težina

FPSO jedinice što ravnomjernije rasporedi po palubi teškaša.

Konačno, 8. svibnja 2015. u 16:30 stekli su se svi uvjeti i uz pomoć brojnih tegljača i natezних čelikčela FPSO je uvučena te u 19:30 postavljena na pravi položaj, a zatim je „DV“ debalastiran. Potom su postavljena i zavarena za palubu 54 čelična podupirača (dimenzija 2,5 x 3 m) koji na moru čvrsto drže FPSO u fiksnoj poziciji. Očekuje se da će „DV“ na svom putovanju s jednog kraja svijeta na drugi postići prosječnu brzinu od 12,5 čv., umjesto oko 6 do 8 čv, ukoliko bi se FPSO teglila. U svakom slučaju bilo je potrebno biti oprezan i u širokom luku zaobilaziti nevrijeme.

oilandgaspeople.com/news/2829/dockwise-vanguard-makes-history-lifting-armada-intrepid-fpso-video/

boskalis.com/press/news-archive/news/boskalis-loads-first-ship-shaped-fpso-onto-dockwise-vanguard.html

dockwise.com/readmore/pressrelease-42.html

marinelink.com/news/maritime-heavy-fpsos399757.aspx

Uspješno izvedena prva naknadna ugradnja MAN B&W ME-GI sustava

Na Q-Max LNG nosaču „**Rasheeda**“ u vlasništvu katarskog „**Nakilata**“, na dva dvokretna sporohodna dizelska motora **MAN B&W S70ME-C** koji su dosad trošili HFO gorivo uspješno je izvedena naknadna preinaka ugradnjom elektronički upravljanih sustava za ubrizgavanje plina (ME-GI) M-tipa. „**Rasheeda**“ je prvi brod u svijetu čiji su strojevi preinačeni da troše dvojna goriva (DF) - LNG plin ili HFO. Ova naknadno ugrađena preinaka zadovoljava sve sadašnje i predstojeće globalne propise glede sadržaja ispušnih emisija.

Treba također istaknuti da su u ovoj konverziji obavljenoj u lipnju 2015. u Nakilatovom vlastitom brodogradilištu **N-KOM** u „Industrial City“-ju u Ras Laffanu sudjelovali svi suradnici projekta, uključujući i **MAN PrimeServ**. Partner MAN-a u ovom projektu je bio „**TGE Gas Engineering GmbH**“.

corporate.man.eu/en/press-and-media/presscenter/The-World_s-First-MAN-B-and-W-ME-GI-in-Service-226048.html

Prvo putovanje na LNG nekog broda između Azije i Europe

„**Kvitbjørn**“, teretni brod norveške tvrtke „**Nor Lines**“ krenuo je iz kineskog brodogradilišta Tsuji Heavy Industries, Jiangsu. Bunkerirao



Kvitbjørn – photo credits: norlines.no

je LNG u Singapuru, Cochinu (Indija) i u Cartageni (Španjolska) te stigao u Bergen 29/04/15. To je zabilježeno kao najdulje putovanje nekog broda koji kao gorivo troši jedino LNG.

Rezultat je to uspješnog **Rolls Royce Enviroship** koncepta kojeg sačinjava; **Rolls Royce Bergen B35:40** plinski dizelmotor, **Promas** kombinacija kormila i propelera, hibridni generator na pririvnoj osovinu, propeler s podesivim usponom krila te inovativni oblik trupa i pramca koji siječe valove. S kombinacijom ovih tehnologija postiže se značajna redukcija emisija CO₂ u ispuhu (do 40% u usporedbi s istovjetnim motorom na dizelska goriva). Valja naglasiti da **Bergen B35:40** plinski motor nije motor na dvostruko gorivo (DF) već čisto plinski motor. Skupa s osovinskim generatorom to tvori učinkovitu konfiguraciju pogona koja rezultira niskim emisijama i smanjuje potrošnju goriva.

Kvitbjørn je započeo teretnu službu između Hamburga, nizozemskih luka i Hammerfesta, najsjevernije norveške luke. Polovinom 2015. **Kvitbjørn** je dobio i blizanca „**Kvitnos**“.

worldmaritimeneews.com/archives/157961/kvitbjorn-in-Ing-first/

TASIK TOBA, posebni brod za ronilačke i podvodne operacije



TASIK TOBA –Credit: subseaworldnews

„Tasik Subsea“ iz Singapura, tvrtka za razvoj posebnih brodova za podvodne operacije („Subsea Operating vessel - SOV“) gradi u kineskom brodogradilištu „Fujian Mawei Shipyard“ u Fuzhou još jedan unaprijeđeni brod vlastite konstrukcije imenom „Tasik Toba“.

Osim radova na podvodnim instalacijama do dubine od 3.000 metara brod je prvenstveno namijenjen ronilačkim operacijama pa je opremljen sofisticiranim sustavima i to: sustavom za zasićeno ronjenje do 300 m i sustavom za ronjenje na zrak do 50 m.



LSWE's Saturation/Air Diving System for Tasik Toba SOV

Saturation diving system – Credit: subseaworldnews

Sustav za „**zasićeno ronjenje**“ („saturation diving“) do 300 m sastoji se od dvije komore za boravak po 6 ronilaca u svakoj, opremljene s nepropusnim vratima („lock“) i jedne komore za 3 ronioce s vratima i medicinskom opremom. Sustav također ima dva zatvorena hiperbarična podvodna čamca s vlastitim porivom za hitnu evakuaciju ronilaca u slučaju kakvih nezgoda.

Zasićeno ronjenje je ustvari dovođenje ronioce u nadtlak koji odgovara tlaku visine stupca vode na kojem će ronilac živjeti i raditi.

Pritom se rabi mješavina plinova koju ronioce prilikom kompresije udišu. Ima raznih vrsta tih mješavina, dosta često se rabi „Trimix“, mješavina kisika, helija i dušika. Udisanjem mješavine plinova ćelije se u tkivu ronioce potpuno zasite tim plinovima.

U podvodnim komorama ronioce žive dugo vremena (više mjeseci), i povremeno izlaze iz njih na radne zadatke koji obično traju 6 do 8 sati, a zatim se vraćaju u komore gdje se peru, odmaraju, spavaju, jedu, i obavljaju tjelesne funkcije. Izlazak na rad obavlja se pomoću ronilačkog zvona pod tlakom u kojem ima mjesta za 3 osobe; operatora zvona i 2 ronioce. Najprije se dva ronioce preko za to namijenjenih vrata prebacuju u zvonu. Ronioce u zvonu su u punoj ronilačkoj opremi. Zvonu je sa brodom povezano preko višestruke pupčane vrpce, a ronioce na radu povezani su isto takvom vrpcom na zvonu. Kad se vanjski i unutarnji tlakovi izjednače izlazni poklopac zvona je moguće otvoriti i dva ronioce izlaze u more, a jedan („bellman“) ostaje u zvonu radi nadziranja i eventualne intervencije.

Nadzor i upravljanje svim operacijama zasićenog ronjenja obavlja se u posebnoj kontrolnoj sobi na brodu. Velika prednost ovog kompletnog sustava je u tome što se osjetljiva i dugotrajna operacija dekompresije ronilaca obavlja samo jednom, tj. završetkom njihova ukupnog boravka u podmorju.

Ronilačke sustave za zasićeno ronjenje među drugim tvrtkama konstruirao i proizvodi i singapurska tvrtka „Leong Siew Weng Engineering“ (LSWE) Oni će koncem 2015 isporučiti te sustave Mawei brodogradilištu u Kini. Integracija ronilačkih sustava početi će u prvom kvartalu 2016., a isporuka broda se očekuje početkom 2017.

Tasik Toba je dug 105 m, širok 24 m, a gaz mu je 6,5 m. DWT iznosi preko 4.500 tona. Imat će servisnu brzinu od 12 čv.

Propulzija je dizel-električna. Imat će 4 glavna dizelska generatora od 2.500 kW i 1 od

1.100 kW te dva „emergency“ generatora. Za poriv će imati 2 x 2.500 kW Voith-Schneider propelera, 1 pramčani izvlačivi i usmjerivi potisnik i 2 pramčana tunelska CPP potisnika.

Ovaj visokosofisticirani DP3 brod glede stabilnosti ima ugrađen sustav tankova za redukciju valjanja, automatski protivnagibni sustav te sustav kompenzacije valjanja korištenjem porivnih Voith Schneider propelerâ.

Tasik Toba ima jednu Mc Gregor 150 - tonsku elektrohidrauličku zglobnu dizalicu s aktivnom nagibnom kompenzacijom i s dosegom kuke od 3.000 m, dvije radne palubne dizalice od 10 t SWL s dosegom kuke od 300 m te jednu pramčanu 10-tonsku dizalicu za opskrbu. Brod ima komforne nastambe za 120 osoba te bolnicu i brojne druge javne prostorije.

Opremljen je sa dva „moon pool“-a (to su zaštićeni bazeni u sredini broda otvoreni prema moru) i to jedan radni „moon pool“ 7,2 x 7,0 m s odzračivanjem i „moon pool“ od 3,6 x 3,6 m za ronilačko zvono. Ukoliko unajmitelj to zatraži sa svake strane broda postavljen je po jedan namjenski hangar s vratima sa sustavom za spuštanje i podizanje ROV-a (podvodno daljinski upravljano vozilo) uz namjensku kontrolnu sobu i tehničku radionicu za održavanje vozila.

subseaworldnews.com/tag/tasik-toba/tasiksubsea.com/vessels/

Postoje li ledolomci s asimetričnim trupom?

Da, istina je! „**BALTIKA**“, ruski višenamjenski i spasilački ledolomac prvi je brod s asimetričnim trupom ikad sagrađen. S njim se može lomiti led, ne samo u vožnji naprijed ili natraške, već i bočno u većem napadnom kutu. Na taj način ovaj relativno mali ledolomac sposoban je otvoriti širok kanal u ledu za velike trgovačke brodove.

Patentirani koncept asimetričnog broda razvijen je u kasnim 1990-ima u finskom tehnološkom centru „Kvaerner Masa-Yards Arctic Technology Centre - **MARC**“, gdje je razvijena i

ideja o brodu s dvosmjernom vožnjom tj. pramcem ili krmom („Double-acting ship“ - **DAS**), o čemu smo u ovom časopisu već pisali. Tijekom vremena **MARC** i njegov nasljednik „**Aker Arctic**“ dalje su razvijali taj koncept, ispitivali ga i usavršavali. Za konvencionalnu pratnju većih brodova obično se koriste dva velika nuklearna ledolomca širine 23 do 25 m, što nije učinkovito, a i skupo je. Analizom se došlo do zaključka da će otvaranje kanala širine 50 m biti dovoljno za tegljenje većine trgovačkih brodova.



Asimetrični ledolomac NB508

– Credit: Arctech Helsinki Shipyard

Osim lomljenja leda ovom brodu je dana i sposobnost da svojom ravnom stranom sakuplja eventualno izliveno ulje u otvorenim i ledom pomiješanim vodama i odlaže u svoju jedinicu za oporavak ulja.

Rusko ministarstvo transporta naručilo je koncem 2011. od „**Arctech Helsinki Shipyarda**“ jedan ledolomac ovakvog tipa, kao zajednički pothvat „**STX Finland Cruise Oy**“ i ruske „**United Shipbuilding Corporation**“. Ovaj 76 milijuna eura vrijedan asimetrični ledolomac (NB508) dizajniran je da lomi površinski led debeo 1 metar u oba smjera (vožnjom naprijed ili natrag) ili da otvara 50 metara širok kanal u ledu debljine 0,6 metara kada se kreće bočno. Trup je građen u blokovima u ruskom brodogradilištu „**Shipyard Yantar - JSC**“ u Kaliningradu. Proizvodnja je započela u travnju 2012. Prvi blokovi su stigli u Helsinki u travnju 2013. gdje je dovršeno njihovo spajanje te opremanje broda. Gradnja broda je kompletirana koncem 2014., a u ožujku 2015. brod je krenuo na ispitne testove u zaljev Ob, u područje „**Sabetta terminala**“, gdje su ispitane performanse broda u vožnji pramcem, krmom ili bočno.

Sve tri operacije dale su odlične rezultate, i više nego se očekivalo. Brod se u travnju 2015. vratio u Murmansk, odakle odlazi na radne zadatke.

Ovaj neobičan brod koji je u vlasništvu ruske tvrtke „Rosmorrechflot“ dug je 76,4 m, širok 20,5 (na najširem dijelu) i ima tonažu od 3.800 GT ili 1.150 dwt. Poriv mu je dizel-električni. Ima ugrađena 3 Wärtsilä 9L26 dizelska motora (3 x 3.000 kW) i 3 Steerprop usmjeriva potisnika, dva na krmu i jedan na pramcu. Ima helikoptersku platformu i smještaj za 36 osoba u 24 kabine. Površina teretne palube iznosi 380 m².

Osim otvaranja prolaza za brodove u ledu debljine 1 m, brod ima i druge sposobnosti, kao što su tegljenje brodova i drugih plovila u hitnim slučajevima, potraga i spašavanje, gašenje površinskih požara te prikupljanje prolivenog ulja.

Brodom operira „Gosmorspassluzhba“. U listopadu 2015. BALTIKA se vratio u zaljev Ob da bi pomagao u izgradnji vanobalnog uljnog terminala za „Novoportovskoje“ uljno nalazište.

en.wikipedia.org/wiki/Oblique_icebreaker
akerarctic.fi/en/news/baltika-revolutionary-oblique-icebreaker-demonstrates-its-operational-capability-arctic-ice

Opcija recirkulacije ispušnih plinova (EGR) dalje se razvija

U pogledu NO_x redukcije, nekim brodovima više odgovara recirkulacija ispušnih plinova (EGR) nego selektivna katalitička redukcija (SCR).

Još 2012. tvrtka „Alfa-Laval“ je sklopila ugovor s „MAN Diesel & Turbo“ o dizajniranju, izradi i isporuci sustava za obradu ispirne vode za dvokretne dizelske strojeve koji primjenjuju EGR sustav. Kao rezultat tijesne suradnje između dviju tvrtki izrađen je i ispitan sustav nazvan „PureNOx“ za kojeg je MAN izdao Svjedodžbu odobrenja. Ovaj certifikat je izdan u pravo vrijeme (06/2015), jer od 01/01/2016 stupaju na snagu IMO Tier 3 NO_x ograničenja.

PureNOx je modularan i kompaktan uređaj te ga je lako instalirati na samom motoru



Alfa-Laval PureNOx

ili bilo gdje u strojarnici. Sam EGR sustav je integriran sa strojem. To pojednostavljuje dizajn, krati vrijeme instaliranja i smanjuje troškove.

Ovaj uređaj prečišćava i neutralizira vodu koja cirkulira kroz ispirnik EGR sustava, sprječava čađu i druge spojeve isprane iz ispušnih plinova kao što su primjerice SO₂ da se akumuliraju u ispirniku ili ispirnoj vodi. Tako se sprječava i korozija čitavog sustava, a omogućuje se i povremeno djelimično ispuštanje obrađene ispirne vode u more uz poštivanje svih IMO kriterija.

Mulj u sustavu se odvaja i sprema u poseban tank gdje čeka iskrcaj na obalu. Utrošak



EGR i Alfa Laval PureNOx integrirani na motoru

energije za recirkuliranje ispušnog plina je zanimariv u odnosu na pogodnosti i probitak koji se postižu.

Koncem 2016. Alfa Laval će uvesti „**PureNOx Prime**“, uređaj koji je manji od prototipa, manje je usložen, a time i jeftiniji. U međuvremenu MAN će više poraditi na bržoj komercijalizaciji EGR sustava.

PureNOx je modularan i kompaktan uređaj te ga je lako instalirati na samom motoru ili bilo gdje u strojarnici. Sam EGR sustav je integriran sa strojem. To pojednostavljuje dizajn broda, skraćuje vrijeme instaliranja i smanjuje troškove.

infomarine.net/maritime-news/83-marine-on-line/32515-egr-development-moves-forward.html

marinelog.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=9356:egr-development-moves-forward&Itemid=231

Imabari Shipbuilding gradi divovski suhi dok

U natjecanju s južnokorejskim brodogradilištima u gradnji kontejnerskih meganosača japanska brodogradilišna industrija želi preuzeti dio tog kolača za sebe. Sve do sada, japanski brodograditelji su postojano gubili bitku sa svojim azijskim rivalima. U izgrađenoj tonaži Južna Koreja pretekla je Japan već u 2000. godini, a kineska brodogradilišta su to postigla 2009. godine.

2013. godine kineske i južnokorejske brodogradilišne tvrtke zauzimale su prvih pet mjesta na svjetskoj proizvodnoj listi, dok je najveći japanski brodograditelj **Imabari** bio na šestom mjestu sa 3,84 milijuna GT. Najveći kontejneraš koji je do danas izgrađen u Japanu u Imabariju isporučen je 2015. godine. Ima kapacitet od samo 14.000 TEU, a dio je serije od šest takvih brodova koju je naručio brodar Kawasaki Kisen Kaisha (**K Line**).

Ali stanje u kontejnerskoj industriji i slabljenje jena u odnosu na američki dolar pružile su Japanu priliku da se ubaci u proizvodnju kontejnerskih megabrodova. Naime Imabari je sada dobio narudžbu za 11 kontejneraša, svaki dug 400 m, širok 59 m i kapaciteta oko 20.000 TEU. Ocjenjuje se da narudžba vrijedi 200 milijardi jena. Naručitelj je tajvanski brodar „**Evergreen Marine**“.

Stoga je Imabari odlučio na nasutom zemljištu u Marugameu, prefektura Kagawa, odmah pokraj „Konstrukcijskog i razvojnog centra“ Imabarija izgraditi ogroman suhi dok veličine 600 x 80 m po cijeni od blizu 40 milijardi jena. Taj dok će biti opremljen s tri portalne dizalice ukupnog kapaciteta 3.600 t. Dovršenje gradnje doka očekuje se u studenom 2016. Isporuka prvog naručenog kontejneraša očekuje se u prvom kvartalu 2018.

asia.nikkei.com/Business/Companies/Imabari-to-build-giant-dock-in-Japan

DSIC i GE dobili načelno odobrenje za daljnji razvoj LNG nosača pogonjenog COGES propulzijom

Tvrtke „**General Electric Marine**“ (GE) i kinesko brodogradilište „Dalian Shipbuilding Industry Company“ – **DSIC** te **Lloyd Register** otkrili su početne dizajne za LNG nosač pogonjen plinskom turbinom za koje je LR izdao načelno odobrenje. Porivno postrojenje će biti tipa **COGES**, kojeg smo u prošlom broju opisali u članku „Kombinirane brodske propulzije“.

Predstavnik GE-a tvrdi da ovakav izbor propulzije pruža sve prednosti korištenja plinske turbine. Glavna prednost je visoka gustoća snage, s obzirom na male gabarite postrojenja, što omogućuje bolju izvedbu arhitekture broda. Ostale prednosti su: više prostora za teret (na krstašima više kabina), brži brodovi, smanjeni troškovi održavanja, niska cijena životnog ciklusa i odlične performanse u zaštiti okoline.

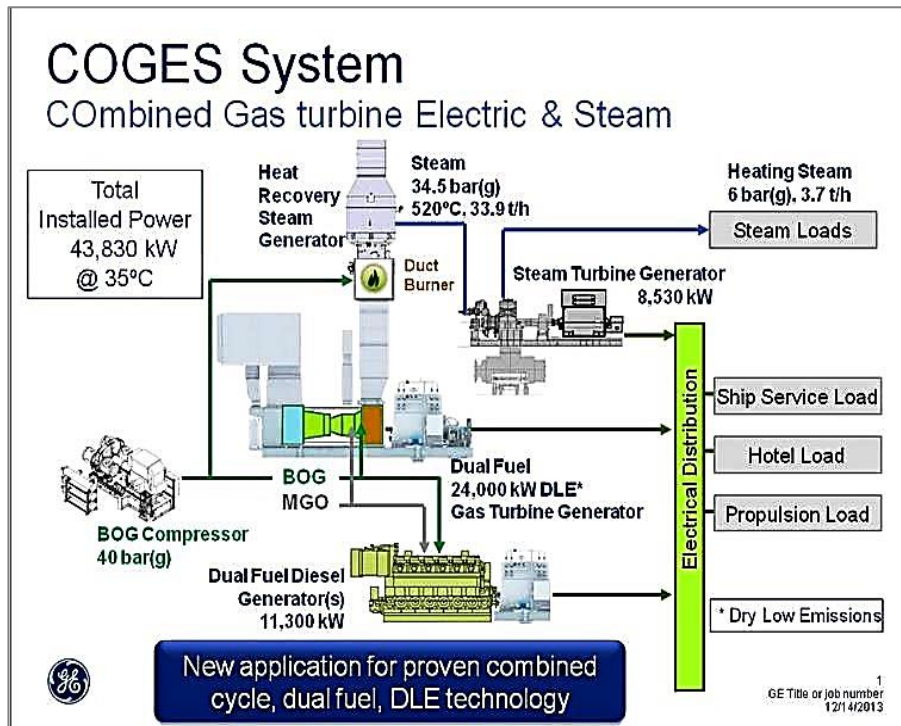
U ovom rješenju nije potrebno smjestiti postrojenje na dno broda. Ono se može smjestiti i na palubu u posebnoj kućici po krmi i na taj način osigurati povećanje teretnog volumena za čitavih 10 %. Isto tako dosta je važna i veća brzina broda koja se ovim postrojenjem može postići. Može se kao primjer navesti Buquebus-ov trajekt „Francisco“, prvi trajekt koji troši LNG za glavno gorivo. Izgradio ga je australijski „Incat“, a na probnim vožnjama postigao je brzinu od 58,1 čv, i smatra se najbržim brodom na svijetu.

Glavni izvor snage **GE-DSIC-Lloyd LNG** nosača je **GE LM2500** marinizirana turbina zasnovana na zrakoplovnom mlaznom motoru, gdje je postignuta pouzdanost od 99,9 %. Ta turbina može biti opremljena s GE „**Dry Low Emissions**“ (DLE) sustavom ili pojedinačnim anularnim su-

generator od 8.530 kW snage te jedan DF DLE dizelski generator od 11.300 kW (po zahtjevu i dva). Ispareni plin iz teretnih tankova dostavlja se pod tlakom od 40 bar pomoću „BOG kompresora“.

Dodatne koristi koje ovaj sustav donosi su slijedeće:

- Prirodno niske NO_x emisije u usporedbi s dizelskim porivom,
- Sposobnost sagorijevanja višestrukih goriva kao što su: MGO (marine gas oil), biodizel te bio-sintetske ili parafinsko-kerozinske mješavine,
- Ukoliko se troši samo plin reducirani su troškovi održavanja; remont gorionika i vruće sekcije je tek nakon 25 tisuća sati,
- Lakše održavanje; plinska turbina može biti izmijenjena s drugom u roku od 24 sata.



Picture credit: General Electric

stavom izgaranja. Oba sustava zadovoljavaju i **IMO Tier III** i **US EPA Tier IV** zahtjeve bez naknadne obrade ispušnih plinova, a ne postoji ni metanski slip. Pokrivanje postojećih i nastupajućih regulativa u ECA područjima opravdava veću potrošnju goriva s plinskom turbinom. Osim plinsko-turbinskog generatora od 24 MW u ovom COGES sustavu nalaze se i parnoturbinski

LR je završio pretходnu studiju identifikacije sigurnosnih rizika kao što su: rizična područja, integritet brodskih struktura, sigurna separacija, sustav cijevi te ventilacija.

Predsjednik DSIC Yu Fengping ovim povodom između ostalog izjavio je i slijedeće:

Situacija na tržištu ukazuje na to da se svjet-

ska potražnja za nosačima LNG-a sve više povećava.

Kina će u slijedećih desetak godina zatrebati sve više LNG nosača kako bi zadovoljila svoju rastuću potrebu za energijom.

marinelink.com/news/turbinepowered-carrier401626.aspx
lr.org/en/news/news/GE-marine-and-DSIC-receive-LR-approval-in-principle-for-gas-turbine-powered-LNG-carrier-design.aspx

Popravak lopatica sapničkog prstena turbopuhala pomoću trodimenzionalnog tiskanja

Trodimenzionalno tiskanje („3D printing“) također nazvano i **AM** („Additive Manufacturing“) je relativno nova tehnologija razvijena u nekoliko posljednjih desetljeća. Odnosi se na razne procese koji se primjenjuju za izradu trodimenzionalnih objekata u raznim materijalima, počevši od polimera pa sve do vrlo egzotičnih kovinskih slitina sa visokom vlačnom čvrstoćom i/ili tvrdoćom. U posljednje vrijeme procesi obuhvaćaju najnovije tehnike zasnovane na ekstruziji ili na sinteriranju.

U svrhu izrade željenog predmeta najprije se za potpuno novi predmet izradi virtualni nacrt u CAD-u, ili se pomoću 3D skenera kopira željeni predmet. Na osnovu takvih 3D digitalnih datoteka preko računala se pristupa procesu printanja. Ink-jet brizganjem ili posebnim brizgalicama nanose se ili sinteriraju jedan za drugim na stotine ili na tisuće vrlo tankih slojeva materijala koji ustvari predstavljaju vjerne 2D presjeke predmeta koji se izrađuje.

Već sada je moguće preko Interneta poslati digitalni „nacrt“ bilo kojeg proizvoda na bilo koje mjesto u svijetu, gdje će se pomoću 3D printera taj predmet moći reproducirati kao savršena kopija, koristeći „elementalne tinte“ koje je moguće kombinirati u bilo koju materijalnu supstancu. 3D printer možemo nazvati jednom vrstom industrijskog robota. Neki stručnjaci misle da 3D printing označava početak nove ere, tj. „treće industrijske revolucije“ koja nasljeđuje pokretnu proizvodnu traku što je od završetka 19. stoljeća pa do danas dominirala industrijskom proizvodnjom. Danas su neki od 3D printera već dostupni svakom kućanstvu po povoljnim cijenama (reda veličine od 200 do 500 dolara), a razvojem tehnologije očekuju se i daljnja pojeftinjenja.

U svakom slučaju, AM tehnologija na

će na mnoge načine, socijalne, ekonomske, legalne i druge zasigurno utjecati na to kako svijet funkcionira, u pozitivnom, ali, moguće i u negativnom smislu. Već na današnjem stupnju razvoja AM tehnologija se primjenjuje u mnogim proizvodnim poljima, počevši od odjevne industrije, vozila, raznih konstrukcija, vatrenih oružja, medicinskih naprava (zubne proteze i drugo), bioprintanja, pilula, računala i robota, svemirske industrije, komunikacija, pa sve do kućanske uporabe, naobrazbe i istraživanja, umjetnosti, arheoloških i muzejskih primjena ili pak pronalazaka posebnih egzotičnih materijala.

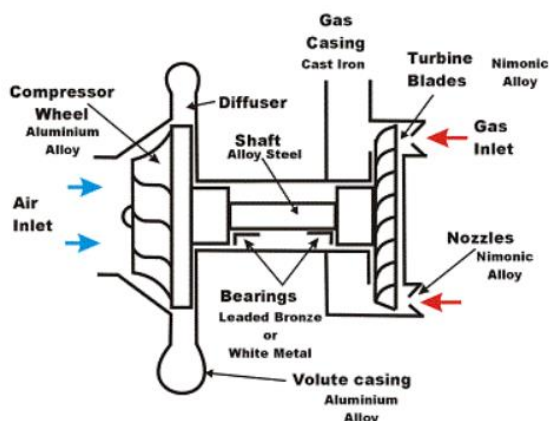
Poznata tvrtka „**Tru-Marine**“ sa sjedištem u Singapuru specijalizirana je za održavanje i popravke brodskih turbopuhala i ima podružnice širom svijeta. Prema iskustvu ove tvrtke uranjena erozija sapničkog prstena na turbopuhalu katkada može stvoriti problem. Radi se o ključnoj poziciji gdje se energija sadržana u ispušnom plinu pretvara u kinetičku energiju. Taj prsten je napravljen od posebnih materijala („nimonic“ i slično) koji mogu izdržati visoke temperature i



Oštećeni sapnički prsten - Image credit Tru-Marine marinediesels.info

otporni su na koroziju.

Ipak, duljim protokom vremena sapnice i prsten erodiraju do te mjere da ih je potrebno zamijeniti s novima. U takvim situacijama, često se događa da zamjena nije odmah moguća i isporuku rezervnog prstena treba dugo čekati, što brodaru izaziva velike troškove. Stoga se je tvrtka odlučila na primjenu tzv. 3D printanja sapničkog prstena uz primjenu posebne visokokvalitetne



slitine koja nadmašuje standarde postojećih materijala što se koriste za izradu originalnih prstenova. Novi materijal ima visoku vlačnu čvrstoću, a u procesu printanja tvori skoro savršenu gustoću nanesenog materijala, veću od 99,5 %. Poroznosti su beznačajno malene sa neznatnim utjecajem na čvrstoću. Izrada tog prstena vremenski je kratka i događa se onda kad to brod zatreba, u malom dijelu vremena potrebnog za klasični način popravka ili zamjene te rezultira smanjenim proizvodnim troškovima i minimalnim utroškom skupog materijala. Printani prstenovi isporučuju se dakle u potpuno istom obliku kao i originalni, a novi egzotični materijal produžuje životni vijek tog prstena.

marinediesels.info/Turbocharging/turbocharger_principles.htm

maritimepropulsion.com/news/3d-printing-enables-quick-turbocharger-repair-686

Shell gradi LNG opskrbni brod za bunkeriranje u Sjevernoj Europi s bazom u Rotterdamu

U bližoj budućnosti ekonomske i ekološke prednosti LNG-a kao goriva smatraju se ključnim čimbenikom u razvoju svjetske broderske industrije. U usporedbi s konvencionalnim gorivima LNG je nastupajuće, konkurentno i prije svega čisto gorivo koje doprinosi smanjenju emisija sumpornih oksida, čestica izgaranja (PM) i dušikovih oksida iz brodskih dimnjaka.

Uspješan razvoj LNG-a kao goriva odabranog za brodove uvelike ovisi o postojanju odgovarajuće infrastrukture i distribucijske mreže koja se polako uspostavlja po svjetskim lukama.

Stoga je „Shell Shipping & Maritime“ odlučio graditi poseban brod namijenjen za opskrbu brodova LNG bunkerom. Taj brod će graditi južnokorejska tvrtka „STX Offshore & Shipbuilding Co.“. Služiti će u području Sjeverozapadne Europe za opskrbu brodova pogonjenih LNG-om.

Brod će imati kapacitet od 6.500 m³ ukapljenog LNG plina i bit će osobito učinkovit i sposoban za manevriranje kao i za plovidbu otvorenim morem. Bazu će imati u Rotterdamu, ali će osim u toj luci moći opskrbljivati brodove i u obližnjim lukama u tom području i obalnom pojasu.

Ukrcaj LNG-a obavljati će se uglavnom na novom gatu „Breakbulk terminala“ u Rotterdamu. Taj terminal će izgraditi tvrtka „Gas Access to Europe“ – GATE. Ovaj brod će biti osposobljen krcati LNG i na drugim većim ili manjim obližnjim terminalima i opskrbljivati s LNG-om široku lepezu brodova.

Dizajniranje LNG opskrbnog broda i njegove specifikacije napravljeni su u bliskoj konzultaciji s mnogim klijentima i primijeniti će se najbolja postojeća tehnologija. Za izvore porivne snage ovog broda odabrana su tri Wärtsilä 8-cilindarska 20DF dizelska motora na dvojno gorivo (plin ili dizel) koji će se isporučiti u proljeće 2016. godine.

green4sea.com/new-lng-bunker-vessel-shell-powered-wartsila/

Dobre vijesti iz Brodosplita

10/12/2015 u splitskom škveru u prisutnosti naručitelja tvrtke „Star Clippers“ iz Monaca na čelu s predsjednikom Mikaelom Krafftom te Tomislavom Debeljakom i njegovim suradnicima na navozu br. 2 svečano je položena sekcija kobilice za novogradnju br. 483 - najveći svjetski Clipper jedrenjak tipa bark (Barque).

Radi se o svojevrsnoj replici jedrenjaka za prijevoz rudače „**France II**“ izgrađenog 1912. godine.

Direktor projekta Radovan Načinović imao je pune ruke posla, jer je u nacrt broda koji se temelji na 100 godina starom modelu trebalo inkorporirati najmoderniju navigacijsku i komunikacijsku opremu, a dva dizelmotora i mašineriju za pomoćni dizelelektrični poriv ugraditi u dvije potpuno neovisne i odjeljene strojarnice te tako osigurati sustav „sigurnog povratka u luku“. Ipak, sve je to uspješno i bez grešaka obavljeno, a konstrukcijski ured brodogradilišta dobio je pohvalu od zavoda DNV GL.

Poduzetnik Debeljak ovom prilikom izjavio je da je veoma zadovoljan ovim poslom, jer je to jedan od pozitivno ugovorenih brodova za razliku od tankera, bulkera i sličnih plovila, na kojoj se vrsti poslova danas puno gubi.

Ovaj petorojarbolni jedrenjak s križnim jedrima, dug 162 , širok 18,5 m i s 2.000 dwt imat će ukupnu površinu jedara od 6.347 m² kojima upravlja samo nekoliko članova posade. Brod će na jedra postizati brzinu od 16 čv, a uz povoljne uvjete sve do 20 čv. Sa svoja dva dizelska motora i dizelelektričnim porivom s dva zakretna propelera, pramčanim porivnikom i dva kormila imat će vrlo dobre manevarske sposobnosti i također će postizati brzinu od 16 čv. Predviđeno je da plovi svim morima svijeta uključujući i ledena mora, pa će imati i odgovarajuću klasu.

Pet paluba, od kojih je najgornja pokrivena tikovinom, imat će brojne salone, biblioteku, barove, i ostalo. Od ukupno 450 osoba na brodu, 300 putnika bit će smješteno u 150 luksuznih putničkih kabina, a 150 članova posade u 74 kabine. Sve kabine i ostali javni prostori će biti klimatizirani, a putničke kabine opremljene vrhunskim uređajima za komunikaciju (Internet, Wi-Fi) i zabavu (televizija, glazba). Interijeri tih kabina i putničkih prostora će biti uređeni u „retro“ stilu koji podsjeća na interijere starih jedrenjaka iz prošlih vremena. Isporuka ovog putničko-krstaškog jedrenjaka predviđa se 2017-te godine.

Projekt „Vrata Venecije“, tj. izrada brana za zaštitu venecijanske lagune od velike plime u punom je zamahu. Dvije brane su gotove, a u izradi se trenutačno nalazi još 19 brana. Naručitelj zahtijeva veliku preciznost i kvalitetnu anti-korozivnu zaštitu, tako da je njihova izrada vrlo zahtjevna. Ukupno 78 ovih brana dimenzija 27 do 30 m × 20 m i visine 4,5 do 5 m zatvarat će sva četiri prolaza u lagunu. Brane normalno leže na dnu napunjene vodom, dok se pri visokoj vodi aktiviraju punjenjem zrakom. Time se podižu i zatvaraju prolaz plimi u lagunu.

Nastavlja se i uspješna suradnja s talijanskom brodograđevnom grupacijom „**Fincantieri**“ izradom „grand – blokova“ (potpuno opremljene sekcije trupa) za megakruzere koji se grade u njihovu brodogradilištu u Monfalconeu. 05/11/15 ukrcana su na baržu 4 gotova grand-bloka radi tegljenja u Monfalcone. Radi se o pramčanim sekcijama za megakruzer koji se sada gradi u suhom doku. Tijekom dvije prošle godine grand-blokovi koje je Brodosplit izradio i isporučio svojom kvalitetom potpuno su zadovoljili naručitelja. Time se potvrdila sposobnost splitskog škvera da učestvuje u ovoj zahtjevnoj, ali obostrano zadovoljavajućoj suradnji.

U „Brodogradilištu specijalnih objekata d.o.o.“ - **BSO** položena je kobilica za novogradnju **540** – prvi od pet ophodnih obalnih brodova koji će se graditi za **HRM** (za detalje vidi USV br. 51/52, str. 7).

Ohrabruje i vijest da je u studenom 2015. započelo rezanje limova za četiri kontejnerska broda pogonjena LNG-om (Novogradnje br. 476, 477, 478 i 479) koji će se graditi za vlastitu brobrodarsku tvrtku „**Brodosplit Plovidba**“ d.o.o.. Radi se o nosačima kontejnera tipa „open hatch“ 27,5 m i imat će istisninu 24.000 dwt. Razvijat će brzinu od 18 čv. Gradit će se po pravilima i pod nadzorom klasifikacijskog zavoda DNV GL.

Važno je istaknuti da će se pogonski dvotaktni motori na dvojno gorivo od 11.060 kW pri 100 o/min kao i pomoćni četvorokretni DF motori za ove brodove izrađivati po licenci „MAN

Diesel & Turbo“ u vlastitoj „Tvornici dizelskih motora“ d.o.o - **TDM** koja je u posljednje vrijeme sve više uposlena u izradi motora za druge klijente, ali i s raznim drugim posebnim uslugama. Specijalni tankovi za LNG gorivo također će se izrađivati u Brodosplitu. S obzirom na trendove u postroženju propisa glede zaštite okoliša ovi kontejnerski brodovi pogonjeni LNG-om neće imati poteškoća za uposlenje u kontejnerskoj feeder službi. Stjecati će se i reference za daljnju ekspanziju brodogradilišta jer će u budućnosti ovakvi brodovi biti sve traženiji, istaknuo je predsjednik uprave Brodosplita Tomislav Debeljak.

Na sajmu luksuznih mega i superjahti koja se u rujnu 2015. održala u Monaku škverska jahta „**Katina**“ u vlasništvu „Brodosplit Plovidbe“ d.o.o. pobudila je zaslužen zanimanje. Ova superluksuzna 60-metarska čelična jahta s aluminijskim nadgrađem može komforno smjestiti 12 putnika, o kojima se brine 13 članova posade. Može istovremeno primiti i ugostiti 35 osoba na sastancima, prijemovima ili zabavama. Opremljena je vrhunskom tehnologijom, ima dva krilna stabilizatora, dva pogonska Cummins motora od 1.000 kW svaki koji joj davaju maksimalnu brzinu od preko 14 čv., a plovni doseg joj je 4.000 Nm. Tu je i sauna, jacuzzi, teretana, ambulanta, putničko dizalo te oprema za vodene sportove; ronjenje, kajakarenje, jedrenje na dasci, vodeni skuteri i slično.

Već je potpisan ugovor sa jednom svjetskom tvrtkom za iznajmljivanje i prodaju jahti. Tjedan dana najma iznositi će 260 tisuća eura, a sama jahta vrijedi 26 milijuna eura. U Brodosplitu računaju da će se ulaganje povratiti u roku od tri godine. Ljeti će Katina krstariti po Mediteranu, a zimi po Karibima.

Ovo nije prva luksuzna jahta izgrađena u splitskom škveru. Godine 2012. isporučena je za predsjednika Azerbajdžana jahta „**Kaspian Star**“ sličnih karakteristika. Sada, u BSO-u po željama naručioća razvijaju planove za gradnju još veće

super-jahte duljine 74 m koja će se znatno razlikovati od prethodnih projekata.

U međuvremenu i dalje se nastavljaju brojni projekti kao što su; brodovi za nautički turizam za privatne vlasnike, pet oceanskih turističkih jedrenjaka (trojarbolne škune) za „Brodosplit plovidbu“, brod-betonara za „Plovput“, portalne dizalice za kontejnerski pretovar tipa „Boxer 6000“ za njemačku tvrtku „Kocks Krane“. Za konzorcij Kranunion već je isporučeno 7 raznih lučkih dizalica. U ljevaonici i strojnoj obradi za „Pomgrad“ je izrađeno i isporučeno 114 „polera“ za privez i odvez velikih putničkih brodova.

brodosplit.hr/tabid/1512/articleType/ArticleView/articleId/1274/POSTAVLJENA-KOBILICA-NAJVEEG-JEDRENJAKA-NA-SVIJETU.

aspxmarineinsight.com/shipping-news/keel-laid-for-worlds-largest-sailing-boat

Primjena obnovljive energije na brodovima

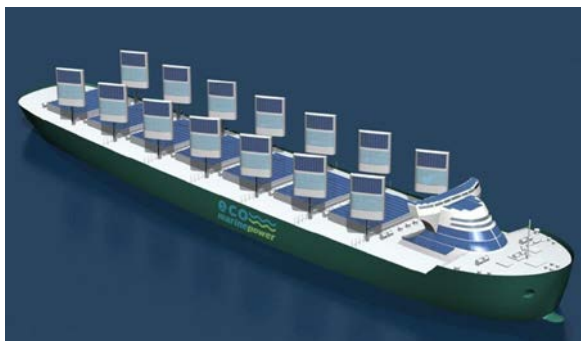
Primjena obnovljive energije za poriv brodova još je u svojoj razvojnoj fazi. Po svemu sudeći, u razvoju inovativnih tehnologija i rješenja za održivo brodarstvo najdalje je doprla međunarodna tehnološki orijentirana tvrtka „**Eco Marine Power Co. Ltd.**“ - **EMP** iz japanskog grada Fukuoke koja razvija tehnološka rješenja za smanjenje štetnih ispušnih emisija i za manju potrošnju goriva. Među njihovim važnijim rješenjima su patentirani sustav „**Marine Renewable Energy**“ – **MRE**, „**EnergySail**“ (patent u izradi) i „**Aquarius Management and Automation System**“ - **MAS**.

Aquarius „**Marine Renewable Energy – MRE**“ je jedan inovativni integrirani sustav koji se sastoji od krutih jedara, solarnih panela, modula za pohranu energije i računalnih sklopova. Pomoću njega brodovi će moći koristiti neograničenu i obnovljivu energiju sadržanu u vjetru i Sunčevim zrakama. Izvedivost i funkcije krutih jedara zasnovanih na EMP „EnergySail“ tehnologiji već je provjerena u „**Aquarius Innovation Laboratory**“

u Osaki, a proizvodit će se u radionicama „**Teramoto Iron Works**“ u Onomichiju.

„**Eco Marine Power**“ – **EMP** nudi asortiman proizvoda i usluga namijenjenih održivom brodarstvu koji uključuju i rješenja zasnovana na korištenju Sunčeve Energije, energije vjetra te koncept brodova sklonih okolišu.

Vrlo je zanimljivo rješenje solarnih panela. U suradnji s talijanskom tvrtkom „**Solbian Energie Alternative**“ primjenit će se tehnologija tankog i fleksibilnog sloja suvremenih kombiniranih polimera. Za razliku od klasičnih kristaliničnih silikonskih ćelija pokrivenih staklom ovaj polimerni tankoslojni premaz otporan je na sve ekstremno grube uvjete koji mogu vladati na moru. Još se odlikuje i velikom dugotrajnošću, po njemu se može i hodati bez da se oštete.



Aquarius Eco Ship – image credit EMP

Kruta jedra „**EnergySails**“ montirana su na jarbolima koji se mogu rotirati. Kad nisu u uporabi ili, ako je nužno, ona se spuštaju i pokrivaju radi zaštite. Napravljena su ili od tkanine ili od posebne alu-slitine. Dovoljno su snažna da izdrže sva opterećenja koja se javljaju tijekom životnog vijeka u operaciji na olujnom moru. Na gornjoj polovici smještaju se fleksibilni solarni paneli, a ispod toga paneli za senzore, sigurnosne uređaje i drugo. Jedra su napravljena prilagodljivo tako da se kasnije mogu nadograditi ili preinačiti. Automatski se usmjeravaju preko kontrolnog računalnog sustava i lako se mogu integrirati s drugim sustavima i uređajima na brodu. Raču-

nalni sustav koji upravlja **EnergySail** jedrima, a kojeg su zajednički razvili **EMP** i „**KEI SYSTEM Co, Ltd.**“ iz Osake, naziva se „**Automated Control System**“ (**ACS**). Osim na jedrima solarni paneli se polažu i na ravnim površinama gornje palube. Tako sakupljena električna energija pohranjuje se u baterijske litij-ionske „**Corvus**“ module - ili u „**Furukawa**“ dugotrajne ventilski regulirane module olovno-kiselinskog tipa koje dopuštaju i djelimična punjenja.

Uz **ACS** sustav za upravljanje jedrima **EMP** je razvio i **Aquarius** „**Management & Automation System**“ – **MAS**. To je računalni sustav za sučelje s drugim uređajima broda kao što su glavni strojevi i generatori. Služi za nadzor nad automatikom i zapisivanje podataka. Zasnovan je na **KEI 3240** računalnom sklopu i već je dokazan u praksi na stotinama brodova. Pomoću njega može se nadzirati i potrošnja goriva, izračunati emisije ispušnih plinova, te upravljati obnovljivom energijom i alarmima. Sastoji se od glavnog računala koji se „hrani“ podacima sa svih I/O inteligentnih sučelja. Na njega je uz log printer spojen i kompaktni flash disk u kojeg upravitelj sprema sve podatke u trajanju od 10 godina. Slijede dvije pomoćne računalne jedinice (**AGU**) za rukovanje dvama **LCD** displejima. Pojedine sastavnice tog sustava međusobno su povezane brzim **Ethernet** vodovima (100 Mbps). Na taj način su povezana i dva **Note Book** prijenosna računala u kabinama upravitelja i prvog časnika stroja te jedno računalo u kormilarnici, preko kojega se može ostvariti razmjena podataka s upravom na kopnu. U strojarnici se preko **WLAN**-a može sve očitati na nekom prijenosnom računalu

„**Aquarius Eco Ship**©“ je sveobuhvatni studij konceptualnog dizajna kojeg je **EMP** započeo još 2011. i koji je privukao dosta interesa u brodarstvu. Studij se usredotočio na optimiziranju koncepta velikog preookeanskog broda kao što je brod za rasuti teret ili tanker koji bi osim uobičajenog načina poriva usporedno iskorištavao

i snagu vjetra i Sunca primjenom opisanog MRE sustava. Osim toga brod bi bio opremljen i naprednim sustavom elektropropulzije i uređajima za oporavak topline, a može se ugraditi i tehnologija gorivnih ćelija. Na ovaj način očekuje se dramatična ušteda na gorivu od preko 40 % i značajno smanjenje štetnih ispušnih emisija. Naravno, to važi za idealne vremenske uvjete, dok bi prosjek mogao biti upola niži.

Veliki brod tog tipa može nositi dovoljno solarnih panela da pohrani snagu od oko 1 MWp tako da za boravak u luci neće biti potrebni dizelski generatori. Dok je brod na sidrištu ili se ne rukuje teretom moduli za pohranu električne energije mogu se nadopunjavati preko solarnih panela ili lučkom električnom energijom, ukoliko je dostupna.

Aquarius Eco Ship je visoko prilagodljiv sustav i može se potpuno ili dijelimično primijentiti na skoro sve vrste brodova od velikih do malih. Sustav, kako je zamišljen, ukazuje na način kojim se on može primijeniti na novogradnjama, ali se može naknadno ugraditi i na postojeće brodove.

Listopada 2015. EMP je zajedno sa svojim strateškim partnerima ugradio sustav „**Aquarius Solar Marine power**“ na veliki grčki brzi trajekt „**Blue Star Delos**“, koji uključuje solarne panele brodskog tipa, „**Furukawa**“ baterijske module za pohranu energije te upravljački sustav.

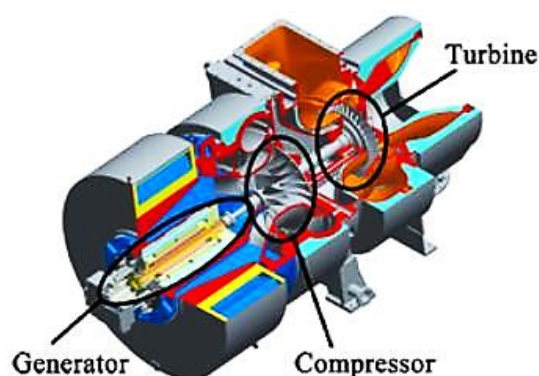
Kako bi se svi ovi projekti u potpunosti ostvarili i tržištu ponudilo jedno potpuno integrirano rješenje korištenja snage vjetra i Sunca, to se godine 2015. u Onomichiju na otvorenom prostoru gradi „**Marine-Tech Test Center**“ gdje će EMP zajedno sa svojim strateškim partnerima nastaviti testirati MRE sastavnice i sklopove.

ecomarinepower.com

Mitsubishi hibridno turbopuhalo

Među 28 strojeva kandidata za prestižnu „President Award 2015“ koju godišnje dodjeljuje **JMF** („Japan Machinery Federation“) odabrano je hibridno turbopuhalo **MET83MAG** što ga proizvodi **MHI-MME** („Mitsubishi Heavy Industries Marine Machinery & Engine Co., Ltd“). Pri tome su visoko ocijenjena učinkovitost, inovativna obilježja i pouzdanost u radu.

U ovo hibridno turbopuhalo ugrađen je generator-motor visoke brzine. Dobro poznato MET turbopuhalo time učinkovito i fleksibilno iskorištava suvišnu energiju sadržanu u ispušnim plinovima velikih brodskih motora. Nadalje, generator se može i obrnuto koristiti kao motor napajan izvanjskom strujom koji ubrzava vrtnju puhalo i nabija više zraka u dizelski motor nego klasično pomoćno puhalo, uz manju potrošnju električne energije.



MET83MAG turbopuhalo – Image credit MHI-MME

U razvoju ovog turbopuhala dosta je sudjelovala i tvrtka Hitachi Zosen Corp. Prvo turbopuhalo ovog tipa ugrađeno je na veliki bulk carrier građen u Japanu.

Isto tako u razvoju najnovijeg tipa hibridnog turbopuhala MET66MAG-VTI s motornom funkcijom i varijabilnim sapnicama statora turbine učestvovali su „Mitsui Zosen Corp.“, „Kobe Diesel Co., Ltd.“ i američka tvrtka

„Calnetix Technologies LLC.“ koja je razvila generator i elektroniku. Ovaj tip turbopuhala ugrađen je i na šestoro velikih nosača vozila izgrađenih u Shin Kurushima Dockyard Co., Ltd. i brodogradilištu Imabari Shipbuilding Co., Ltd.

mhi-mme.com/news/0050.html

Nakon više od 13 godina pravomoćno osuđen zapovjednik tankera „Prestige“



Tanker prestige tone – image: gcaptain.com

19/11/2002 aframax tanker „PRESTIGE“ s jednostrukom oplatom prepolutio se i potonuo u vodama Atlantika blizu sjeverozapadne španjolske obale. Tom prilikom iz tankera je isteklo oko 76 tisuća kubnih metara sirove nafte te se razlilo po moru i obalama Galicije. Lakša frakcija te nafte sadržavala je poliaromatske ugljikovodike koji otrovno djeluju na planktone, riblja jaja i rakove, što dovodi do karcinogenog učinka na ribu. Šteta na tisućama kilometara španjolske, francuske i portugalske obale s više od tisuću plaža tog osjetljivog ekološkog područja, kao i šteta prouzrokovana lokalnoj ribarskoj industriji, bila je enormna. Nakon što je tanker potonuo na dubinu od 4 tisuće metara iz njega je i dalje istjecala nafta. Stoga je primjenjena uspješna ali vrlo skupa operacija potpunog vađenja nafte iz olupine pomoću daljinski upravljane tehnologije. Ukupan iznos štete procijenjen je na 4,3 milijarde eura.

Na suđenju eventualnim krivcima, španjolski prvostepeni sud u listopadu 2012. godine je zaključio da je nemoguće utvrditi kriminalnu odgovornost zapovjednika i upravitelja stroja, kao i tadašnjeg člnika španjoske trgovačke flote, pa je prema tome proglasio da oni nisu krivi u optužbi za kazneno djelo ugroze okoliša.

Međutim stvar je konačno dospjela do španjolskog Vrhovnog suda koji je 26/01/2016 pravomoćno presudio da su grčki zapovjednik **Apostolos Mangouras** (78), britanski osiguravatelj „**The London P&I Club**“ i vlasnik Prestigea „**Mare Shipping Inc.**“ suodgovorni za ovu okolišnu katastrofu, jednu od najgorih u Europi. Zapovjednik je osuđen na dvije godine zatvora, ali s obzirom na njegovu starost i druge okolnosti neće morati odslužiti kaznu.

Ovom presudom španjolski Vrhovni sud je međutim otvorio oštećenim stranama mogućnost traženja kompenzacija. Zanimljivo je da je prije nesreće američki klasifikacijski zavod ABS produžio Prestigeu klasu za to putovanje! Godine 2003. Španjolska je povelu civilnu parnicu protiv ABS-a, ali sud u New Yorku je to glatko odbio. Treba napomenuti da je zapovjednik koji je prije Mangourasa bio određen da se ukrca na Prestige odlučno odbio ukrcaj, navevši činjenicu da je taj 16 godina star brod u vrlo lošem stanju.

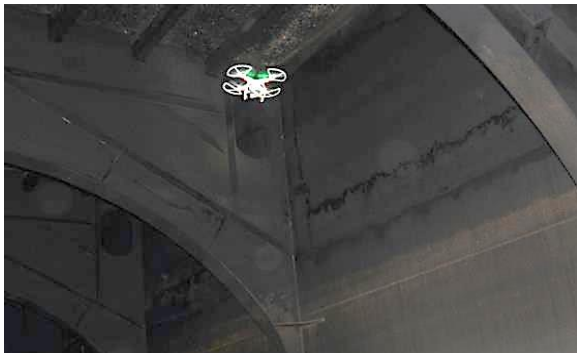
green42sea.com/spain-court-sentences-prestige-captain-to-two-years/

wikipedia.org/wiki/MV_Prestige

DNV GL testirao inspekciju broskog tanka pomoću daljinski upravljane letjelice

Nedavno je **DNV GL** izveo nekoliko testova rabeći daljinski upravljane letjelice („drone“). Testove je izveo „pokretni klasifikacijski tim“ sa sjedištem u Gdansku na dva broda u brodogradilištu „Remontowa“. Primjena drona za vizualnu provjeru stanja teško pristupačnih struk-

turalnih komponenata u brodskim tankovima leži potencijal znatno kraćeg trajanja inspekcije. Ostvaruje se i sigurnost inspektora te izbjegava skupo postavljanje skela u tankovima.



Credits: dnvgl.com

Za testove uzeli su drone-letjelicu s kamerom koja se može normalno nabaviti i opremili su je jakim reflektorom. Jedan inspektor je upravljao letjelicom dok je drugi gledao video snimke preko tableta. Slijed video podataka također je zabilježen radi kasnije evaluacije i dokumentacije. Ukoliko se pronađe neki defekt bit će potrebno izvesti klasični pregled ulaženjem u tank.

S obzirom da trenutačno nema dronova koji su sigurni od eksplozije, za ovo ispitivanje bilo je potrebno osigurati da su tankovi potpuno otplinjeni i sigurni za ulaz. Nakon ovih testova početkom 2016. slijedi izrada bolje, sigurnije i prikladnije dron-letjelice, a pripremit će se i posebni naputci za izvođenje inspekcija putem dron-letjelice. Ovo su prvi koraci prema naprednijim inspekcijskim procesima koji će koristiti slike s dron-letjelice i pomoću algoritma određivati stanje trupa.

marineinsight.com/shipping-news/dnv-gl-conducts-drone-inspection-of-ship-tanks

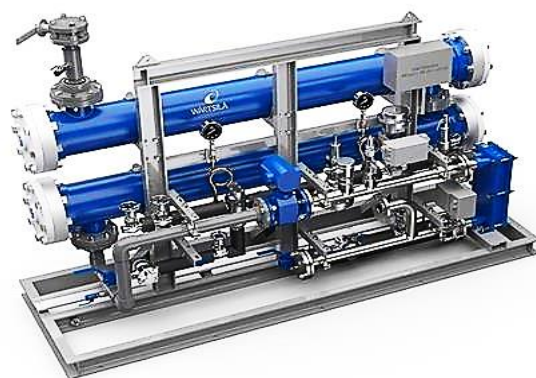
Wärtsilä sustav obrade balastnih voda elektroklorinacijom

Wärtsilä je osmislila vrlo učinkovit modularni sustav obrade balastnih voda kojeg su nazvali **AQUARIUS® EC BWMS** (**EC** = Electro Chlorination, **BWMS** = Ballast Water Management

System). Sustav pruža siguran, fleksibilan i ekonomičan način obrade balasta. Proces obrade balastne vode odvija se u dvije jednostavne i učinkovite faze.

U prvoj fazi balastna voda najprije prolazi kroz fini filter s automatskim protustrujnim pranjem. Pri normalnoj operaciji tlak u filtru iznosi 0,3 barg, a protustrujno pranje namješteno je kad tlak naraste na 0,8 barg. Filter odstranjuje sve čestice veće od 40 mikrona, a to su zooplankton, fitoplankton, sedimenti i ostale čestice. U drugoj fazi odvija se proces elektroklorinacije preko modula koji se sastoji od elektrolitičkih ćelija posebno dizajniranih za stvaranje natrijevog hipoklorita iz morske vode. Tako generiran natrijev hipoklorit upumpava se u glavnu balastnu liniju gdje se miješa sa već filtriranom balastnom vodom tako da voda odlazi u balastne tankove potpuno dezinficirana. Koncentracija hipoklorita automatski se nadzire radi postizanja dovoljnog doziranja. Sustav je već tipski odobren i sukladan je s IMO D-2 (Performance Discharge Standards) za iskrcaj balastne vode te nije ograničen temperaturom ili salinitetom.

Tijekom iskrcaja balasta zaobilazi se filter, a zaostala koncentracija hipoklorita automatski se nadzire i po potrebi neutralizira injektiranjem natrijeva bisulfida u balastnu liniju. Učinak neutralizacije također se neprestano automatski nadzire kako bi se zadovoljili MARPOL limiti.



Credits: warsila.com

Modularnim konceptom postiže se učinkovita ušteda prostora i olakšava integracija s brodskim sustavom. Predviđeno je 15 različitih veličina ovog sustava. Tu su uključeni kapaciteti od 250 do 13.200 m³/h. Inteligentni sustav tipa „Process Loop Control“ osigurava sigurno, automatsko i ekonomično djelovanje ovog sustava.

cdn.wartsila.com/docs/default-source/productfiles/bwms-files/brochure-o-aquarius-ec.pdf?sfvrsn=13

veška, Južna Koreja, Danska i Ujedinjeno Kraljevstvo.

Iako se ove godine redosljed nacija nije promijenio treba istaknuti Dansku koja je povećala vrijednost svog brodogradnje za čitavih 18%.

U tablici su osim razlike vrijednosti u postotcima u odnosu na 2015. za svaku zemlju

10 zemalja s najvišom vrijednošću brodogradnje

THE VALUE BY USD MILLION	2016	2015	% CHANGE	BULKED	CONTAINER	LNG	LPG	SMALL DRY	TANKER
GREECE	\$95,287	\$105,605	-11%	\$21,142	\$11,469	\$13,406	\$4,724	\$246	\$44,299
JAPAN	\$80,816	\$89,745	-11%	\$24,713	\$12,662	\$15,457	\$5,060	\$2,664	\$20,259
CHINA	\$67,493	\$70,771	-5%	\$17,647	\$22,424	\$2,975	\$2,811	\$3,232	\$18,403
GERMANY	\$43,639	\$49,703	-14%	\$4,922	\$26,013	\$659	\$1,863	\$4,584	\$5,509
SINGAPORE	\$36,940	\$38,254	-4%	\$6,008	\$6,302	\$503	\$5,388	\$1,021	\$17,717
USA	\$32,145	\$34,479	-7%	\$3,848	\$5,442	\$2,097	\$106	\$315	\$20,338
NORWAY	\$28,325	\$33,202	-17%	\$3,312	\$1,733	\$4,391	\$4,254	\$495	\$14,138
S. KOREA	\$23,431	\$25,205	-8%	\$5,031	\$3,871	\$3,172	\$1,779	\$648	\$8,929
DENMARK	\$22,965	\$18,866	18%	\$1,011	\$12,517	\$907	\$1,577	\$546	\$6,407
UK	\$18,574	\$22,029	-19%	\$1,587	\$4,460	\$5,174	\$2,241	\$491	\$4,621

Kako se iz priložene tablice vidi Grčka, iako ima 11% brodogradnje manje nego prethodne godine, s vrijednošću brodogradnje od 95.287 milijuna US\$ još uvijek vodi kao nacija s najvišom vrijednošću brodogradnje u svijetu. Iza Grčke slijedi Japan, pa Kina, Njemačka, Singapur, SAD, Nor-

veška, Južna Koreja, Danska i Ujedinjeno Kraljevstvo. Izvinjavamo se, ali nažalost, te brojke su u priloženoj tablici slabo vidljive.

blog.vesselsvalue.com/vv-trumpet/top-10-shipowning-nations-20

Bureau Veritas odobrio GTT tank pod tlakom kao koncept za LNG opskrbeni brod



Credits: Bureau Veritas

Klasifikacijsko društvo Bureau Veritas (BV) izdalo je „Odobrenje u principu“ za koncept LNG opskrbenog broda od 4.000 m³ koji će imati „tlačne LNG tankove“ razvijene u francuskoj tvrtki GTT, u svijetu poznatoj tvrtki za proizvodnju LNG tankova. Tlačni tankovi su membranskog tipa, ali sposobni su da održavaju ukapljeni prirodni plin pod tlakom do 2 barg čime se opskrbenom brodu povećava kapacitet i radna fleksibilnost.

S tlačnim LNG bunkerskim tankovima prostiže se lakše rukovanje isparenim plinom (BOG) i ubrzavaju se ukrcaj i isporuka ukapljenog plina radi većeg radnog raspona tlaka para u tankovima. Te pare mogu biti kondenzirane prskanjem LNG u sloj pare. Tijekom prijevoza ili u pričeku manji tlak u tankovima znači i dulje vrijeme dok se ne dostigne gornja granica tlaka u tanku. Time su manji i troškovi korištenja uređaja za preukaplivanje.

Osim navedenog, BV je klasificirao i 37.000 dwt nosač asfalta „Asphalt Splendor“ (iz serije od dva broda) izgrađen u Kini. U suradnji s američkom tvrtkom „Sargeant Marine“ ovaj tip broda je dizajnirao kineski institut „SDARI“. Radi se o najvećem nosaču asfalta dosad izgrađenom koji u 37 svojih nezavisnih tankova može nositi 35.666 m³ tekućeg asfalta na temperaturama do 170 °C. Održavanje asfalta u tekućem stanju

na tako visokim temperaturama traži posebne zahtjeve na strukturu broda, kakvoću konstrukcije i opremu.

Ovaj izvanredan brod uz ekonomičnost odlikovati će se visokim okolišnim i operacijskim performansama. Imat će dizelski poriv sa sporohodnim Wärtsilä 5RT-flex motorom od 6.400 kW pri 99 o/min, te tri teretne pumpe svaka od 500 m³/h kapaciteta.

Ingindustry.com/Ingshipping/28102015/Bureau-Veritas-approves-GTT-pressure-tank-Bunkering-Ship-concept-1534/

marineinsight.com/shipping-news/bureau-veritas-classes-worlds-largest-specially-built-asphalt-carrier/

Potpisan brodograđevni ugovor za gradnju pet vrlo velikih nosača etana (VLECs)

Između šangajske podružnice tvrtke „JHW Engineering, & Contracting Ltd.“ registrirane u Hong Kongu i kineske brodograđevne tvrtke „Dalian Shipbuilding Industry Offshore Co. Ltd. - DSIC“ potpisan je 11/12/15 ugovor za gradnju pet vrlo velikih brodova nosača etana od 85.000 m³ (Very Large Ethane Carriers – VLECs). Narudžba JHW-a rezultat je pisma namjere potpisanog na izložbi SMM 2014 od strane Hartmann Schiffahrts GmbH & Co. KG, Jaccar Holdings, HB Hunte Engineering and DNV GL-a. Rastuće tržište izvoza tekućeg etana (Liquid Ethane Gas – LEG) iz SAD-a za Kinu ponukalo je gradnju ovih specijaliziranih brodova. S njima će tvrtke JACCAR Holding iz Luxemburga i Hartmann Reederei GmbH ostvariti zajednički poslovni pothvat kojeg su nazvali „United Ethane Carriers - UEC“, a za koji su dugoročni čarteri već osigurani. Brodovi tipa „Eco Star 85K“ od 50.000 dwt i kapaciteta 85.000 m³ plina bit će dugački 231,60 m preko svega, široki 36,60 m i s 12,30 m gaza.

Etan (C₂H₆) se nalazi u prirodnom plinu u manjem postotku (1 do 6%), ili se dobiva iz naftnog plina pri rafiniranju nafte. Etan se odva-

ja od drugih plinova, a do sad je uglavnom služio kao sirovina za proizvodnju etilena. Lako je zapaljiv, izgara čisto, a produkti izgaranja ne razlikuju se od onih LNG-a.

Ovi brodovi biti će opremljeni s četiri teretna tanka od kojih će tri biti IMO tipa C „Star-trilobe“. Radi se o tri cilindrična tanka ujedinjena kao jedan tank. Na ovaj način postiže se bolje korištenje raspoloživog teretnog prostora - za oko 30% više u usporedbi s brodovima



Image credits: Hartmann

iste veličine koji imaju uobičajene klasične tankove. I još nešto, za razliku od drugih velikih plinskih nosača na ovim će brodovima po prvi put biti primjenjeno rješenje s polurashlađivanjem. Ukapljeni etan će se održavati na temperaturi od -104 °C.

Svaki taj brod pogonit će jedan veliki **MAN B&W 6G60ME-GIE** sporohodni motor na dvojno gorivo maksimalne snage 16.080 kW te s ugrađenim osovinskim generatorom. Motor će trošiti etan ili HFO. Uz MAN-ov Exhaust Gas Recirculation (**EGR**) sustav ovaj motor ispunjavat će Tier III zahtjeve za ispušne emisije. ME-GI stroj značajno reducira CO₂, NO_x i SO_x emisije, a nema ni metanskog slipa. Plin će se uštrcavati pod tlakom od 400 bar uz zanemarivu količinu dizelskog pilot goriva. MAN Diesel & Turbo već je razvio ME-LGI verziju koja može trošiti etanol, a trenutačno se razvija i verzija za trošenje LPG-a.

Brod će biti opremljen s propelerom **MAN Alpha VBS1810** kontroliranog uspona i „Kapel“ dizajna, promjera 7,6 m i sa sustavom „glavčina/kormilo/propeler“ za bolje usmjeravanje strujnica vode. Isporuka prvog VLEC-a predviđa se polovinom 2017.

Sve u svemu, ovi su brodovi dizajnirani tako da budu što je moguće više ekonomični. Priilikom dizajniranja velika je pozornost posvećena sigurnosti te zaštiti okoliša.

maritime-executive.com/pressrelease/me-gi-reference-list-adds-largest-ethane-carriers-ever-constructed

snmevents.com/man-bw-engines-ordered-for-5-jhw-vlecs/

jhwshanghai.com/uncategorized/the-shipbuilding-contract-for-five-85000cbm-vlecs-between-jhw-engineering-contracting-and-dalian-shipbuilding-industry-offshore-entered-into-force/

marine.man.eu/docs/librariesprovider6/default-document-library/marine-engine-imo-tier-II-and-tier-III-programme.pdf?sfvrsn=0

„Sleipnir“ - poluuronjivi samostalno pokretljivi brod-dizalica

U ogromnom i suvremenom brodogradilišnom kompleksu „**Sembcorp Marine Tuas Boulevard Yard**“ u Singapuru u vlasništvu tvrtke „**Sembcorp Marine**“ – **SMC** za poznatu holandsku tvrtku „**Heerima Offshore Services B.V.**“ - **HOS** gradit će se veliki poluuronjivi dizalični brod **SSCV** („**Semi-Submersible Crane Vessel**“) „**Sleipnir**“. Brod je namijenjen off-shore radnjama na instaliranju ili uklanjanju raznih offshore konstrukcija, podvodnih ili plutajućih struktura, temelja ili priveza u dubokim vodama. Posao gradnje ovog broda vrijedan je oko jedne milijarde US\$.



Picture credits: Rolls-Royce

„Sleipnir“ kad se dovrši bit će dug 220 m, a širok 102 m. Pri radnom gazu imat će istininu od 273.700 t. Imat će dvije **Huisman** di-

zalice podizne snage od po 10.000 tona svaka. Sleipnir će se moći samostalno premještati brzinom od 10 čv, a porivni strojevi trošit će dvojna goriva (MGO ili LNG). Biti će to najveći poluuronjivi dizalični brod u svijetu. Njegova isporuka očekuje se u zadnjem kvartalu 2018.

Za ovaj brod Rolls-Royce je potpisao ugovor vrijedan 11,4 milijuna US\$ za isporuku priveznog sustava. U privezni sustav od 12 točaka bit će uključena električna vitla, vodilice kablova, koloturnici i sustav kontrole.

subseaworldnews.com/2016/02/18/rolls-royce-to-provide-mooring-for-sleipnir-crane-vessel/

sembcorp.com/en/news_detail.aspx?NewsID=1117#.VsiUVITC9g

Isporučen veliki brod za prijevoz asfalta

15/12/2015 američka tvrtka „Sargeant Marine Inc.“ iz Boca Ratona dodala je m/v „Asphalt Splendor“ svojoj floti brodova za prijevoz asfalta. Dvanaesti brod za prijevoz asfalta sagrađen je u kineskom brodogradilištu AVIC Dingheng. „Asphalt Splendor“ je prvi iz serije od dva naručena broda, a dizajniran je po uputstvima i u suradnji s kineskim brodograđevnim institutom „SDARI“ s posebnim osvrtom na sigurnost, ekonomičnost i zaštitu okoliša.

„Sargeant Marine“ je vodeća tvrtka u svijetu što se bavi globalnom trgovinom asfalta, njegovom pohranom te pomorskim i cestovnim prijevozom istog. Ta je tvrtka samo dio velikog poslovnog carstva u vlasništvu američkog poduzetnika Harryja Sargeanta. Tvrtka Sargeant doprema asfalt u onim projektima koji traže dostavu na lokacije koje su puno udaljene od lokalnih rafinerija. Osim brodovima, dostava se obavlja i pomoću cestovnih trailer tankera, ISO bulk-tainera (20 MT bulk asfalt kontejnera), ali i u bačvama. Uspostavljena su i dva lučka terminala za asfalt, jedan kapaciteta 28.100

MT u Rotterdamu i drugi od 8.450 MT u Constanzi – Rumunija. Tvrtka se na osnovi dugogodišnjeg iskustva specijalizirala u ukrcajno/iskrcajnim operacijama između cestovnih vozila i brodova, između dva broda (STS), između brodova i terminala putem cjevovoda te između brodova i bulk-tainera.

Brodovi za prijevoz asfalta velike su složenosti. Visoke temperature na kojima se održava asfalt u tekućem stanju (do 170 °C) zahtijevaju posebna rješenja što se tiče strukture trupa, teretnog prostora kao i opreme za nadzor i upravljanje teretom.

Za porivno postrojenje ima ugrađen jedan Wärtsilä 5RT-flex dvokretni sporohodni motor od 6.400 kW pri 99 o/min.

Među 12 asfalt tankera koje trenutačno Sargeant Marine ima, četiri (nosivosti 9K dwt) izgrađena su u Hrvatskoj, u Brodogradilištu Kraljevica i to: „Asphalt Seminole“ (izgrađen 2005.), „Asphalt Sailor“ (2006.), „Asphalt Transporter“ (2008.) i „Asphalt Carrier“ (2010.).

sargeantmarine.com

marineinsight.com/shipping-news/bureau-veritas-classes-worlds-largest-specially-built-asphalt-carrier

Vrhunski alat za analitiku goriva



„Veritas Petroleum Services (VPS)“ i klasifikacijska grupacija DNV GL objavili su 17/02/2016 da su lansirali novo rješenje analitike goriva. Ovaj alat, kao dio DNV GL „ECOInsight“ portala za upravljanje djelovanjem brodova, po prvi put će korisnicima omogućiti sistematsku ocjenu utjecaja kakvoće goriva na performanse brodova.

Brodarsko poslovanje danas je suočeno s rastućim tehnološkim, financijskim, operativnim i regulativnim izazovima i rizicima. Svojom ekspertizom i uz dokazanu tehnologiju i usluge VPS pomaže u rješavanju ovih pitanja i donošenju odgovarajućih poslovnih odluka.

Novo analitičko rješenje uz postojeće DNV GL „ECOInsight“ module i algoritme snažan je „on line“ referentni alat kojeg uprave brodarskih tvrtki i operatori brodova mogu koristiti kako bi dobili prave odgovore na tri vrlo važna pitanja:

- Koji utjecaj na performansu našeg broda ima kakvoća goriva kojeg smo zaprimili?
- Koju smo kakvoću goriva dobili u usporedbi s prosjekom kakvoće goriva koju su zaprimili istovjetni brodovi širom svijeta u istom vremenskom razdoblju?
- Gdje se mogu naći goriva dobre kvalitete i pouzdani opskrbljivači?

Kakvoća goriva ocjenjuje se temeljem četiri glavne reference, a to su: **tehnička kakvoća** (da li je gorivo sukladno specifikacijama ISO standarda 8217), **financijska kakvoća** (sadržana energija, sadržaj vode), **sukladnost sa propisima** te **istinitost deklaracije** (odstupanje od podataka navedenih u bunkerskoj dostavnici).

Kako kaže čelnik VPS-a Gerard Rohaan, VPS je tvrtka koja je od 1981. kad je osnovana pa do danas pružila ogroman broj usluga testiranja goriva. Dakle, oni drže veliku bazu podataka, preko dva milijuna testiranih uzoraka.

Izvlačeći pomoću najnovijih analitičkih alata vrijedne informacije iz ove baze podataka oni pomažu brodovlasnicima i operatorima brodova da donesu važne odluke kako bi ostvarili najveću korist prilikom nabave goriva.

v-p-s.com/press-releases/DNV-GL-and-Veritas-Petroleum-Services-underpin-strategic-partnership-with-launch-of-new-Fuel-Analytics-solution

„Seajacks Scylla“ samopodižuća platforma spremna za posao

Koncem 2015. korejska brodograđevna tvrtka „Samsung Heavy Industries – SHI“ dovršila je izgradnju i predala naručiocu UK Ltd.“ samopodiznu i samopokretnu platformu „Seajacks Scylla“ dizajniranu za radove na instaliranju odobalnih vjetrofarmi. Radi se o najvećem i najnaprednijem brodu-platformi za offshore instalacije ikada izgrađenom. Početkom prosinca prošle godine Scylla je ukrkana na brod za teške terete HVL „Osprey“ započela svoje dugo putovanje iz Južne Koreje za Gibraltar, gdje je koncem siječnja 2016. iskrcana i odtegljena u brodogradilište „Gibdock“. Tamo su u roku od 5 dana izvršeni nužni radovi reaktivacije, a zatim je otputovala u Great Yarmouth gdje je sjedište kompanije. Tamo će se pripremati za prvi posao na „Veja Mate“ odobalnoj vjetroframi u blizini njemačke obale. Tu će instalirati 67 vrlo velikih stupova, svaki težak 1.300 tona.



„Seajacks Scylla“ Credits: seajacks.com

Scylla je opremljena s četiri nogare duge 105 m koje joj pružaju sposobnost instaliranja komponenti u vodama dubine preko 65 m. Na sebi nosi Huisman dizalicu nosivosti 1.500 tona koja u svom dohvatu zahvaća sve nogare. Iskoristivi palubni prostor iznosi 5 tisuća kvadrata gdje može ponijeti 8.800 t raznog tereta. U tranzitu kreće se brzinom od preko 12 čv.

seajacks.com/news/seajacks-take-delivery-of-seajacks-scylla

Novi tipovi ABB Azipoda

ABB, poznata vodeća globalna tvrtka u tehnologiji snage i automatike, objavila je da su proizveli novo rješenje za propulzijsku snagu i pohranu energije na dva inovativna broda u odobalnom sektoru nafte i plina. Ta dva specijalizirana broda u svojim operacijama traže vrhunsku manevarabilnost i milimetarsko održavanje pozicije pri svim vremenskim uvjetima.

Kao porivne jedinice u ove brodove ugraditi će se **Azipod** tipa **D**. Radi se o novoj i nagrađenoj generaciji podtrupnog električnog propulzijskog sustava. Brodovi će imati dvije Azipod D zakretljive jedinice s propelerima u sapnici, svaka od 4,2 MW. Hibridni rashladni



Azipod „D“ - Credits: abb.com

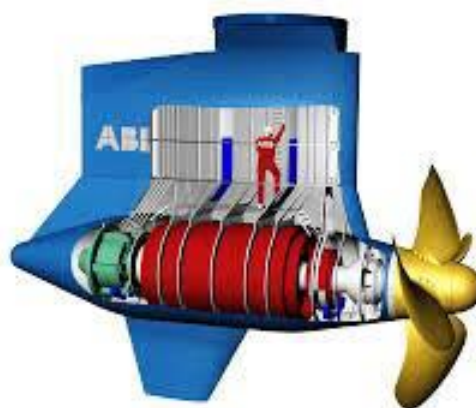
sustav kombinira izravno hlađenje morskom vodom i unutarnjim hlađenjem, što za 45% povećava performanse električnog motora ovog azipoda. Sve u svemu, te porivne jedinice imat će važan utjecaj na učinkovitost potrošnje goriva. Brodska **DC** električna mreža snizit će potrošnju goriva za 27%. Nadalje, to će omogućiti da 4 generatora od 3.600 kW svaki rade u rasponu od promjenjive do pune snage.

Osim toga, tu su i baterije koje do-

datno poboljšavaju korištenje električne snage i smanjuju potrošnju iste. Usporedno s ugrađenom vrhunskom tehnologijom ovi brodovi moći će koristiti usluge ABB „**Diagnostic Service**“-a, tj. biti će povezani s ABB dijagnostičkim centrima na kopnu koji će nadzirajući performanse osiguravati potrebnu podršku brodu.

Dva broda koji će operirati globalno duga su 90 m, a široka 20 m i imat će smještaj za 36 osoba. Dizajnirala ih je norveška samostalna privatna tvrtka **Cefront Technology** koja širom svijeta broderskoj i offshore industriji pruža napredna tehnološka rješenja u primjeni obnovljive energije. Pritom je usredotočena uglavnom na početna istraživanja i osnovna rješenja.

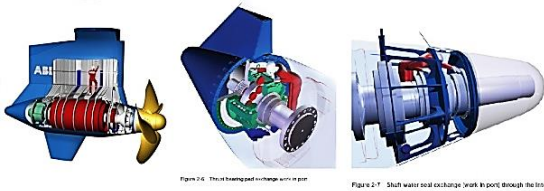
Sofisticirani putnički krstaš „**Ovation of the Seas**“ tvrtke RCI („Royal Caribbean Cruises International“) dug 335 m i kapaciteta 3.300 putnika treći je krstaš Quantum klase (ranije „Sunshine“) koji se grade u njemačkom brodogradilištu „Meyer Werft“ u Papenburgu. Isporuka ovog broda očekuje se u jesen 2016. ABB osim propulzijskih jedinica isporučuje i kompletno postrojenje za proizvodnju električne energije.



Azipod „XO“ – Credits: abb.com

Dvije Azipod **XO2300** propulzijske jedinice za ovaj brod premještene su jedna po jedna iz tvornice ABB Vuosaari Harbour na lučki gat i brodovima otpremeljene u Papenburg. Radi se o potpuno novom i usavršenom

tipu Azipod propulzorske jedinice čiji elektromotor razvija od 20,5 MW pa naviše. Ovaj tip Azipoda, osim što je energetski učinkovit, dizajniran je tako da bi produljio razmak između dvaju dokovanja. Opremljen je elektroničkim kormilarenjem i inteligentnim kontrolnim sistemima. Ima unaprijeđenu kontrolu nad općim stanjem propulzijskog sustava čime je poboljšano održavanje. Ovaj tip azipoda dizajniran je kao najpogodniji za primjenu na velikim krstašima i kontejnerašima.



Detalji XO sustava Azipoda - credits: abb.com

Glavne karakteristike ABB Azipod XO sustava su; nesmetano zakretanje u punom rasponu od 360 stupnjeva, vučni propeler fiksnog uspona, nesmetan dotok vode na propeler i ekstremno niske vibracije. Sustav ima i čitav niz drugih odlika i pogodnosti:

- Lagan i siguran pristup osoblja u unutarnjost jedinice,
- Zakretni moment jedinice smanjen je za 20%,
- Nadzire se propulzijski sustav te sustav za kormilarenje, ležajevi, brtvenice i podmazivanje (preporučena biorazgradiva ulja),
- Omogućena je satelitska daljinska dijagnostika radi određivanja preventivnog održavanja i uklanjanja kvarova,
- Nema prodora vode u ulje ili ležajnog ulja u more jer su brtvenice ležajnog ulja odvojene od brtvenica vode. Optimizirano je podmazivanje ležajeva i brtvenica radi produženja radnog vijeka. Postoji dostatan drenažni prostor između brtvenica za eventualna curenja. Ovisno o veličini okvira, moguć je pristup za izmjenu brtvenica iznutra,
- Na slijepom kraju propulzijske jedinice nalazi se inovativni hibridni osovinski ležaj. To je

kombinacija valjkastog radijalnog ležaja i aksijalnog odzivnog ležaja kojemu je omogućen pristup iznutra radi mijenjanja odzivnih ume-taka.

Najnoviji tip ABB azipoda je uvlačivi **CZ Azipod** koji je prikladan za plovila namijenjena offshore operacijama, kao što su brodovi za bušenje podmorja, plovne dizalice, brodovi za operacije na offshore vjetrofarmama, ili gdje se radi u plićinama i postoji opasnost oštećenja azipoda.



Uvlačivi „CZ“ Azipod– credits: abb.com

Ustvari, to je u praksi provjeren tip CZ Azipoda smješten u kanisteru. Taj kanister se uvlači u brod pomoću zupčanika i zupčane letve. Gornji dio kanistera i sva hidraulička podizna oprema uvijek su iznad vodne linije broda kako bi se osigurala nesmetana operacija. Potisnici su identični u svim jedinicama, bilo fiksnim bilo uvlačivim radi smanjenja rezervnih dijelova.

Uvlačivi potisnici smanjuju operacijske rizike time što je omogućeno održavanje istog na brodu tijekom bušenja. Prilikom tranzita smanjena je potrošnja goriva jer su prednji potisnici tada uvučeni. Omogućen je pristup u luku gdje ima plićina, a moguće je i dokovanje bez potrebe da se prethodno potisnici uklone.

abb.com/cawp/seitp202/...

library.e.abb.com/public/590ce0d16e7d72f5c1257a330027e777/Azipod_XO_Presentation.pdf

library.e.abb.com/public/5a9a47013c00d168c1257abc005361bd/AzipodCZ_retractable_2012_2.p

Otvoren prošireni Sueski kanal



Uz veliku pompu egipatski predsjednik Abdel Fatah al-Sisi je 06/08/15 svečano otvorio prošireni Sueski kanal. U proširenje je ukupno investirano 83 milijarde US\$, a radovi su trajali samo godinu dana, iako su se odvijali, kako je naglasio predsjednik el-Sisi, pod nenormalnim okolnostima koje još uvijek traju. Egipat se bori protiv prijetećih sila fundamentalizma i al-Sisi je uvjeren da će one biti uspješno savladane. Međutim, kao zloslutan znak, samo dan prije otmičari u ime tzv. Sinajske provincije ISIL-a objavili su da će Tomislav Salopek koji je otet 22/07/15, a zaposlen u jednoj egipatskoj firmi koja je dio francuske tvrtke za geološka istraživanja CGG, biti u roku od 48 sati pogubljen ukoliko se ne oslobode žene koje se nalaze u egipatskim zatvorima. Prijetnja je nažalost i ostvarena.

Rekonstrukcija se sastojala od izgradnje potpuno novog šireg i dubljeg kanala u dužini od 35 km - paralelnog s postojećim kanalom starim 145 godina. Rekonstrukcija je također uključila proširenje i produbljivanje postojećeg kanala dugačkog 37 km, što će skratiti vrijeme tranzita brodovima koji kreću prema jugu za 7 sati i dozvoliti prolaz većim brodovima.

Iako Uprava Sueskog kanala očekuje značajno povećane prihode koje će ova rekonstrukcija donijeti u odnosu na prethodne prihode, neki su vrlo skeptični u tom pogledu, ukazu-

jući na sadašnju tromost u porastu svjetskog trgovanja. Postoji i rizik ekspanzije prometa Panamskim kanalom čije se otvaranje očekuje u 2016. i koji bi mogao preuzeti dio prometa na ruti Azija-Amerika za što se oba kanala natječu. Zvuči skoro nevjerovatno da je ova rekonstrukcija izvedena samo u godinu dana. Predviđanja medija su bila da će za to trebati veliki zajmovi međunarodnog kapitala uz učešće svjetskih firmi specijaliziranih za takve radove te da bi radovi mogli potrajati najmanje tri do pet godina. Egipat je to sve uspješno demantirao odlukom da se okrene vlastitim izvorima što se tiče sredstava i izvođača. Vlastiti fondovi su pronađeni, angažirane su domaće tvrtke, mobilizirana je vojska i projekt je uspješno završen u samo godinu dana. Ipak, neke strane tvrtke su osigurale za to potrebnu mašineriju, ali one su sudjelovale samo kao podizvođači za egipatske tvrtke.

Na čelu svečane povorke brodova koji su sudjelovali u proslavi bila su dva kontejnerska nosača grupacije CMA CGM koja je inače najveći korisnik Sueskog kanala. Godine 2014. prošlo je kroz kanal 1400 CMA CGM brodova, ali oni kažu da, usprkos ušteda na gorivu i angažiranja većih brodova, oni zasad ne planiraju slati više njihovih brodova kroz kanal.

Egipat očekuje da će proširenje Sueskog kanala potaknuti stvaranje milijuna novih radnih mjesta. Međutim, grandiozni javni radovi sami po sebi ne proizvode čudesa u ekonomskom oporavku. U slučaju Egipta ekonomska politika mora se okrenuti obnovi proizvodnog industrijskog sustava koji je bio zapostavljen ili demontiran tijekom liberalnih politika prošlih vlada. Radi se o teškoj grani industrije kao što su čelik i kemikalije i lakoj grani kao što su tekstil, hrana, automobili itd. To se planira ostvariti paralelno uz obnovu agrarnih kapaciteta na osnovi malih poljoprivrednih gospodarstava. Da

bi se sve to postiglo potrebno je uspostaviti jedan opći suvereni ekonomski projekt, nešto slično kao u Kini, te savladati snage vjerskog fundamentalizma.

marinelink.com/news/nationalist-celebration395876.aspx

reuters.com/article/2015/08/05/us-egypt-suezcanal-idUSKCN0QA24720150805

mrzine.monthlyreview.org/2015/amin060815.html

VIJESTI IZ ULJANIKA

- Gradit će se „Scenic Eclipse“



„Scenic Eclipse“ - Credits: uljanik.hr

Studenog 2015. Uljanik brodogradilište je sklopilo ugovor s australskom „Scenic“ grupom za gradnju luksuznog putničkog broda za krstarenja „Scenic Eclipse“. Brod će biti građen u pulskom brodogradilištu pod klasičnim nadzorom Bureau Veritasa i dobit će najviše oznake, kao što su one koje se odnose na sprječavanje zagađivanja okoliša, unaprijeđeni sustav za obradu otpadnih voda, sustav za obradu balastne vode, svjedodžbu „Green Passport“ uključujući i „Polar Class“ s kojom će u određenom godišnjem periodu moći ploviti i polarnim vodama. Što se strojeva tiče imati će dva dizelelektrična postrojenja u odvojenim strojarnicama i dva podtrupna potisnika, a radi komfora putnika bit će opremljen visoko učinkovitim stabilizatorima.

Izgled ovog 165 m dugog broda i širokog 22 m podsjećat će na ogromnu jahtu. Brod će imati smještaj za 240 putnika i 172 člana posade. Svi putnički apartmani imat će privatne balkone. Ovaj luksuzni brod imat će helikoptersku platformu, opservacijsku podmornicu za sedmero ljudi, teatar s 240 sjedišta, grijani bazen, spa, gym, šest restorana, barove i prostoriju za Pilates.

Isporuka ovog superluksuznog broda naručitelju predviđena je 2018. godine. Za Uljanikove inženjere projekt konstrukcije ovog broda će predstavljati pravi izazov, no, oni su se već uspješno dokazali i na dosadašnjim zahtjevnim projektima.

- Gradit će se suvremeni brod za prijevoz žive stoke



Brod za prijevoz stoke: Credits: uljanik.hr

30.09.2015. Uljanik d.d. je potpisao ugovor s „Livestock Transport & Trading Co. K.S.C. - KLTT“ iz Kuwaita o gradnji suvremenog broda za prijevoz žive stoke. Ovaj potpuno novi i brži brod zamijeniti će dva manja broda u floti KLTT koji su bili namjenjeni uglavnom za prijevoz ovaca. S brzinom od blizu 20 čv bit će to najbrži brod za prijevoz žive stoke na svijetu. To će biti pravi ploveći hotel za stoku i povezivat će Kinu, Jugoistočnu Aziju i Australiju s Perzijskim zaljevom i isto tako s Egiptom i Turskom. Ovaj brod, prvi je od tri ista broda planirana izgraditi do 2020. Dug je 180 m s 28 tisuća m² površine za smještaj stoke. Moći će prevoziti 80 tisuća ovaca ili 10 tisuća krava i 23 tisuće ovaca i poštivat će stroge australske propise za ovu vrstu transporta. Brod će biti opremljen najnovijim uređajima za potrebe stoke uključujući jaku ventilaciju i učinkovit sustav za prehranu i napajanje, te uređaje za zaštitu okoliša. Isporuka broda očekuje se u 2017. godini.

- Isporučena novogradnja 507 „Isaac Newton“

27.11.2015. upriličena je primopredajna ceremonija novogradnje 507 „Isaac Newton“, sofisticiranog višenamjenskog broda izgrađenog



„Isaac Newton“ - Credits: uljanik.hr

za luksemburšku tvrtku „Sofidra S.A.“. Ovaj posebni brod dug je 138 m, širok 32 m, uz istisninu od 13.436 dwt. Opremljen je za polaganje kablova na morsko dno i zatrpavanje istih. Isto tako može poslužiti kao radna platforma za razne podvodne ili off-shore konstrukcijske radove. U tu svrhu ima i dvije palubne dizalice za podvodne radove.

Za Uljanikove inženjere konstruiranje i izgradnja ovog broda bio je jedan vrlo izazovan zadatak, ali su ga oni uspješno obavili. Time su dokazali svoju umješnost, sposobnost, iskustvo, i prilagodljivost, i tako stvorili šanse za buduće poslovanje s ovom grupom.

-S luksemburškom tvrtkom potpisan ugovor o gradnji dvaju ro-ro brodova

S luksemburškom tvrtkom „CLDN ro-ro S.A.“ (Cobelfret) 14/03/2016. Uljanik d.d. je potpisao ugovor za gradnju dva ro-ro broda (s opcijom za još 2 + 2) za prijevoz teretnih i osobnih vozila i kontejnera na trailerima, s kapacitetom od 5.500 Lm.

uljanik.hr/index.php/en/news/338-uljanik-will-construct-a-luxury-cruise-ship-for-the-australian-company-scenic
Maritime Reporter & Engineering News, February 2016
sheepcentral.com/fastest-live-export-ship-to-give-sheep-exporter-cattle-options/
uljanik.hr/index.php/en/news/323-the-delivery-ceremony-of-yard-507-isaac-newton

DOSTIGNUĆA FINSKOG DELTAMARIN-a

„Deltamarin Oy“, finska grupacija je podružnica „AVIC International Maritime Holdings Ltd.“ grupe. Deltamarin se bavi dizajniranjem brodova te off-shore inženjeringom u pomorskoj i odobalnoj industriji širom svijeta. Zapošljava 400 stručnjaka u vlastitim i pridruženim tvrtkama u Europi i Aziji.

Deltamarin pruža usluge inženjeringa od osnovnih projekata konstrukcije pa do službe kompletnog upravljanja projektima izgradnje posebnih i inovativnih brodova visoke kvalitete i performansi. U bliskoj suradnji s naručiteljem i brodograditeljem tijekom gradnje broda kombinira se iskustvo brodogradilišta s Deltamarinovim znanjem u dizajnu posebnih brodova, s ciljem ostvarenja što jeftinijih ali učinkovitijih i sigurnijih rješenja, a sve na zadovoljstvo kupaca. Slijedi opis nekoliko Deltamarin projekata.

- Handy-size bulk-carrieri



B.Delta26LNG – Credits: deltamarin.com

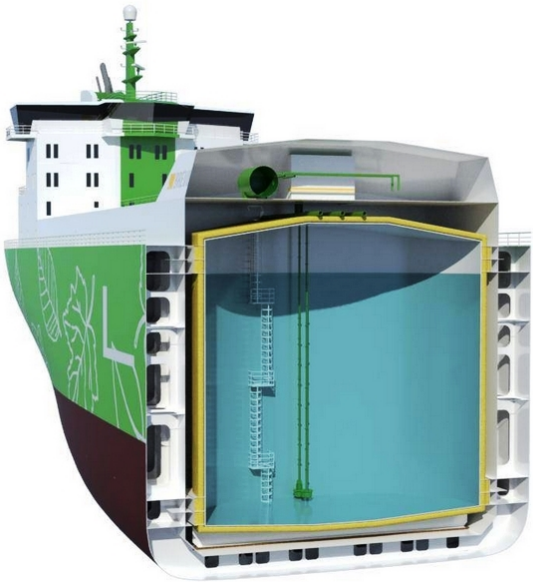
Deltamarin Ltd. je potpisao ugovor za dizajniranje prvog u svijetu handy-size bulk-carriera s pogonom na LNG. Dva takva broda tipa „B.Delta26LNG“ izgradit će kinesko brodogradilište Quingshan Shipyard (Sinotrans & CSC-SBICO) za finskog brodaru „ESL Shipping“.

Deltamarin i ESL Shipping su dvije godine blisko surađivali na razvoju koncepta ovog broda koji će saobraćati u baltičkom području.

Osim LNG-a kao goriva odlikuju ga visoko optimirani oblik trupa i energetska učinkovitost. Brod više nego zadovoljava IMO zahtjeve EEDI indeksa što ga čini vrlo prikladnim za plovidbu u skandinavskim ECA područjima. Brod dužine 160 m, gaza 10 m i istisnine 25.600 dwt imati će glavni i pomoćne motore

na dvojno gorivo te LNG skladišni tank tipa C približnog kapaciteta 400 m². Bit će osposobljen za Ice Class 1A operacije. Isporuka dva broda za ESL Shipping očekuje se u 2018. godini.

- Lansiran brod za ukapljene plinove s novim konceptom cilindričnih tankova



Copyright: Brevik Technology AS

Deltamarin Ltd. udruživši se s norveškom tvrtkom „Brevik Technology AS“ ponudili su tržištu dizajn inovativnog broda nosača ukapljenih plinova (LNG, LPG, LEG i etan) označen kao „G.Delta“. Naime, nakon dugotrajnih istraživanja u Breviku su dizajnirali odvojene cilindrične tankove za plin koji nisu dio trupa broda i koji mogu slobodno ekspanzirati u svim smjerovima, bez da uzrokuju naprezanja trupa. Klasifikacijski zavodi već su odobrili taj patentirani sistem. Ovime se drastično mijenja situacija sa skupim i kompliciranim načinom dosadašnje tehnologije izgradnje brodskih tankova za tekuće plinove koji su kao povezana cjelina u izravnom kontaktu s trupom broda. „G.Delta“ dizajn zasnovan je na „B.Delta“ dizajnu već potvrđenom u operaciji. Ustvari to je bulkcarrier koji je opremljen cilindričnim tankovima za prijevoz ukapljenih plinova. U usporedbi s klasičnim nosačima plina ovakav tip „bulk“ broda puno je lakše i jeftinije izgraditi. To će proširiti broj brodogradilišta

spremnih za gradnju takvih brodova, a postoji i mogućnost za konverziju klasičnih bulkcarrierera u nosače plina.

- Udruženim snagama do dizajna bulkera pogonjenog LNG-om

Deltamarin, Arista Shipping, ABS i GTT najavili su „Project Forward“ – združeni razvojni projekt za opremanje budućih bulkcarrierera s LNG propulzijom. Pod vodstvom atenske tvrtke „Arista Shipping“ projekt je službeno započeo sredinom 2015. Njime će se razviti koncept komercijalno podesna broda za rasuti teret pogonjenog LNG-om, s time da treba zadovoljiti IMO EEDI indeks za 2025. i NO_x Tier III limite te Marpol Annex VI SO_x razine ispušnih emisija.

Idejni projekt zasniva se na visoko optimiziranom Deltamarin B.Delta dizajnu pogodnom za bulkere između 82 i 210 tisuća dwt. Za skladišni tank LNG-a primjeniti će se GTT membranski tip tanka. ABS će pomoći ovaj projekt stečenim iskustvom u klasificiranju preoceanskih brodova pogonjenih plinom.

Projekt će također razmotriti pitanje postojeće bulkerske flote kako bi razvili modularno rješenje za naknadnu ugradnju (retrofit) sustava za LNG tip propulzije na postojeće bulkere raznih veličina.

- Deltamarin učestvuje u istraživačkom projektu autonomnih brodova (AAWA)

Mrs. Haikola, R&D menadžerka u Deltamarinu izjavila je: „Autonomno brodarstvo je najznačajnija transformacija s kojom se danas susrećemo u brodarskoj industriji. Vjerujemo da će autonomna operacija brodova poboljšati sigurnost pomoraca i održivost cijelokupnog brodarstva“.

AAWA projekt vrijedan 6,6 milijuna eura započet je pod vodstvom Rolls Roycea u Finskoj sredinom 2015. i trajat će do konca 2017. Projekt je usredotočen na istraživanja koja bi mogla potvrditi ostvarivost ideje o daljinski

upravljanim i autonomnim brodovima. (Za detaljnija objašnjenja vidi u ovom broju rubriku „U Žarištu pozornosti“, Autonomni brodovi, str. 46 -49).

Uloga Deltamarina u ovom projektu će biti simulacija i analiza učinaka autonomne operacije na dizajn broдова.

U travnju 2016. na konferenciji održanoj u helsinškom „Finlandia Hall“-u izneseni su prvi ohrabrujući rezultati. U govoru koji je održao Mikael Makinen, predsjednik Rolls Royce Marine odsjeka kazao je i ovo: „U autonomnom brodovlju leži budućnost broderske industrije. Kao što je 'pametni mobitel' preobrazio industriju komunikacija tako će i 'pametni brod' preobraziti područja broderskog dizajna i broderskih operacija“. Zatvarajući konferenciju Oskar Levander VP „Rolls Royce Marine – Inovations“ između ostalog je rekao slijedeće: „Ovo se već sada događa, pa nije u pitanju **ako**, nego samo **kada?**“. Još je napomenuo: „Već krajem ove dekade ugledat ćemo daljinski upravljani brod u komercijalnoj službi“.

- Trajekti za azijska i sjeverno-europska tržišta

Azijsko trajektno tržište suočeno je s mnogim izazovima, a potražnja za boljim i sigurnijim brodovima je dosta visoka. U Deltamarinu kao jednoj od vodećih tvrtki u dizajniranju trajekata odlučili su potražiti rješenje koje bi pružilo visoku sigurnost i bilo ekonomično. Tako je nakon dublje analize svih čimbenika nastao projekt **DeltaSAFER**. Trajekti bi se gradili azijskim brodogradilištima. Prvi takav dizajn je napravljen za rute između Koreje. i Kine, a aplikacije za druga područja su tek u nastajanju.

Projekt DeltaSAFER zbog jednostavnijeg dizajna je isplativ jer smanjuje troškove izgradnje i operacija, uz izuzetnu razinu sigurnosti i učinkovitu zaštitu putnika i tereta. Njegova modularna izrada udovoljava potrebama na različitim putnim rutama. Deltamarin se nadalje usredotočio na razvoj drugih dizajna za



DeltaSAFER 21 – Credit: deltamarin.com

trajekte kao što je **DeltaCHALLENGER** koji predstavlja ro-pax brod slijedeće generacije, ili **DeltaLINX** tj. dizajn kompaktnog trajekta za kraće obalne rute.

Stena RoRo, podružnica brodera Stena AB sklopila je ugovor s „**AVIC** International Ship Development (China) Co. Ltd.“ o gradnji 4 (+4) ro-pax trajekta za Stena Line's „North European route“, koji će se graditi u kineskom AVIC Weihai brodogradilištu. To će biti prvi ro-pax trajekti građeni u Kini za zapadnog brodera. Deltamarin je prethodno razvio koncept ovog trajekta u bliskoj suradnji s brodevlasnikom Stena. Što se tiče sigurnosti i zaštite okoliša trajekt će zadovoljavati sve najnovije propise i regulativu. Posebna pažnja u dizajnu posve-

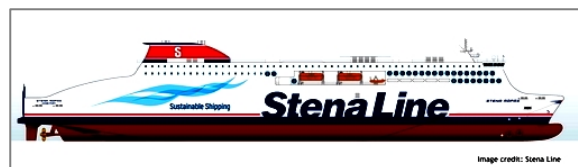


Image credit. Stena Line

ćena je učinkovitosti u potrošnji goriva i postizanju što većeg teretnog prostora. Brod će imati trake za vozila u ukupnoj duljini više od 3000 m u „drive-through“ načinu i moći će komforno smjestiti oko 1000 putnika uz sve putničke službe. Glavni strojevi će biti spremni za potrošnju plina, bilo etanola ili LNG-a. U ovom slučaju, kako bi podržao AVIC SHIP I AVIC Weihai brodogradilište u izgradnji broda, osim dizajna Deltamarin će po prvi put pružiti i sveobuhvatni paket inženjeringa, nabave, izgradnje i menadžmenta (Engineering, Procurement, Construction and Management – **EPCM**) i tako će brodograditeljskom timu pomo-

ći svojim dugogodišnjim iskustvom u gradnji takvih brodova.

- Post-Panamax PCTC

„Höegh Target“, prvi je iz serije od šest „Post Panamax Pure Car Truck Carrier“ (**PP-PCTC**) - nosača vozila tipa „New Horizon“ koji je Deltamarin razvio u bliskoj suradnji s broderskom tvrtkom „Höegh Autoliners“. Brodovi se grade u Kini, u brodogradilištu „Xiamen Shipbuilding Industry - XSI“. „Höegh Target“ je isporučen početkom 2015. godine, „Höegh Trigger“ u rujnu 2015., a „Höegh Tracer“ u ožujku 2016.

Radi se o najvećem višenamjenskom PCTC-u namijenjenom službi širom svijeta. Ima kapacitet od 8.500 CEU (Car Equivalent Unit) i teretnu površinu od 71.400 m², podijeljenu u 14 paluba, od kojih je 7 podiznih. Ima krmenu rampu široku 12 metara i visoku 6,5 metara koja može podnijeti teret od 375 tona, te bočnu rampu koja podnosi opterećenje od 22 tone.

Odlikuje ga aerodinamičan oblik pramca, dvostruki trup i poboljšana ventilacija, a bit će pogonjen s propelerom Kappel tipa. Sigurnosna oprema broda uključuje sustav sigurnog pristupa i zatvorena krila zapovjednog mosta.

Prilikom dizajniranja osim operacijskih performansi i sigurnosti kao važni ciljevi razrađeni su energetska učinkovitost i zaštita okoliša.

Primjerice, za rasvjetu strojarnice i nastambi primjenjene su LED svjetiljke. Po moru pomoćni motori se mogu isključiti, jer potrebnu električnu energiju snabdijeva osovinski generator. Optimalnim dizajnom trupa i kormila s primjenom najnovijih podvodnih premaza tru-

pa reduciraju se otpori i snižuje potrošnja energije. Nova informacijska tehnologija programirana je da osigura najbolju energetska učinkovitost tijekom cijelog putovanja. Uz najnoviji elektronički kontroliran glavni stroj s nadzorom NO_x-a i „online“ sustavom upravljanja s performansama, instalirani su i tankovi za



Picture credit: Höegh Autoliners

niskosumporno dizelsko gorivo, a ostavljen je i prostor za instalaciju ispirnika ispušnih plinova. Za sustave hlađenja koristit će se sredstva koja ne škode okolišu. „New Horizon“ tip broda dobio je od DNV-a klasifikacijsku oznaku „CLEAN“. Brodovi su registrirani u NIS-u (Norwegian International Ship) uz DNV klasifikaciju.

deltamarin.com/news/deltamarin.com/2015/10/deltamarin-and-brevik-technology-launch-a-revolutionary-multigas-carrier-design/
hoeghautoliners.com/news-and-media/news-and-press-releases/

Testiran Wärtsilä X72 motor kompatibilan s IMO Tier III

01/01/2016 u ECA područjima Sjeverne Amerike i Kariba stupaju na snagu IMO Tier III limiti. **Winterthur Gas & Diesel** i njihov proizvođač dvokretnih strojeva korejski „Hyundai Heavy Industries - Engine & Machinery Division“ **HHI-EMD** objavili su da je 23/03/2016



The first IMO Tier III compliant Wärtsilä X72 diesel engine with pre-turbocharger SCR passed its shop test on 23rd March 2016.

uspješno testiran njihov prvi Wärtsilä X72 motor koji više nego zadovoljava IMO Tier III limite.

Ovaj 6-cilindarski stroj koji razvija 15.080 kW pri 74,7 o/min izgrađen je u HHI-EMD tvornici u Ulsanu. Motor ima pred turbopuhalom ugrađen kompaktan sustav selektivne katalitičke redukcije (SCR) također napravljen u HHI-EMD-u. Sustav SCR pred turbopuhalom koristi višu temperaturu ispušnih plinova koja je potrebna pri obradi plinova urejom. Isto tako, na testiranju motor je zadovoljio NO_x Tier II limite bez naknadne obrade ispušnih plinova.

Nakon testiranja motor je isporučen brodogradilištu HSHI – „Hyundai Samho Heavy Industry, Yeongam-Gun“, J. Koreja) za ugradnju u tanker za prijevoz naftnih prerađevina od 159.000 dwt.

mpropulsion.com/news/view,first-imo-tier-iiicompliant-wartsil-x72-engine-passes-shop-test_42883.htm

Još jedan novi projekt iz ULSTEIN-a

Norveški Ulstein je razradio brodski projekt **LX109**. Radi se o visoko učinkovitom i kompaktnom brodu za polaganje kabela, na kojem je primjenjen „**Cable Arch**“ sustav kabelskog luka u kombinaciji s dizajnom otvorene palube. Kabelski luk spaja prednju i stražnju kabelsku obrtnu platformu što dopušta da brod ukrca ili položi kabel u jednom komadu (neprekinut) težine do 12.500 tona.

Ovakav kapacitet postignut je zbog toga jer su obrtne kabelske platforme postavljene unutar trupa umjesto njihove uobičajene lokacije na palubi, što je poboljšalo stabilnost broda. Ovome je dodano i rješenje preuzeto s najnovijeg broda za polaganje stijenja koji se nalazi u izgradnji. Sve je skupa rezultiralo vitkim brodom koji može nositi i polagati kabele mnogo učinkovitije od dosadašnjih polagača kablova klasičnog dizajna s većom širinom trupa.

Postavljanjem asimetričnog zapovjednog mosta po krmi s kablom koji prolazi ispod njega omogućen je nesmetan pogled na radnu palubu po krmi i na „stinger“ te na obrtne platforme ispred mosta. Brod također ima veliki



The Ulstein LX109 combines the 'Cable Arch' concept with the X-Bow and X-Stern

hangar s ROV vozilom i mjesto za radni čamac.

U kombinaciji s dobro poznatim X-Bow i X-Stern rješenjima Ulstein vjeruje da će polagač kabela LX109 zasigurno dobro nadmašiti učinkovitost, sigurnost, trajanje operacija i tranzitnu brzinu dosadašnjih polagača kabela.

norwegiansj.com/index.html

Jača interes brodara za metanol kao gorivo

S rastućim potrebama za čistim brodskim gorivima metanol predstavlja obećavajuće alternativno gorivo koje će zadovoljiti sve strožije propise emisija ispušnih plinova. Metanol je visokootansko gorivo koje značajno snižava emisije sumpornih i dušičnih oksida te kancerogenih lebdećih čestica (PM), a emisije su manje reaktivne i stvaraju manje prizemnog ozona i smoga.

Alkoholna goriva već su naširoko korištena u prijevozu, još od prvih izuma strojeva na unutarnje izgaranje. Metanol, kao najosnovniji alkohol logičan je i poželjan alternativni izbor goriva za transportne svrhe zbog učinkovitog sagorjevanja, lakoće u manipuliranju i distribuciji, globalne dostupnosti i niže cijene u odnosu na ostala goriva. On je tri do četiri puta jeftiniji nego brodsko destilatna goriva i na ljestvici IMO-ovog indeksa energetske učinkovitosti dizajna (EEDI) drži visoko mjesto ispred LNG-a ili destilatnih ugljikovodičnih goriva. Svjetska proizvodnja metanola koji se trenutno dobiva uglavnom iz prirodnog plina iznosi godišnje oko 60 milijuna tona i služi za mnoge aplikacije u kemijskoj i energetskoj industriji. Metanol je jedna od najviše prevoženih kemikalija (većinom brodovima) i dostupan je širom svijeta putem postojeće globalne infrastrukture. Metanol se rabi na tri glavna načina; izravno kao gorivo, zatim pretvoren u DME (dimetileter - zamjena za dizel gorivo) te kao dio procesa proizvodnje biodizela. Metanol ima nisku točku plamjenja, oko 12 °C. Prema SOLAS-u 1974 goriva koja imaju plamjenje niže od 60 °C ne smiju se rabiti na trgovačkim brodovima. Zbog toga, s obzirom na kompletnu sadašnju situaciju klasifikacijski zavodi i zastave države izvršili su procjenu rizika i osmislili pravila koja omogućavaju potpunu sigurnost uporabe metanola na trgovačkim brodovima.

U prošlom broju ovog časopisa već smo pisali da je tvrtka MAN Diesel & Turbo lansirala sporohodni dizelski motor ME-LGI prilagođen za izgaranje metanola i drugih tekućih goriva. MAN B&W ME-LGI primjenjuje dizajn s dvostrukim stijenkama za sve metanol komponente. ME-LGI motor na dvojna goriva namijenjen je za operaciju s metanolom, teškim gorivom (HFO), brodskim dizelom (MDO) ili plinskim uljem (MGO). U svojoj osnovi ME-LGI pripada već dokazanoj ME - seriji, tj. elektronički upravljanim motorima. Otprilike 5 tisuća tih strojeva nalazi se u komercijalnoj službi na zadovoljstvo

klijenata.

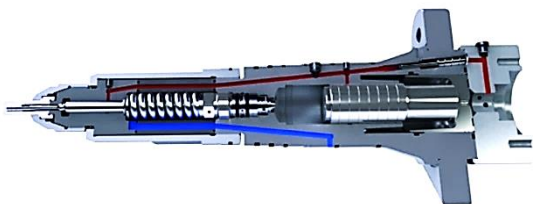
MAN B&W ME-LGI motor predstavlja rješenje za izgaranje tekućih goriva s niskim plamjenom **LFL** (Low Flashpoint Liquid fuels). LGI motori mogu se isporučiti u raznim verzijama, ovisno o željenom tipu goriva. Ti su motori sposobni raditi na LFL-/HFO/MDO/MGO sa 100% maksimalne trajne snage (MCR), a također su sposobni raditi na LFL istovremeno s destilatnim gorivima, i to u bilo kojem omjeru. Ovi motori se startaju s dizel gorivom na 10% opterećenja, a nakon toga se može prijeći na rad s drugim gorivima. Prelazak s jedne na drugu vrstu goriva je gladak, bez fluktuacija. Metanski slip ne postoji.

Na ovaj način LGI verzija nuđa brodaru visok stupanj fleksibilnosti u pogledu izbora goriva. Osim toga, i GI i LGI verzije motora zadovoljavaju Tier III NO_x limite uz primjenu procesa recirkulacije ispušnih plinova (EGR) ili procesa selektivne katalitičke redukcije (SCR). Tier III SO_x limiti se zadovoljavaju primjenom ispiranja ispušnih plinova (EGCS) ili radom motora na niskosumporna goriva (S = 0,1% ili manje).

GI motor radi na metan (CH₄), a GIE verzija na etan (C₂H₆). Zemni plin se isporuča kao LNG, tj. super pothlađena („cryogenic“) tekućina, i skladišti u poseban tank gdje se održava u pothlađenom stanju, ili se kao komprimirani zemni plin (CNG) skladišti u visokotlačne tankove. **LGIM** verzija motora dizajnirana je za trošenje metanola (CH₃OH), a može trošiti i etanol (C₂H₅OH) ili dimetil-eter (DME- C₂H₆O). Na temperaturi ambijenta metanol je u tekućem stanju, a jer je biorazgradiv može se skladištiti i u tankove dvodna. Jedino što tankove treba držati stalno inertirane dušikom. LGIP verzija motora troši ukapljeni naftni plin LPG - (mješavina propana, butana i izobutana) ili pak troši hlapljive organske spojeve (VOC) iz sirove nafte.

Kao što je rečeno ME-LGIM motor na

dvojno gorivo, tj. na metanol, može raditi ili na teško gorivo (HFO), na brodsko dizel gorivo (MDO) ili na plinsko ulje (MGO). Pri radu



Booster fuel injection valve (BFIV); ulje hlađenja (plavo), brtveno ulje crveno – credit marine-man.eu

na metanol LGIM verzija rabi manju količinu spomenutih destilatnih goriva (5%) kao „pilot“ gorivo za iniciranje izgaranja. Da bi se to postiglo na poklopcima cilindara nalazi se blok za ubrizgavanje tekućeg plina (**LGI block**) te nekoliko injektora tipa „Booster Fuel Injection Valve“ – **BFIV** posebno dizajniranih za operaciju s metanolom. Sve su cijevi metanola s dvostrukim stijenkama i sva eventualna curenja su nadzirana i kontrolirana. Barijera među stijenkama ispuhuje se dušikom u vanjsku atmosferu, tako da s tim nema problema; ustvari rukovanje metanolom je znatno lakše nego s LNG-om.

Troškovi preinake skladišnih tankova i infrastrukture goriva za operaciju s metanolom nisu visoki. Troškovi za gradnju novih i preinaku postojećih brodova na metanol dosta su su niži nego za konverziju na druga alternativna goriva.

Prvih 7 naručenih prekoceanskih tankera za metanol od 50.000 dwt koji ujedno rabe metanol kao gorivo isporučit će se tijekom 2016. godine. Svi će brodovi biti pogonjeni već opisanim **MAN B&W ME-LGIM** tipom motora. Prvi brod imenom „**Lindanger**“ ispušten je 21/04/2016 u Hyundai **Mipo** brodogradilištu.

Partneri u ovom projektu su „Waterfront Shipping Company Ltd.“ (**WFS**), kao podružnica tvrtke „**Metanex**“, „Mitsui O.S.K. Lines - **MOL**“, „Westfal - Larsen Management - **WL**“ i „Marinvest / Skagerack Invest“.

Dva broda su vlasništvo **WL**, dva su zajedničko vlasništvo **Marinvest** i **WFS**, a tri su u vlasništvu **MOL**-a.

Brodovi se grade u „Hyundai Mipo Dockyard“ i „Minaminippon Shipbuilding Co. Ltd.“. Tvrtka **Waterfront Shipping** koja operira najveću flotu oceanskih metanol tankera u svijetu iznajmit će ovih sedam brodova od investitora radi zamjene starijih brodova i radi proširenja flote kojom upravlja.



„Taranaki Sun“ jedan od 7 metanol tankera pogonjen na metanol s MAN B&W ME-LGIM – credit: marine.man.eu

Usput, napomenimo da je trajekt „**Stena Germanica**“ u vlasništvu **Stena Line** prvi brod u svijetu koji rabi metanol kao glavno gorivo. Nakon preinake u **Remontowa** brodogradilištu u Gdanjsku brod se vratio u službu u ožujku 2015 i plovi na ruti između Kiela i Gotheburga.

marine.man.eu/two-stroke/2-stroke-engines/me-lgim
marinelog.com/index.php?option=com_k2&view=item&id=5953:six-newbuilds-to-have-methanol-burning-man-me-lgi-engines&Itemid=231
[gcaptain.com/worlds-first-methanol-powered-tankers-set-for-delivery/...](http://gcaptain.com/worlds-first-methanol-powered-tankers-set-for-delivery/)

Svečano otvoren prošireni Panamski kanal

U nedjelju 26/06/2016 kineski kontejnerski nosač za ovu priliku posebno imenovan „**COSCO SHIPPING PANAMA**“ na svom je putu iz Atlantika u Pacifik sudjelovao u ceremoniji

otvaranja proširenog Panamskog kanala. Na tom prolasku dugačkom 80 kilometara brod se



Picture credit: Johan Ordonez - AFP

zaustavio u prvoj od tri gigantske ustave¹ na izlazu kanala u Pacifik, kod grada Colon, a na lokaciji zvanoj Agua Clara. Tu je na platou upriličena inauguracija, u prisustvu predsjednika Paname Juana Carlosa Varele i ostalih visokih uzvanika te 25 tisuća panamskih građana. Svečanost inauguracije osim govora bila je popraćena i vatrometom te plesno-glazbeno-pjevačkom priredbom.

Radovi na proširenju započeti su 2007. godine a završeni su 2016. s dvije godine zakašnjenja. Procjena je da su ti radovi stajali najmanje 5,5 milijardi US\$. Ovim proširenjem omogućava se prolaz brodovima koji nose količinu tereta tri puta veću od prijašnje. Za usporedbu, kontejneraši **Postpanamax** (ili **Neopanamax**) klase moći će ponijeti do 14 tisuća kontejnera umjesto prethodnih 4,5 tisuća **Panamax** klase.

Postojeći kanal ima dvije prometne linije, svaka sa svojim setom usporednih trostepenastih ustava. Projektom proširenja dobila se još jedna dodatna prometna linija linija za veće brodove s pripadajućim kompleksom trostepenih ustava na svakom kraju kanala. Radovi na proširenju sastojali su se od slijedećeg:

- Pored postojećih setova ustava na atlantskoj i pacifičkoj -strani s dvije usporedne prometne

linije sagrađena su dva nova seta trostepenih ustava za veće brodove i iskopani su novi pristupni kanali za iste. Na strani Atlantika set novih ustava („**Agua Clara Locks**“) smješten je jugozapadno od postojećih Miraflores ustava, a na strani Pacifika novi set je smješten istočno od postojećih Gatun ustava („**Cocoli Locks**“).

- Prošireni su i produbljeni postojeći plovni kanali u Gatun jezeru i prokopan je pristupni kanal za nove pacifičke ustave.

- Podignuta je operacijska razina Gatun jezera za 0,45 m, kako bi se i u doba smanjenog dotoka vode u jezero osigurala dovoljna količina vode za funkcioniranje ustava kao i za ljudsku uporabu.

Svaki set novih ustava ima tri uzastopne komore s pripadajućim vratima. Pomoću njih se brodovi podižu s morske razine na razinu jezera Gatun, ili obratno, spuštaju se s razine jezera na morsku razinu. Svaka komora ima postrance smještena tri bazena koji služe za uštedu operacijske vode. Komore su dugačke 427 m, široke 55 m, a duboke 18,3 m.

Jednako kao i u postojećih ustava, nove ustave kao i njihovi bazeni pune se i prazne vodom pomoću gravitacije, bez ikakvih pumpi. Smještanje brodova u komore obavlja se pomoću tegljača, a ne s električnim lokomotivama, kako se to radi u postojećim ustavama.

Dodavanjem trećeg seta ovih gigantskih ustava na obje strane kanala udvostručava se kapacitet kanala. Prolaz kroz kanal omogućen je za 98% svjetskog trgovačkog brodovlja. Dosad su SAD i Kina bili najveći korisnici kanala. Važnost kanala je narasla zahvaljujući rastućem izvozu zemnog plina iz SAD-a. Većina tog izvoza ide u Japan i Južnu Koreju. Dakle, ekspanzija kanala privući će i velike LNG tankere.

Panama planira utrostručiti trenutni prihod kanalskih pristojbi od jedne milijarde dolara. Međutim, ta procjena je vjerojatno suviše ambiciozna. I sama uprava kanala predviđa da bi se to moglo ostvari tek u roku od jednog desetljeća. Kojom će se brzinom uložena sredstva nadoknaditi ovisiti će o mnogo činjeni-

¹ Ustava: brana, „lock“, „water-gate“

ca. Najvažnija je stvar što je ekonomski rast Kine opao, a vozarine su na niskoj razini zbog viška brodskog kapaciteta.

Panamska vlada se pak nada da će sjaj i privlačnost važnog povijesnog događaja proširenja kanala moći zasjeniti šok koji je ugled moderne države Paname ove godine pretrpio objavljivanjem skandaloznih tzv. „Panama papira“.

yahoo.com/news/chinese-freighter-inaugurates-newly-expanded-panama-canal-142220470.html

en.wikipedia.org/wiki/Panama_Canal_expansion_project#Locks

Wärtsilä daje porivnu snagu najvećem kruzeru na svijetu

12/05/2016 zaplovio je „**Harmony of the Seas**“, u vlasništvu „**Royal Caribbean International**“. Ovaj brod je trenutačno najveći putnički krstaš na svijetu. Dug je 362 m, ima istisninu od 120.000 tona te kapacitet od 6780 putnika i 2300 članova posade. Sagrađen je u brodogradilištu **STX France** u Saint-Nazaireu. Ovo je treći brod iz „**Oasis**“ klase. Od ranije isporučenih brodova „**Oasis of the Seas**“ i „**Allure of the Seas**“ sagrađenih u Finskoj razlikuje se po tome što je od njih duži za 2,15 m i širi 5,5 m uz odgovarajuće veću istisninu. Brod ima 18 paluba od čega 16 putničkih. Ovaj ploveći hotel od jedne milijarde eura postigao je na probnoj vožnji maksimalnu brzinu veću od 25 čv, a brzina krstarenja mu je 22 čv.

Na ovaj brod Wärtsilä je ugradila svoje dizel-agregate, tunelske potisnike, sustave ispiranja ispušnih plinova, zatim **Wärtsilä „NACOS Platinum“** sustav navigacije i dinamičnog pozicioniranja, a isto tako i Wärtsilä **CCTV** sustave te razna druga rješenja u područjima automatike i elektrike. Također je dogovoren i tehnički menadžment i nadziranje putem **Wärtsilä „Genius“** službe.

Ovaj brod ima relativno mali gaz (oko 9 m) u odnosu na ukupnu visinu. Radi veće stabilnosti broda i komfora putnika povećana je

podvodna širina trupa broda (oko 47 m) koliko je god bilo moguće bez da se povećava gaz.



Na krmi broda vide se „Aqua Theater“ i „Ultimate Abyss“ tobogani – Credit: UNION BEAR, Harmony of the Seas & EN AVANT, author Kees Torn

Naravno, brod ima dizel-električni poriv s 3 × 20 MW **ABB Azipod** zakretna podtrupna potisnika i 4 × 5,5 MW **Wärtsilä CT3500** pramčana tunelska potisnika. Električnu snagu za poriv daju 4 × 13.860 kW **Wärtsilä 12V46DF** i 2 × 18.480 **Wärtsilä 16V46D** četvorokretna srednjohodna dizelska stroja. U svojoj klasi, ovi strojevi imaju najnižu specifičnu potrošnju goriva i izvanredne omjere snage naprama težini ili naprama gabaritima. S ukupnom električnom snagom od preko **92 MW** osim propulzije napajaju se i svi ostali hotelski i drugi potrošači.

Dva Wärtsilä hibridna sustava ispiranja ispušnih plinova predstavljaju najveću ispirnu instalaciju do sada ugrađenu na neki brod. Uređaji rabe morsku vodu za ispiranje i mogu raditi na način otvorene ili zatvorene petlje te zadovoljavaju sve postojeće regulative.

Wärtsilä **NACOS Platinum** sustav navigacije i dinamičkog pozicioniranja je visoko unaprijeđena integrirana plovidbena tehnologija prihvaćena od mnogih kruzerskih operatora.

Wärtsilä „Funa“ ugradio je i druga rješenja za elektriku i automatiku, uključujući i svjetlosna prigušivanja za javne prostore ili za apartmane te „**LED Wall**“ niske rezolucije za kazalište.

[commons.wikimedia.org/wiki/File:Harmony_of_the_Seas_\(ship\)](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Harmony_of_the_Seas_(ship)),

en.wikipedia.org/wiki/Oasis-class_cruise_ship

marineinsight.com/shipping-news/wartsila-powers-worlds-largest-cruise-ship-harmony-seas

Inovativni hibridni CNG-električni trajekt „Texelstroom“



„Texelstroom“ – Picture credit: C-job Naval Architects

Cilj ovog projekta bio je ostvariti čistu, održivu ali ne i preskupu trajektnu vezu između holandskog kopna (Den Helder) i otoka Texel. Uvođenjem ovog inovativnog broda trajektna služba nastoji doprinijeti očuvanju prirodnog bogatstva lijepog ali ranjivog Wadenzee mora. To more je ublježeno u UNESCO-vu listu Svjetske prirodne baštine.

Navedeni zacrtani cilj se ostvario bliskom suradnjom između projektnog i brodograđevnog biroa „C-Job“ – (Hoofddorp) i dizajnerskog studija „Vripack“ – (Sneek). Kao rezultat te suradnje dobio se „Texelstroom“ - trajekt s najnovijim tehnološkim dostignućima i dosjetljivim rješenjima kao što je presjek gornje palube u obliku slova „T“ čime se povećao kapacitet sa 300 na 340 vozila. Iako je novi inovativni CNG - električni hibridni trajekt M/S „Texelstroom“ 5 m viši i širi od njegova prethodnika, ali još uvijek sposoban uvući se u istu usku luku. Klasificirao ga je LR te zbog ojačana trupa ima i ICE klasu za eventualnu plovidbu ledom. Holandska ga je tvrtka TESO („Koninklijke NV Texelse Eigen Stoomboot Onderneming“) sagradila u španjolskom brodogradilištu „La Naval Shipyard“, Sestao u Biskajskom zaljevu.

Radi se o ROPAX trajektu s dva istovjetna kraja i plitkim gazom. Dug je 135,4 m, širok 27.9 m i gazi 4.05 m. Zamijeniti će postojeći stariji trajekt („Schulpengat“) kojega u sljedećoj zimskoj sezoni očekuje obnova. Dizajn

ovog novog trajekta podržan je programom Europske Unije - „I.Transfer“.

Trajekt ima dvije potpuno odvojene strojarnice. Svaka od njih može proizvesti dovoljno snage da se nastavi plovidba morem sve do snage vjetra od 9 Bft. Jedna od strojarnica ima dva ABC dizelska motora (2×2.000 kW) na destilatna goriva, a druga strojarnica dva ABC dizelska motora (2×2.000 kW) na dvojno gorivo, tj. na destilatna goriva i na CNG – stlačeni prirodni plin. Brod se plinom opskrbljuje u postaji za čista goriva tvrtke Pitpoint B.V.

Na oba kraja trajekta instalirani su Rolls Royceovi zakretni podtrupni porivnici. S njima se postiže ekonomiska brzina od 10 čv i maksimalna od 15 čv.

Dodatno, brod ima i slog baterija kapaciteta 1.500 kWh koje se pune preko 462 solarna panela postavljena na gornjoj palubi,



Jedna od strojarnica - Picture credit: C-Job-

La Naval Architect

ili alternativno preko motornih agregata.

Inovativna kombinacija CNG-a i akumulatorskih baterija kojima se hrani električna propulzija nije nikad primijenjena u ovakvom razmjeru. Ne treba ni spominjati sve prednosti koje donosi sagorjevanje stlačenog prirodnog plina u kombinaciji s obnovljivom solarnom energijom.

CNG – prirodni stlačeni plin dugo se već širom svijeta primjenjuje za autobuse i druga cestovna vozila te za lokomotive. Trenutačno, u svijetu ima preko 18 milijuna takvih vozila. CNG

slovi kao najjeftinije, najčišće i sigurno fosilno gorivo koje danas stoji na raspolaganju za strojeve s unutarnjim izgaranjem. Sastoji se uglavnom od metana, a nalazi se povrhn naftnih ležišta. CNG ima niže troškove proizvodnje u usporedbi s LNG-om jer nije potrebno primijeniti skupu tehnologiju hlađenja i posebne kriogene tankove. Ovaj plin se sprema u teške cilindrične ili sferične tankove u plinovitom stanju pod vrlo visokim tlakom (205 do 275 bar). Najveći mu je nedostatak što ima nisku volumetrijsku gustoću energije, 42% u usporedbi s ukapljenim plinom, a 25% s dizelskim gorivom.

Valja naglasiti da je osim propulzije jednaka pažnja posvećena vanjskom i unutarnjem izgledu trajekta te komforu putnika. Pritom su korištene boje i elementi prirode karakteristični za okoliš u kojem brod saobraća. U tome su sudjelovali „Vripack“, „La naval Shipyard“ i „Oliver Design“

vripack.com/portfolio/texelstroom

marinelink.com/news/cngelectric-texelstroom412377.aspx

en.wikipedia.org/wiki/Compressed_natural_gas#Comparison_with_other_natural_gas_fuels

Dovršen prvi dvokretni sporohodni MAN ME-GIE motor na dvojno gorivo - koji troši etan

Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd. (MES) objavio je 29/06/2016 da je dovršen i testiran prvi od tri ME-GIE motora koji kao gorivo troše etan.

Mitsui-MAN B&W 7G50ME-C9.5-GIE je prvi motor iz serije od tri koji će se instalirati u tri **LEG** (Liquefied Ethane Gas) nosača tipa „**ECOSTAR 36K**“ kapaciteta 36.000 koje su naručile njemačka tvrtka „**Hartmann Schiffahrt GmbH**“ iz Leera i norveška tvrtka „**Ocean Yield**“.

Na stranici 27/28 iste ove rubrike možemo pročitati sličnu vijest koja govori o gradnji pet novih **LEG** plinskih nosača tipa „**ECOSTAR 85K**“ kapaciteta 85.000 m³, najvećih LEG nosača u svijetu što su ih skupa naručili „**Hartmann**



Image Credits: corporate.man.eu

„**Schiffahrt**“ i privatna investicijska tvrtka „**Jacar Holdings**“ iz Luxemburga - u njihovom zajedničkom pothvatu nazvanom **UEC (United Ethane Carriers)** s upravom u Singapuru.

Oba ova projekta dizajnira njemačka tvrtka „**HB Hunte Engineering**“ iz Oldenburga, koja nudi usluge u brodogradnji i odobalnoj industriji, a specijalizirana je za dizajn i konstrukciju plinskih nosača i njihovih postrojenja. Čitav osnovni dizajn, što znači kompletnu brodsku strukturu, porivno postrojenje, plinsko postrojenje i plinske tankove za oba tipa ovih tankera urađen je pomoću računalnog programa CADMATIC. Dizajn za 36K već je dovršen i prvi brod već se nalazi u izgradnji u kineskom brodogradilištu **SinoPacific Shipbuilding**, vodećem privatnom brodogradilištu u Kini. Dizajn za 85K još se izrađuje, a već je dovršeno oko 70% do 80% dizajna. Taj tip broda također će se graditi u kineskom brodogradilištu SinoPac Shipbuilding.

ME-GI sporohodni dizelski motor na dvojno (ili višestruko) gorivo predstavlja kulminaciju višegodišnjeg razvoja. Ovisno o relativnoj cijeni i raspoloživosti kao i o okolišnim razmatranjima vlasnici i operator brodova imaju izbor da s istim strojem troše - ili tekuća destilatna fosilna goriva HFO, MDO, MGO i LSMDO - ili plinovito gorivo - ukapljeni prirodni zemni plin (LNG). Do sada je razvijeno više verzija ME-GI motora, primjerice ME-LGI verzija motora koji može trošiti metanol, a ME-GIE (Gas Injection Ethane) je nova verzija motora koji može trošiti etan. Priprema se i verzija ME-LGI motora koja

može trošiti LPG (ukapljeni naftni plin kojim se danas pogone cestovna vozila).

U slučaju 7G50ME-GIE - **G50** tip je razvijen s obzirom na smanjenje proizvodnih troškova, pa ga odlikuje manja težina i kraći je od njegova prethodnika, ali još uvijek razvija istu snagu.

ME-GI motori imaju značajno smanjene emisije stakleničkih i štetnih plinova i skoro zanemariv metanski slip. Ujedno, u dizelskom ciklusu izgaranja ne nastaje formaldehid. Sve u svemu, ME-GI serije predstavljaju tehnologiju brodskog poriva koja je visoko učinkovita, fleksibilna i koliko je najviše moguće naklonjena očuvanju okoliša. Već je naručeno 8 motora ME-LGE verzije, a u izgledu su i daljnje narudžbe.



*Novi inovativni nosač etilena GasChem ECOSTAR 36K
Picture Credit: Hartmann Schifffahrt GmbH*

ECOSTAR 36K verzija ima nadgrađe na pramcu što rezultira optimalnoj raspodjeli težina i reducira količinu balasta. Tzv. „Svelte“ dizajn pramca poboljšava plovnu sposobnost pri većim tranzitnim brzinama, što istodobno smanjuje potrošnju goriva i ispušne emisije. Dizajn pomoću CADMATIC-a uključuje kompletnu razradu 3D strukturalnog dizajna, zatim plinskog postrojenja, strojarnice i porivnog sustava, zatim 3D povezivanja i koordinacije između broda i plinskog postrojenja u području tankova tereta i iznad njega. Kao i u slučaju pet LEG nosača ECOSTAR 85K ova tri LEG nosača od 35K imati će „Star Tri-Lobe“ tankove s kojima se podiže kapacitet tereta za skoro 30%, a primijenjena su i sva inovativna poboljšanja na trupu, propeleru i kormilu. Ovi brodovi imaju tankove izrađene od nikalj-čelika i mogu prevoziti većinu ukaplje-

-nih plinova do najveće sp. težine od 1,8 i na temperaturama od -104°C do $+80^{\circ}\text{C}$ uz tlak u tankovima od 4 bar maksimalno.

Tvrtka „**GasChem Services**“ podružnica Hartmann AG grupacije za prva tri 35K nosača etana osigurala je dogotrajni ugovor s petrokemijskom tvrtkom **SABIC** iz Saudi Arabije koja će u svom „cracker“ postrojenju u Teessideu UK prerađivati etan uvezen iz SAD-a.

„Hartmann Schifffahrt GmbH“ iz Leera je tvrtka za tehnički i ekonomski menadžment svoje vlastite i tuđe flote raznih vrsta brodova s fokusom na plinske i kontejnerske nosače. Etablirala se je kao svjetski lider u segmentu plinskih tankera. Tvrtka je dio Hartmann AG grupacije koja ima razne interese u pomorskom transportu i logistici.

„JaccarHolding“ iz Luksemburga od svog početka 1981. bavila se proizvodnjom šećera i hrane pod imenom **BOURBON**. Ova kompanija je 2001. godine odlučila potpuno se posvetiti djelovanju u offshore pomorskom tržištu i prodala sve drugo. BOURBON je 2011. postao svjetski lider u pomorskim offshore uslugama sa skoro 500 brodova i više od 10.000 djelatnika širom svijeta.

marineinsight.com/shipping-news/worlds-first-two-stroke-low-speed-triple-fuel-gie-engine-completed-mitsuis-tamano-works/

motorship.com/news101/engines-and-propulsion/ethane-fuelled-engine-milestone-for-man

corporate.man.eu/en/press-and-media/presscenter/G50ME-C9-Engine-Successfully-Passes-TAT-239680.html





Otpadna i kaljužna voda s brodova nedovoljno se obrađuje

Otpadna voda („gray water“), fekalna voda („black water“) i kaljužna voda danas se na brodovima obrađuju mnogim metodama, od kojih su najučinkovitiji separator zauljene vode, membranski bioreaktor, ili tehnika obrnute osmoze. Mnogi toksični kemijski sastojci još uvijek ostaju u tim vodama nakon obrađivanja. Ipak, kad se brod udalji od obale te vode se izbacuju u oceane. Činjenica da se to događa, usprkos naoko strogim međunarodnim ili lokalnim propisima, (MARPOL, U.S. EPA, CWA, VGP...), treba u najmanju ruku zabrinjavati nadležne legislativne institucije. I dok je brodarstvo široko zahvaćeno sve strožijom regulativom radi zaštite okoliša, naročito u pogledu ispušnih emisija, balastnih voda, podvodnih premaza ili buke, pitanje otpadnih i kaljužnih voda i dalje se gura pod tepih.

Otpadna voda koja dolazi iz nastambi (tuševi, umivaonici, perilice rublja, kuhinje i usitnjavači hrane) može sadržavati klasične zagađivače okoliša kao što su nonilfenoli, metali, hranjive tvari, površinsko aktivacijske tvari, patogeni uzročnici, ulja, masti, deterdženti i ostaci sapuna. To su štetni sastojci koji su jednako ako ne i više opasni za morski okoliš nego oni što se nalaze u fekalnoj vodi.

Kaljužna voda osim goriva može sadržavati razne štetne tvari kao što su isparljivi i poluisparljivi organski spojevi, istrošena i nova ulja za podmazivanje, sapuni, deterdženti, sredstva za čišćenje tankova ili izmjenjivača topline, otapala, disperzanti, odmašćivači, čađa,

mrvice boje, i talog. Teško da se većina navedenih sastojaka može ukloniti sa postojećom separacijom zauljenih voda skupa s 5 ppm ODM monitorom.

Zbog svega navedenog potrebno je uvesti nove procedure za separatore zauljenih voda i tankove otpadnih voda. Rješenja leže u kombinaciji mehaničkih uređaja i bioloških protisredstava, uz kemijsku obradu.

maritimeprofessional.com/blogs/post/gray-water-and-bilge-water-taking-steps-to-clean-up-the-ocean-15049
posted by John Paparone

Globalni nedostatak kadrova

BIMCO / ICS (Baltic and International Maritime Council / International Chamber of Shipping) u svom petogodišnjem izvještaju objavili su da se u budućnosti predviđa ozbiljan globalni manjak pomoračkih kadrova.

Trenutačni manjak iznosi 16.500 časnika (2,1%), međutim predviđa se da će 2025. godine zatrebati još 147.500 časnika kako bi se pokrile potrebe svjetske trgovačke flote.

Predviđa se stalan dotok časnika, ali to neće zadovoljiti povećane potrebe. Kategorije časnika kojih posebno manjka su strojari na upravljačkim pozicijama i časnici na posebnim brodovima kao što su kemikalci te LNG i LPG nosači.

Izvještaj također navodi da postoji višak od oko 119.000 članova posade (15,8%) dok je potražnja za njima od 2010. narasla samo za 1%.

U međuvremenu smatra se da je Kina nadmašila Filipine kao najveći izvor pomorač-

kih kadrova osposobljenih za međunarodni promet, dok Filipini još uvijek vode u sektoru članova posade. Podaci brodarskih kompanija ipak ukazuju na to da je uloga Kine kao izvora pomoračkih kadrova još ograničena. Filipini su kao i prije jednako važan izvor časnika, zatim slijedi Rusija, a tijesno ih prate Ukrajina i Indija.

[ics-shipping.org/docs/manpower-report-2015-executive-summary](https://www.ics-shipping.org/docs/manpower-report-2015-executive-summary)

I „El Faro“ se upisao u listu većih pomorskih tragedija



s/s El Faro

Prvog listopada 2015 na svom putu za San Juan, Puerto Rico potopio se je brod „**EL FARO**“, roll-on/roll-off i lift-on/lift-off nosač kontejnera zajedno sa kompletnom posadom (33 osobe – 28 Amerikanaca i 5 Poljaka).

s/s El Faro je 30. rujna 2015 u 2:00 isplovio iz Jacksonvillea, Florida za Puerto Rico s teretom od 391 kontejnera i ukupno 294 osobna vozila i tegljača. Prema operatoru broda tvrtki **TOTE Maritime**, zapovjednik je odmah zacrtao kurs koji će držati brod u razumnoj udaljenosti od nastupajuće tropske oluje koja se je tada još nalazila udaljena nekoliko stotina milja istočno. Međutim, oluja se je 30. rujna rano ujutro razvila u snažan orkan 3. kategorije nazvan „**Joaquin**“ koji se je brzinom od 19 čv. kretao jugozapadnim smjerom prema otočju Bahamas, tako da je zacrtani kurs doveo brod unutar 175 Nm od središta orkana. Već tada, oko 07:30 ujutro, samo nekoliko sati nakon odlaska iz Jacksonvillea, brod je još plovio punom snagom i mijenjao kurseve u nadi da

će izbjeći centar orkana („hurricane eye-wall“), ali, nažalost brod i jako nemirno more u blizini središta orkana su se na koncu susreli. Tu su vladali nadasve visoki valovi (6 do 12 m) i vrlo jak vjetar brzine od 185 km/h pa navise

U međuvremenu, zapovjednik El Fara poslao je preko satelita nekoliko obavijesti USCG obalnoj straži. Javio je da je nevjerojatno oštetilo jednu kućicu za ulaz u skladište i da brod krca vodu, zatim da je plavljenje broda zaustavljeno, ali da je brod nagnut oko 15 stupnjeva te, konačno, da je brod potpuno izgubio propulziju te da posada stroja pokušava ali ne može ponovno pokrenuti pogon. Radi se o dva parna kotla i kompaudnoj parnoj turbini ukupne snage 11.150 kW s reduktorom na propelerskoj osovini.

Bez propulzije brod se kao bespomoćna ljuska valjao, oštećivanje se nastavilo i voda je prodirala u brod, sve dok se konačno nije potopio. Posljednja javljena pozicija broda bila je oko 35 Nm sjeveroistočno od otoka **Crooked Island**. Još jedan zanimljiv detalj: Obalna straža uhvatila je jedan jedini signal („ping“) brodskog EPIRB-a („Emergency Position Indicating Beacon“). Pokušaji obalne straže da ostvari daljnju komunikaciju nisu više bili uspješni i to je naznačilo konačan gubitak tog broda. Nestanak broda službeno je proglašen 2. listopada 2015. U širokom području još je uvijek vladalo jako nevjerojatno i slaba vidljivost. Organizirana je opsežna potraga zrakoplovima i USCG kuterima.

Ipak, i u takvim uvjetima, 03. listopada jedan helikopter je pokupio pojas za spašavanje tog broda. 04. listopada vrijeme se malo smirilo i potraga se nastavila uz učešće vojnih zrakoplova i oceanskih tegljača. Jedno neprepoznatljivo tijelo u odijelu za preživljavanje otkriveno je 05. listopada, najvjerojatnije sa istog broda. Pronađeno je još nekoliko neotvorenih odijela, jedna ispuhana splav i teško oštećen čamac

za spašavanje. Istog nadnevka El Faro je službeno proglašen izgubljenim, s vjerojatnošću da se ostaci broda nalaze na dnu mora na dubini od 4.600 metara. 06. listopada dodatna potraga zračnih snaga pokrila je ogromnu površinu mora i pritom je u blizini El Farove konačne pozicije otkrila dva veća polja s ostacima broda. Uvečer, 07. listopada USCG obalna straža je proglasila završetak operacija potrage.

Prijašnji članovi posade El Fara izrazili su čuđenje i šok zbog toga što je brod krenuo na putovanje s takvim nevremenom u njegovu pravcu kretanja. Nasuprot izjavama TOTE-a kako su sve prethodne propisane kontrole pronašle brod u zadovoljavajućem stanju, ovi momci tvrde da je brod bio obična „zahrđala kanta“ koja nije smjela uopće ploviti. Brod je imao probleme s odvodnjom vode sa palube, u kuharevoj kabini voda je stalno curila, brod je bio prekriven hrđom, a paluba puna rupa. Brod je bio u takvom stanju u u kolovozu te godine, dok su oni još bili na brodu.

Brodovlasnik je u međuvremenu ustanovio fond za pomoć obiteljima stradalih pomoraca. Ali, porodica jednog od nestalih članova posade pokrenula je sudsku tužbu protiv brodovlasnika na osnovi njegova nemara, jer je dopušteno da brod nesposoban za plovidbu krene ususret orkanu. Zatražena je odšteta od 100 milijuna dolara.

Pretraga je nastavljena na zahtjev i pismo senatora Billa Nelsona što ga je uputio Državnom odboru **NTSB** („National Transportation Safety Board“). U tom pismu je još zatraženo da se provjere odredbe brodovlasnika Tote Maritime iz Puerto Rica glede postupaka u slučaju jakog nevremena. Isto tako, senator je ustvrdio da su čamci za spašavanje tog broda bili zastarjeli i da nisu odgovarali onim uvjetima u kojima se taj brod našalost našao.

Konačno, u podvodnu pretragu 19. li-

stopada krenuo je brod Američke mornarice USNS „**APACHE**“ opremljen vučenim „pinger“ lokatorom, sonarom za bočnu pretragu i ROV podvodnim vozilom. Nakon mukotrpne pretrage 31. listopada 2015. identificiran je objekt na dubini od 4.600 metara koji odgovara dužini tog broda od 240 m. Objekt leži uspravljeno na dnu i u jednom je komadu. Mnogo više će se saznati ako mornarica uspije izvaditi brodski „Voyage Data Recorder“ (**VDR**), ukoliko to uopće bude moguće sa te dubine.

No, ima još jedna čudna stvar. Naime, prilikom posljednjeg pregleda ovog broda inspektor je odredio preglede oba parna kotla koji su se trebali izvršiti u rujnu 2015. Jedan nezavisni stručnjak je izjavio da su ti kotlovi mogli imati veliku ulogu u gubitku propulzije. Takvi tipovi brodova se ne zaustavljaju sami od sebe, netko je morao iz nekog razloga usred orkana zatvoriti ventil za dovod pare u turbinu, a to ukazuje na to da su nastali neki veći problemi s kotlovima.

en.wikipedia.org/wiki/SS_El_Faro#cite_note-USCGOct3-11
edition.cnn.com/2015/10/20/us/el-faro-ntsb-investigation/index.html
news4jax.com/news/ntsb-el-faros-boilers-needed-service/35943024

en.wikipedia.org/wiki/SS_El_Faro#cite_note-USCGOct3-11
edition.cnn.com/2015/10/20/us/el-faro-ntsb-investigation/index.html
news4jax.com/news/ntsb-el-faros-boilers-needed-service/35943024

Autonomni brodovi

Već se danas u raznim stupnjevima razvoja globalno primjenjuju daljinski upravljani ili autonomni transportni sustavi, bilo to ispod površine mora, visoko na nebu ili pak na cestama. Čak je DNV-GL razradio koncept potpuno električnog autonomnog broda **ReVolt**² za kratke relacije. Već je stiglo vrijeme kad je nužno razmišljati i o autonomnom

² Vidi USV br. 51-52 – Kombinirane brodske propulzije, str. 93

brodskom prijevozu. U Europi su se ozbiljno prihvatili tog posla. U kolovozu 2015. godine završen je europski istraživački projekt „**MUNIN**“, početno iniciran od strane **Waterborne Technology Platform**, a zatim je studija nastavljena od strane njemačkog istraživačkog instituta **Fraunhofer** („Center for Maritime Logistics and Services“ – **CML**). Projekt nazvan **MUNIN** sufinanciran je od strane Europske Komisije (**EC**) sukladno njenom programu „Sedma okosnica“. U **MUNIN** konzorciju sudjelovalo je osam partnera iz sektora znanosti i industrije lociranih u Norveškoj, Švedskoj, Njemačkoj, Islandu i Irskoj, i to: **Fraunhofer CML**, **MARINTEK**, **Chalmers**, **Hochschule Wismar**, **Aptomar AS**, **Marine Soft**, **Marorka ehf** i **University College Cork**.

MUNIN je kratica od „**Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks**“ odnosno „Plovidba bez prisutnosti posade putem satelitskih mreža“. Zanimljivo je kako u nordijskoj mitologiji postoje dva gavrana, **Hugin** i **Muninn**, koji oblijeću svijet i o svim situacijama izvještavaju vrhovnog boga **Odina**, ma gdje se on nalazio.

MUNIN je projekt koji nastoji razviti i provjeriti koncept autonomnog broda, koji je definiran kao brod prvenstveno vođen brodskim automatiziranim sustavima za odlučivanje ali je također kontroliran i preko operatora u kopnevoj kontrolnoj postaji.

Prema **WTP** - „**Waterborne Technology Platform**“ autonomija broda se opisuje kako slijedi:

Modularni upravljački sustavi i komunikacijska tehnologija omogućit će nadzorne i upravljačke funkcije i na brodu i van njega. To će uključivati unaprijeđene sustave za podršku odlukama. Na taj način gradi se sposobnost daljinskog upravljanja brodovima pod polusamostalnom ili potpuno samostalnom kontrolom“.

Ovaj opis podrazumijeva dvije generičke alternative koje postoje u konceptu autonomije broda, a to su:

- „**Daljinski brod**“ - gdje se zadaci upravljanja brodom obavljaju preko mehanizama daljinskog upravljanja, odnosno operatorske osobe smještene na kopnu
- „**Automatski brod**“ - gdje brodski unaprijeđeni sustavi za podršku odlukama poduzimaju sve operacijske odluke bez intervencije operatorskih osoba.

Prema **MUNIN** projektu autonomni brod bio bi simbioza „daljinskog“ i „automatskog“ broda. Isto tako, unutar zamisli o autonomnom brodu i brodu bez posade, obje generičke alternative će se kombinirati primjenjujući holistički pristup.

U Europskoj Uniji brodski prijevoz suočen je s izazovima kao što su značajan porast volumena tog transporta te predviđeno buduće pomanjkanje adekvatno izvježbanih pomoraca što se već danas nazire. Obrazovana europska mladost općenito se danas teško odlučuje na pomoračko zvanje. Koncept autonomnog broda stvara potencijal za rješavanje tog problema. Štoviše, pristup daljinskom upravljanju s kopna omogućuje pojedincima bolji socijalni život jer im skraćuje vrijeme koje oni provode odvojeni od svojih obitelji. Ovaj projekt je uzeo u razmatranje tehnički koncept broda za suhi rasuti teret kao najpogodnijeg za plovidbu bez posade na otvorenom moru i razradio pripadajuću tehničku, ekonomsku i pravnu (legalnu) studiju provedivosti. Bulkcarrier je odabran zato jer prevozi jedan te isti teret od luke do luke što uzrokuje dugo i neprekinuto putovanje preko otvorenog oceana. **Munin** predviđa autonomnu operaciju samo preko dubokog oceana, ali ne u prometno zagušenim ili obalnim vodama. Tada brodu pristupaju i upravljanje preuzimaju par operatorskih osoba.

Putovanje preko oceana ima važan ekonomski aspekt operacijske učinkovitosti. Usto, s obzirom na tržišne prilike najizglednije je da će brod ploviti smanjenom brzinom radi uštede na gorivu.

U suradnji s VTT Technical Research Centre of Finland, zamišljen je budući koncept iskustvenih operacija na zapovjednom mostu (oX) za daljinski upravljane teretne brodove.

Projekt financira Tekes (Finska agencija za financiranje tehnologije i inovacija) i okupit će konstruktore brodova, proizvođače brodske

Huikkonena, glavnog savjetnika Tekesa, ovaj projekt je odlična prilika da se finski pomorski sektor učvrsti kao svjetski lider u tehnologiji daljinskog upravljanja.

Tehnološki dio tima bavit će se daljinskim upravljanjem i autonomijom brodske propulzije, palubnim strojevima, automatikom i upravljanjem općenito. U cilju ubrzanja realizacije projekta gdje god je to moguće koristit će se već postojeće provjerene tehnologije.



opreme i klasifikacijske zavode koji će razmatrati ekonomske, socijalne, legalne, regulacijske i tehnološke čimbenike koji bi mogli utjecati na to da autonomni brodovi postanu stvarnost. Istražit će se i sposobnost opskrbljivačke mreže da u kraćim ili srednjim rokovima komercijalno isporučuje odgovarajući asortiman potrebite opreme. Projekt će okupiti akademske istraživače iz većine finskih sveučilišta, zatim VTT Tehnički istraživački centar Finske, d.o.o. te klaster proizvođača strojeva i opreme, koji uključuje i Rolls Royce, NAPA, Deltamarin, DNV GL i Inmarsat. Prema izjavi Rauilija

Ova slika ilustrira princip funkcioniranja projekta Rolls Royce AAWA – Photo credit: Inmarsat

Projektu se pridružuje i Inmarsat koji će osigurati pouzdanu satelitsku vezu brod-brod i brod-kopno. U podršci sigurnom funkcioniranju daljinskog upravljanja AAWA će provjeriti postojeću tehnologiju glede njene učinkovitosti.

satellitetoday.com/telecom/2015/09/08/inmarsat-joins-rolls-royces-autonomous-ship-project

unmanned-ship.org/munin/about/munin-results-2/worldmaritimeneews.com/archives/165503/rolls-royce-spearheads-study-into-autonomous-ships/



Crtež zamišljenog Rolls Royce autonomog teretnog broda s pogonom na LNG Photo credit: steelguru.com

satellitetoday.com/telecom/2015/09/08/inmarsat-joins-rolls-royces-autonomous-ship-project
unmanned-ship.org/munin/about/munin-results2/worldmaritimeneews.com/archives/165503/rolls-royce-spearheads-study-into-autonomous-ships/

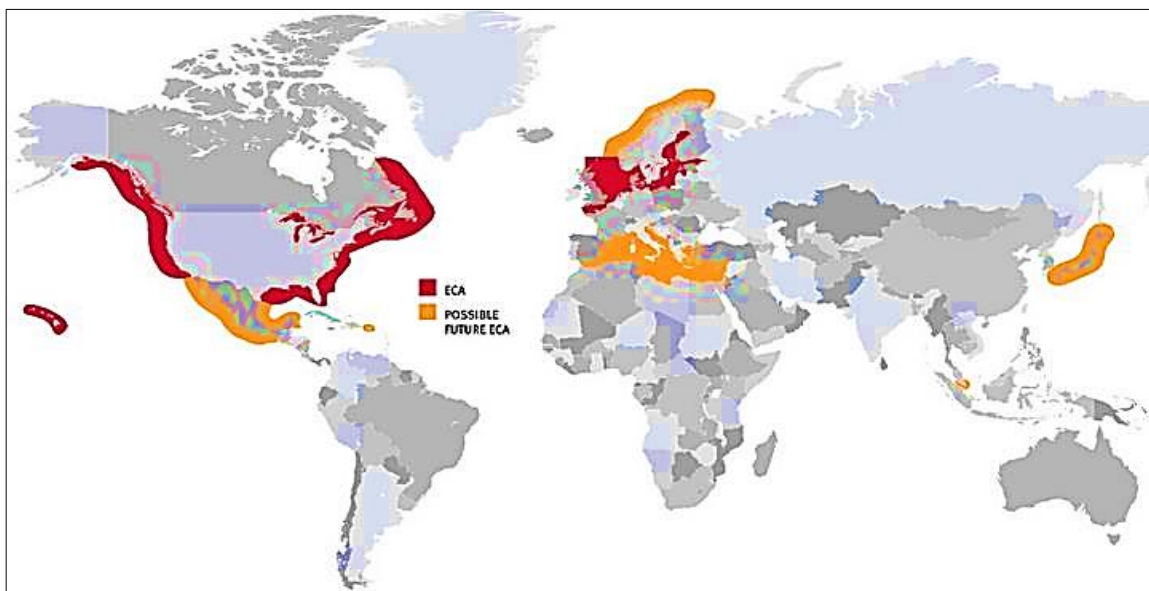
Ispirati ispušne plinove ili ne?

Od siječnja o.g., kad je nastupilo IMO Annex VI ograničenje sadržaja sumpora u gorivu u EC morskim područjima, brodari su suočeni s

ispirnicijama ili pak prijeći na LNG. Od 01. siječnja 2020. pa nadalje Annex VI predviđa ograničenje od 0,05% sadržaja sumpora u gorivu za sva kontrolirana područja, a za ostatak tj. otvoreno more ograničenje od 0,1% sumpora. Predviđeno je da se 2018. godine ovo revidira ili potvrdi. Također se razmatra uvođenje dodatnih područja s kontrolom emisija i to: Meksiko, Mediteran, Norveško more, Singapur i Hong Kong.

Do sada je u brodove ugrađeno oko 300 ispirnika raznih proizvođača od kojih su mnogi prodani brodovima koji saobraćaju u ECA područjima Sjeverne Europe, a dosta njih je ugrađeno u kruzerskoj i trajektnoj industriji u SAD-u i Europi.

Međutim, iz više razloga mnogi brodari su zauzeli stav „pričekajmo pa odlučimo“. Takav stav donosi samo štetu. U broderskoj industriji, gdje male dodatne uštede mogu na dulji rok značiti razliku između poboljšane konkurencije ili gubitka zarade, alternativa s ispira-



odlukom da li se prebaciti na niskosumporna goriva od 0,1% sumpora ili primijeniti alternativna rješenja kao što su sustavi za pročišćavanje ispušnih plinova („Scrubbers“ –

Sadašnja i naredna ECA područja – Image credit Dupont UK

njem može puno pomoći.

Prelazak na LNG kao gorivo smatra se obećavajućim rješenjem. Međutim, visoki početni troškovi preinake, (ne)dostupnost LNG-a na nekim područjima te zasada skromne mogućnosti bunkeriranja sprječavaju da se takva alternativa masovnije prihvati, tako da ispiranje ispušnih plinova još uvijek ima znatnu prednost. Postoje dvije vrste „mokrih“ ispirnika; sa otvorenim ili zatvorenim petljom.

Sustav otvorene petlje rabi morsku vodu sa samo jednim protokom kroz uređaj. Takav dizajn zahtijeva manje opreme i kontrolnih uređaja, ali potrebne su veće cijevi i pumpe.

Ispirni toranj je izrađen od skupljih slitina koje mogu podnijeti niži pH u sustavu. Vrijednost pH kontrolira se količinom morske vode koja protječe kroz sustav. U ispirniku morska voda raspršena u vrlo fine kapljice dolazi u kontakt s ispušnim plinovima te apsorbira SO_2 . Apsorbirani SO_2 reagira s vodom i tvori sumporastu kiselinu. Ta kiselina se razgrađuje u bisulfite koji se dalje rezgrađuju u sulfite i sulfate. Prije nego se takva voda izbacila u more tretira se alkalnom otopinom kako bi se zadovoljili IMO-ovi zahtjevi glede zagađivanja okoliša.

Sustav zatvorene petlje je dizajniran za brodove koji plove rijekama ili u vodama s vrlo niskim alkalinitetom. Ovaj sustav koristi svjež vodu kojoj je dodana određena količina sode kaustike (NaOH) kao reagenta koji uklanja SO_2 iz struje ispušnog plina. Kaustična otopina stalno cirkulira između svog tanka i ispirnika (zatvorena petlja). To je mnogo učinkovitije od morske vode jer je potrebna količina vode dosta manja nego u sustavu otvorene petlje, pa su cijevi ventili i pumpe mnogo manji i troše manje energije.

Nažalost, otopina u sustavu brzo se zasiti spojevima sumpora i muljem. Stoga se mali dio otopine stalno drenira i nadomješta

svježom vodom. Također, treba dodavati svjež vodu i radi isparavanja koje nastaje u ispirnom tornju u dodiru s vrućim plinovima.

U ovom sustavu visoku koncentraciju polutanata prije izbacivanja izvan broda treba obraditi pročišćavanjem pomoću filtriranja ili centrifugiranja. Jedna od važnijih prednosti ovog sustava je da može biti konstruiran od običnog nehrđajućeg čelika jer se pH vrijednost lako kontrolira. Naravno, potrebna je stalna kontrola razine klorida u soluciji koja cirkulira.

Postoji i treći sustav mokrog ispiranja, tzv. **Hibridni sustav**, odnosno kombinacija sustava otvorene i zatvorene petlje. Prednost takvog sustava je što u rijekama i lukama radi sa svježom vodom, a na otvorenom moru se prebacuje na rad s morskom vodom. Time se smanjuje utrošak kaustike te na dulji rok smanjuju ukupni troškovi.

Ispušne emisije se nadziru automatski preko osjetnika smještenih u dimnjaku nad ispirnikom, gdje se stalno mjeri SO_2 i CO_2 i očitava na **CEM** kontrolnom displeju. U CEM panelu mjereni podatci se arhiviraju skupa sa podatcima izmjerenim u izlazećoj vodi iz ispirnika (nadziru se: sadržaj PAH-a, tj. polikličnih aromatskih ugljikovodika, zatim pH vrijednost te zamućenost vode). Ujedno se arhivira i pozicija broda preko GPS-a. Svi ti podatci su neizbrisivi i služe za valjano dokazivanje prilikom kontrole nadležnih vlasti.

Kad se sve sabere, što reći nego da je uspješnost mokrog ispiranja ispušnih plinova već odavno dokazana. Procjenjuje se da je više od 70% ispitanih brodova prikladno za naknadnu ugradnju ispirnika svih vrsta. Potrošnja energije za ispiranje iznosi najviše 5 % porivne snage. Operativni troškovi ispiranja ispušnih plinova se nadoknađuju razlikom cijene između HFO goriva i goriva s vrlo niskim sadržajem sumpora.

U svakom slučaju, cijena ugradnje ispirnog sustava ipak ne predstavlja odlučujući

čimbenik. Najvažnija je potencijalna ušteda na operativnim troškovima. Što je veći porivni stroj veća je i potrošnja goriva. Dakle, tako raste i mogućnost uštede, ali i troškovi ugradnje ispirnog sustava.

Shodno tome, naknadna ugradnja ispirnog sustava je opravdana. Povratak uložених sredstava ostvarit će se u roku od dvije godine zbog već spomenute razlike u cijenama goriva koja se ubuduće može samo povećavati.

Zbog izvjesnih početnih problema u nekih proizvođača osnovana je **EGCSA** („Exhaust Gas Cleaning Systems Association“) gdje su se proizvođači obvezali na vrlo visoke standarde pouzdanosti njihovih proizvoda. Članovi ove udruge s dugogodišnjim iskustvom već su isporučili mnoge svoje ispirnike vrlo renomiranim brodarima. Pokazalo se da ti ispirni sustavi izvrsno funkcioniraju.

Autor ovog napisa Nicolas Confuorto glavni operativni časnik tvrtke CR Ocean Engineering LLC i predsjednik EGCSA u Londonu smatra da ispirni sustavi ispušnih plinova mogu uštedjeti značajna sredstva ukoliko brod operira u nekom ECA području više od 40% vremena u odnosu na cijelo putovanje.

bulkforum.com/?page=25&news=73&history=archive
Maritime Reporter and Engineering News Magazine
September 2015, „To scrub or not to scrub“, page 20-24
by Nicholas Confuorto
marinelink.com

Na okruglom stolu brodarske udruge razmatraju prijetnje zlonamjernih napada na sigurnost brodskih upravljačkih sustava

Zaštita protiv zlonamjernih hakerskih napada na brodske elektronički upravljane sustave postala je velika briga za brodarstvo širom svijeta.

Stoga su za okrugli stol sjeli predstavnici brodarskih organizacija BIMCO, ICS, Intercargo i Intertanko radi rasprave o ovoj temi. U raspravi je sagledano koje ranjivosti postoje, oblici u kojima se ovakve prijetnje mogu pojaviti te kakve zaštitne korake treba poduzeti glede toga. Okrugli stol je izvijestio IMO o rezultatima svojih razmatranja ovog vitalnog problema i o koracima koje brodarska industrija kani poduzeti da bi zaštitila ranjivost brodskih nadzornih i upravljačkih sustava.

Postoje brojne ranjivosti tih sustava, a prijetnje treba očekivati u bilo kojem trenutku. Svi važni sustavi na suvremenim brodovima su nadzirani i upravljani svojim softverima; to vrijedi za porivne i pomoćne strojeve, kotlove i navigaciju, kao i za balastnu vodu te opremu za rukovanje teretom. Zaštita brodskih sustava predstavlja zbir kompleksnih zadataka i ne sastoji se samo od korištenja „firewall“-a ili instaliranja softvera za zaštitu od virusa.

Okrugli stol već radi na razvoju standarda te naputaka brodarima i operatorima vezanim uz zaštitu od hakerskih napada. Teme su: upravljanje pristupanja korisnicima, brodski zaštitni sustavi, uspostava protukriznog plana te svladavanje incidenata kad se pojave.

Okrugli stol preko BIMCO-a i CIRM-a (Comité International Radio-Maritime) u završnoj je fazi izrade standarda za održavanje i nadogradnju programabilnih elektroničkih sustava.

Svi ovi standardi međusobno su povezani i savjetuju zainteresirane strane u pomorskoj industriji kako bi trebalo razvijati, upravljati, ažurirati i zaštititi računalski zasnovane sustave na brodovima.

Standardi koji se pripremaju namijenjeni su da omoguće proizvođačima opreme, servisnom osoblju, brodogradilištima, vlasnici-

ma brodova i operatorima kao i samoj posadi da zaštite sigurnost rada i rukovanja elektroničkim sustavima na brodovima, a sve u cilju sprječavanja rastuće prijetnje upadanja kriminalaca u te sustave.



worldmaritimeneews.com/archives/157909/shipping-associations-tackle-cyber-security-threats/

U Kini se gradi poseban brod za eksploataciju minerala sa morskog dna

PSV („Production Support Vessel“) bit će prvi brod na svijetu koji je izgrađen za eksploataciju minerala s morskog dna. **Rolls Royce** će za pogon ovog broda dugog 227 m i širokog 40 m isporučiti 6 agregata sa dizelskim srednjohodnim 9-cilindarskim motorima tipa **B33:45L9** od 5.000 kW koji će uz pomoćni agregat brodu osigurati potrebnu snagu od 31,4 MW. Radi se o novim tipovima motora dizajniranim da pokriju široku lepezu brodova. Što se tiče potrošnje goriva dosta su štedljivi, SFOC iznosi samo 175 g/kWh. Svaki stroj će biti opremljen selektivnom katalitičkom redukcijom (SCR) i zadovoljavat će



Sea Bed Minerals - Production Support Vessel (PSV), picture credit: Marine Assets Corp

IMO Tier III ograničenja, pa će brod moći djelovati i u područjima s kontroliranim ispušnim emisijama (ECA). Brod će za radove u podmorju biti opremljen s jednom AHC 200 t dizalicom i jednom brod-brod 100-tonskom dizalicom. Kao dinamički pozicioniran brod nosit će klasifikaciju ABS DPS-2 EHS-F. Proviđen je s komfornim nastambama za 180 osoba. Rolls Royce će s motorima isporučiti i tri gondolska usmjeriva potrupna potisnika od 3.000 kWe svaki, dva pramčana izvlačiva i usmjeriva potisnika te dva 200 kWe pramčana tunelska potisnika.

Projekt eksploatacije ležišta „**Solwara 1**“ nalazi se u teritorijalnim vodama Papue Nove Gvineje (PNG) u Bismarckovom moru, južno od Nove Irske. Površina tog sedimentnog ležišta iznosi samo 0,112 km², što ugrubo iznosi površinu od 15-ak ragbi igrališta. Projekt je prethodno intenzivno istražen pomoću ROV ronilica, zatim batimetrijskim ispitivanjima, uzimanjem uzoraka i bušenjem u jezgu ležišta.

Brod kojeg je dizajnirala singapurska tvrtka „**Sea Tech Solutions**“ za tvrtku „**Marine Assets Corporation**“ (**MAC**) iz Dubaija gradit će se u kineskom brodogradilištu „**Fujian Mawei Shipbuilding Ltd.**“ u Fuzhou i bit će isporučen koncem 2017. Brod će biti iznajmljen pod „long term charter“-om (minimalno 5 godina) kanadskoj tvrtki „**Nautilus Minerals**“ s najamninom od 200 tisuća dolara na dan. Brod će na dubini od 1.600 metara sa morskog dna vaditi naslage „**nodula**“ s metalnim sulfidima visoke čistoće, iz kojih se dobija bakar, zlato, srebro i drugi vrijedni metali. Tzv. „**noduli**“ su ustvari gomo-ljaste nakupine sulfida grubo okruglastog oblika. Veličina im je od najsitnijih pa do nekoliko centimetara promjera. Eksploatacija ležišta realizirat će se pomoću divovskih proizvodnih alata nazvanih „**Seafloor Productions Tools**“ (**SPTs**).

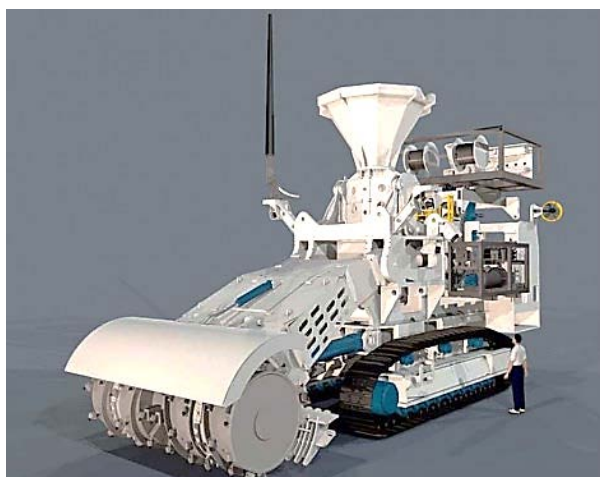
U bliskoj suradnji s Nautilus Minerals

rade se tri daljinski upravljane eksploatacijske naprave. To je „**Initial Cutter**“ – podvodni daljinski upravljani robot koji siječe površinu dna na rovove i tako priprema grubo morsko dno za mnogo jačeg podvodnog daljinski upravljanoj ekskavacijskog robota nazvanog „**Bulk Cutter**“ (vidi sliku) teškog 250 tona čiji je veliki poprečni ekskavatorski bubanj električno pogonjen snagom od blizu 1 MW! Treći pomični, daljinski upravljani robotski uređaj je sustav za sakupljanje i podizanje iskopanog materijala pomiješanog s morem nazvan „**Collection machine**“. Taj uređaj sa unutarnjim pumpama prikuplja iskopanu rudaču pomiješanu s morem i tu „kašu“ jakom uronjenom pumpom preko „rise-ra“ šalje u skladište smješteno po sredini površinskog broda – PSV-a. Tu se voda odvaja od rudače i izbacuje natrag u more. Skladište je opremljeno sustavom rukovanja teretom radi odvoza iskopane rudače „bulk carrierima“ na preradu. Procjenjuje se da će minimalna količina na ovaj način iskopane rudače iznositi milijun tona godišnje!

Dijelovi ekskavatorskih mašina proizvode se u Caterpillaru u Engleskoj te po nekim drugim europskim tvrtkama. Mašine se sastavljaju, opremaju i ispituju u škotskoj tvrtki „**Soil Machine Dynamics Ltd.**“ - **SMD** u njenom proizvodnom pogonu Walsend na rijeci Tyne. SMD je svjetski vodeća tvrtka za proizvodnju daljinski upravljanih strojeva koji rade u nepovoljnim uvjetima. U ovom slučaju to je podmorje. PSV brod je opremljen jakim „A“ okvirima i vinčevima za spuštanje tih strojeva na morsko dno i njihovo podizanje. Poslije mnogo oklijevanja i pregovaranja vlada Papue Nove Gvineje (PNG) je kanadskoj tvrtki Nautilus Marine odobrila koncesiju za eksploataciju „Solwara 1“ ležišta uz određeno učešće u profitu preko domaće tvrtke koja će zajednički sudjelovati u projektu.

Mnogi se tome i takvim projektima

oštro protive. Prvi koji protestiraju su žitelji s obližnje obale u strahu da će ti ogromni strojevi koji podsjećaju na kakav film iz znanstvene fantastike kada počnu rovati po morskom dnu i jako zamute more, stvarati ogromnu buku i zatrovati vodu pa će ribe odatle pobjeći. Njima ribarenje predstavlja osnovu opstojnosti.



Bulk Cutter for „Solwara 1“ projekt

credit: subseaworld.news

Razne ekološke organizacije i mnogi znanstvenici širom svijeta jako su zabrinuti da će eksploatacija minerala s morskog dna uništiti ravnotežu „geotermalnih odušaka“ – tih osjetljivih morskih ekosustava oko kojih se stalno nakupljaju naslage mineralnih sulfida, ali i živi organizmi. Ti geotermalni odušci na dnu mora nalaze se inače blizu aktivnih vulkana. Njihovi eko-sustavi nisu još dovoljno istraženi niti dovoljno proučeni, i ne zna se kakav učinak može nastati kad se oni poremete.

Međutim, nitko ne može zaustaviti ljudsku pohlepu za zaradom i glad današnje civilizacije za preciznim metalima bez kojih se ne može ni zamisliti postojeća elektronička i informatička tehnologija koja je u stalnoj ekspanziji.

Primjerice, u ležištu „Solwara 1“ sulfidne nakupine sadrže 10 puta više bakra i zlata (7 % bakra i 6 grama zlata po toni) nego što je prosječni sadržaj u kopnenoj rudači

(manje od 6 % bakra, ali samo 1,2 grama zlata po toni rudače).

U Nautilusu obećavaju kako će zaobilaziti geotermalne oduške i da će stalno voditi računa da njihove operacije što manje remete habitate živog svijeta na dnu mora.

Zanimljiva novost je da su se nedavno Kinezi dokopali škotske tvrtke „Soil Machine Dynamics“ – SMD otkupivši je preko tvrtke u Hong Kongu od sadašnjeg vlasnika za iznos od 120 milijuna HK funti. Tako je SMD postao dio kineske korporacije „CSR Corporation“ i zajednički će raditi na razvoju podvodne opreme.

worldmaritimeneews.com/archives/155733/rolls-royce-to-power-worlds-first-seabed-mining-vessel/
ramumine.wordpress.com/tag/fujian-mawei-shipbuilding/
ship-technology.com/projects/marine-assets-corporations-mac-seabed-mining-vessel/
subseaworldnews.com/2013/07/03/bulk-cutter-for-solwara-1-project-arrives-at-smds-facility-in-uk/
smd.co.uk/news/bulk-cutter-arrives-on-tyneside.htm

Sadašnja situacija s vozarinama jako loša

Smanjenje kineske industrijske proizvodnje uzrokovalo je smanjenu potrebu za uvozom nafte i suhih rasutih tereta što danas na tržištu stvara velik višak brodova za rasuti teret.

Baltic Echange (glavni indeks vozarina) u studenom 2015. je pao na dosad najnižu razinu. Naime, taj indeks je prije početka financijske recesije 2008. iznosio 11.793 bodova da bi sada pao na samo 498 bodova; u postotcima pao je čitavih 95%.

Da bi se tržište donekle sredilo mora se izrezati što više starih brodova, prestati graditi nove brodove i još više odlagati rokove isporuke već naručenih novogradnji. Za to je potrebno dosta vremena, pa su svi izgledi da se ova situacija neće promijentni ni u 2016. godini, može se samo još više pogoršati. U međuvremenu, brodari se bore da uz gubitke ipak nekako

prežive i dočekaju oporavak tržišta i svjetske ekonomije u cjelini. Izgledi za opstanak imaju samo najjači, dok većina malih brodara vjerojatno neće moći preživjeti.

Slična je situacija i na kontejnerskom tržištu. Ipak, prema nekim mišljenjima tu postoje izgledi da se situacija promjeni nabolje u 2016.-oj.

www.marinelink.com/news/shipping-warning-economy401144.aspx - by Jonathan Saul

Uljanikovi svjetleći divovi

U svijetu priznati stručnjak za iluminaciju Dean Skira iz Pule je još 2000. godine imao ideju osvjetljavanja divovskih dizalica u Uljanikovom brodogradilištu. Ta je ideja napokon oživotvorena, a prvo javno prikazivanje održano je pred oko 10 tisuća gledaoca 05.05.2014.

Za ravjetu 8 velikih Uljanikovih dizalica korištena je najnovija Philipsova **RGB LED** tehnologija, uz prateću sofisticiranu elektroniku kojom se daljinski upravlja svjetlima i scenografijom. Ta rasvjetna tijela mogu proizvesti 16 tisuća različitih varijanti boja i intenziteta. Svako od ukupno 46 montiranih tijela teži oko 40 kilograma i ima 64 neovisna pixela. Osvjetljavanje je popraćeno sa zvučnim efektima, uz jedinstveno programirani libretto koji sadrži glazbu Johna Williamsa, Sergeja Prokofjeva, The Cinematic Orchestra i Daft Punka.

Dizajner Skira je ovaj svoj projekt ustupio besplatno Turističkoj zajednici Pula. Uljanik je izradio nosače i postavio rasvjetna tijela, a Philips je prodao tijela uz popust od 35%. Financiranju ovog projekta pridružili su se sponzori iz Pule te Ministarstvo turizma sa 300 tisuća kuna. Tako grad Pula i njene građane ovaj jedinstveni vizualni i audio spektakl nije koštao ništa. Godišnji utrošak energije je zanemariv, više potroši jedna dizalica za startanje i šetanje



Credit: istarski.hr

po šinama.

Tvrtka Philips je svjetleće divove Uljanika uvrstila među 15 najboljih svjetskih svjetlećih instalacija.

glasistre.hr

[youtube.com/watch?v=VijTINxUIVU&nohtml5=false](https://www.youtube.com/watch?v=VijTINxUIVU&nohtml5=false)

Rusi izrazili želju za gradnju trgovačkih brodova u Brodosplitu

Ruski veleposlanik Anvar Azimov 30/03/16 u pratnji Josipa Eterovića počasnog konzula Ruske Federacije u RH posjetili su Brodograđevnu Industriju Split. Oni su se sastali s predsjednikom uprave Tomislavom Debeljakom i direktoricom prodaje Teutom Duletić.

Tom prilikom razgovaralo se o prijašnjoj suradnji Rusije s ovim brodogradilištem te o izvršnoj kvaliteti brodova izgrađenih u njemu.

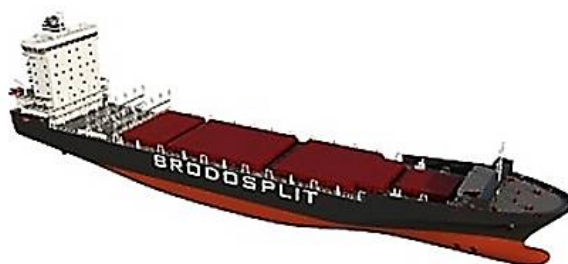
Veleposlanik Azimov je upoznao sugovornike s programom obnove ruske flote i iskazao želju da podupru i vide Brodosplit kao partnera i kao jedno od brodogradilišta koje će sigurno zadovoljiti sve njihove kriterije.

Tomislav Debeljak i Teuta Duletić upoznali su veleposlanika Anvara Azimova sa sadašnjim proizvodnim mogućnostima splitskog škvera i predstavili neke od novijih projekta te iznijeli planove budućeg razvoja. U obilasku škvera pokazane su trenutačne aktivnosti koje se odvijaju u brodogradilištu.

Tomislav Debeljak ukazao je na to da je u ruskim brodarskim krugovima dobro poznato ime

Brodosplita, jer je u razdoblju od 1965. do danas za ruske naručitelje izgrađeno 56 brodova visoke kvalitete. Istaknuo je i dobre odnose škvera s kompanijama iz Ruske Federacije što dokazuje i nedavni posjet predstavnika „Sudoexport“-a.

Njegova ekscelencija veleposlanik Azimov je istaknuo kako se je u razgovorima i obilaženjem škverskih pogona uvjerio da je Brodosplit spreman i sposoban sudjelovati u velikom projektu obnove ruske trgovačke flote.



dalmacijanews.hr/clanak/6jsr-ruski-veleposlanik-nakon-ad-plastika-posjetio-i-brodosplit#/clanak/6jsr-ruski-veleposlanik-nakon-ad-plastika-posjetio-i-brodosplit

Velike kontejnerske tvrtke stvorile savez za zajedničko korištenje brodova i usluga

Oko 90% svjetskih dobara razvozi se morem, od toga preko 70% u kontejnerima. Oko 90% čvrstih nerasutih roba razvoze se oceanima u kontejnerima, uključujući dijelove strojeva, elektroniku, papir, pneumatike, cipele, kovinski ili papirni otpad, odjeću, automobilske dijelove, igračke, hranu, pića, kemikalije, tekstil, pokućstvo, kućanske aparate te brojnu drugu robu.

Najfrekventnije kontejnerske linije koje razvoze svu moguću robu od banana do iPhone-a danas se suočavaju s viškom raspoloživog brodovlja, posustalim globalnim gospodarstvom i, općenito, slabijom potražnjom robe.

Južnokorejski brodar „Hyundai Merchant Marine Co. Ltd.“ objavio je u lipnju o.g. da je potpisao prethodni ugovor o njihovu pristupu u

„2M Savez“ za međusobnu razmjenu brodova i usluga kada je to korisno jednima ili drugima („vessel-sharing“), a koji već postoji („2M carriers“) između „Maersk Line“ i „Mediterranean Shipping Co.“ (MSC) dvije najveće svjetske kontejnerske tvrtke.

Pristup ovom savezu koji će stupiti na snagu u travnju 2017. bio je jedan od preduvjeta koji su tražili vjerovnici u procesu restrukturiranja duga visoko zadužene tvrtke Hyundai Merchant Marine. U toj tvrtki se nadaju da će taj pristup ojačati njihovu ponudu usluga i da će smanjivanjem troškova postići bolju konkurentnost.

Primanjem ovog novog člana u svoj savez „2M carriers“ će imati koristi zbog ojačane servisne konkurencije u Aziji i poboljšanog pokrivanja mreže Trans-pacifičkog područja.

visionproject.org/images/img_magazine/pdfs/international_shipping.pdf

marinelink.com/news/merchant-alliance-hyundai412569.aspx

Nevolje s dronom

Dok je nedavno jedan brod prolazio Sueskim kanalom s njega je lansirana minijaturna daljinski upravljana letjelica (dron) sa fotokamerom u namjeri da se snimi prolaz broda kroz kanal. Nedugo nakon lansiranja letjelice kanalske vlasti su zatražile od zapovjednika da zaustavi brod i obori sidro. Slijedila je inspekcija broda i tom prilikom zaplijenjena je letjelica i njena memorijska kartica, a brod je zadržan do daljnega zbog očekivanog naknadnog ispitivanja nadležnih egipatskih vlasti.

Zasad nema općih ili međunarodnih propisa koji bi odredili pravila uporabe ovih letjelica. Prema „European Aviation Safety Agency“ (EASA) moraju se poštivati temeljni nacionalni sigurnosni zakoni, ali oni se razlikuju od zemlje do zemlje. Ipak, kao i svaka druga letjelica ili zrakoplov, dron mora uvijek letjeti na

siguran način, bilo u odnosu na druge letjelice, bilo u odnosu na ljude ili objekte na zemlji.

Osnovna je namjera tehnologije dronova njihova primjena u razne korisne svrhe. Primjerice, u brodarskoj i lučkoj industriji dronovi se već primjenjuju na razne korisne načine. Međutim postoji i vrlo realna bojazan da se oni mogu koristiti i u terorističke svrhe - kao oružje ili za uhođenje. Zbog toga, u ovom slučaju prolaženja broda kroz Sueski kanal, lansiranje letjelice radi snimanja broda kroz kanal egipatske vojne vlasti mogle su ocijeniti kao prijetnju nacionalnoj sigurnosti. U svakom slučaju, vlasnik tog broda imat će velike neugodnosti, a o materijalnoj šteti da se i ne govori.

marineinsight.com/shipping-news/vessel-detained-suez-canal-launching-drone-photography



Rukovanje dizelskim gorivima niskog sadržaja sumpora

1. UVOD

Institucije međunarodne zajednice odavno su prepoznale emisije sumpornih dioksida kao glavnog zagađivača zraka štetnog za ljude i okoliš. Međunarodna pomorska organizacija (IMO) u Aneksu VI MARPOL-a odredila je stroga ograničenja emisija sumpornog dioksida s brodova putem rigoroznog ograničenja sadržaja sumpora u gorivu. Ta su se ograničenja postupno uvodila u europskim posebno zaštićenim područjima („Sulphur Emission Control Areas” – SECAs). Od 1. siječnja 2015. ograničenja su se spustila na samo 0,1 težinskog postotka sumpora u gorivu. Ovo također vrijedi i za sjevernoamerička zaštićena područja (CARB/ECAs).



Blue areas highlight the Emission Control Areas (ECAs) where vessels need to meet special SO_x limits (Status Nov. 2013)

Mapa sjevernoameričkih i europskih zaštićenih područja (Courtesy: Hapag-Lloyd)

Za brodare ovi su propisi značili pravovremeno donošenje jedne od slijedećih odluka:

a.) U tim područjima koristiti destilatno niskosumporno gorivo, (u daljnjem tekstu: „NS gorivo”). Za mnoge izazove koje uporaba takvog znatno skupljeg goriva donosi nužno je pronaći i primijeniti prikladna rješenja.

b.) Umjesto uporabe NS goriva primijeniti tehnologiju obrade brodskih ispušnih emisija putem ispiranja („scrubbing”) kako bi se sadržaj ispušnih plinova dovelo u sklad s novim limitima u zaštićenim područjima. Tehnologija ispiranja ispušnih plinova već postoji i učinkovita je, ali je dosta skupa, pogotovo kad se naknadno ugrađuje. Tim postupkom treba obuhvatiti sve brodske ispušne plinove uključujući i pomoćne dizelske motore, kao i kotlove ložene tekućim gorivom. Ušteda koja se na ovaj način postiže zasniva se na razlici u cijenama između HFO i NS goriva. Ta se razlika u travnju 2015. kreće negdje između 230 i 370 \$ po toni. Procjenjuje se da bi se povrat investicija uloženi u ispirnu tehnologiju mogao ostvariti u roku od 1 do 3 godine. Kada od 1. siječnja 2020. nastupi ograničenje sadržaja sumpora u gorivu na 0,5% za sva svjetska

mora i oceane onda ovaj način obrade ispušnih plinova može biti vrlo povoljan i uz najmanje rizika.

c.) Okrenuti se prema uporabi LNG-a kao alternativnog goriva koje čisto izgara. Međutim, dostupnost, cijena preinake, kao i troškovi opskrbe odredit će svrsishodnost takvog rješenja. Inače, skladišni tankovi LNG-a se uobičajeno smještaju na palubu ispred nadgrađa da ne bi zauzimali teretni prostor.

d.) Odabrati rješenje dodavanjem odgovarajućih aditiva u brodska NS goriva shodno iskustvima iz kopnenog transporta. Prema tvrdnjama proizvođača aditiva, na ovaj način se izbjegavaju skoro sve poteškoće. Vrijeme će pokazati koliko je to učinkovito, ili isplativo.

2. SVOJSTVA GORIVA S VRLO NISKIM SADRŽAJEM SUMPORA

2.1 Niski viskozitet – Propisi zahtijevaju primjenu **destilatnog** NS goriva kao što je, primjerice, NS plinsko ulje (NS MGO) na postrojenjima što su u osnovi konstruirana za rad na HFO koje je u biti **rezidualno** gorivo. NS plinsko ulje ima viskozitet koji je puno niži nego što ga ima uobičajeno plinsko ulje s normalnim sadržajem sumpora. Po postojećim normama viskozitet NS goriva ne smije biti niži od **2,0 cSt** pri radnoj temperaturi. Većina NS goriva danas na tržištu imaju viskozitet u nižem dijelu dozvoljenog viskozitetnog raspona (1,5 do 6,0 cSt na 40 °C) kako je određeno u **ISO 8217:2010** standardu brodskih NS goriva. Ako se ne primijeni hlađenje NS goriva radna temperatura će se prilikom prebacivanja neminovno popeti iznad 40 °C. Isto tako, radi niskog viskoziteta takvog goriva imat ćemo i pojačana curenja na pumpama goriva i povećan protok goriva kroz sapnice, prigušnice i rasprskalice, sa svim lošim posljedicama koje takve negativne pojave donose.

2.2 Podmazivost – Druga stvar izravno vezana uz niski viskozitet NS goriva je pitanje podmazivosti. Sa smanjenim viskozitetom smanjuje se i podmazivost pa, kao rezultat, elementi s malom zračnošću koji se podmazuju gorivom kao npr. klipovi pumpi za ubrizgavanje goriva bit će uslijed malih zračnosti izloženi nedovoljnom podmazivanju i zaribavanju.

2.3 Kiselost – Smanjivanjem sadržaja sumpora smanjuje se i kiselost goriva. Radi poboljšanja performansi stroja za neutraliziranje te kiselosti služe ulja za podmazivanje cilindara s visokim baznim brojem („Total Base Number“ – TBN). Pri duljoj uporabi NS goriva zbog opasnosti povećanih naslaga produkata izgaranja u cilindrima potrebno je primijeniti odgovarajuće cilindarsko ulje sa sniženim TBN kako bi se izbjegle štetne posljedice za stroj.

2.4 Točka zapaljenja (flash point) - NS goriva s vrlo niskim sadržajem sumpora katkada mogu imati dosta nisku točku zapaljenja („flashpoint“) koja čak zna biti i ispod dozvoljenog limita za brodska goriva (**60 °C** - po SOLAS-u II-2 reg - 15), što nije dozvoljeno. Od četiri normirana NS goriva jedino **DMX** ima tu točku nižu od 60 °C. NS goriva s visokom točkom zapaljenja po postojećim propisima jedino mogu poslužiti za dizelski generator u nuždi smještenim sa svojim tankom u posebnoj prostoriji izvan strojarnice.

2.5 Kvaliteta paljenja i izgaranja – U NS goriva radi njihove prirode i niskog viskoziteta često dolazi do slabog ili zakašnjelog paljenja te nepotpunog izgaranja sa svim teškim posljedicama koje te pojave mogu prouzročiti. Ovo se posebno odnosi na srednjohodne i brzohodne motore koji su jako osjetljivi na kvalitetu paljena i izgaranja. Zbog toga se ne možemo pouzdati na konvencionalne parametre za predviđanje indeksa kvalitete paljenja („Calculated Carbon Aromaticity Index“ - **CCAI**) navedenog u bunkerskim specifikacijama. Ukoliko je to

moguće taj se indeks preporuča utvrditi analizom u nekom od renomiranih laboratorija prije isporuke takvog goriva na brod.

2.6 Katalitičke čestice – Dosadašnji raspoloživi podaci ukazuju na to da neka goriva s vrlo niskim sadržajem sumpora mogu imati povećan sadržaj finih katalitičkih čestica zaostalih u gorivu nakon rafiniranja, kao što su aluminijski i silicijev oksidi. Znamo da su to vrlo fine, tvrde i nesagorive čestice koje ako se ne uklone mogu izazvati zaribavanje klipova VT pumpi za ubrizgavanje i igala na rasprskaćima te ubrzano abrazivno trošenje stapnih prstenova i njihovih kanala, bez obzira na vrstu goriva koja se koristi.

3. OČEKIVANI NEGATIVNI UTJECAJI NA RAD BRODSKOG POSTROJENJA

Osim dizelskih strojeva mnogi brodovi imaju glavne kotlove koji služe za propulzijski sustav i/ili pomoćne kotlove za plovnu ili lučku službu ložene tekućim gorivima. Ukoliko se na tim brodovima primijene NS goriva njihova specifična svojstva jednako će nepovoljno ako ne i opasnije utjecati na rad uređaja za loženje tih kotlova, te izazvati brojne teže poteškoće. Sve takve negativne pojave treba unaprijed sagledati i obvezno spriječiti.

3.1 NISKI VISKOZITET I SLABA PODMAZIVOST

U transferu NS goriva iz skladišnog tanka do potrošne jedinice temperatura će mu neminovno rasti zbog trenja u pumpama, toplog cjevovoda, temperature u strojarnici te recirkulacije nepotrošenog goriva koje se već nalazi u sustavu goriva pred strojem. Sve to dovodi do podizanja radne temperature NS goriva iznad 40 °C pa time i puno nižeg viskoziteta nego li je to deklarirano u bunkerskoj dostavnici. Viskozitet goriva će s takvom temperaturom neminovno biti manji od onog što ga preporuča proizvođač strojnog uređaja. To će zasigurno stvoriti razne probleme za dizelske strojeve, kotlove ili ostalu opremu za rukovanje gorivom. U većine strojeva i njihovih sastavnica kad se troši NS gorivo zahtijeva se da viskozitet tog goriva na ulazu u stroj ne bude niži od **2,0 cSt** (mm²/s) pri radnoj temperaturi. Da bi se postigao limit od 2,0 cSt goriva čiji je minimalni viskozitet 1,5 cSt na 40 °C, takvo gorivo treba dovesti na temperaturu od 22 °C. Ukoliko se to ne može postići, tada se može očekivati da će doći do zaribavanja komponenti u gorivnom sustavu. Stoga se preporuča hlađenjem održavati viskozitet NS goriva iznad 3,0 cSt pri 40 °C kako bi se osigurala dovoljna margina za siguran i pouzdan rad stroja. Za očekivati je da će neka NS goriva s vrlo niskim viskozitetom biti potrebno hladiti na temperaturu sve do nešto iznad 0 °C. Dakle, to zahtijeva ugradnju posebne rashladne opreme.

3.1.1 Dizelski strojevi i njihova oprema – Zbog odveć niskog viskoziteta NS tipova goriva povećavaju se unutarnja propuštanja u dobavnim, „booster“ te visokotlačnim pumpama. To rezultira reduciranom dobavom goriva dizelskom stroju. I atomizacija goriva će se pogoršati. Kao posljedica svega toga maksimalna snaga stroja bit će razmjerno reducirana, a zbog nedovoljnog pritiska ubrizganog goriva može doći i do neurednog startanja motora, posebice nakon što se motor prekrene, što dovodi do neželjenog gubitka propulzije („**Loss of Propulsion**“ – **LOP**).

Što se tiče slabe podmazivosti problem se uglavnom odnosi na pumpe čije podmazivanje ovisi jedino o mediju kojeg pumpaju. U dizelskih strojeva to se prvenstveno svodi na visokotlačne pumpe za ubrizgavanje goriva, gdje nizak viskozitet može uzrokovati pretjerano trošenje i zaribavanje. Pojačano trošenje se javlja i na drugim dijelovima stroja koji se podmazuju go-

rivom, kao što su npr. rasprskajući, „shock-absorberi“, i slično. Uslijed pojačanih unutarnjih propuštanja na dobavnim, „transfer“ i „booster“ pumpama osim vanjskih curenja može doći i do usisnih problema. Unutarnja propuštanja na „feed“ pumpama separatora smanjit će pak protok kroz separator.

3.1.2. Kotlovi – Niski viskozitet goriva u sustavu loženja kotlova uslijed unutarnjih propuštanja u pumpama rezultira smanjenim pritiskom i kapacitetom dobave goriva. Protok NS goriva kroz sapnicu plamenika pri minimalnom opterećenju i pri jednakom pritisku biti će veći nego protok s teškim gorivom. To može izazvati fenomen nazvan prepaljenje („over-firing“), što će zasigurno izazvati i zatajenje plamena. Slaba podmazivost NS goriva dodatno će pojačati trošenje u pumpama i izazvati veća vanjska curenja.

3.2 KISELOST

Promjena u kiselosti nije neki veliki problem ni za većinu kotlova ni za dizelske strojeve, ali, ukoliko se ne postupi kako treba može izazvati ozbiljne posljedice.

3.2.1 Dizelski strojevi – U svrhu čistijeg i potpunijeg izgaranja, podmazivanje cilindara dizelskih strojeva zasniva se na uporabi mazivih ulja s dovoljnom rezervom alkalnih aditiva koji neutraliziraju kisele sumporne spojeve nastale izgaranjem HFO goriva. Količina tih aditiva u cilindarskom ulju označava se baznim brojem („Base Number“ – BN, ili „Total Base Number“ - TBN).

Na velikim dvokretnim sporohodnim strojevima koji troše HFO primjenjuju se cilindarska ulja s baznim brojem 70. Kad je sadržaj sumpora u gorivu snižen, shodno tome treba sniziti i sadržaj neutralizirajućih alkalnih aditiva u ulju. Sniženje baznih aditiva može se postići korištenjem cilindarskog ulja s nižim baznim brojem (BN 50), smanjenjem dobavne količine ulja u cilindre, ili na oba načina. Pri tome treba paziti da cilindri dobivaju dovoljnu količinu ulja kako se ne bi prekinuo uljni film. Elektronički kontroliran sustav za podmazivanje cilindara znatno će olakšati ove postupke.

U četvorokretnih dizelskih strojeva gdje se podmazivanje cilindara obavlja iz kućišta okretnog mehanizma uljem s baznim brojem oko 40, uporabom NS goriva sadržaj alkalnih aditiva u ulju će se tijekom rada početi polako sam snižavati. U ovom slučaju potrebno je ocijeniti kada se to ulje mora djelomično ili potpuno zamijeniti sa svježim uljem. Ukoliko se taj postupak ne izvede navrijeme, tada će doći do neželjenog porasta naslaga koje su štetne za rad stroja i mogu izazvati ozbiljne probleme u cilindrima.

3.3 TOČKA ZAPALJENJA („Flash point“)

3.3.1 Dizelski strojevi - IMO je na brodovima zbog rizika eksplozije u strojarnici zabranio uporabu visoko isparljivih goriva s točkom zapaljenja nižom od **60 °C**. Pokazalo se da izvjestan postotak NS goriva ima točku zapaljenja nižu od dozvoljene. Takva goriva ne smiju se rabiti u strojarnici i s njima treba postupiti prema naputcima klasifikacijskog zavoda i državne uprave. Stoga je važno da se točka zapaljenja potvrdi prije ukrcaja takvog goriva na brod. Točka zapaljenja je podatak koji mora obvezno stajati u bunkerskoj dostavnici („Bunker Delivery Note“).

3.3.2 Kotlovi – Kad se goriva s niskom točkom zapaljenja atomiziraju pomoću pare, zbog temperature može doći do isparavanja goriva prije nego ono i dospije u ložište. Može također doći i do kondenzacije pare u dodiru s hladnijim NS gorivom. Sve to dovodi do lošeg izgaranja,

neredovitog plamena ili njegova gašenja te opasnosti eksplozije u ložištu. U svakom slučaju, opremu za izgaranje goriva u kotlovima nužno je preinačiti.

3.4 KVALITETA PALJENJA I IZGARANJA

3.4.1 Dizelski strojevi – Slabo paljenje i izgaranje može dovesti do povećanog prljanja stroja. Katkad je prljanje toliko pretjerano da je kretanje ispušnih ventila otežano usljed naslaga koksa pa čak može doći i do krivljenja ili loma motki ventila. Zaprljanost stroja kombinirana sa zakašnjelim paljenjem i produženim izgaranjem dovest će do vatri u ispirnom kolektoru, a loše paljenje uzrokovat će i poteškoće u startanju motora.

3.4.2 Kotlovi – Slabo paljenje dovesti će do ponavljanih startanja ili češćeg gašenja plamena. Slabo izgaranje može voditi do povećane formacije čađe u ložištu, a kao posljedica toga nastat će prljanje kotla (dimljenje) i slaganje čađi na cijevima pa tako može nastati i požar u kotlu. Još treba napomenuti da neki detektori plamena nisu prikladni za različite vrste goriva, što može rezultirati pogrešnim alarmima i/ili prekidima rada kotla, a u najgorem slučaju može zakazati detekcija ugašenog plamena.

3.5 KATALITIČKE ČESTICE

Iako katalitičke čestice mogu struganjem oštetiti sapnice plamenika i pumpe kotla, veću pažnju treba posvetiti oštećenjima na dizelskim strojevima koje te čestice mogu uzrokovati.

3.5.1 Dizelski strojevi – Ako prilikom obrade goriva na brodu katalitičke čestice nisu potpuno odstranjene one će zacijelo uzrokovati oštećenja na svim pokretnim dijelovima koji dolaze u dodir s gorivom, a to su prvom redu visokotlačne pumpe goriva i rasprskaci goriva, a zatim stapni prstenovi i njihovi utori te košuljice cilindara. Zato je osobito važno da separatori goriva i filtri ispravno funkcioniraju. Prilikom separiranja NS goriva najbolji se rezultati postižu kada se uz najveću temperaturu od 60 °C protok goriva kroz separator smanji na minimum. Na taj se način gorivo u svom protoku duže zadržava u separatoru radi boljeg odvajanja tih čestica.

4. RJEŠENJA

U počecima primjene NS goriva zbog pomanjkanja iskustva najviše poteškoća i neugodnih posljedica nastajalo je prilikom prebacivanja potrošnje s jednog goriva na drugo. U najgorim su slučajevima brodovi kad bi se pritom našli u gustom prometu unutar zaštićenih područja bili izloženi opasnosti sudara s drugim brodovima uslijed gubitka porivne snage (LOP). S vremenom su se stekla iskustva, utvrđene su sigurne procedure i postupci. Većina velikih proizvođača strojeva i kotlova ponudili su razna rješenja i napatke u svezi s rukovanjem NS gorivima.

4.1. MODIFIKACIJE SUSTAVA GORIVA

Da bi se omogućilo učinkovito rukovanje NS gorivom treba najprije odrediti smještaj i kapacitet dvaju skladišnih tankova tog goriva. Kapacitet tih tankova određuje se prema predviđenom maksimalnom trajanju boravka broda u zaštićenim područjima. Shodno tome treba predvidjeti smještaj i dimenzije servisnog tanka NS goriva, te sukladno modificirati cjevovode.

Najbolje je potpuno odvojiti cijevni sustav tog goriva od cijevnog sustava teškog goriva. Tako se povećava sigurnost i sprječava mješanje dvaju vrsti goriva, a prebacivanje s jednog na drugo gorivo je mnogo jednostavnije. Sve modifikacije treba izvesti sukladno s preporukama proizvođača opreme, a pod nadzorom i odobrenjem klasifikacijskog zavoda za svaki pojedini brod.

4.1.1. Dizelski strojevi – Osim modifikacije tankova i cijevnog sustava goriva dobro je promisliti o zamjeni istrošenih pumpi u sustavu goriva motora s novima. To se odnosi i na visokotlačne pumpe te sapnice rasprskavača. U slučaju VT pumpi za ubrizgavanje goriva mogu se ugraditi pumpe s elementima koji su obloženi tungsten karbidom. Takve pumpe su dosta otporne na habanje uzrokovano primjenom goriva niskog viskoziteta.

Za strojeve koji imaju certifikat za NO_x, bilo kakve promjene koje utječu na NO_x emisije moraju biti provedene u skladu s tehničkom dokumentacijom stroja („Technical File“ – TF) i treba biti potvrđeno da NO_x emisije nisu prešle dozvoljene limite. Za strojeve koji nemaju NO_x certifikat treba biti potvrđeno da se NO_x emisije nisu povećale iznad razine koja je postojala prije preinaka.

4.1.2. Kotlovi – Tankeri imaju kotlove ložene s HFO/MDO gorivom koji služe za pogon teretnih pumpi. Kotlovi tankera koji imaju parne turbine kao porivni sustav loženi su s HFO-om, a kotlovi LNG nosača s HFO-om ili s isparenim plinom iz teretnih tankova. Ostali brodovi mogu imati i pomoćni kotao ložen HFO/MDO gorivom koji opskrbljuje parom razne lučke službe. U slučaju loženja s NS gorivom većina tih kotlovnih sustava nužno trebaju modifikacije iz više razloga.

Nakon popravaka, prilikom početnog paljenja hladnog kotla, uobičajeno se koriste male količine plinskog ulja (MGO), ali u normalnim uslovima rada duža uporaba NS goriva bez nužnih modifikacija ne može se dozvoliti. Sustav atomizacije goriva parom nije prikladan za takvo gorivo jer dovodi do isparavanja istog prije nego što ono napusti vrh plamenika. To će zasigurno dovesti do nestabilnosti plamena i lošeg izgaranja, a u najgorem slučaju do gašenja plamena. Nakon gašenja plamena gorivo može ući u vruće ložište i prouzrokovati eksploziju. Uputno je umjesto pare prijeći na atomiziranje goriva zrakom. U slučaju plamenika s rotirajućom čašicom korištenje NS goriva uzrokovati će i slaganje koksa na vrhovima tog plamenika. Da se to spriječi nužno je postaviti toplotne štitnike oko vrha takvog tipa plamenika. Iz ovih i sličnih razloga postojeći kotlovni plamenici dizajnirani za HFO/MDO trebaju biti modificirani ili, još bolje, zamijenjeni s novim tipovima plamenika koji bez problema mogu raditi i na HFO/MDO i na NS goriva. Postojeći cjevovodni sustav goriva također treba preinačiti jer će se NS gorivo prolazeći kroz tople cijevi neminovno zagrijavati na temperaturu višu od one u skladišnom tanku. Osim toga, uslijed isparavanja NS goriva postoji još i mogućnost stvaranja jastuka isparenog goriva u cijevima. To izaziva nestabilnost i zatajivanje plamena. Zbog svega toga uputno je ugraditi poseban cjevovod za dostavu NS goriva na plamenike ložišta kotla.

Posebnu pažnju treba posvetiti detekciji plamena. Foto ćelije postojećih detektora mogu biti neosjetljive na spektar boja koju proizvodi NS tip goriva. Isto tako, s obzirom na razliku u dužini plamena dvaju različitih goriva, možda je potrebno dodati još jedan skener za detekciju plamena. Moguće je da je potrebno u sustavu dobave goriva kotlu promijeniti i pumpe, kao i pridruženu cijevnu opremu s novima, jer će se postojeće pumpe vjerojatno zagrijavati i/ili će im oslabiti usisna snaga. Ujedno, zbog razlike u gustoći i donjoj toplotnoj vrijednosti dvaju goriva, prije uporabe NS goriva treba promijeniti podešenost plamenika radi kontrole količine goriva

koja prolazi kroz njega. Ukoliko se to ne uradi pojačati će se količine dima koji prlja unutrašnjost kotla. Nadalje, ukoliko se pravilno ne podesi omjer zraka prema gorivu, a koji se inače upravlja prema tlaku goriva, smjesa će biti suviše bogata za sigurno sagorjevanje.

Kao i za dizelske strojeve, detaljna uputstva za prebacivanje goriva s jednog na drugo trebaju biti izložena na istaknutom mjestu, stojeći na raspolaganju posadi kotlovnice, a posadu treba redovito uvježbavati. Usporedo s bilo kojim preinakama, brodari i operatori moraju ustanoviti redovan i gušći raspored inspekcija i održavanja sustava goriva za kotao. Sve alarme za tlakove i temperature, razne transmiere, indikatore protoka, transmiere za razliku tlakova na filtrima i slične instrumente u sustavu goriva treba češće kontrolirati i održavati ih u ispravnu stanju. Također je nužno otklanjati sva eventualna curenja na sustavu goriva, tj. na brtvnicama, brtvama, priрубnicama i cijevnoj opremi te provjeravati stegnutost obujmica i cijevnih oslonaca.

Ukoliko se bez pilot goriva primjenjuju operacije niskog opterećenja izgaranjem samo LNG plina i ako takve operacije nisu predviđene u originalnom dizajnu kotlovnog sustava, tada za svaki brod posebno treba provesti procjenu sigurnosti takve operacije te provesti nužne modifikacije kako bi se osigurao bezopasan rad kotla. To vrijedi za LNG brodove gdje su kotlovi dio sustava propulzije te su dizajnirani za izgaranje HFO-a ili isparenog plina iz tankova tereta i gdje nastaju velike i nagle promjene opterećenja pri manevriranju. Tamo gdje je dizajn sustava upravljanja plamenikom zasnovan samo na sagorjevanju HFO goriva, razlozi zbog kojih se NS gorivo na takvim tipovima postrojenja ne smije bez modifikacija koristiti između ostaloga su; rizik kvara pumpi i ventila, rizik nenamjerne evaporacije goriva, rizik pregrijavanja goriva atomizacijom pomoću pare, rizik deformacije cijevi goriva u plamenicima gdje su cijevi pare i goriva položene usporedno te rizik kondenzacije pare za atomizaciju kada ona dođe u dodir s hladnim gorivom.

Sve što je navedeno za dizelske strojeve, a u svezi s klasifikacijom, vrijedi i za preinake na gorivnom sustavu kotlova, pa treba biti provedeno prema preporukama proizvođača sustava loženja kotla i proizvođača pojedinih sastavnica tog sustava.

4.2. POSTUPCI PREBACIVANJA GORIVA S JEDNOG NA DRUGO

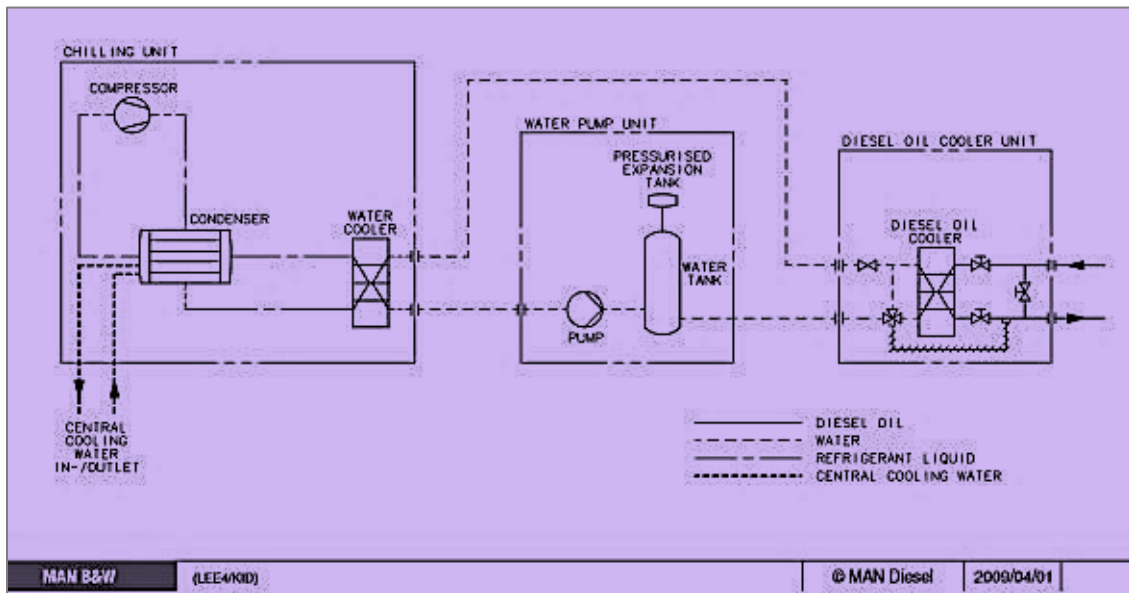
Od iznimne je važnosti da se na osnovi preporuka i iskustava sačini detaljan opis postupaka za prebacivanje s jednog goriva na drugo i da je s tim postupcima potpuno upoznato osoblje u strojarnici. Lista ili priručnik postupaka trebaju biti postavljeni u strojarnici na istaknutom mjestu kako bi bili pri ruci prilikom prebacivanja. Preporuča se radi familijarizacije, ali i iz opreza, da se prije ulaska u zaštićena područja povremeno provode vježbe prebacivanja s jednog na drugo gorivo te vježbe manevriranja. Na taj način, u slučaju poteškoća izbjeći će se izloženost broda prometu u tim područjima. Uvježbavanje pogotovo vrijedi za novoukrcanu posadu. Brodovima koji ne izvode prebacivanje s goriva na gorivo na regularnoj osnovi naročito se preporuča da prakticiraju takvo prebacivanje i izvode provjeru manevriranja prije ulaska u zaštićena područja.

Postoje tri bitna čimbenika kojima treba posvetiti pažnju prilikom prebacivanja, a to su:

- promjena viskoziteta goriva,
- ritam promjene temperature goriva,
- nepodudarnost između dvaju goriva.

4.2.1 Promjena viskoziteta goriva

Pri prebacivanju nastaje neminovno zagrijavanje goriva niskog viskoziteta. Zagrijavanje nastaje mješanjem NS goriva s zaostalim HFO gorivom u gorivnom sustavu te prijenosom topli- ne sa zagrijanog motora i sa samog dobavnog sustava goriva. To će zasigurno dovesti do toga da viskozitet NS goriva padne ispod razine najnižeg limita za bilo koji od brodskih strojeva i uređaja. Može doći i do isparavanja NS goriva i zastoja ili zaustavljanja strojeva. Sve to dovest će do neželjenih posljedica. Stoga je NS gorivo nužno hladiti da bi se dobio preporučeni visko- zitet koji ne bi smio biti niži od 2 cSt pri 40 °C.



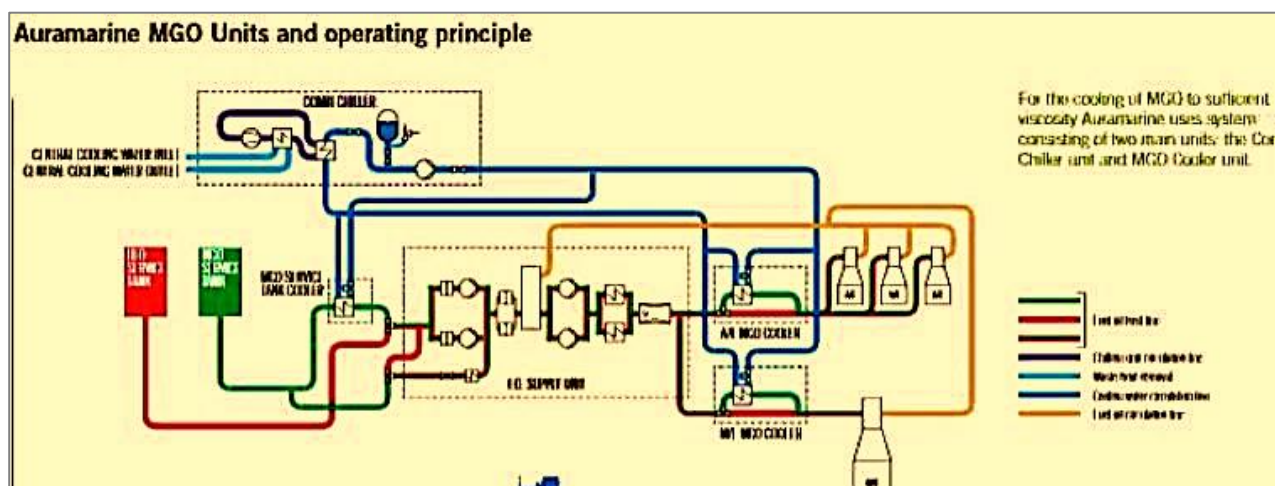
Shematski crtež principa djelovanja „chiller“ ohlađivačkog uređaja (Courtesy: MAN B&W)

Gorivo nije moguće hladiti s postojećim klasičnim rashladnim sustavom u strojarnici. Jedino rješenje je ugradnja izmjenjivača topli- ne, u kojem se gorivo hladi svježom vodom rashlađenom preko posebnog ohlađivačkog uređaja za glavni motor i/ili za pomoćne motore. Taj se uređaj može pozicionirati na ulaznoj ili na izlaznoj strani cijevnog sustava goriva stroja, a kapacitet uređaja odredit će se prema preporuci proizvođača dizelskih strojeva dok će izvedbu odobriti i nadzirati klasifikacijski zavod. Ohlađivački uređaj se sastoji od tri glavne komponente (vidi crtež) i to od;

- a.) Ohlađivača („Chiller“, u daljnjem tekstu – „čiler“). – Na principu kompresije freonskih para ili apsorpcijskog rashladnog ciklusa čiler uređaj spušta temperaturu rashladne vo- de u vlastitom izmjenjivaču topli- ne. Kondenzator čilera hladi se preko sustava centralne ras- hladne vode.
- b.) Cirkulacijske pumpe vlastite rashladne vode s ekspanzijskim tankom pod tlakom.
- c.) Rashladnika goriva tj. izmjenjivača topli- ne u kojem ohlađena voda oduzima toplinu gorivu i vraća se natrag u čiler.

Treba napomenuti da je rashladna voda ovog sustava samostalna. Ona cirkulira u zatvorenom krugu i nema izravne veze s centralnim sustavom rashladne vode. Naravno, uređaj je opremljen s odgovarajućom elektroničkom kontrolom. Prije početka prebacivanja preporuča se smanjiti opterećenje stroja na negdje između 30 do 70 % MCR. Ohlađivanje goriva ima i jednu manu. Očituje se u povećanim toplotnim stresovima kad ohlađeno gorivo uđe u tople

rasprskalice. Posebno se to odnosi na zagrijane motore za vrijeme „stand-by“-a, gdje se cilindri održavaju zagrijani, ali ne i gorivni sustav. Prilikom ugrađivanja rashlađivačkog uređaja i s tim povezane modifikacije cjevovoda treba odlučiti hoće li to biti jedan centralni rashlađivački sustav za glavni i pomoćne strojeve ili će se paralelno s glavnim motorom postaviti poseban rashlađivački sustav goriva za pomoćne motore s vlastitim kontrolnim uređajem.



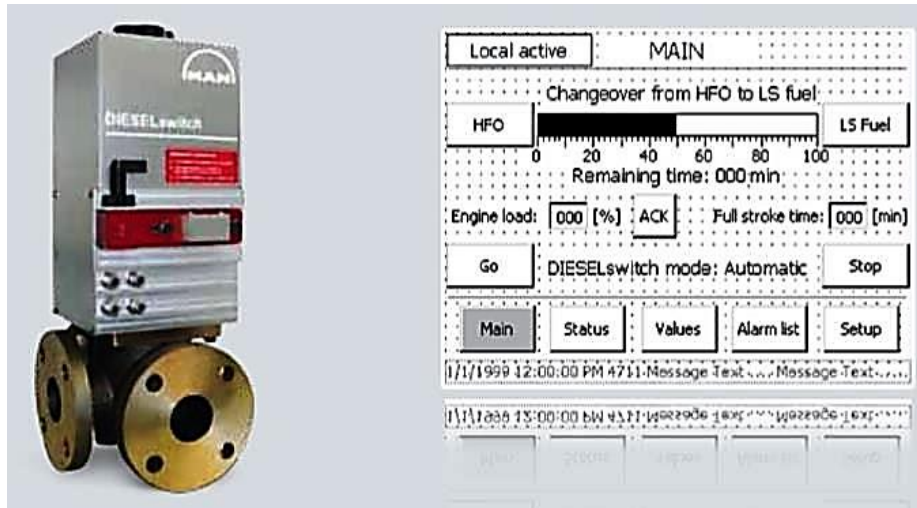
Shematski crtež „Combi chiller“ uređaja za glavni i pomoćne motore (Courtesy: Auramarine)

4.2.2 Ritam promjene temperature

Pri prebacivanju goriva od najveće je važnosti odrediti ritam ili gradijente postupne izmjene temperature kako bi se izbjegle rezultirajuće kontrakcije ili ekspanzije u elementima koji imaju malu zračnost među pokretnim dijelovima, kao što su VT pumpe za ubrizgavanje goriva ili drugi osjetljivi elementi u sustavu. U protivnom, s bržim promjenama temperature doći će do zaribavanja tih elemenata što izaziva poteškoće u startanju ili čak zaustavljanje stroja, kao i poteškoće s kotlovima loženim gorivom. Općenito prihvaćen siguran gradijent izmjene temperature je **2 °C na minutu**. Na osnovi toga lako je izračunati koliko će prebacivanje trajati, a to otprilike iznosi jedan sat ili više, i s tim vremenom treba unaprijed računati. Uz ohlađivački uređaj, da bi se izbjeglo moguću ljudsku grješku, dobro je ugraditi i automatsku sklopku za prebacivanje goriva kao što je primjerice „**Diesel Switch**“ tvrtke MAN B&W. Ta automatska sklopka („**SafeChange Controller**“) kontinuirano mjeri i podešava odnos promjene temperature nasuprot protoku vremena. Uz nju nije potrebno smanjivati opterećenje stroja. Sklopka ima ručku za aktiviranje te ekran na dodir za namještanje parametara, a može se dodati i softver za kontrolu ohlađivača goriva. Sklopka rabi magnetske kopče čime su eliminirane mehaničke brtvenice, a time i curenja. Ukoliko promjena temperature iz nekog razloga premaši 2 °C na minutu sklopka emitira alarmni signal i iskapča proces prebacivanja. Čitav proces automatski se bilježi i služi kao dokument za eventualnu kontrolu lučkih vlasti. U slučaju potrebe sklopka se može i zaobići i prijeći na ručnu kontrolu prebacivanja.

4.2.3 Nepodidarnost između dvaju goriva („incompatibility“)

Mješanje dvaju tipova goriva može lako dovesti do poteškoća u slučaju njihove nepodudarnosti, što nije rijedak slučaj kad se miješaju HFO i NS gorivo. Nepodudarnost nastaje uslijed niske rezerve stabilnosti HFO goriva. HFO obično ima visok sadržaj aromatičnih ugljikovodika i sadrži asfaltene. Kad se HFO s niskom rezervom stabilnosti pomiješa s NS dizelskim gorivom



Diesel Switch - SafeChange Controller (Courtesy: MAN & BW)

koje uglavnom sadrži parafinske ugljikovodike, tada će se asfalteni odvojiti iz mješavine u obliku teškog mulja koji će brzo začepiti filtre i zaustaviti stroj. Na tržištu se mogu nabaviti priručni probni aparati za provjeru nepodudarnosti HFO i NS goriva prilikom bunkeriranja, a može poslužiti i „spot test“ na filter papiru. Brodar ili operator će se pobrinuti da nabavi goriva od provjerenih opskrbljivača koji će stajati iza specifikacija deklariranih u bunkerskoj dostavnici („Bunker Delivery Note“). U svakom slučaju, na ovu pojavu treba biti spreman, s čistim paralelnim filterima i ukoliko je to moguće brzo intervenirati čestim čišćenjem tih filtera metodom nasuprotnog strujanja.

5. DODAVANJE ADITIVA GORIVU

Alternativni način rješavanja svih ovih problema s NS gorivima leži u dodavanju aditiva. U ovome predvodi tvrtka „**Willhelmsen Ship Service**“ – **WSS** s dosta ranije stečenim iskustvom na primjeni aditiva za NS goriva u kopnenom prijevozu. Na prvi pogled, u skupih destilatnih NS goriva slično kao i rezidualnih goriva traži se da brodovlasnici pri nabavi sami odrede glavne specifikacije zatraženih goriva, a u skladu s ISO 8217:2012 normom. Dobro, pa u čemu je onda problem s takvim gorivima? Nažalost, izazovi imaju lošu naviku da se pojave u samoj strojarnici pri praktičnoj primjeni. Što je izgledalo dobro na specifikaciji i papiru može ustvari završiti blokiranjem gorivnih linija te oštećenjem gorivnih pumpi i rasprskavača, ili dovesti do fatalnog gubitka porivne snage („Loss of Power“ – **LOP**). Brzim osvrtom na USCG statistiku za gubitke porivne snage u vodama Kalifornije tijekom 2014. godine uočit ćemo zabrinjavajuću činjenicu. Od ukupno 93 LOP incidenata 15 njih je bilo izravno povezano s prebacivanjem na NS gorivo, ili obrnuto.



Prema tvrdnji WSS-a ukoliko smo upoznati s temeljnim karakteristikama datog goriva i njegovim ograničenjima i ukoliko smo spremni sistematski tretirati NS goriva s odgovarajućim aditivima onda preostaje vrlo malo tzv. „izazova“, tj. poteškoća koje bi trebalo rješavati. WSS je

razvio aditive za specifične namjene, ali i višenamjenski aditiv („DieselPower Enhancer - 25 ltr“) koji poboljšava podmazivost, održava stabilnost goriva, štiti od korozije te smanjuje formiranje organskog mulja i blokiranje filtara.

ISO - Međunarodna organizacija za norme uvela je 2012. godine u standardu **ISO 8127:2012** novi tip NS goriva **DMZ** koji je identičan tipu **DMA** osim minimalnog viskoziteta koji iznosi 3 cSt / 40 °C, dok je za tipove goriva **DMA** i **DMB** minimalni viskozitet podignut sa 1,5 na 2 cSt / 40 °C. Svi tipovi NS goriva po tom standardu sada imaju maksimalni limit podmazivosti u iznosu od **490 μm** (WSD – HFRR).

Postoje dva načina testiranja podmazivosti NS goriva, a koji se obavljaju na kopnu u laboratorijima i to:

High-Frequency Reciprocating Rig - HFRR

Kuglica od otvrdnutog čelika oscilira 75 minuta u uzorku goriva preko ploče od otvrdnutog čelika pod određenim fiksnim opterećenjem. Promjer nastalih ogrebotina („Wear Scar Diameter“ – **WSD**) na kuglici mjera je podmazivosti uzorkovanog goriva. Ovaj test je godinama poslužio za mjerenja podmazivosti u automobilske industriji. Tipični HFRR WSD limit iznosio je **460 μm**.

Scuffing Load Ball-on-Cylinder Lubricity Evaluator – SLBOCLE

Ovaj test određuje najviše opterećenje koje se može primijeniti na uzorkovanom gorivu, a da ne nastanu ogrebotine. S aparatom „Ball-on-Cylinder“ (BOCL) uronjenim u uzorkovano gorivo izvode se serije ispitivanja pod različitim opterećenjima kako bi se što bliže utvrdilo najviše opterećenje koje uzorak može podnijeti, a da pri tome ne nastanu ogrebotine.

6. DODATNA RAZMATRANJA

Tipično, problemi s NS gorivima se razlikuju od onih s rezidualnim gorivima, ali najviše se obrću oko podmazivosti i degradacije tih goriva.

Destilatna NS goriva su dosta stabilnija nego goriva s visokim sadržajem sumpora, jer hidro-obrada u rafinerijama uništava uzročnike formiranja netopivih organskih čestica. Međutim, zajedno s podmazivim komponentama hidro-obrada eliminira i prirodne antioksidanse prisutne u gorivu. Stoga, rafinerije dodavaju tom gorivu tzv. 'stabilizatore' da bi se spriječilo propadanje goriva i formiranje peroksida - prethodnika stvaranju gumastih otopina. Nažalost, ti aditivi imaju kratak životni vijek, najviše 6 mjeseci. Ako se takvo gorivo koje je možda više mjeseci ležalo pohranjeno isporuči na brod ono je nezaštićeno od daljnjeg propadanja. Mješavine različitih tekućih ugljikovodika mogu se uz prisutnost kisika kvariti usljed utjecaja vremena, temperature i kontakta sa Sunčevom svjetlošću. Ukoliko se te mješavine ne tretiraju onda one teže stvaranju naslaga, osobito na rasprskičima. Takvo gorivo kad napušta rasprskič da bi se atomiziralo sklono je stvaranju koksna oko mlaznica. Kako se koks na mlaznici povećava tako se oblik atomiziranog mlaza sve više remeti što vodi do svih štetnih posljedica, od slabog izgaranja i povećanog utroška goriva do povećanih štetnih emisija.

Nadalje, uz jedinstvene probleme podmazivosti i degradacije, NS goriva su podložna i mikrobiološkoj kontaminaciji, kao uostalom i sva druga dizelska goriva. Mikrobi napreduju u toplim i vlažnim uvjetima pa ukoliko je prisutna odvojena voda u gorivu, čak i vrlo mala količina

od 100 ppm (0,0001 %) prisutne odvojene vode sasvim je dovoljna da podupre rast mikrobnih kolonija.

Mikrobi u malim količinama ne predstavljaju neki problem, ali kad njihov broj naraste na više od 10⁶ CFU/ml (CFU = „Colony Forming Units“) tada započinje stvaranje biofilma u sustavu goriva. Ukoliko je neometan, porast mikroba će se nastaviti, što dalje vodi do formiranja mulja koji će na koncu blokirati filtre, korodirati tankove i čak istrošiti mlaznice rasprskaača. Redovito odvodnjavanje dna tankova i povremeno (najmanje jednom godišnje) testiranje goriva na prisustvo mikroba može pomoći, ali najučinkovitije rješenje za ovaj fenomen je dodavanje gorivu aditiva posebno razvijenog u tu svrhu.

Učinkovitost dodavanja aditiva u NS goriva za kopnena vozila već je potvrđena. Kad dodavanje aditiva u brodska NS goriva s vremenom dokaže svoju učinkovitost tada jedino preostaje prevladavanje dosadašnjeg nepovjerenja broдача u takva rješenja. Naravno, još uvijek preostaje važno pitanje - da li je takav postupak isplativ?

Sastavio: **Boris Abramov**, ing., pom. str. I klase, umirovljeni Upravitelj stroja

Izvori:

[eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEA Repository/pdfs/Regulatory/Docs/LowSulphurNote_Engine](http://eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEA%20Repository/pdfs/Regulatory/Docs/LowSulphurNote_Engine) (ABS)

marinelog.com/DOCS/Green09/Gingell_Presentation.pdf (MAN)

marine.man.eu/docs/librariesprovider6/service-letters/sl2014-593-guidelines-for-operation (MAN)

[Low sulphur fuels – Properties and associated challenges](#) (DNV)

intertanko.com/upload/24779/LowSulphurGuidelines.pdf (Wartsila)

uscg.mil/hq/cg5/cg545/alerts/0215.pdf (USCG)

eagle.org/eagleExternalPortalWEB/ShowProperty/BEA%20Repository/References/ABS%20Advisories/FuelSwitching Advisory (ABS)

shipssupplier.com/low-sulphur-fuel.html

marinelink.com/news/eliminates-changeover335572.aspx

wilhelmsen.com/shipservice – Distillate fuel oil treatment (WSS)
WSS-WP-DistillateFuelOilTreatment.pdf



Ivica Jelača, ing., pom. str. I klase, umirovljeni Upravitelj stroja, brodski inspektor

BRODSKI VIJAK - PROPELER

Od davnih vremena brod je zauzimao vrlo značajno mjesto u razvoju i povezivanju civilizacija, koristeći kroz vijekove snagu morskih struja, vjetera i ljudskih mišića. No, na prijelazu iz 18. u 19. vijek, zahvaljujući novim izumima tisućljetne tradicije su se bitno promijenile.

Tako je inovator iz Glasgowa James Watt 1782. godine iskoristio već poznatu snagu vodene pare izradivši parni stapni stroj koji je korišten za poriv broda. Slijedili su mnogi novi izumi, kao što je primjerice Parsonsova reakcijska parna turbina. Na temeljima konstrukcije parnog stroja mnogi inovatori, među njima i Belgijanac Etienne Lenoir (1822-1920) ili Njemac Nikolaus Otto (1832-1891), da spomenemo samo njih dvojicu, značajno su doprinijeli razvoju strojeva s unutarnjim izgaranjem. Posebnu ulogu u tome ima francusko-njemački inženjer Rudolf Diesel (1858-1913) koji je u tvornici MAN u Augsburgu 1897. uspješno ispitao i demonstrirao svoj prvi motor na unutarnje izgaranje po Carnotovom toplinskom ciklusu s paljenjem na kompresiju. Taj motor je tijekom vremena doživio velik uspjeh uz mnoge modifikacije i poboljšanja u kojima su sudjelovali brojni inovatori i stručnjaci. Dizelski motor kao primarni pokretač danas suvereno vlada u brodskom transportu.

Za propulziju broda u početku se koristilo nepraktično kolo s lopaticama koje je napušteno pojavom brodskog vijka, tj. propelera. Već je Arhimed zamišljao svoju spiralu za poriv broda, ali, zapravo, zasluge za praktičnu primjenu pripadaju Josefu Resselu iz Češke koji je živio u Sloveniji i Hrvatskoj. On je 1829. u Trstu eksperimentirao sa kratkom spiralom po krmu broda kao potisnikom. Iz ovih pokusa se postupno iznjedrio propeler. Slobodno možemo reći da je pojavom i razvojem propelera isti postao najrašireniji tip brodskog propulzora, kao sredstva poriva koje snagu ugrađenog stroja pretvara u kretanje broda. Isto tako možemo se složiti da je tek tada brod postao „pravim brodom“. Danas je dizelski motor glavni primarni pokretač broda koji u sprezi s propelerom, a u međuovisnosti s trupom broda, dominira u brodskoj propulziji.



Propeler se prema tehničkoj izvedbi sastoji od glavčine s dvoje do osmero krila koji su u slučaju fiksnog propelera („**Fixed Pitch Propeller**“ – FPP) zajedno izliveni. U praksi se najviše koriste propeleri s fiksnim krilima jer imaju najviši stupanj iskoristivosti, pouzdani su i jeftiniji u odnosu na druge.

Međutim, za neke vrste brodova unatoč skupoći sve više se koriste i propeleri s zakretnim krilima („**Controllable Pitch Propeller**“ – CPP). Krila tih propelera možemo zakretati mijenjajući tako uspon, tj. korak propelera. Propeleri sa zakretnim krilima imaju prednost što pogonskom stroju nije potreban sustav za prekretanje, jer se to vrši uređajem koji na zakretanje krila djeluje hidrauličnom snagom kroz osovinu i glavčinu propelera. Ipak, takav sustav poskupljuje izvedbu. Nadalje, CPP propeleri imaju manju iskoristivost. Međutim, imaju prednost u tome što se u slučaju oštećenja krila ona mogu zamijeniti novima. Postoje i propeleri sa sklopivim krilima koji se koriste u jedrilica.

Dobra usklađenost porivnog stroja s izvedbom trupa broda i s pravilno odabranim i dizajniranim propelerom glavni su uvjet koji garantira ekonomičnu brzinu broda i manji potrošak goriva, čak i u dužem periodu kad brod obraste morskim organizmima.

Na otpore broda uglavnom utječu brzina plovidbe, istisnina i oblik trupa. Sve otpore možemo sumirati u tri grupe:

1. Otpori trenja trupa koji ovise o njegovoj uronjenosti i specifičnom otporu koji se povećava s hrapavošću oplata, obraslinama, algama i morskom travom.
2. Ostali otpori kretanju broda koji nastaju u plovidbi nemirnim morem, a sastoje se od otpora valovima ili morskim strujama. Tu treba pribrojiti i vrtložne otpore koji i u mirnoj vodi nastaju kretanjem broda.
3. Zračni otpori koji su proporcionalni brzini broda i poprečnom presjeku površine trupa izvan vodne linije.

Utvrđeno je da su vrijednosti tih otpora otprilike slijedeći:

	<u>Brzi brodovi</u>	<u>Spori brodovi</u>
Otpori trenja	40%	90%
Ostali otpori	40%	5%
Otpori zraka	10%	20%

Naravno, korištenjem broda obojana površina uronjenog trupa pod utjecajem nagrizanja i obraštanja uzrokuje povećanje otpora, jer trup gubi glatkoću. Iskustva pokazuju da svakih 25 mikrona (25/1000 mm) povećanja hrapavosti trupa zahtijeva 2 do 3% snage motora, dok brzina brodu opada za otprilike 1%. Moramo također uzeti u obzir da i površina krila vremenom postaje sve grublja. To sve skupa može uzrokovati povećanje ukupnih otpora trenja

za 20 do 40%, što svakako glede brzine i potrošnje goriva uopće nije zanemarivo.

Poznato je da je kvocijent korisne i utrošene snage, tj. stupanj djelovanja broskog propelera uvijek manji od 1. To znači da se snaga isporučena propeleru samo dijelom korisno potroši, a ostalo se izgubi zbog viskoznosti nastalog otpora vode pri relativnom kretanju propelera kroz vodu te zbog translacije i vrtnje mlaza vode iza propelera. Tako dolazimo do **slipa** (skliza) propelera koji pokazuje teoretsku razliku hoda propelera kada se on kreće kroz kruti materijal ili pak kroz vodu.

Ako od teoretski prijeđenih milja propelera odbijemo stvarno prijeđene milje broda te to podjelimo s prijeđenim teoretskim miljama propelera i sve pomnožimo sa 100 dobit ćemo slip u postotcima. Proračun slipa na brodu može se izračunati svakodnevno, a kreće se od pozitivnog slipa, primjerice 15% pri lošem vremenu i protivnoj struji do negativnog (do -5%) pri plovidbi broda niz vjetar ili struju. Broj teoretski prijeđenih milja propelera zavisi od koraka – uspona propelera i dnevnog broja okretaja. Korak je pomak kojeg propeler prođe u jednom okretu od 360 stupnjeva. Što je veći napadni kut krila to je veći i korak.

U „lošeg“ propelera ponekad imamo izraženu pojavu „kavitacije“ koja se objašnjava na ovaj način:

Na krilu propelera imamo ulazni i izlazni brid. Ulazni brid zahvaća vodu te je preko tlačne plohe krila potiskuje prema krmu gdje vlada područje višeg tlaka. Međutim, to izaziva podtlak na ulaznoj – usisnoj strani koja je okrenuta prema pramcu. Pad tlaka oko krila uzrokuje isparavanje vode, tj. stvaranje mjehurića pare. Para u mjehurićima nošenim u područje višeg tlaka naglo kondenzira, pa mjehurići trenutno nestaju velikom snagom što nazivamo implozijom, suprotno od eksplozije, pretvarajući paru u kapljevinu. Kad se to dogodi u blizini površine krila tada dolazi do erozivnog - mehaničkog oštećenja stijenke na vrhovima krila, gdje je brzina strujanja najveća. Promatranje i ispitivanje pojave kavitacije ponekad se vrši kroz otvore posebno napravljene na krmenom djelu trupa broda, ili pak u kavitacijskim tunelima brodarskih instituta. U današnjih propelera na trgovačkim brodovima djelovanje kavitacije na krilima propelera smanjeno je zahvaljujući znanosti i iskustvu, ali buka i vibracije još su prisutne. Tvrdnja da je konstrukcija i izrada propelera dijelom nauka, a dijelom umjeće stoji i danas, a samo su rijetki u tom području dovoljno uspješni.

Logično, moramo imati u vidu da je za propulzijski sustav broda od ključnog značenja međudjelovanje trupa broda, pogonskog motora i samog propelera.

Kad je dizelski motor izravno spojen s propelerom on tada mora raditi prema propelernoj karakteristici pa ona postaje i motorna karakteristika. Prema

tome, za kretanje broda određenom brzinom efektivna snaga dizelskog motora pri konstantnoj istisnini i normalnim uvjetima plovidbe približno je proporcionalna krivulji treće potencije brzine, tj. kubnoj paraboli. Promjenom uvjeta plovidbe (plitka voda, struje itd.) ona nije više kubna parabola i može se približiti kvadratnoj krivulji ili čistom pravcu.

Međutim, pri istim uvjetima plovidbe postoji samo jedna proračunska propelerna karakteristika na kojoj se nalaze sve eksploatacijske točke snage. Kako je već naglašeno, propelerna karakteristika i motorna karakteristika su istovjetne. Važna točka na dijagramu opterećenja je **CMCR** ili **MCR** („Contract Maximum Continuous Rating“ ili „Maximum Continuous Rating“), tj. ugovorna maksimalna trajna snaga. Ona označava nominalnu snagu i nominalan broj okretaja (100% snage i 100% okretaja). Kroz tu točku prolazi nominalna kubna parabola propelerne krivulje. Dobro projektiran propeler na probnoj vožnji može apsorbirati stopostotnu snagu MCR-a samo prekoračenjem broja okretaja u iznosu od 107 % od nominalnog broja okretaja, a sve ovisno o vrsti broda. Uporaba takve snage u trajanju od jednog sata dozvoljena je samo za vrijeme probnih vožnji kako bi se u prisustvu ovlaštenog proizvođača motora prikazala CMCR, tj. ugovorna trajna snaga.

Uobičajeno je da se procedura za službenu primopredaju samog motora na probnom stolu vrši na bazi ugovorene specifikacije i tehničkih podataka, a u skladu s pravilima klasifikacijskog društva te uz „dobru praksu“ proizvođača. Na probnom stolu motor koji je sa fiksnim propelerom odabran za propulziju dotičnog broda ispituje se, tj. opterećuje prema propelernoj krivulji. Osim sigurnosnih testova koji odmah zaustavljaju motor, vrši se test upućivanja, prekreta, minimalnog broja okretaja, test regulatora, prekobrojnog broja okretaja, potroška goriva, test IMO NO_x-a u ispušnim plinovima i, najvažnije, test opterećenja. Testom opterećenja se vrše provjere performansi motora upravo prema gore spomenutoj propelernoj karakteristici. Tom prilikom se koristi slijedeća formula za izračun snage:

$$\text{Snaga (BHP)} = \mathbf{k} \text{ (koeficijent dinamometra vodene kočnice)} \times \mathbf{N} \text{ (broj okretaja motora)} \times \mathbf{W} \text{ (kg tereta na vodenoj kočnici)}$$

Sama ispitivanja i uzimanje podataka izvode se pod opterećenjima od 25, 50, 75, 90, 100, i 110 %, ukoliko nije drukčije dogovoreno. Na temelju iznesenog, na probnim vožnjama potrebno je dokazati brodovlasniku da je ugovorenu brzinu broda moguće postići s ugovorenom snagom.

Rezultati svakog od spomenutih opterećenja unose se u posebne protokole koji su siguran pokazatelj svih važnijih parametara porivnog sustava i koji se čuvaju kao bazni dokument, veoma važan za korištenje i servisiranje broda kroz cijeli njegov radni vijek.

Na dijagramu opterećenja („Load diagram“) zorno su prikazani svi odnosi između opterećenja motora, broja okretaja i propelera. Na tom je dijagramu posebno zanimljiva točka **MCR** („Maximum Continuous Rating“), tj. ugovorna maksimalna trajna snaga i broj okretaja (100 %) kojom se potvrđuje da je motor zadovoljio ugovoreni projekt i pripadajuću mu dokumentaciju.

Nakon završetka opremanja broda slijede probne vožnje kojima se dokazuju razne karakteristike broda kao cjeline. Međutim, snaga potrebna za novi brod u probnim vožnjama pri dobrim uvjetima za postizanje ugovorene brzine mora biti manja i nalaziti se desno od propelerne krivulje.

Brodograditelj će kupcu isporučiti brod prema ugovoru o specifikaciji i planu da se brod može koristiti širom svijeta, a čitav projekt potvrđuje klasičarsko društvo. Usput, struktura trupa broda je projektirana za životni vijek broda u trajanju od dvadesetak godina.

Jedna od važnih karakteristika iz ugovora je servisna brzina broda na „**design draught**“-u, tj. projektnom gazu i pri čistom trupu te mirnom i dubokom moru. Projektni gaz se obično nalazi između onog koji odgovara balastnom gazu i maksimalnom gazu pod teretom. Ta servisna brzina mora se postići s normalnim stalnim opterećenjem motora - „Normal Continuous Rating“ - **NCR** ili „Service Continuous Rating“ – **SCR**. To opterećenje iznosi 85% od maksimalne trajne snage - MCR-a, a uz 15 % „**Sea margin**“ (zaliha snage u službi).

Prije tog ispitivanja utvrdi se točnost projektnog gaza broda te se pristupi progresivnom ubrzavanju broda – („**Progressive speed trial**“) pri opterećenjima motora od 50, 75, 85 te 100 % od MCR. Ovim ispitivanjima se ustanove odnosi između brzine broda, opterećenja motora i broja okretaja propelera, kako bi se potvrdila ugovorena brzina. Brzine broda na tim opterećenjima su rezultati ranijeg ispitivanja modela u bazenima brodarskog instituta (tzv. „**Model Test Report**“) koji su uneseni u ugovoru i tehničkom opisu, uz uvjete pod kojima te brzine trebaju biti postignute.

Mjerenja brzina vrše se na odabranim „mjernim nautičkim miljama“ i to vožnjom u dva suprotna pravca, gdje se bilježe slijedeća opažanja:

- Broj vožnje, pravac, brzina broda, okretaji propelera, izlazna snaga motora (BHP).
- Smjer vjetrova i njegova brzina, stanje mora i dubina te visina valova i njihov pravac.
- Bilježe se i svi parametri glavnog i pomoćnih motora i uređaja.

Sama brzina broda mjeri se pomoću brodogradilišnog **DGPS** („Digital Global Position System“) uređaja, a može biti istovremeno mjerena i pomoću ugrađenog brodskog **GPS**-a. Za svaki mjerni prolaz mjeri se stvarni slip – skliz u postotcima prema formuli:

$$Sr = 1 - Va / p \times n$$

Sr = stvarni slip u % **Va** = brzina broda u čv (knot's – 1852 m/h)
p = korak propelera u m **n** = broj okretaja propelera u minuti

S obzirom na idealne uvjete (mirno more, bez vjetra i struja) izmjerena brzina broda korigira se prema metodi brodograditelja.

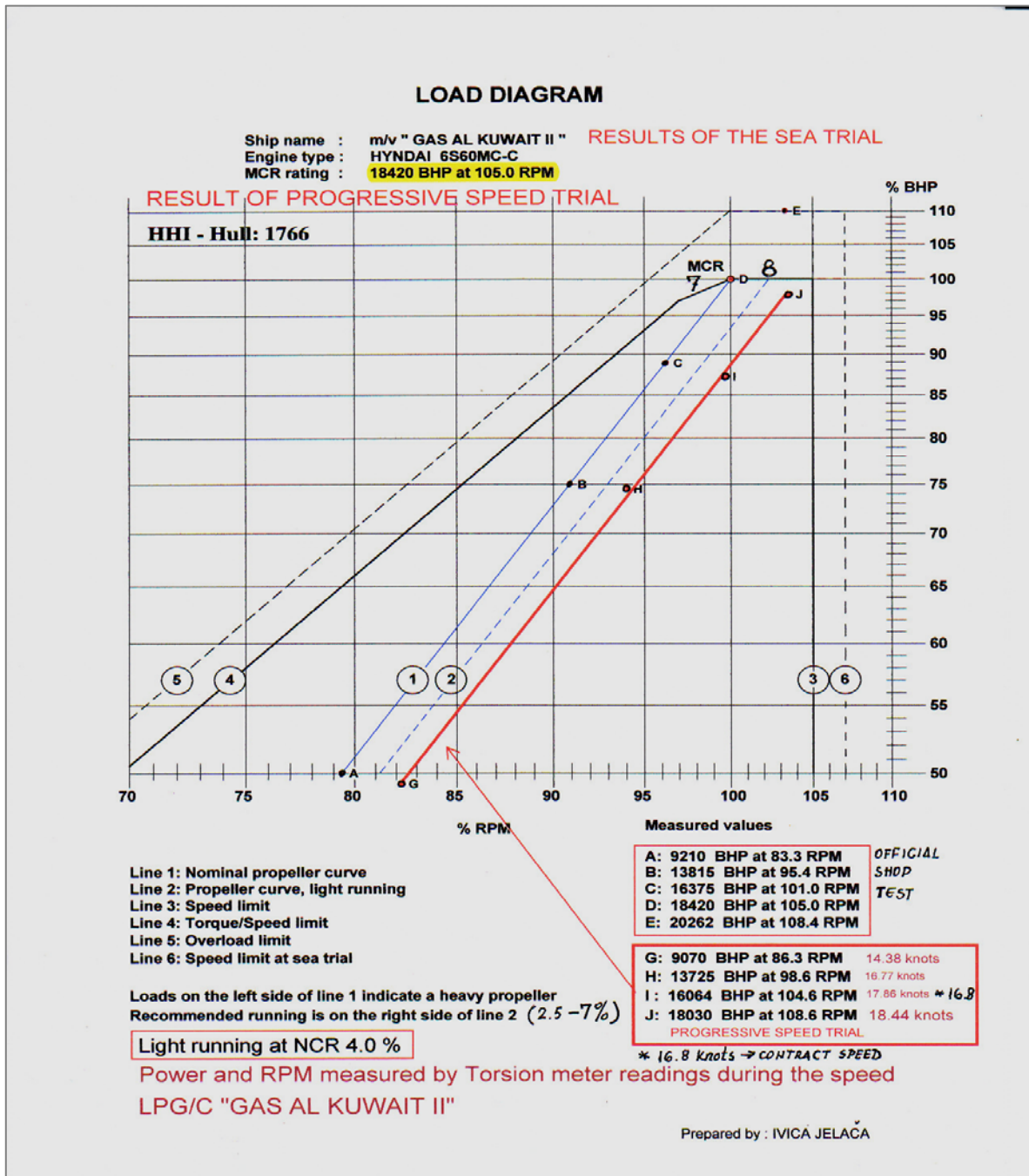
Izlazna snaga glavnog motora (BHP) službeno se mjeri pomoću za tu svrhu ugrađenog brodogradilišnog **torziometra** koji se kalibrira u prisustvu predstavnika operatora broda. Torziometar se ugrađuje negdje iza osovinskog ležaja, dakle neposredno prije statvene cijevi. Istovremeno se pomoću broskog instrumenta uzimaju indikatorski dijagrami i određuje se srednji indicirani tlak („Mean Indicator Pressure - **mip**“) u cilindrima te se izračuna snaga motora. Vrijednosti snage izračunate pomoću torziometra ili pomoću indikatorskih dijagrama mogu odstupati otprilike za 3%. Stvarni broj okretaja se mjeri pomoću brojača okretaja i dijeli sa vremenom provedenim na mjernoj milji.

Ako rezultate progresivnog ubrzavanja broda unesemo u dijagram opterećenja – „Load diagram“ možemo vidjeti gdje se točke opterećenja i broja okretaja nalaze u odnosu na liniju **1** – nominalnu propelernu krivulju – „**Nominal Propeller Curve**“. U normalnim prilikama („**laki propeler**“ – „Light running propeller“) krivulja performansi nalazi se na liniji **2** – na desnoj strani od linije **1**, tj. na krivulji „lakog propelera“. Preporuča se da te vrijednosti budu od 2,5 do 7% veće od nominalne vrijednosti na propelernoj krivulji. Ako dobijemo takve vrijednosti možemo reći da se sve poklopilo prema ugovoru.

Posebno treba naglasiti da rezultati progresivnog ubrzavanja broda ne smiju pasti na liniju **1** ili lijevo od nje, jer tada prelazimo u nepovoljno stanje nazvano „**teški propeler**“ – („Heavy propeller“).

Prema prikazanim primjerima iz prakse, iz **Load diagram 1** za m/v „Gas Al Kuwait II“ može se iščitati da su rezultati zadovoljavajući, dok se u drugom slučaju za brod m/t „Vadella“ – (**Load diagram 2**) rezultati opterećenja motora za ugovorenu brzinu nalaze na propelernoj krivulji **1**, ili blizu nje, tako da imamo stanje nazvano „**teški propeler**“. Stoga se u komentaru tih rezultata preporuča modifikacija propelera kako bi se dobili rezultati od 2.5 – 7% udesno od propelerne krivulje, odnosno, ostvarilo stanje nazvano „**laki propeler**“. Naravno, to iziskuje dodatne troškove i kašnjenje isporuke broda.

Poznato je da od samog početka korištenja broda rastu otpori broda koji imaju za posljedicu pad brzine i smanjenje broja okretaja propelera. Povećanje otpora može biti uzrokovano i samim stanjem mora i vjetra. Stoga je potrebno da rezultati probnih vožnji daju jasnu sliku da imamo „laki propeler“ kod čista trupa, na projektom gazu, pri povoljnim uvjetima mora i s 15 % „sea margin“ rezerve.



Dijagram opterećenja (Load diagram) 1

Takvi rezultati nam garantiraju da kasnije u korištenju broda, unatoč očekivanih povećanja otpora, uz našu pažnju neće doći do preopterećenog rada motora. Da bi zadržali brzinu pri povećanju otpora trebat ćemo koristiti zalihu snage („sea margin“), a neka opažanja nas mogu navoditi i na potrebu dokovanja broda.

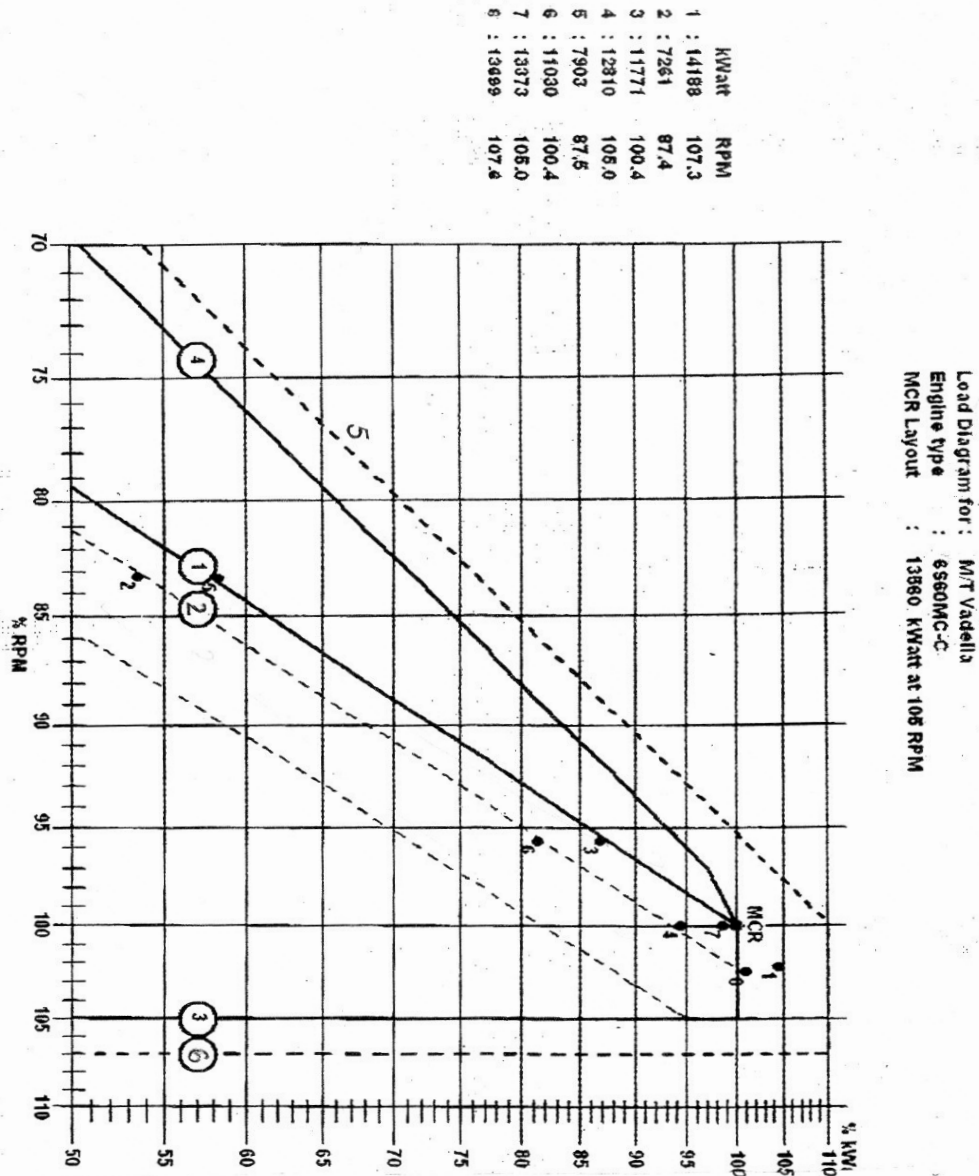
Kako vidimo, dijagram opterećenja („Load Diagram“) definira ograničenu snagu i broj okretaja u kontinuiranom radu kao i preopterećenja, referirajući se na točku MCR, a sve prema specifikaciji i ugovoru o brodu. Linije dijagrama desno od propelerne krivulje daju kontinuirano područje korištenja motora i toga se treba držati. Stoga je preporučljivo radi provjere u dijagram opterećenja stalno unositi aktualne vrijednosti snage i broja okretaja kako bi se postigla sukladnost s ograničenjima iz dijagrama i kako ne bi s opterećenjem prešli puno lijevo od propelerne krivulje te ugrozili rad motora, opteretivši ga preko dozvoljene mjere.

Područje kontinuiranog servisnog rada motora ograničeno je s linijama:

- **Linija 3** - Predstavlja maksimalan broj okretaja (105 % od MCR) koji može biti prihvaćen samo za kratkotrajan rad na probnoj vožnji.
- **Linija 4** - Predstavlja ograničenje na kojem je još moguće snabdjevanje motora sa zrakom za donekle normalno izgaranje, tj. predstavlja maksimalnu kombinaciju snage i okretaja. Naime, to je granica iznad koje se pri danim brojevima okretaja ni daljnim povećavanjem dobave goriva ne može dobiti veća snaga, jer u cilindru izgara samo onoliko goriva koliko omogućuje raspoloživa količina zraka i uvjeti miješanja zraka i goriva. Ako motor radi pri toj graničnoj krivulji imamo pojavu dimljenja zbog nepotpunog izgaranja, zatim povećanje temperatura ispuha i nedozvoljena toplinska naprezanja. Posljedice mogu biti ozbiljne, kao što su blokiranje klipnih prstenova, izgaranje ispušnih ventila, zaribavanje klipova i druge nepogodnosti.
- **Linija 5** – Predstavlja maksimalno dozvoljeni efektivni pritisak u cilindru za kontinuirani rad i smatra se granicom preopterećenja – zabranjen rad.
- **Linija 7** – Predstavlja ograničenje za srednji efektivni pritisak u cilindru.
- **Linija 8** – Predstavlja ograničenje snage za kontinuirani rad.
- **Linija 2** – Predstavlja kako je već spomenuto očekivano područje rada prema ugovoru i to na projektnom gazu, čistom trupu i dobrim uvjetima mora, tj. „lakom propeleru“. To znači da na toj liniji i desno od nje leži preporučeno područje kontinuiranog rada motora. Kako je već spomenuto tu se liniju preporuča postaviti na 2,5 do 7% udesno od nominalne propelerne krivulje. Sva opterećenja motora ulijevo od krivulje **1** označavaju stanje nazvano „teški propeler“.

Dakle možemo zaključiti da je trajni rad motora bez ograničenja dozvoljen samo u području linija **4, 7, 8 i 3**.

U području između linija 4, 5, i 7 leži preopterećenje motora. To se dešava prigodom manevarskog ubrzanja, ili plovidbe plitkim morem te u lošem vremenu, a ne smije se prakticirati u trajanju duljem od 1 sata na svakih 12 sati. To se područje opterećenja mora izbjegavati što je više moguće. Visoko termičko opterećenje koje u tom slučaju nastaje ovisi o previsokom srednjem efektivnom pritisku. Motor ne dobiva dovoljno ispirnog zraka, što uzrokuje nepovoljno radno stanje motora.



The measured performance data has been evaluated and put into the load diagram for this engine.
 The propeller curve is on the nominal curve when sailing against wind and wave, and approximately 2.5% light in the opposite direction.
 We recommend 2.5 - 7% light running shown with dotted lines in the load diagram.
 Therefore, we recommend to modify the propeller in order to get 2.5 - 7% light propeller running.

Dijagram opterećenja (Load diagram) 2

U svakom slučaju, općenito pravilo bi trebalo glasiti - držati se udesno od nominalne propelerne krivulje (linija 1), tj u području linije 2 gdje imamo stanje „lakog propelera“. Nasuprot tome, svaki rad motora ulijevo od normalne propelerne krivulje ukazuje nam da motor radi sa „teškim propelerom“ pa tome svakako treba obratiti dužnu pažnju.

Kako smo već naveli, vidimo iz prikazanog „Load dijagrama 1“ za m/v „Gas Al Kuwait II“ da rezultati postignuti na probnim vožnjama pokazuju kako su se

ostvarile projektne zamisli iz ugovora, jer je brod postigao ugovorenu brzinu sa „lakim propelerom“ (4% desno od nominalne propelerne krivulje) pri opterećenju normalne kontinuirane snage – NCR.

Drugi primjer - „Load diagram 2“ za m/t „**Vadella**“ pokazuje slabe rezultate, odnosno opterećenja koja su na ili blizu nominalne propelerne krivulje za dogovorenu brzinu. Stoga se preporuča modifikacija propelera kako bi dobili performanse lagane propelerne krivulje od 2.5 – 7 %.

Nakon progresivnog ubrzanja broda radi se test izdržljivosti u trajanju od 6 sati, a ujedno se izvrši i test „napuštene strojarnice pod nadzorom automatike“. Ispituje se i „**Crash stop**“ – naglo zaustavljanje za slučaj potrebe (kojeg mnogi s razlogom kritiziraju). On počinje od 85% opterećenja glavnog motora, što otprilike znači 90% brzine broda u vožnji prema naprijed, kada se punom snagom krene natrag dok se brzina broda ne svede na nulu.

Testiranje zaokreta broda vrši se pri brzini koja je 90 % od ugovorene brzine uz ispitivanje okreta kormila „sve lijevo“, zatim „sve desno“, te „cik-cak“ krivudanje. Još se ispituje i minimalni broj okretaja pri kojem motor radi stabilno.

Uobičajeno je također mjeriti vibracije i buku, a po traženju vlasnika i termičko (infracrveno) zračenje tzv. „**Thermal imaging**“. Na taj način ispituju se ispušne cijevi na propuštanje, razna izolacija, uputnici, kabeli, razvodne ploče i druga oprema, a sve u cilju pronalaženja povećanih izvora topline koji kasnije mogu izazvati poteškoće ili uzrokovati požar.

Prema svemu do sada iznesenom, propeler zauzima veoma značajno mjesto u propulziji broda. Stoga ćemo se malo osvrnuti na postupak njegove izrade i primopredaje prije ugradnje na brod. Materijal od kojeg se izrađuju propeleri je uglavnom slitina bronce, na primjer **NiAl** – bronce u kojoj se uobičajeno ima oko 80% bakra. Takvi i slični materijali su veoma otporni na koroziju. Slitina bronce se priprema u talioničkim pećima te se u loncima za prijenos taj rastaljeni metal uljeva u pripremljeni kalup, mahom pješčani. Tu su umetnuti i dodatci za jednokratnu uporabu koji koriste utjecaj gravitacije, primjerice oni s dvostrukim kanalima odozdo radi boljeg popunjavanja kalupne šupljine. U kalupu se talina hladi i skrutnjava. Ovakav postupak se koristi za ljevanje predmeta sa složenom geometrijom. Međutim, potrebno je spomenuti i nedostatke koji pritom mogu nastati, kao što je poroznost ili ograničena mehanička svojstva.

Obrada odljevka propelera glodanjem je jedna od najkompleksnijih zadaća. Tu se traži veoma lagano pomicanje glodala kako bi se dobili dobri rezultati prije završne obrade. Nakon razbijanja kalupa i procjene da je odljevak propelera uredan pristupa se obradi na posebnom CNC stroju. CNC strojevi su numerički upravljani uz podršku elektronike. Njihova petosna obrada ima veliku točnost uz zadovoljavajuće trajanje postupka.

Nakon opisane obrade mogu se uočiti sve površinske poroznosti. One nisu neuobičajene. Saniraju se na način da se, daleko od radoznalih pogleda, pomoću pneumatskih čekića površina ugnječi, a onda se pristupi završnom tretmanu brušenja i poliranja, kako krilâ tako i glavčine.

Za metodu ispitivanja poroznosti koristi se postupak prodiranja boje – „**Penetrant Test**“ koji se sastoji od: 1. „**Cleaner**“-a - čistaća površine, 2. „**Penetrant**“-a – boje koja ulazi u poroznost i 3. „**Developer**“-a - suhog praha koji izvlači boju iz poroznosti dajući realnu sliku stanja.

Za samu sliku poroznosti krila su podjeljena po strogosti kriterija u zone „**A**“, „**B**“, i „**C**“ („severity zones“), a referentna površina im je po 100 cm². Svaka zona ima svoje kriterije a to su: maksimalno dozvoljen broj poroznosti, način kako su poroznosti poredane - po pravcu ili nepravilno te njihove dimenzije. Primjerice, u zoni „**A**“ maksimalno je dozvoljeno sedam poroznosti najvećeg promjera 4 mm, od toga njih pet koje nisu u liniji te dvije maksimalnog promjera 3 mm koje leže u liniji. Iz ovog je vidljivo da se primjenjuju vrlo strogi kriteriji.

U daljnju proceduru primopredaje propelera ulazi geometrija debljine krila, ulazni kut, korak, promjer i statičko balansiranje. Prema priloženim izvještajima iz prakse i slikama možemo vidjeti koliko se tim ispitivanjima pridaje važnosti i kakva je strogoća traženih kriterija. Ako propeler zadovolji sve ove kriterije slijedi uzimanje otiska dosjedanja konusa propelerne osovine na propeler. Uobičajeni nagib konusa koji se primjenjuje je 1:20 te ima napravljen priključak za rad s ručnom hidraulikom. Uljni kanali su napravljeni po površini konusnog provrta glavčine, kako radi montaže tako i za skidanje propelera sa propelerne osovine.

Propelerna osovina je napravljena od kovanog čelika prema zahtjevima klasiifikacijskog društva. Na prednjem dijelu je integrirana prirubnica, a krmeni dio je konusno obrađen za montažu u glavčinu propelera bez klina. Osigurava se sa lijevo narezanom hidrauličkom maticom.

Propelerna osovina poslije grube obrade podvrgne se ultrazvučnom testu, a nakon finalne obrade magnetskom testu u zoni vrata prirubnice i u zoni dosjeda konusa i narezanog dijela osovine.

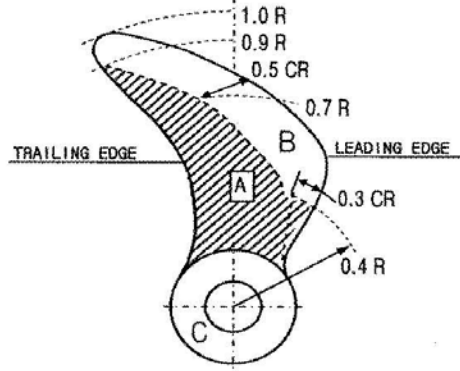
Nakon završene montaže ugrađuje se zaštitna kapa od manganske bronce čija se unutrašnjost ispuni odgovarajućim materijalom koji spriječava hrđanje. Zbog pregleda propelerne osovine i statvenog ležaja osovina se uvlači u brod kroz strojarnicu. Međutim, ukoliko je istu potrebno vaditi izvan broda to se obavlja kroz privremeno odrezane otvore na oplati broda. Uzimanje otiska dosjedanja obavlja se na način da se propeler postavi na postolje u vodoravan položaj, a sama propelerna osovina se okomito uvede u dosjed na glavčini. Prethodno se konusni dio osovine

premaže laganim filmom plave boje – („Non-drying prussian blue Permatex“). Kako je vidljivo na prikazanoj slici tada se plastičnim čekićem udara dosta jako po krilima propelera radi boljeg nalijeganja, kako bi se dobio jasan otisak. Osim vizualnog otiska na konusu i glavčini propelera, otisak s provrta glavčine prenosi se na papir i prilaže uz dokumentaciju. Time završavaju sva ispitivanja prije ugradnje na brod.

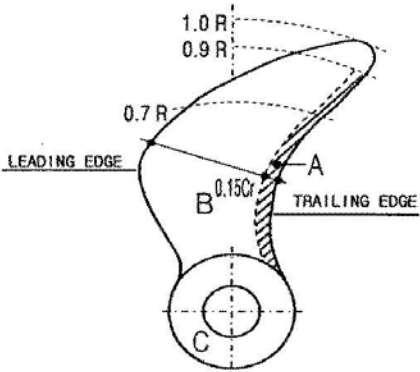




DISTR.	NON-DESTRUCTIVE REPORT	REPORT No. : K630-1R07X-3508	PREP.	REV.	APPR.
엔:원		PAGE No. : 1 OF 1	K.Y. JANG		W.C. HA
NOT:1		DATE : 2007.06.29			
PROJECT NAME : 1767		PROJECT No. : DA3855	TYPE : -		
PART NAME : PROPELLER		PART No. : 3855PP01	CH. No.: P30628		
KIND OF INSP' : ■PT		WORK'S COND' : ■FINAL			
MATERIAL : NiAl-Bronze		HEAT-TREATMENT: N / A			
PROCE. No. : DNV RULE PART 2, CHAPTER 2, SECTION 10					



Pressure Side



Suction Side

Severity zones in blades

ULTRASONIC TEST	
EQUIPMENT	
BRAND:	
MODEL:	
ID NO.:	
TRANSDUCER	
BRAND:	
TYPE:	
FREQUENCY:	
ANGLE: ID No:	
METHOD	
<input type="checkbox"/> STRAIGHT	
<input type="checkbox"/> ANGLE	
<input type="checkbox"/> T-R <input type="checkbox"/> CONTACT	
COUPLANT	
SENSITIVITY	
PULSE LENGTH	
TEST BLOCK	
PENETRANT TEST	MAGNETIC TEST
PENETRANT	EQUIPMENT
BRAND: KANGSUNG	BRAND:
MODEL: PA	MODEL:
■ COLOR	OUT PUT:
<input type="checkbox"/> SPRAYING	ID NO.:
■ BRUSHING	MAGNETIZATION
<input type="checkbox"/> DIPPING	<input type="checkbox"/> AC <input type="checkbox"/> YOKE
DWELL TIME: 15Min.	<input type="checkbox"/> DC <input type="checkbox"/> PROD
REMOVER	PARTICLES
BRAND: KANGSUNG	<input type="checkbox"/> WET <input type="checkbox"/> FLUORESCENCE
MODEL: RA	<input type="checkbox"/> DRY <input type="checkbox"/> COLOR
<input type="checkbox"/> WATER ■ SOLVENT	DIRECTION
DEVELOPER	<input type="checkbox"/> BOTH <input type="checkbox"/> CIRCULAR
BRAND: KANGSUNG	<input type="checkbox"/> LONGITUDINAL
MODEL: DA	TEST METHOD
■ SPRAYING	<input type="checkbox"/> CONTINUOUS
<input type="checkbox"/> DIPPING	<input type="checkbox"/> RESIDUAL
<input type="checkbox"/> BRUSHING	SPACING:
<input type="checkbox"/> WET <input type="checkbox"/> DRY	CURRENT:
■ NONAQUEOUS	BLACK LIGHT
DEVELOPER TIME:	BRAND:
10Min.	MODEL:
SURFACE TEMP.:	INTENSITY:
25°C	
TEST BLOCK	

INSPECTION AREA :
 A-ZONE

JUDGEMENT:
 ACCEPTABLE
 UNACCEPTABLE

NCR NO. ()

EXAMINED BY LEVEL II K. Y. JANG *[Signature]* 6/29

REVIEWED BY LEVEL II

APPROVED BY LEVEL III W. C. HA *[Signature]* 6/29

CUSTOMER (OWNER) *[Signature]* 19.06.2007

INSP. AGENCY (CLASS) DNV *[Signature]* 2007-06-29

HESF-K630-027(R2)

ENGINE & MACHINERY DIVISION(96.9.25/QM)

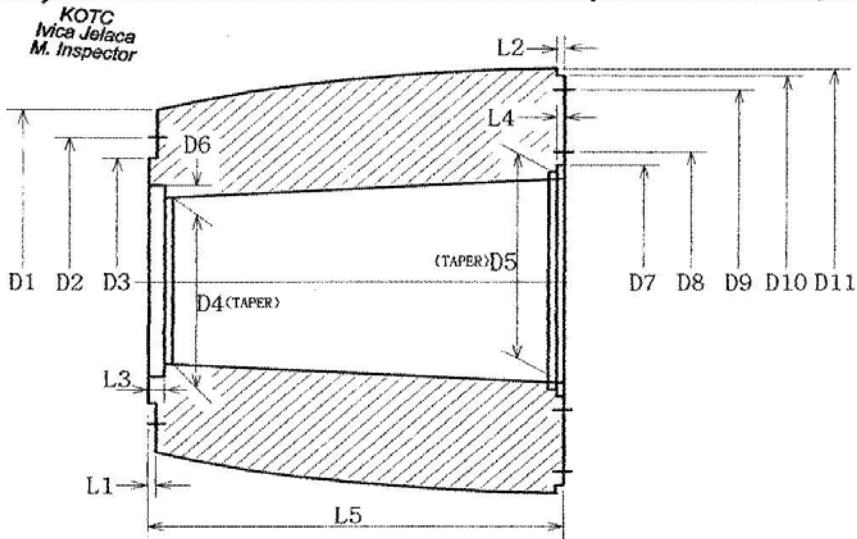
A4(297X210mm)

KOTC
 Ivica Jelenc
 M. Inspector





DISTR.	INSPECTION REPORT		REPORT No. : K630-INR07D-3911	PREP	REV	APPR
			PAGE No. : 3 of 3	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	
			DATE : 29-Jun-2007	Y.D.KIM	H.H.JANG	S.H.BAE
PROJECT NAME : 1767(W)		PROJECT No. : DA3855	CHARGE No. : P30628			
PART NAME : PROPELLER		PART No. : 3855PP01	DWG. No. : D14-106477-3.0			
KIND OF INSP. : BOSS DIMENSION		WORK'S COND. : FINISHED	INSP. PLACE : PROP.SHOP			
CUSTOMER. : KUWAIT OIL TANKER CO.		INSP. AGENCY. : DNV	JUDGEMENT			
NAME AND ID No. OF INSTRUMENT		<input checked="" type="checkbox"/> ACCEPTABLE <input type="checkbox"/> UNACCEPTABLE NCR No. : ()				
CUSTOMER : <i>[Signature]</i>		INSP. AGENCY : <i>[Signature]</i>		TEMP. : 22°C		
(OWNER) 29.06.2007		(CLASSIFICATION) 29th June 2007		UNIT : mm		



POSITION	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
DESIGNED	Φ1050	Φ970	Φ850 ^{-0.5} _{-1.0}	Φ503.03	Φ564.28	Φ503.75	-	Φ660
ACTUAL	-0.5	+0.3	-0.9	-0.07	-0.06	-0.2	-	+0.5

POSITION	D9	D10	D11	L1	L2	L3	L4	L5
DESIGNED	-	Φ1150	Φ1200	10	65	35	-	1260
ACTUAL	-	+0.1	-0.5	-0.1	-0.1	-0.2	-	+0.2

*. SURFACE ROUGHNESS OF BLADE

BLADES	A	B	C	D	-	-	REMARK
DESIGNED	6 μm Ra						ISO 484/1
ACTUAL	2.1	2.5	2.4	2.3	-	-	

HESF-K630-033(R1)

ENGINE & MACHINERY DIVISION

A4(210mm x 297mm)



MJERENJE DEBLJINE KRILA PROPELERA MIKROMETROM



PROPELER NA UREĐAJU ZA STATIČKO BALANSIRANJE



KONTROLA S PENETRANTIMA I S POMOĆU ŠABLONA



MJERENJE GEOMETRIJE PROPELERA PREMA PROTOKOLU



PROPELERI PRIPREMLJENI ZA PRIMOPREDAJU STATIČKOG BALANSIRANJA

*Otkrićem kotača čovjek je pokorio kopno,
a propelerom na brodu pokorava more!*

modri kavez

(Izveštaj i komentar)



Gledalište: snimio Nikša Smoje

Dana 24.10.2015 uvečer u 19³⁰ sati u utrobi trajekta Jadrolinije „Marco Polo“ po prvi put svečano je prikazan dugometražni dokumentarni film **MODRI KAVEZ** o životu pomoraca. Ovaj izvanredni film vrlo uspješno svjedoči o pomorcima i njihovim obiteljima te o svim izazovima, poteškoćama, odricanjima, jednom riječju o svim nedaćama ali i rijetkim zadovoljstvima koji obilježavaju ovu profesiju tradicionalno nazvanu „kruh sa sedam (ili više) kora“.

Autorice filma su dvije umjetnice, Žana Bajić kao producentica filma „Modri kavez“ i njena kćerka Bruna Bajić kao redateljica tog filma.

Kapetan Neno Bajić Žanin suprug i Brunin otac plovi već 30 godina. Stvaranje ovog jedinstvenog dugometražnog dokumentarnog filma nadahnuto je iskustvima osobnog života oca, supruge i odrastanja njihovih kćeri u takvim posebnim uvjetima.

Žana Bajić rođena je u Kotoru 16.12.1961. Završila je studij slikarstva u „Assenza Art Academy“ u Baselu. Svoje slike izlagala je na brojnim grupnim i samostalnim izložbama u zemlji i inozemstvu. Članica je ULUH-a u Splitu, a utemeljila je i predsjedava Hrvatskim društvom umjetnika „**Nanael**“.

Njeno slikarstvo često je inspirirano glazbom. U palači **Milesi** (Galerija HAZU) samostalno izlaže slike nadahnute glazbom sjevernoameričkih Indijanaca, a stvara i seriju slika inspiriranih glazbom i izvedbom našeg eminentnog pijaniste **Maksima Mrvice**.

Neumorno organizira i sudjeluje u raznim multimedijalnim projektima. Objavljuje i svoju knjigu pjesama pod nazivom „Pjesma moja, boja tvoja“ koju ilustriraju djeca iz vrtića Splita i Kotora.

Bruna Bajić, Žanina kćerka je rođena u Splitu 07.09.1983. Nakon gimnazije upisala se je na Pomorski fakultet u Splitu, smjer „Upravljanje jahtama i marinama“, a kao nemiran i ljubopitljiv duh usporedno se bavila raznim drugim aktivnostima, ne iz potrebe već iz želje da upozna ljude i osjeti „bilo“ različitih poziva. Iako je položila dosta ispita na Pomorskom fakultetu shvatila je da to nikako ne može biti njen životni odabir. Kad je saznala da na Umjetničkoj akademiji u Splitu postoji smjer Film, ne gubeći vremena napustila je dotadašnji studij i upisala je smjer „Film i Video“ na Umjetničkoj akademiji. Studij je uspješno završila dajući u rokovima sve ispite, a na istoj akademiji je i magistrirala na smjeru „Film, medijska umjetnost i animacija“. Napokon je definitivno znala da će se ubuduće baviti zanimanjem kojeg voli i gdje će moći



Trajekt „Marco Polo“ - snimio Nikša Smoje

ostvariti sve svoje profesionalne ambicije u poslu koji joj leži i gdje će moći izraziti svoje urođene naklonosti.

Tijekom studija i nakon toga ostvarila je dvadesetak kratkih i srednjometražnih filmova a njen prvi vrlo uspješni dugometražni dokumentarac bio je „**Hrvatska rapsodija: Maksim Mrvica**“.

U želji da objasni motive i načine kako je nastajao film „Modri kavez“ te svu količinu truda i muke uložene u njegovu realizaciju Bruna Bajić je napisala knjigu redateljskih memoara „**Put u modri kavez**“ u kojoj je sve detaljno objašnjeno.

Glede prezentacije i financiranja ovog pothvata koristile su se i usluge poznate svjetske „crowdfunding“ kompanije „**Indiegogo**“. Naša udruga je svojim skromnim novčanim doprinosom također poduprla realizaciju ovog filma. Novopokrenuta web stranica projekta poslužila je kao platforma za okupljanje što više osoba u sudjelovanju ili osmišljavanju filma na stvarnoj ili virtualnoj osnovi.

No vratimo se na opis svečanog prikazivanja ovog filma. Odabir ambijenta velikog trajekta „**Marco Polo**“ savršeno je odgovarao tematici ovog filma. Svjetlosna igra nasumično usmjerenih ljubičastih reflektora dodala je poseban efekt već postojećoj rasvjeti u garaži trajekta. Na pramčanom dijelu garažnog prostora bili su smješteni ogroman ekran i bina te gledalište. Na putu do gledališta bio je položen tapet,

a uzvanike su dočekivale Bruna i Žana Bajić, dok su sa strane bile izložene slike Žane Bajić inspirirane tematikom samog filma. Nakon tople uvodne riječi Brune Bajić slijedilo je prikazivanje filma dugog oko 1½ sat.

Film je vješto satkan od svjedočenja dvanaest osoba mahom kapetana, i jednog brodstrojara te njegove supruge, zatim dvoje bivših telegrafista te jednog broskog kuhara. Radi se o dvanaest osoba čiji je život bio ili jest okovan ali i oplemenjen morem.

Neki od intervjuiranih kapetana još su aktivni i plove, a ostali, ili su umirovljeni ili su promijenili profesiju i zaposlili se na kopnu. Svjedočenja su kroz film raspoređena u odsječcima, ovisno o tome o kojoj se temi razglaba, ili, o kojem se posebnom aspektu ili hendikepu života pomoraca i njihovih obitelji na kopnu trenutačno govori.

Čitava priča je također ispunjena i vizuelno povezana odgovarajućim ilustracijama, tj. slikama brodova ili prizorima iz života i rada pomoraca na bro-

Treba izdvojiti intervju sa supružnicima Grabovac, Jakovom (Jašom) i Anom. Njihovo svjedočenje je jedinstveno, jer Ana je stjecajem okolnosti u tridesetak godina Jašinog navigacijskog staža većinu vremena provela ploveći sa svojim suprugom. Tako je imala dovoljno vremena da malo-pomalo opservira što sve pomorci doživljavaju tijekom plovidbe, u olujama i u bonaci, a posebno u lukama te u

kontaktima s lučkim vlastima, krca-teljima, raznim inspektorima i kontrolorima. Ta svoja bogata zapažanja marljivo je zapisivala u bilježnice i s godinama toga se puno nakupilo. Kad je Jašo prestao ploviti Ana se okušala i u literaturi; u Splitu je završila „Školu kreativnog pisanja“. Te svoje bilježnice je pretočila u dva toma i objavila pod naslovima „Brodski dnevnik“. Bit će toga vjerojatno još.

Po mom vlastitom mišljenju, najupečatljivije svjedočenje je ono koje je dao kapetan Špiro Roguljić, čovjek od formata, s čvrstim i odlučnim pogledom, ali i posebno nježan obiteljski čovjek. Kad govori o svojim pomoračkim iskustvima i doživljajima dobiva se utisak da se težina navigavanja cijeloga svijeta svalila na njegova jaka ali umorna pleća. Osobito to dolazi do izražaja kad govori o tragediji pogibije dvaju pomoraca u požaru kontejnera na njihovu brodu. Na licu mu se moglo vidjeti da tu tragediju ne može zaboraviti, niti će lako prežaliti svoje kolege.

Slijedeći pomorac i vrlo zanimljiv svjedok jest neponovljivi Nikica Mrđen, bivši telegrafista. Čovjek je to britka uma, živahna duha i „grubog“ (čitaj – iskrena) jezika. Taj pisac i pjesnik, danas starac od 82 godine još je mlađahan duhom. Njegovih šest knjiga govore o svim aspektima života, bilo na brodu ili na kopnu, ne libeći se pritom dotaknuti bilo koju intimnu i škakljivu temu o kojima njegovi sugrađani kao malomještanski tradicionalisti ni u snu ne bi pomislili govoriti.

Jednom riječju, Nikica je jedinstven čovjek i van svih standarda – svojevrsni kralj neobičnosti.

Treba izdvojiti i zanimljiv lik Olivera Telca s otoka Ugljana. On se otisnuo na more kao mladac od petnaestak godina i dugo je plovio. Vremenom je postao i brodski kuhar. Marljivo je skupljao utiske sa dugih putovanja, doživljavao razne sentimentalne avanture i pisao pjesme. Njegovo svjedočenje zaslužuje dužnu pažnju. U svom domu u Sutomišćici ima i mali studio s obimnom videotekom. U kasete je detaljno bilježio događaje i komentare iz svog ploidbenog iskustva. S nekoliko sumještana je osnovao i vlastiti bend, a uspješno se bavi i make-tarstvom. Inače, stanovnici Ugljana nastoje očuvati svoj miran način života od bilo čijeg vanjskog utjecaja.

Ostali sudionici intervjuirani u ovom filmu su mahom kapetani, neki još aktivni a neki umirovljeni ili zaposleni na kopnu, i to: Neno Bajić, Alfonso Bezmalinović, Joško Berket, Ratko Marinić sa suprugom Teom. Tu je i Jadran Marinković poznati voditelj „Pomorskih večeri“ na Hrvatskom radiju i bivši pomorac s par godina navigavanja na „Jadroplovu“. Intervjuirana je i ex dekanica „Pomorskog Fakulteta“ u Splitu Rosanda Mulić te još jedan bivši telegrafist - Kuzmanić Petar sa suprugom Petrom. Svi su oni, svaki na svoj način, iz vlastita dogogodišnjeg iskustva meritorno i iscrpno svjedočili o svim nedaćama, opasnostima, zamkama i ostalim poteškoćama koje proživljavaju pomorci i njihove obitelji.

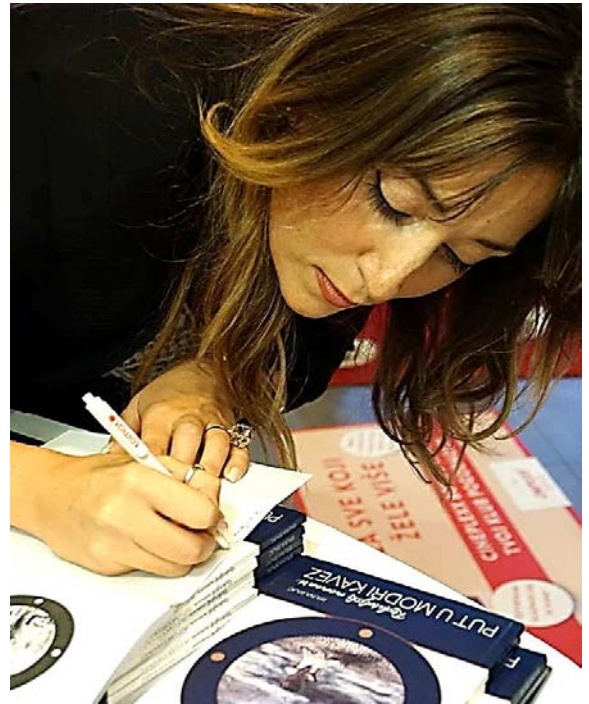
Vrijedi ovdje spomenuti kako je neviđenim razvojem telekomunikacijske tehnologije profesija „brodskog telegrafiste“ već odavno netragom nestala. Umjesto toga taj posao dodan je drugim brojnim zaduženjima brodskih časnika i posade, već ionako preopterećenih, s obzirom da su danas svedeni na krajnje minimalan broj.

Nedvojbeno je da su, osim izloženosti prirodnim silama i drugim opasnostima u plovidbi, pomorci najviše hendikepirani odvojenošću od svojih obitelji.

Nikakvi razlozi, kao što su dobra zarada i slično ne mogu nadoknaditi odsutnost očeva ili sinova iz njihovih obitelji. Takva situacija ostavlja neizbrisiv emotivni ožiljak na samom pomorcu kao i na njihovoj djeci, suprugama ili majkama.

Stoji činjenica da se u samo jednoj generaciji duljina boravka na brodovima bitno promijenila. Starije generacije uobičajeno su ostajale na brodu po godinu dana, a ponekad bi stjecajem okolnosti ostali čak i do godine i pol. To je zaista bilo nehumano. Danas je sasvim drukčija situacija. Boravak se uobičajeno kreće od šest mjeseci na brodu s dva ili tri mjeseca plaćena odmora, pa sve do dva mjeseca boravka na moru s dva mjeseca plaćena odmora u slučaju platformi i kruzera. Smještajni komfor se isto tako puno poboljšao, ali zbog malog broja posade mnoge hotelske poslove pomorci moraju obavljati sami.

Međutim, uz sav taj napredak



Bruna Bajić potpisuje svoju knjižicu „Put u Modri kavez“ – snimio Nikša Smoje

ima i druga strana medalje. Moglo bi se pomisliti da je napredak tehnologije uvelike olakšao život na brodu. To i jest dijelomice točno; sve je manjeviše automatizirano, bolja je povezanost s kopnom; izravno s upravom ili u slučaju kvara s proizvođačima. Suvremena sredstva satelitske komunikacije, e-mail, telefaks i Skype omogućavaju svakodnevnu glasovnu i vizualnu komunikaciju s upravom ili sa svojom porodicom. Postoji i druga strana medalje. Jako je povećana profesionalna odgovornost. Sve više i više vremena treba se baviti brodskom papirologijom. Razni formulari koje treba pažljivo ispunjavati množe se kao gljive poslije kiše. Sve je strožija i rigoroznija međunarodna pomorska legislativa, sve je više konvencija i drugih međunarodnih propisa o

kojima treba voditi računa. Tu su i sve strožiji lučki propisi i razne kontrole. Svaka minuta zastoja u teretnim operacijama se kažnjava penalima. Jednom riječju sve se te dužnosti obaraju na malobrojne brodske časnike i uzrok su njihova velikog stresa.

Osim navedenog, postoji rasprostranjeno mišljenje kako su današnji pomorci manje-više hrpa neodgovornih i slabo uvježbanih morskih luralica privučenih lakom zaradom. Nadalje, često se misli da takvim pomorcima nepoštivanje propisa i varanje lučkih vlasti predstavlja neku vrstu športa. Ukoliko se bilo što nezgodno desi, prvenstveno se krivi brodska posada. U slučajevima ozbiljne pomorske nezgode, izljeva goriva ili slično vlasti odmah pritvaraju zapovjednika i upravitelja, a onda polagano istražuju tko je počinitelj (prema principu: „Shoot first, then ask the questions“).

Kada, nakon provedenog ugovora pomorac stigne kući, nije se tako rekuć ni „udomaćio“, a brodar ga već šalje „po europama“ u neki izobrazni centar ili tvornicu, na desetak do petnaest dana specijaliziranog seminara gdje se izvježbava u rukovanju novim strojevima, uređajima, elektronskim sustavima ili se upoznava s najnovijim međunarodnim propisima. Tako mu tih dva mjeseca s porodicom prođu, a da se nije pošteno ni odmorio, a kamoli da se rasteretio akumuliranog stresa. Povrh toga, on treba voditi računa o ispunjavanju prijave i raznih obazaca u vezi s oslobađanjem od plaćanja poreza i uplata za zdravstveno

osiguranje. Prema STCW konvenciji svakih pet godina treba poduzeti korake za obnovu „breveta (licencije), tj. ovlaštenja. Ukoliko kroz tih pet godina nije određeno vrijeme aktivno plovio, on treba ponoviti ispite za dobivanje novog ovlaštenja! To je koliko je poznato jedinstven slučaj za bilo koju profesiju gdje se takvo nešto zahtijeva, možda jedino za zrakoplovce ili astronaute. **Pa sad, vi navigajte!**

Ali, usprkos tome, možda iz inercije ili nesnalaženja, većina pomoraca se uporno drži tog zanata. Ukoliko se niste ostavili mora u početku karijere neminovno ostajete doslovno „zarobljeni u modrom kavezu“. Nitko ne može objasniti kakva je to sila koja usprkos nedaćama i opasnostima privlači pomorce natrag na more.

Treba imati na umu da smo općenito još uvijek u vremenu globalne gospodarske recesije i niskih vozarina na tržištima brodskih tereta, a posebno ekonomske krize u našoj zemlji usljed prezaduženosti i niske stope zaposlenosti. Ipak, brojni naši pomorci, izuzev brodova za rasuti teret, još uvijek uglavnom plove na brodovima stranih zastava sa sofisticiranom tehnologijom, gdje su cijenjeni kao vrsni stručnjaci. Tako oni prehranjuju i izdržavaju svoje obitelji, što nije beznačajna činjenica.

Stoga, bilo bi vrlo poučno da naša javnost, a posebice članovi vlade koji su za to zaduženi pogledaju ovaj film kako bi u detalje saznali istinu o svim nedaćama, i fizičkim i psihičkim, s kojima se pomorci i njihove obitelji moraju nositi. Modri kavez je prikazan i u

Cineplexxima, a neki se već raspituju da bi htjeli kupiti film na DVD-u kada i ukoliko se u tom obliku pojavi. Ovaj jedinstveni film o životu pomoraca i njihovih obitelji, ne samo naših nego i svih pomoraca širom svijeta, koji emotivno zaokuplja sve ljude zaslužuje da se prikaže u svekolikoj našoj javnosti udarnom terminu preko nacionalne TV

mreže. To je potrebno kako bi šira javnost u nas bila upoznata sa svim aspektima pomoračke profesije. Napokon, Hrvatska je kontinentalna ali također i primorska zemlja koja nasreću značajnim svojim dijelom graniči s morem, a to moramo uvažavati, cijeniti i koristiti.

Kad se rimski vojskovođa Gnei Pompei Veliki (Magnus) 59. godine prije Krista nakon uspješne vojne na istoku protiv Mitridata sa svojim brodovima i velikim plijenom spremao na povratak u Rim, Mediteranom je zavladao velika oluja i zapovjednici brodova su oklijevali otisnuti se na more. Međutim, Pompej je naredio da podignu sidra, povikavši:

„Mi moramo pod svaku cijenu zaploviti, preživljavanje je manje bitno!“.

Tako je prema Plutarhu nastala ova poznata izreka.

„Navigare necesse est, vivere non est necesse!“

Uz njegovu hrabrost i energičnost te uz malo sreće flota je preplovila ocean donijevši u domovinu bogat plijen. Kasnije, to je omogućilo da se prazna spremišta žita napokon napune i gladni Latini nahrane. Ustvari, bilo je i viška žita kojim je nahranjen narod i van užih granica Rimskog carstva. Ali, častohlepnog vojskovođu Pompeja na žurbu su tjerale sasvim druge i to prizemne pobude. Naime, trećom triumfalnom hodnjom i mnogim zaplotnim urotama nastojao je ovladati republikom kao neprikosnoveni božanski kralj, što mu nije uspjelo. Republički oblik vladavine ostao je tada ipak na snazi, a on je vladao u trijumviratu skupa s Cezarom i Krasom.



Dobra istracija izraza „tuči more“!

Korišten izvor: **B. Bajić** – „Put u Modri kavez“
Izveštava: **Boris Abramov**

Korištenje toplinske energije sadržane u oceanima (OTEC)

Oko 70% površine našeg planeta prekrivaju oceani. Ta velika masa vode absorbira veći dio enormne količine toplinske energije koju svakog dana prima sa Sunca. Sustavima „**Pretvarača toplinske energije oceanâ**“ (engl. – „Ocean Thermal Energy Converter“ - skr. **OTEC**) pokušava se izvući dio te akumulirane energije i pretvoriti je u električnu.

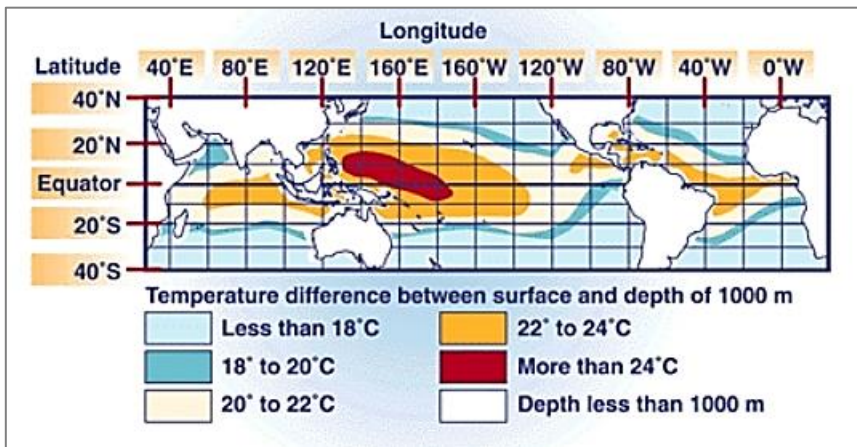
Toplinska energija akumulirana u oceanima stoji svijetu na raspolaganju u neograničenim količinama; 24 sata na dan, 365 dana u godini. Ta energija stalno se obnavlja, sve dok Sunce sija i postoje prirodne morske struje. Količine te energije koje bi se mogle praktično izvući ocijenjene su na 3 do 5 TW (teravata)³. To je otprilike jednako dvostrukoj količini svih sadašnjih svjetskih potreba za energijom. Nadalje, u sprezi s elektrolizom može se proizvesti dovoljno vodika da potpuno zamijeni svu projiciranu svjetsku potrošnju fosilnih goriva. Međutim, s obzirom da se radi o tehnologiji u nastajanju, još uvijek ostaje neriješen problem reduciranja velikih početnih investicijskih ulaganja, a ni brojni tehnološki problemi još nisu do kraja riješeni.

Većina električne energije koju danas koristimo dobiva se pomoću toplinskih strojeva raznih vrsta. Toplinski stroj je naprava koja djeluje na principu termodinamičkog ciklusa koji se odvija između dvaju temperaturnih razina, jedne s višom i druge s nižom temperaturom. Toplinska energija se dobiva, recimo, izgaranjem nekog goriva, ili se crpi iz nekog drugog izvora topline. U termodinamičkom ciklusu ta toplinska energija se pretvara u mehaničku ili električnu energiju. Što je veća temperaturna razlika u ciklusu više se energije može izvući iz procesa, pa je stroj time učinkovitiji.

OTEC je isto tako svojevrsan toplinski stroj. On koristi razliku temperatura između dvaju slojeva oceanske vode. Izgaranje goriva u ovom procesu uopće nije potrebno, jer temperaturna razlika u oceanima između plitkih i dubokih slojeva vode već prirodno postoji. Dakle, pretvaranje toplin-

³ 1 teravat = 10¹² vata

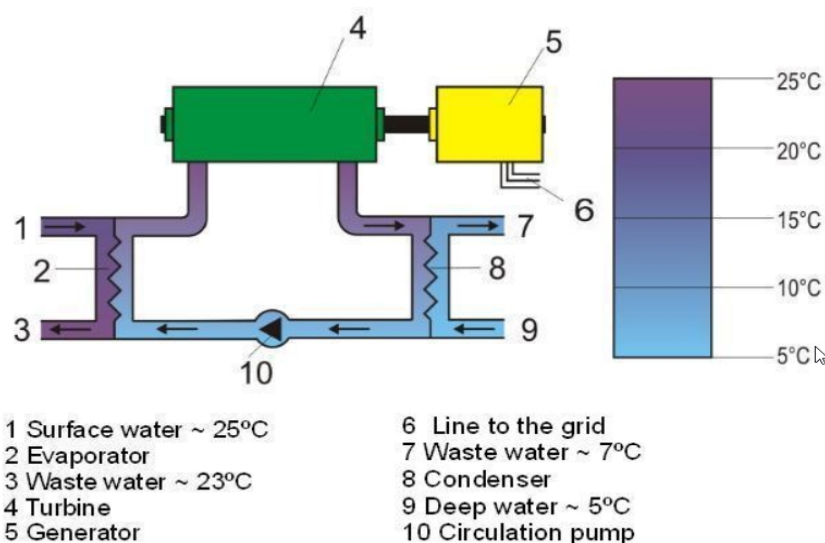
ske energije iz oceana u električnu zasniva se na činjenici da Sunce zagrijava samo slojeve oceana koji su bliže površini, dok dublji i mračniji slojevi oceana ostaju stalno hladni.



Mapa svijeta s označenim područjima visokih temperaturnih gradijenata između površine i 1000 m dubine

po svijetu (najmanje 20 °C, a idealno bi bilo 30 do 40 °C). Dakle, ova je tehnologija primjenjiva prvenstveno u ekvatorijalnim vodama, ugrubo između geografskih širina 20° N i 20° S, gdje godišnja prosječna temperaturna razlika iznosi najmanje 20 °C, što je vidljivo na priloženoj mapi. Za eksploataciju na raspolaganju stoje dva OTEC sustava i to sustav zatvorenog ciklusa i sustav otvorenog ciklusa, a moguć je i hibridni.

OTEC sustav zatvorenog ciklusa je u osnovi Rankineov ciklus koji umjesto vode koristi amonijak kao radno sredstvo. Takvo postrojenje preko



- | | |
|------------------------|---------------------|
| 1 Surface water ~ 25°C | 6 Line to the grid |
| 2 Evaporator | 7 Waste water ~ 7°C |
| 3 Waste water ~ 23°C | 8 Condenser |
| 4 Turbine | 9 Deep water ~ 5°C |
| 5 Generator | 10 Circulation pump |

Dijagram OTEC postrojenja zatvorenog ciklusa

Učinkovitost OTEC ciklusa neumitno je određena razlikom temperatura između tople i hladne vode. Što je ta razlika viša, veća je i učinkovitost. S obzirom da je temperaturna razlika bitno važna, trebamo najveći vertikalni temperaturni gradijent koji je moguće pronaći

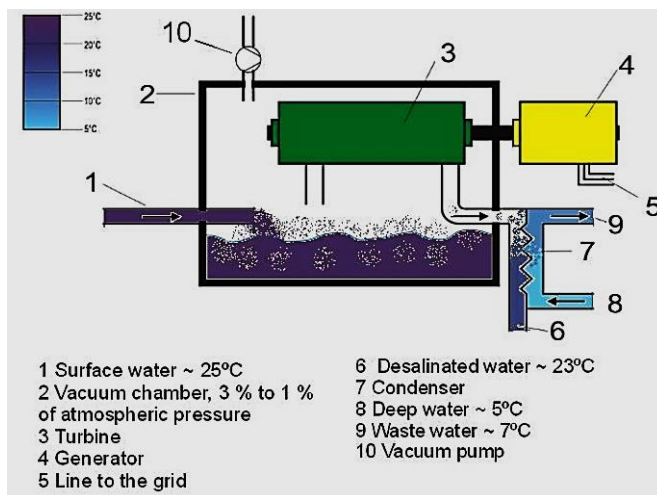
izmjenjivača topline površinskom vodom prosječne temperature od oko 25 °C zagrijava radno sredstvo (većinom amonijak ili neku drugu pogodnu tekućinu koja ključa na niskoj temperaturi, kao, primjerice HFC R-134a) Tako nastale amonijačne pare pogone niskotlačnu turbinu na koju

je prikopčan generator električne struje. Izlazne pare iz turbine zatim se hlade vodom koja se ispumpava iz dubljih slojeva oceana, gdje vlada temperatura od oko 5 °C. U tom izmjenjivaču pare se hlade i kondenziraju natrag u tekućinu koja se potpomognuta pumpom ponovno vraća u ciklus.

Znači, ovdje se radi o neprekinutom odnosno trajnom ciklusu proizvodnje električne energije, gdje radno sredstvo ne napušta ciklus nego kruži u njemu pomoću cirkulacijske pumpe.

OTEC sustav otvorenog ciklusa

za proizvodnju elektriciteta kao radno sredstvo izravno koristi površinsku toplu vodu. Voda se najprije upumpava u spremnik u kojem vlada vakuum (oko 1 do 3% atmosferskog tlaka) što se postiže posebnom vakuum pumpom. Zbog nižeg tlaka od atmosferskog ta voda ekspandira i pretvara se u paru. Para pogoni niskotlačnu turbinu koja je također smještena u spremniku.



Dijagram OTEC postrojenja otvorenog ciklusa

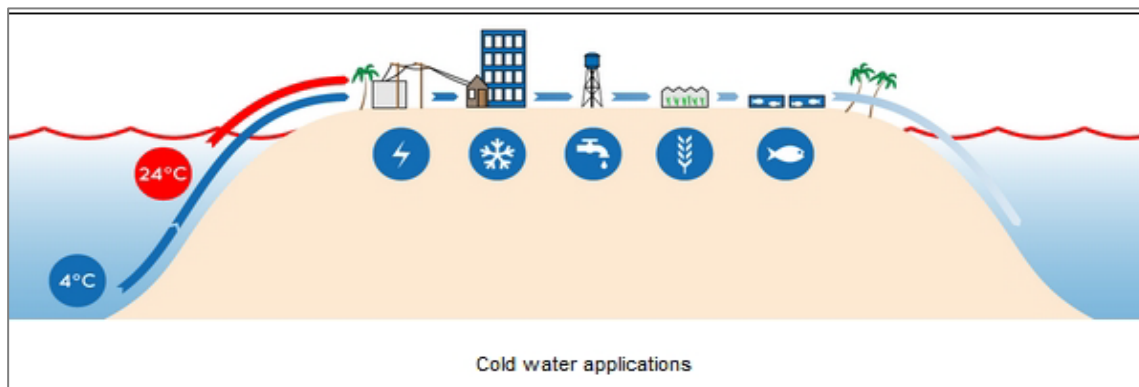
Turbina pogoni električni generator koji se nalazi izvan spremnika, kao i izmjenjivač topline, gdje se ispušna para kondenzira pomoću hladne oceanske vode. Na ovaj se način kao nus-proizvod dobiva i čista slatka voda. Analize predviđaju da bi 2 MW OTEC postrojenje otvorenog ciklusa, ili hibridno postrojenje, moglo proizvesti oko 4.300 m³ pitke vode dnevno; dovoljno za populaciju od 15 do 20 tisuća stanovnika nekog sušnog pacifičkog otoka.

OTEC hibridni sustav predstavlja kombinaciju dvaju prethodno opisanih sustava. U hibridnom sustavu topla voda uđe u vakuumski spremnik gdje ispari. Tako dobivena para se odvodi u izmjenjivač topline (isparivač amonijaka) u sustavu zatvorenog ciklusa. Ispareni amonijak pogoni turbinu i električni generator. Amonijačne pare nakon toga se u drugom izmjenjivaču kondenziraju hladnom vodom iz dubine oceana. Pomoću pumpe sredstvo nastavlja kružiti u zatvorenoj petlji procesa. Kondenzirana para iz prvog izmjenjivača topline je također čista slatka voda.

Pored proizvodnje električne energije OTEC također pruža mogućnost usputne proizvodnje drugih sinergijskih proizvoda, a pruža i još neke pogodnosti. Primjerice, tu je proizvodnja pitke vode ili korištenje bogatih hranjivih

sastojaka u hladnoj oceanskoj vodi za uzgoj hrane (akvakultura). Isto tako, hladna voda se može koristiti i za hlađenje staklenika za uzgoj voća i povrća, zatim za klimatizaciju i, još važnije, za hlađenje uskladištene hrane.

Što se tiče lociranja samog postrojenja postoje tri mogućnosti, i to



Primjena hladne vode

smještanje na kopnu pokraj obale, pozicioniranje postrojenja iznad kontinentalne ploče te pozicioniranje plutajućih postrojenja na lokaciji udaljenijoj od obale.

Kopnena postrojenja – OTEC kopnena postrojenja bilo zatvorenog ili otvorenog ciklusa konstruiraju se blizu obale. Na obalu je potrebno dopremiti ogromne količine vode i za produkciju elektriciteta i u druge svrhe. Za to su potrebne četiri cijevi velikog promjera, dvije za dovod i odvod hladne vode, a dvije za dovod i odvod tople vode. Izgradnja i održavanje ovih postrojenja je ipak jeftinije nego u slučaju plutajućih postrojenja. Nažalost, konstrukcije obalnih postrojenja izložene su mnogim ugrozama, kao što su erozija obale



MAKAI OTEC 100 kW kopneno postrojenje Hawaii

ili oštećenja uslijed uragana i oluja, koje često vladaju u tropskim područjima. Jedna od mana kopnenih postrojenja je ta što mogu biti izložene turbulentnoj akciji valova u „surf zoni“. Pripadajuće cijevi hladne i tople vode moraju biti zatrpane u zaštitne jarke kako bi se sačuvale od ekstremnog djelovanja valova. Isto tako, odvodne cijevi i hladne i tople vode moraju biti udaljene nekoliko stotina metara kako bi dosegle odgovarajuću dubinu prije nego se

njihov sadržaj ispusti. Jedan način da se izbjegnu ovi problemi jest da se postrojenje postavi na dubinu 20 do 30 m od obale kako bi se izbjegla „surf zona“. Na ovaj način usisne i izlazne cijevi će biti kraće, a električnu energiju će se kabelima odvoditi na obalu. Postrojenje će još morati imati temelje otporne na eroziju, a možda će ga trebati i valobranima zaštititi od nevremena. Svakako, sve spomenuto zahtijeva i dodatne troškove koje nije moguće izbjeći.

Plutajuća postrojenja – Ova OTEC postrojenja što se tiče tehnologije proizvodnje elektriciteta u biti su ista kao i kopnena, s tom razlikom što moraju biti smještena na nekoj vrsti usidrene plutajuće platforme koja se mnogo ne razlikuje od plutajuće naftne platforme. Opremljena su također s četiri velike cijevi uronjene u more. Na njima se mogu ugraditi sva tri sustava proizvodnje električne energije. Rani eksperimentalni prototipovi koristili su preinačene stare naftne tankere ili velike barže. Postrojenja locirana na manjoj udaljenosti od obale i učvršćena na kontinentalnoj ploči imaju neke prednosti slične kopnenim postrojenjima, kao što su stabilnost i trajnost i nisu previše udaljena od obale. Međutim, teže ih je učvrstiti za dno ili održavati na fiksnoj poziciji i više su izložena vremenskim neprilikama. Plutajuća postrojenja udaljena od obale (off-shore) imaju mogućnost da koriste veći temperaturni gradijent i tako učinkovitije proizvode električnu energiju. U oceanima najveća je temperaturna razlika u tropskom pojasu. Ali, ipak se radi o skromnih 20 do 25 °C, u najboljem slučaju najviše do 30 °C. Glavni tehnološki izazov za OTEC je kako učinkovito proizvoditi energiju uz relativno male temperaturne razlike površinske i dubinske vode.

Slijedi kratak opis prednosti i eventualnih nedostataka OTEC sustava.

Osnovne prednosti OTEC-a – To je vrlo privlačan način dobivanja energije. Radi se o čistoj, „zelenoj“ i obnovljivoj energiji koja ne zahtijeva izgaranje nikakvih fosilnih goriva, što smo do sada prakticirali i time zagađivali atmosferu toksičnim plinovima te proizvodili stakleničke plinove koji doprinose globalnom zatopljavanju. Pomažući da se reducira ovisnost naše civilizacije o gorivima, OTEC još pomaže i u smanjivanju kolateralnih šteta koje sada svijet trpi, kao što su, primjerice, izljevi ulja s tankera. OTEC može pomoći u osiguravanju vrlo korisnog izvora energije za tropske otočne države koje nemaju dovoljno vlastitih izvora i tako ih učiniti samodostatnima. Već smo ranije spomenuli da OTEC postrojenja otvorenog ciklusa mogu odigrati korisnu ulogu u opskrbi suhih tropskih otočja čistom pitkom vodom proizvedenom u procesu. OTEC se može također koristiti za elektrolitičku proizvodnju korisnih goriva, kao što je vodik koji se

može spremati u spremnike ili cjevovodom otpremati na kopno i koristiti kao gorivo u gorivnim ćelijama električnih automobila ili drugih prijevoznih sredstava, pa i brodova. Iskorištena rashladna voda koja je prošla kroz postrojenje može se koristiti za uzgoj ribe i druge morske hrane kao što su alge, sve pod kontroliranim uvjetima.

Osnovne mane OTEC-a – Najveći problem ovog načina proizvodnje energije je njegova relativna neučinkovitost. Zakon fizike, u ovom slučaju Carnotov toplinski ciklus, kaže da je učinkovitost bilo kojeg praktičnog toplinskog stroja uvijek manja od 100%. Većina toplinskih strojeva rade dosta ispod te granice. OTEC postrojenja koja rade na malim temperaturnim razlikama između hladnog i toplog fluida imaju dakle najmanju učinkovitost među toplinskim strojevima, tipično samo 2 do 3%. Radi toga, OTEC postrojenja moraju intenzivno raditi pumpajući ili ispumpavajući ogromne količine vode kako bi proizvele makar umjerene količine korisnog „neto“ elektriciteta.

To dalje izaziva slijedeća dva problema: kao prvo, značajnu količinu proizvedenog elektriciteta, tipično oko trećine ili više, potrošiti će velike pumpe, a kao drugo, to podrazumjeva da će kompletno postrojenje biti jako glomazno kako bi se ta količina vode mogla procesuirati, pa će iz istog razloga investicije također biti ogromne. Usput rečeno, rijetki su poduzetnici koji će uložiti velik početni kapital u projekt za koji nisu dovoljno sigurni da će se iz ovog ili onog razloga uspjeti ostvariti i da će u nekom razumnom roku donijeti kakav profit.

Hladna dubinska morska voda je integralna sastavnica svakog od spomenuta tri tipa OTEC sustavâ: zatvoreni ciklus, otvoreni ciklus i hibridni. Da bi ti sustavi uopće funkcionirali ogromne količine hladne morske vode moraju biti podignute na površinu. Jedan od pristupa rješavanju ovog zahtjevnog tehnološkog problema su ispumpavanje s odsoljavanjem. Odsoljavanjem morske vode na dnu cijevi snižava se njena gustoća, što uzrokuje da se voda lakše podiže prema gore. To bi dozvolilo primjenu pumpe manjeg kapaciteta i smanjilo „parazitsku“ potrošnju električne energije te povećalo opću toplinsku učinkovitost i „netto“ količinu proizvedene električne energije.

Velika OTEC postrojenja na obali mogu uzrokovati značajno štetan utjecaj na floru i faunu obalnog područja; na taj vrlo osjetljiv ekosustav s mangrovom i koraljnim grebenima koji je već ionako dosta ugrožen.

Preostaje i čitav niz tehničkih problema koje treba primjereno riješiti. Odobalna postrojenja treba učinkovito učvrstiti za dno oceana kako bi odoljela olujama i velikim valovima. Naftna industrija već ima odgovarajuća rješenja za taj problem, ostaje samo pitanje troškova. Primjena takvih rješenja još će više povećati inicijalna ulaganja. Sidrenje na velikim dubinama, preko tisuću metara, komplicira isporuku proizvedene energije na kopno. Električni kablovi pričvršćeni za platformu podložni su oštećenjima prilikom jakih oluja. Oštećenjima su podložne i usisne cijevi tople površinske vode. Njih je u olujama radi zaštite potrebno uvući.

Termodinamička istraživanja su ukazala da će OTEC postrojenje uz temperaturnu razliku od 20 °C proizvesti isto toliko energije kao i hidroelektrana s visinskom razlikom od 34 m i s jednakim volumenom protoka vode. Međutim, očekuje se da će 100 MW OTEC postrojenje svake minute morati pumpati količinu vode od 44.400 tona. Za usporedbu, pumpe će svake minute morati pokretati masu vode koja ugrubo odgovara težini bojnog broda „Bismarck“ čija je istisnina iznosila 41.700 dwt.

Kako bi procesuirali ove ogromne količine vode izmjenjivači topline moraju također biti enormno veliki u odnosu na izmjenjivače u klasičnim termoelektranama. Predviđa se da će 100 MW OTEC postrojenje zahtijevati 200 izmjenjivača, svaki nešto veći od jednog 20 TEU kontejnera, što ih čini najskupljim sastavnicama ovakvih postrojenja. Poseban problem predstavlja oslobađanje od otopljenih plinova nastalih tijekom procesa kao i mikrobno obraštanje. Pošto sirova morska voda mora proći kroz izmjenjivače topline, održavanje dobre toplinske provodljivosti tih uređaja od iznimnog je značenja. Sloj mikrobnog obraštanja tanak samo 25 do 50 mikrona može smanjiti djelovanje izmjenjivača za čitavih 50%. Postoje razni načini kako kontrirati ovoj pojavi, neki više, a neki manje učinkoviti.

Izrada cijevi. - U slučaju odobalnog postrojenja, tj. plutajuće platforme, radi podizanja velikih količina hladne vode s dna na površinu potrebna je dugačka cijev rashladne vode (engl. „**Cooling Water Pipe**“ **CWP**) uronjena kilometar i više u oceansku dubinu. Ta cijev mora biti fleksibilna i dovoljno široka, (promjera čak do 10 metara za 100 MW postrojenje). Velik promjer cijevi potreban je ne samo radi ogromne količine vode koja se podiže već i radi izbjegavanja zagrijavanja vode zbog trenja vode o stijenke cijevi uslijed vrlo brzog protoka.

Grupacija **Lockheed Martin (LM)**, je američka strateška tvrtka za zrakoplovstvo i obranu, astronautiku, energiju, informacijsku tehnologiju,

svemirsku tehnologiju i druge tehnologije u nastajanju, kao što su nanotehnologija, robotika te nova znanstvena otkrića. Oni su u suradnji s Američkom mornaricom (Office of Naval Research – **ONR**) jako uznapređovali u razvitku korištenja oceanske energije putem projekata vezanih za razvoj OTEC-a.

Prema LM studiji i općenitom mišljenju nekih drugih istraživača konstrukcija CWP za plutajuće postrojenje i njeno postavljanje na platformu doslovno je najteži pojedinačni tehnički izazov u OTEC projektima!

U LM-u je nakon detaljnog razmatranja ocijenjeno da usisna CWP cijev za dobavu hladnog mora iz dubine oceana treba zadovoljiti slijedeća tri uvjeta:

- postizanje zadovoljavajućeg neto vanjskog pritiska, jer radi se o usisnoj cijevi,
- minimiziranje zamora materijala usljed savijanja cijevi uzrokovano posrtanjem platforme u oluji,
- minimiziranje vanjskog pritiska na stezačima i navlakama.

Ostali zahtjevi uključuju dug vijek trajanja (30 godina), otpornost na visoki tlak u morskoj dubini i otpornost na koroziju. Cijev treba imati neznatno negativan uzgon, treba uzeti u obzir statičko savijanje usljed morskih struja, a nužno je postići i minimalnu cijenu. Važan i dominirajući zahtjev je izbjegavanje rizika dopreme na lice mjesta i montaže ove ogromne cijevi te maksimizacija njene strukturalne trajnosti. Naročito je važno svođenje nepotrebnih troškova na najmanju moguću mjeru, s obzirom da je OTEC u osnovi komercijalni pothvat.

Uzevši sve ovo u razmatranje, u LM-u je odlučeno da CWP cijev treba biti izrađena sa stijenkom tipa „sandwich“ koja se sastoji od saćaste jezgre okružene vanjskim i unutarnjim slojem neprekinutih nosivih vertikalnih traka. Treba biti integralno konstruirana (u jednom komadu) bez spojnih prirubnica, te mora biti fabricirana na samoj platformi. Što se tiče odabira materijala, između ugljičnih vlakana i stakloplastike odabrana je stakloplastika radi pojednostavljenog rješavanja galvanske korozije i izbjegavanja eventualnih poteškoća u ažurnoj dobavi koje mogu nastati na tržištu ugljičnih vlakana.

Unutarnje jezgro CWP cijevi napravljeno je od dužica dobivenih metodom izvlačenja kroz smolu uz otvrdnjavanje („pultruding“) – suprotno od protiskivanja („extruding“). Dužice su napravljene od stakloplastičnog laminata s vinil esternom smolom, a od istog materijala su ispletene i neprekinute nosive trake. Ovako konstruiranom CWP cijevi postiže se njena

trajnost u uvjetima stalne izloženosti morskoj vodi i visokom tlaku u dubinama. Dužice su složene jedna do druge tvoreći jezgri prsten. S vanjske i unutarnje strane jezgre naslagane su jedna preko druge neprekinute nosive trake (engl. „face sheets“) koje se preklapaju jedna preko druge radi boljeg prijanjanja.

Jezgro je šuplje; napravljeno je od trokutastih ćelija čime se postiže dobra otpornost na savijanje uslijed negativnog unutarnjeg pritiska koji je neizbježan kad su pumpe za hladnu vodu smještene na platformi. Time se smanjuje težina cijevi i troškovi materijala te masa i težina samih pumpi. Šupljine u jezgri moraju biti neprekinute, povezane cijelom dužinom cijevi, od vrha do dna. Izbacivanjem zraka iz unutrašnjosti šuplje jezgre u more postiže se da se jezgra napuni morem. Tako se lokalni pritisak u jezgri izjednači s vanjskim, eliminirajući ogromnu neto razliku pritiska koja bi, ako se to ne napravi, potpuno skršila jezgru.

Nakon toga slijedilo je osmišljavanje, dizajniranje i pokusna izrada na kopnu neprekinute cijevi promjera 4 metra koja bi se kasnije koristila za jedno LM pokusno postrojenje. Takva će se CWP cijev kasnije graditi „in situ“ – sa same platforme, vertikalno dolje u vodu. Metoda je nazvana „Stupnjevito infuzijsko oblikovanje potpomognuto vakuumom“ (engl. - „Vacuum-Assisted Resin Transfer Moulding“ - **VARTM**). Za ovaj postupak konstruiran je poseban alat, tj. uređaj pomoću kojeg se na platformi slažu segmenti jezgrenog prstena, koji se izvana i iznutra oblažu neprekinutim nosivim trakama. Zatim se pomoću posebnih alata infuzijom smole izrađuje neprekinuta CWP cijev. Nakon procesa očvršćavanja (engl. „curing“) zgotovljeni dio cijevi spušta se u more. Postupak se ponavlja korak po korak sve dok cijev ne dostigne željenu dužinu. Sam uređaj, a i postupak dosta su komplicirani, pa nema smisla dalje ulaziti u detalje.

Sažeta povijest razvoja korištenja toplinske energije iz oceanâ:

- **1881.** godine francuski fizičar Jacques Arsene d'Arsonval prvi je predložio korištenje toplinske energije iz oceanâ.
- **1930.** godine njegov student Georges Claude izgradio je prvo OTEC postrojenje u meksičkom Matanzasu. Taj sustav s niskotlačnom turbinom proizvodio je 22 kW električne struje, ali ga je kasnije razorila oluja.
- **1935.** godine G. Claude je konstruirao postrojenje na teretnom brodu od 10 tisuća tona usidrenom pokraj obale Brazila. Nevrijeme i jaki valovi su to postrojenje uništili prije nego je bilo u stanju proizvesti neku neto energiju.

- **1956.** godine francuski znanstvenici dizajnirali su postrojenje od 3 MW za Abidjan, Obala slonove kosti. Postrojenje se počelo graditi ali nije nikada dovršeno, jer tadašnji pronalasci velikih količina jeftine nafte učinili su ovakva postrojenja potpuno neekonomičnim za gradnju.
- **1962.** godine J. Hilbert Anderson i James H. Anderson Jr. predstavili su svoj novi dizajn „zatvorenog ciklusa“ koji bi bio bolji od originalnog sustava Rankine zatvorenog ciklusa i bio bi dio postrojenja koje bi proizvedilo energiju s nižim troškovima nego što ima energija proizvedena izgaranjem fosilnih goriva. Ta njihova istraživanja nisu privukla veću pažnju jer su tada ugljen i nuklearna energija smatrani neiscrpivim energijskim izvorima.
- **1970-**tih godina, kad su cijene fosilnih goriva skočile trostruko, u SAD-u su se zaniteresirali za korištenje topline iz oceana pa je federalna administracija stala novčano podupirati odgovarajuća istraživanja.
- **1974.** godine oformljen je laboratorij „National Energy Laboratory of Hawaii Authority – **NELHA**“ u Keahole Pointu na obali Kona, Hawaii. Obala ovog otočja je zbog tople površinske vode i blizine duboke hladne vode vrlo pogodno područje za istraživanja, tako da je spomenuti laboratorij postao vodeći američki opitni centar OTEC tehnologije. U različitim istraživanjima koji traju i do danas, obilno potpomognuti vladinim i mornaričkim sredstvima, istaknuli su se Lockheed Martin, Makai Ocean Engineering, Dillingham Construction i druge tvrtke u suradnji s raznim laboratorijima; NELHA, SERI, NREL, PICHTER i drugima.
- **1981.** godine Japan kao jedan od važnijih igrača u razvoju OTEC tehnologije je 1970. počeo graditi i 14/10/1981 pustio u pogon eksperimentalno 100 kW postrojenje zatvorenog ciklusa na otoku Nauru. Postrojenje je uspješno proradilo i proizvedilo oko 120 kW od čega je 90 kW struje trošilo samo postrojenje, a preostali elektricitet je osvjetljavao obližnju školu i druge lokacije. Tako je električna energija dobivena OTEC sustavom po prvi put u svijetu korištena za napajanje ne samo eksperimentalne već i stvarne energetske mreže. Isto tako, u 1981. svjetlo dana je ugledalo jedno važno rješenje, kada je ruski inženjer dr. Alexander Kalina za OTEC postrojenje uporabio mješavinu amonijaka i zraka, što je značajno povećalo učinkovitost toplinskog ciklusa.
- **1984.** godine američki laboratorij „National Renewable Energy Laboratory – **NREL** iz Golden, Kolorado razvio je evaporator s vertikalnim lijev-

kom za pretvaranje tople morske vode u niskotlačnu paru za potrebe OTEC postrojenja otvorenog ciklusa. Učinkovitost pretvorbe morske vode u paru iznosila je čitavih 97%.

- **1993.** godine OTEC kopneno postrojenje otvorenog ciklusa u Keahole, Hawaii uspjelo je proizvesti neto električnu energiju od 80 kW što je nadmašilo japanski rekord iz 1982. od 30 kW.
- **1994.** godine japansko Saga sveučilište dizajniralo je i sagradilo maleno 4,5 kW postrojenje gdje je korišten novoizumljeni Uehara ciklus u kojem je primjenjen novi proces absorpcije i ekstrakcije, čime je učinak Kalina ciklusa poboljšán za 1-2%. Danas je Institut za oceansku energiju Saga sveučilišta prvak u istraživanju i razvoju OTEC postrojenja, a usredotočili su se i na sekundarne benefite ove tehnologije.
- **2002.** godine Indija je testirala 1 MW eksperimentalno plutajuće OTEC odobalno postrojenje zatvorenog ciklusa (s amonijakom kao radnim sredstvom) locirano kod Tamil Nadua pokraj Tuticorina. Platforma je konstruirana na poticaj vladina „Department of Ocean Development“. U svrhu istraživanja osnovan je „National Institute of Ocean Technology“ – **NIOT** koji je surađivao s japanskim Saga sveučilištem na čelu s prof. Ueharom. CWP cijev za dobavu hladne vode sa dubine od 1.000 m bila je plastična (PDFE) cijev vanjskog promjera 1,00 m, a unutarnjeg 0,90 m. Bio je to najveći promjer takve cijevi koja se mogla lokalno nabaviti. Platforma se sidrila za morsko dno koristeći samu CWP cijev. Postrojenje se pokazalo neuspješnim radi poteškoća s CWP cijevi i njenog kvara.
- **2011.** godine tvrtka „**Makai Ocean Engineering**“ Hawaii dovršila je postrojenje za testiranje toplinskih izmjenjivača koji se rabe u OTEC projektima, a dobilo je i sredstva za izgradnju 105 kW OTEC postrojenja.
- **2013.** godine japansko Saga sveučilište u suradnji s nekoliko industrijskih tvrtki završili su instaliranje novog OTEC eksperimentalnog i oglednog postrojenja od 100 kW unutar „Deep Sea Water Research Center“ lokacije u Okinawa prefekturi. Sastoji se iz više jedinica od 50 kW svaka za proizvodnju, dok jedna jedinica služi za provjeru sastavnica i optimizaciju. Postrojenje je otvoreno za javnost uz organiziranje grupnih obilazaka.
- **2013.** - Američka tvrtka **Lockheed Martin** sklopila je ugovor s kineskom međunarodnom multiindustrijskom tvrtkom „**Reignwood Group**“ o gradnji plutajućeg odobalnog postrojenja snage 10 MW na jugu kineske obale koje bi osiguralo električnu energiju za planirani turistički resort na otoku Hainan.

- **2014.** - Svjetska Investicijska Banka dodijelila je francuskim tvrtkama **Akuo Energy** i **DCNS** sredstva (72 milijuna eura iz fonda „**NER 300**“ Europske Komisije) za njihov OTEC projekt nazvan **NEMO** („New Energy for Martinique and Overseas“). Plutajuće postrojenje snage 16 MW će s 12,7 MW neto električne energije opskrbljivati 3.500 domova ovog francuskog otoka u Karibima. U svrhu prethodnih geo/meteo istraživanja angažirane su specijalizirane tvrtke iz Skandinavije.
- **2015.** Makai Ocean Engineering proslavilo je otvaranje i po prvi put u SAD-u spajanje na električnu mrežu novog OTEC kopnenog postrojenja smještenog na lokaciji instituta „Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority – **NELHA**“. Ovo mini postrojenje snage 100 kW opskrbljivat će električnom energijom tijekom cijele godine 120 havajskih domova. Kao kuriozitet, po prvi put je jedno „**Tesla**“ električno osobno vozilo napojeno obnovljivom energijom dobivenom iz oceana.
- **2016.** - Početkom godine objavljeno je da je klasifikacijski zavod Bureau Veritas izdao svoje „Odobrenje u principu“ za jedno OTEC postrojenje. Naime, radi se o plutajućem odobalnom postrojenju od 1 MW kojeg je razvio korejski institut „Korea Research Institute of Ships and Engineering“ – **KRISO** udružen s „Korea Institute of Ocean Science and Technology“ - **KIOST**. U korejskom OTEC timu sudjelovalo je ukupno 13 znanstvenih instituta i sveučilišta koji su prethodno izgradili pokusno 200 kW postrojenje, istovjetno kao i ono od 1 MW, ali umanjeno u određenom omjeru. Mini postrojenje je uspješno testirano 2013. i demonstrirano javnosti 2014.

Ovo 1MW OTEC postrojenje plutajućeg je tipa, a radit će na principu zatvorenog toplotnog ciklusa. Platforma osmorokutnog oblika biti će čvrsto usidrena za dno na dubini od 1.300 m, 6 km daleko od južnopacifičkog otoka **Tarawa**, Republika Kiribati. Hladna dubinska voda dopremat će se preko 1.000 m duge plastične cijevi vanjskog promjera 1,2 m. Cijev će radi stabilnosti biti na dnu opterećena utegom i s 4 čelik-čela vertikalno osigurana. Ovaj projekt po prvi put predstavlja praktičan pristup na putu do rješavanja i ostvarivanja budućeg zaista komercijalnog OTEC postrojenja od najmanje 100 MW.

Stručnjaci Bureau Veritasa su provjerili prethodnu meteoceansku i hidrodinamičku analizu, zatim analize sidrenja i stabiliteta te provjerili dizajn usisne cijevi i dizajn koncepta proizvodnog sustava. Na osnovu svega toga



KRISO OTEC – umjetnikova impresija platforme – credit: bureauveritas.com

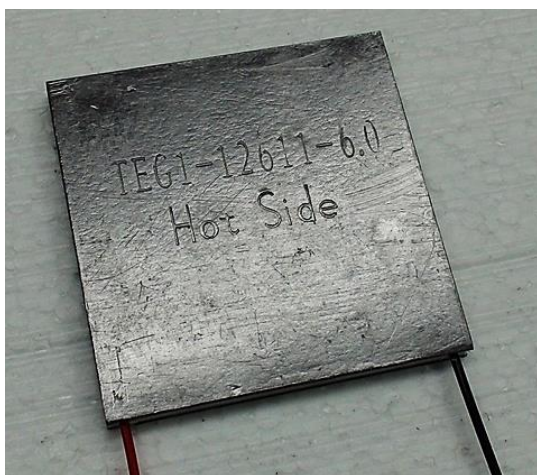
zaključili su da je sveukupni dizajn dobar i izvediv te da ne sadrži nikave tehnološke nedostatke koji bi mogli spriječiti da se projekt bez prekida neometano razvija. Isto tako, dizajn smatraju podesnim za primjenu u meteoceanskim uvjetima koji vladaju na lokaciji gdje će jedinica biti postavljena.

Osim navedenih projekata ima još nekoliko njih koji se predlažu ili su već u razvojnoj fazi, od kojih navodimo samo neke; 13 MW OTEC postrojenje za američku vojnu bazu na otoku Diego Garcia koje bi zamijenilo dizelske generatore i proizvodilo pitku vodu, zatim 5 – 10 MW OTEC postrojenje za američke Virgin Islands, ili 10 MW postrojenje zatvorenog ciklusa za Hawaii otočje koje bi kasnije trebalo ekspanzirati u postrojenje od 100 MW.

Ima još nešto; zimi u obalnim arktičkim lokacijama temperaturna razlika između morske vode i zraka može iznositi čak 40 °C. Ova temperaturna razlika mogla bi se iskoristiti sustavima zatvorenog ciklusa. Eliminacijom dobavnih cijevi hladne morske vode sustav bi bio mnogo jednostavniji i jefti-

niji. Kao radno sredstvo H. Barjot predlaže butan čija je temperatura isparavanja $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ovakva polarna postrojenja mogu biti smještena na otocima u polarnoj regiji ili dizajnirana kao plutajuće barže ili platforme pričvršćene za ledenu kapu.

2014. Liping Liu, docent na poznatom američkom sveučilištu Rutgers University zamislio je OTEC sustav koji koristi termoelektrični efekt umjesto ciklusa fluida koji se sada primjenjuju. Radi se o tzv. „Toplinsko-električnom generatoru“ (engl. „Thermoelectric Generator“ – **TEG**). To je naprava s poluvodičima koja pretvara toplinu, tj. temperaturnu razliku, izravno u električnu struju.



Termoelektrični Seebeck modul: TECTEG MFR

TEG funkcionira kao toplinski stroj ali je manje glomazan i nema pokretnih dijelova. U usporedbi s klasičnim OTEC sustavom ove naprave su zasad puno skupe, a i manje su učinkovite.

Glavne sastavnice TEG sustava su moduli napravljeni od termoelektričnih materijala te od izmjenjivača topline i kontrolnog sistema. Termoelektrični materijali proizvode snagu izravno iz topline u električni napon. Takvi materijali imaju visoku električnu provodljivost ali nisku toplinsku provodljivost. Oni se danas još uvijek prave od spojeva koji sadrže kemijske elemente nazvane „rijetke zemlje“ i koji su jako skupi. No, zahvaljujući nanotehnologiji svi su izgledi da će se uskoro proizvesti inovativni materijali kojima će se još više smanjiti toplinska provodljivost, a da se ne utječe na njihove električne osobine.

Termoelektrični modul se sastoji od dva poluvodiča, svaki napravljen od različitog (nesrodnog) termoelektričnog materijala. Fizički, oni se dotiču jedan na drugoga, a električno su spojeni; jedan je pozitivno nabijen a drugi negativno nabijen poluvodič. Ukoliko postoji temperaturna razlika između ta dva materijala istosmjerna struja će poteći strujnim krugom. Kao u svih toplinskih strojeva, što je veća temperaturna razlika više se struje proizvodi. Moduli djeluju u vrlo teškim toplinskim i mehaničkim uvjetima, a izloženi su i mehaničkom zamoru uslijed visoke radne frekvencije u ciklusu. Dva termoelektrična materijala u modulu moraju biti paralelno spojena u toplinskom smislu, a serijski u električnom. Željeni napon se postiže spajanjem više modula u seriju.

TEG proizvodi električnu snagu tako da putem jednog izmjenjivača topline, uzima toplinu iz određenog izvora i njome grije module na jednoj strani, a suprotnu stranu preko drugog izmjenjivača hladi pomoću zraka ili vode. Ovisno o aplikaciji, temperaturni gradijent može biti vrlo velik. U takvim uvjetima konstrukcija izmjenjivača je vrlo zahtjevan zadatak. Proizvedena istosmjerna struja prolazi kroz pretvarač. TEG sustav pretvara i isporučuje izmjeničnu struju putem integriranog sustava elektronike.

IZVORI:

otecnews.org/what-is-otec/

otecnews.org/

en.wikipedia.org/wiki/Ocean_thermal_energy_conversion

explainthatstuff.com/how-otec-works.html

otecnews.org/wp-content/uploads/2012/07/Lockheed-Martin-OTEC-Cold-Water-pipe-SAMPE-2012-paper.pdf

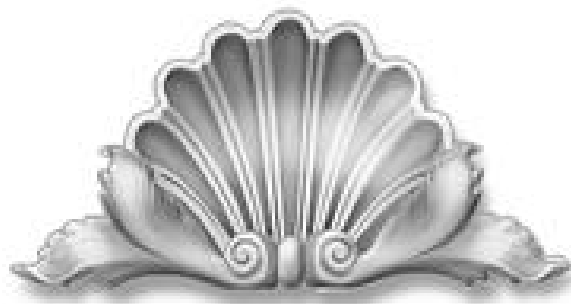
irena.org/DocumentDownloads/Publications/Ocean_Thermal_Energy_V4_web.pdf

visionlaunch.com/ocean-thermal-energy-conversion-pros-and-cons/

livescience.com/3155-energy-debates-ocean-thermal-energy-conversion.html

bureauveritas.com/home/news/business-news/ocean-thermal-energy-converter-approved-

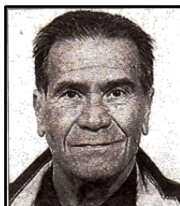
Sastavio prema navedenim web izvorima: **Boris Abramov**, umirovljeni upravitelj stroja





In Memoriam

Obavještavamo sve članove i simpatizere da su nas nažalost u proteklom razdoblju zauvijek napustili ovi članovi:



ULDERIKO KALAČIĆ (1944. – 2015.)

Redovni član, preminuo 30/08/2015



DRAGAN ŠOŠO (1946. – 2015.)

Redovni član, preminuo 14/09/2015



IVICA MALEŠ (1935. – 2016.)

Redovni član, preminuo 04/03/2016

- **DINKO PLEJIĆ (1955. – 2016.)**

Redovni član, preminuo 02/09/2016

Počivali u miru!

Kao i uvijek, njima i svim našim ranije preminulim članovima posvećujemo stihove ove lijepo pjesme Ante Cetineca:

Jednom za vazda

*Treći udar zvona
I zaglušiv zvuk sirene
Javlja najzad kraj okrutnog sata.
I brod iz luke bez mene
Kroz modra vrata
Drugoj obali krene.*

*Za krmom još duga vijuga
Od bijele vijčove pjene,
Čas kao živa blistava pruga,
A čas kao zmija srebrna brazda.
I zove da odem, i mene,
I to jedanput za vazda.*